

А.Н. МАМИН^{1,2}, К.В. АВДЕЕВ¹, В.В. БОБРОВ^{1,2,3}, А.В. РЭУЦУ¹

¹АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия

³Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

РЕСТАВРАЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В.Г. ШУХОВА

Аннотация. Статья посвящена вопросу сохранения архитектурного наследия выдающегося русского инженера В.Г. Шухова. Рассмотрены три объекта: московская Радиобашня на Шаболовке, «Шуховский пролет» Листопрокатного цеха и Водонапорная башня, расположенные в г. Выкса Нижегородской области. Представлены основные конструктивные параметры указанных сооружений и результаты их технического обследования, проведенные противоаварийные мероприятия для обеспечения сохранности Радиобашни в Москве и рекомендации по реставрации всех трех сооружений с переносом Листопрокатного цеха и Водонапорной башни в центральную часть г. Выкса. Предусмотрено воссоздание исторического облика сооружений, а также благоустройство прилегающей территории. Предполагается восстановление геометрической формы сечения лазерным напылением порошкового металла, и только в случае невозможности восстановления элемента предусмотрена его замена. Для сохранения исторического облика соединения стальных конструкций будут на болтах, имитирующих заклёпки. В ходе проведения земляных работ запланированы археологические исследования, так как в границах территории строительства (г. Выкса) могут залегать участки сохранившихся культурных напластований объекта культурного наследия «Усадебно-промышленный комплекс, XVIII-XIX вв.».

Ключевые слова: радиобашня, водонапорная башня, коррозия, обследование, реставрация.

A.N. MAMIN^{1,2}, K.V. AVDEEV¹, V.V. BOBROV^{1,2,3}, A.V. REUTSU¹

¹JSC «Central Research and Design Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures – Tsniipromzdani», Moscow, Russia

²Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russia

³Vyatka State University, Kirov, Russia

RESTORATION OF THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF V.G. SHUKHOV

Abstract. The article is devoted to the issue of preserving the architectural heritage of the outstanding Russian engineer V.G. Shukhov. Three objects are considered: the Moscow Radio Tower on Shabolovka, the "Shukhov Span" of the Sheet-rolling Shop and the Water Tower located in Vyksa, Nizhny Novgorod region. The main technical parameters of these structures and the results of their technical inspection are presented, emergency measures taken to ensure the safety of the Radio Tower in Moscow and recommendations for the restoration of all three structures with the transfer of the Sheet Rolling Shop and the Water Tower to the central part of the city Vyksa. It is planned to recreate the historical appearance of the buildings, as well as the improvement of the adjacent territory. It is supposed to restore the geometric shape of the cross-section by laser spraying of powdered metal, and only if it is impossible to restore the element, its replacement is provided. In order to preserve the historical appearance, the joints of steel structures will be on bolts imitating rivets.

© Мамин А.Н., Авдеев К.В., Бобров В.В., Рэуцу А.В., 2023

Archaeological investigations are planned during the excavation, as areas of preserved cultural strata of the cultural heritage object "Manor-industrial complex, XVIII-XIX centuries" may lie within the boundaries of the construction territory (Vyksa).

Keywords: radio tower, water tower, corrosion, inspection, restoration.

Введение

С именем великого русского инженера Владимира Григорьевича Шухова связаны крупнейшие изобретения, научные работы и инженерные сооружения в разнообразных отраслях науки и техники. Им выполнены теоретические исследования с их практической реализацией в таких областях, как добыча, переработка, хранение, транспортировка и эффективное применение нефти и нефтепродуктов, мостостроение, судостроение и др.

Особое положение в творческом наследии В.Г. Шухова занимает архитектурно-строительное направление. Он исследовал, а затем широко использовал в своих проектах оригинальные арочные конструкции, пространственные системы покрытий. Им были предложены и запатентованы пространственные конструкции, образованные прямыми металлическими стержнями («сетчатые системы»), применяемые вначале для покрытий, а затем и как вертикальные несущие конструкции.

К сожалению, многие из творений В.Г. Шухова на сегодняшний день утрачены, а большинство из сохранившихся зданий и сооружения признаны памятниками культурного наследия, которые либо уже отреставрированы, либо находятся в процессе реставрации, либо ожидают своего часа.

В статье рассмотрены три объекта, исследования и проектирование реставрации которых были выполнены авторами в последнее время.

Объекты и методы исследований

Радиобашня в г. Москве

Самый известный объект, запроектированный и построенный В.Г. Шуховым – Радиобашня в г. Москве, на Шаболовке.

Первоначально В.Г. Шухов предложил проект гиперболоидной башни высотой 350 метров и массой 2200 тонн, но в связи с отсутствием металла был разработан и реализован второй проект башни – высотой 148,5 метров массой 240 тонн. Башня была сдана в эксплуатацию в марте 1922 года [1].

Радиобашня В.Г. Шухова является объектом культурного наследия регионального значения. За время эксплуатации башни произошло значительное ухудшение ее состояния, в основном из-за коррозионных процессов. Также увеличились технологические нагрузки (добавлена дополнительная секция для антенн, промежуточные площадки, кольца, лифт), для компенсации которых были приняты неудачные конструктивные решения (железобетонная обойма по верху фундамента, дополнительные накладки на сварке), реализация которых привела к возникновению новых очагов коррозии.

В 2011 г. институтом АО «ЦНИИПромзданий» было проведено полное обследование сооружения и, на основании данных лазерного сканирования, построена трёхмерная стержневая модель, отражающая фактическую геометрию башни, разработан проект реконструкции-реставрации.

Листопрокатный цех и Водонапорная башня в г. Выкса Нижегородской области

Нижегородская область занимает в творчестве Владимира Григорьевича особое место – именно представленные на Нижегородской ярмарке в 1896 году конструкции принесли ему всеобщее признание и широкую известность. Объекты, подобные представленным на ярмарке, возведены позже во многих регионах, в том числе и в Нижегородской области, где к настоящему времени выявлено не менее шести сооружений, связанных с именем В.Г. Шухова [2, 3].

В 2018 г. авторами были проведены научные исследования двух объектов культурного наследия федерального значения, расположенных в г. Выкса Нижегородской области на территории Выксунского металлургического завода: Листопрокатный цех и Водонапорная башня (рисунок 1). На основе натурных обследований и проверочных расчетов разработаны проекты реставрации с перемещением объектов в центральную часть города Выкса.

Сохранившаяся часть листопрокатного цеха, называемая «Шуховским пролетом», была построена на Нижне-Выксунском заводе в 1897-1898 годах [4].

«Шуховский пролет» представляет собой прямоугольное в плане здание размерами 72,9х38,4 м. Высота здания от уровня опорной плиты до верха арки 13,25 м [5]. Несущими конструкциями являются сквозные трехшарнирные арки из прокатных профилей и подстропильные фермы с круглым очертанием верхнего пояса, расположенные вдоль крайних продольных осей пролёта. Покрытие выполнено в виде металлического сетчатого свода двойной кривизны. Свод образован Z-образными прокатными профилями (прогонами).

При проведении обследования «Шуховского пролета» зафиксированы многочисленные дефекты и повреждения металлических конструкций. Наиболее опасные – это щелевая коррозия в узлах, глубокая язвенная коррозия элементов арок и фахверковых стоек, сквозная коррозия элементов [6].



**Рисунок 1 – Общий вид объектов в г. Выкса Нижегородской области на территории Выксунского металлургического завода в 2018 году:
а) листопрокатный цех («Шуховский пролет»); б) водонапорная башня**

Водонапорная башня построена в 30-е годы двадцатого века.

Геометрическая схема башни – гиперboloид вращения, образованный 25 наружными и 25 внутренними наклонными стойками из стальных одиночных уголков. Соединенные между собой и с равномерно расположенными по высоте башни горизонтальными кольцами стойки образуют треугольные ячейки, обеспечивающие геометрическую неизменяемость сооружения.

Диаметр нижнего опорного кольца составляет 14,6 м, диаметр верхнего кольца 7,47 м. Высота сооружения от обреза фундамента до верхней опорной площадки составляет 28,46 м, общая высота сооружения от обреза фундамента до отметки площадки на кровле составляет 38,82 м. Фундамент в виде кольца высотой 2,75 м, толщиной – 1,4 м, с наружным диаметром – 16 м [7, 8].

По центру сооружения располагается винтовая металлическая лестница.

Выявлены дефекты в виде сквозной коррозии, локальных и общих погибей, разрывов элементов лестницы. Наибольшую опасность, наряду с механическими повреждениями,

представляет щелевая коррозия. Продукты коррозии распирают соседние элементы, вследствие чего происходят деформации элементов и разрушение заклепок. Повреждение элементов в местах образования щелевой коррозии происходит интенсивнее, чем на соседних участках и составляет до 30% толщины сопрягаемого элемента [9].

Результаты

Реставрация Радиобашни в Москве

По совокупности выявленных дефектов, подробно описанных в [10], состояние Радиобашни было признано аварийным и необходимо было принятие оперативных мер по ее сохранению. В таблице 1 приведена информация об основных дефектах, выявленных при проведении обследования.

Таблица 1 – Количество дефектов металлических конструкций

	Количество выявленных дефектов									
	1-2 секция		3 секция		4 секция		5 секция		6 секция	
	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%
Всего узлов в секции	720		696		480		444		300	
Отсутствует элемент соединения между стойкой и кольцом	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Отсутствует заклепка (болт)	17	2.4	2	0.3	7	1.5	15	3.4	6	2
Промежуточные кольца с прокорродировавшими насквозь элементами	-	-	-	-	6	67	-	-	-	-
Значительная коррозия	57	7.9	33	4.7	130	27.1	5	1.1	13	4.3
Вмятины до 50мм	5	0.7	3	0.4	22	4.6	-	-	-	-
Зазор между элементами (больше 10мм)	11	1.5	13	1.9	6	1.3	3	0.7	9	3

Как показали численные эксперименты, удаление отдельных элементов Радиобашни без их разгрузки приведет к необратимым последствиям [11]. В связи с этим предусмотрена полная разгрузка башни путем «вывешивания» на временную дополнительную опору, что позволит поэлементно ее реставрировать.

Для исключения передачи горизонтальных нагрузок «вывешивание» предусмотрено через траверсы гибкими тросами. Разработана уникальная конструкция примыкания траверсы к узлам Радиобашни, обеспечивающая передачу вертикального усилия от веса башни по оси ее наклонных элементов, не допуская возникновения изгибающих моментов. Правильность разработки подтверждена в экспериментах, проведенных при опытном нагружении нижнего узла [12].

Для восстановления геометрии сечений металлических конструкций предложена и экспериментально подтверждена возможность лазерного напыления порошкового металла [13].

Проектом также предусмотрено удаление обетонирования опорных узлов и усиление фундамента Радиобашни монолитными железобетонными обоймами.

Проект реставрации, разработанный в 2011 г., получил положительное заключение государственной историко-культурной экспертизы Минкульта РФ, но из-за ограниченного финансирования не был реализован, и в 2014 г. институт АО «ЦНИИПромзданий» разработал противоаварийные мероприятия [14], которые были реализованы в 2016 г. после получения положительного заключения историко-культурной экспертизы Мосгорнаследия. Выполнен демонтаж седьмой секции, которая смонтирована в конце XX века и не является охраняемой частью памятника. Радиобашня «вывешена» в 24 узлах на консоли временной опорной конструкции (рисунок 2) с минимальным натяжением канатов.

Обследования, проведенные в 2017 и 2019-2020 годах, показали, что развитие коррозии металла продолжается. Проведенные противоаварийные мероприятия исключают

внезапное обрушение Радиобашни, но сохраняется опасность локальных разрушений, конструкции остаются в аварийном состоянии.

Реставрация Листопрокатного цеха и Водонапорной башни с переносом в центр города

Участок для размещения объектов культурного наследия «Листопрокатный цех» и «Водонапорная башня» выделен в центральной части г. Выкса Нижегородской области, что, по мнению городской администрации, повысит привлекательность города для туристов. Участок находится в границах Единой охранной зоны г. Выксы, Историко-архитектурной заповедной территории г. Выксы. На участке расположены остатки стен доменного корпуса Верхне-Выксунского завода, два корпуса мастерских (северный и южный), главный усадебный дом, также являющиеся объектами культурного наследия.



Рисунок 2 – Радиобашня в Москве [12]:

**а) смонтированный узел первой секции опорной башни;
б) общий вид Радиобашни после устройства опорной башни**

Проектом реставрации предполагается восстановить архитектурный облик несущих конструкций «Шуховского пролета» и открыть его для обзора со всех сторон. Стеновое ограждение и покрытие здания не предусмотрены. Реконструкция с реставрацией здания цеха заключается в разборке каркаса укрупненными блоками, переносу их на строительную площадку, восстановлении или замене повреждённых элементов каркаса и сборке цеха на новом месте. Предусмотрена полная замена прогонов покрытия. Предусмотрены мероприятия по устранению выявленных механических и коррозионных повреждений.

Для восстановления облика Водонапорной башни на верхнем опорном кольце устанавливается деревянный шатёр, с геометрией, соответствующей проекту инженера В.Г. Шухова. Шатёр башни запроектирован цилиндрической формы с техническим помещением внутри.

Восстановление геометрической формы сечений элементов цеха и башни предусмотрено лазерным напылением порошкового металла. Все новые соединения металлических конструкций выполняются на болтах, с головками в виде полусферы, имитирующими заклёпки. На открытые поверхности всех элементов предусмотрено нанесение антикоррозионного покрытия путем нанесения цинко-алюминиевого сплава методом газотермического напыления.

В ходе проведения земляных работ предусмотрены археологические исследования в режиме наблюдений за земляными работами, так как в границах территории строительства могут залегать участки сохранившихся культурных напластований объекта культурного

наследия «Усадебно-промышленный комплекс, XVIII-XIX вв.» (Остатки стен литейного корпуса Верхне-Выксунского завода, XVIII в.).

На проекты реставрации Листопрокатного цеха и Водонапорной башни получены положительные заключения государственной историко-культурной экспертизы Минкульта РФ и согласования Управления государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области.

Заключение

Реставрация объектов культурного наследия – необходимое условие сохранения исторической среды, что несомненно важно для нормального развития общества. Сохранение и восстановление памятников архитектуры положительно отразится и на так называемом «интеллектуальном» туризме, который напрямую обращен к историческим объектам. Отметим, что в последние годы активизировались работы по реконструкции и реставрации памятников культурного наследия. В частности, это стало возможно благодаря небезразличному отношению к существующей проблеме и участию в планировании и производстве реставрационных работ не только государственных организаций, но и собственников объектов.

Качественная реставрация исторических зданий и сооружений – процесс весьма затратный и трудоемкий. Необходимо участие большого количества высококлассных специалистов как непосредственно при выполнении реставрационных работ, так и на этапе разработки проектной документации, в которой должны быть предусмотрены научно-обоснованные и экспериментально проверенные мероприятия, позволяющие на основе современных технологий максимально сохранить историческую ценность объекта. Авторы надеются, что разработанные ими проекты будут реализованы в ближайшее время, что позволит сохранить уникальные памятники архитектуры, связанные с именем выдающегося ученого, великого русского инженера Владимира Григорьевича Шухова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Г. Шухов (1853-1939). Искусство конструкции: Перевод с немецкого. Под ред. Р. Грефе, М.М. Гаппоева, О. Перчи. Москва: Мир, 1995. 192 с.
2. Зеленова С.В., Виноградова Т.П., Коротаева Д.И., Ометова Г.Н. Шухов В.Г. Нижегородские проекты. Территория уникальных объектов. Н. Новгород: Литера, 2016. 224 с.
3. Виноградова Т.П. Шухов В.Г. Нижегородские проекты. Гений В.Г. Шухова и современная эпоха: материалы международного конгресса. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. С. 108-114.
4. Никитин Ю.А. Промышленные выставки России XIX – XX века. Череповец: Полиграфист, 2004. 269 с.
5. Гаппоев М.М. Арочные конструкции с системой гибких затяжек. В кн. Шухов В.Г. (1853 – 1939). Искусство конструкции. Москва: Мир, 1995. 54-59 с.
6. Мамин А.Н., Кодыш Э.Н., Бобров В.В., Рэуцу А.В. «Шуховский пролет» листопрокатного цеха Нижне-Выксунского завода // ACADEMIA. Архитектура и строительство. 2019. №2. С. 110–116. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-2-110-116>
7. Водонапорная башня, Горьковская обл., г. Выкса. Паспорт памятника истории и культуры СССР. Министерство культуры СССР. Архив УГО ОКН Нижегородской области, 1976.
8. Отдел капитального строительства Выксунского металлургического завода. Технический проект водонапорной башни // Фонды Музея истории завода усадебно-промышленного комплекса Баташевых-Шепелевых, № 284/10. 1937.
9. Мамин А.Н., Кодыш Э.Н., Ершов М.Н., Бобров В.В., Рэуцу А.В. Реставрация водонапорной башни Нижне-Выксунского завода // Строительство и реконструкция. 2019. № 1. С. 67-75. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2019-81-1-67-75>
10. Гранев В.В., Мамин А.Н., Кодыш Э.Н., Кузнеценко С.А., Ершов М.Н. Техническое состояние несущих конструкций радиобашни В. Г. Шухова // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 12. С. 90-92.
11. Отчет по результатам обследования строительных конструкций Радиобашни Шухова, расположенной по адресу: г. Москва, ул. Шухова, 10, стр.2. (проектная документация на производство

ремонтно-реставрационных работ по сохранению объекта культурного наследия регионального значения «Радио-башня, 1922 г., инженера В.Г.Шухова», по адресу: Москва, ул. Шухова, дом 10, стр.2). Книга №1. Москва: АО «ЦНИИПромзданий», 2011. 99 с.

12. Гранев В.В., Мамин А.Н., Кодыш Э.Н., Бобров В.В., Ершов М.Н., Матвейюшкин С.А. Сохраним радиобашню В.Г. Шухова // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 6. С. 14-19.

13. Гранев В.В., Мамин А.Н., Кодыш Э.Н., Еремин К.И., Ершов М.Н., Шнейдеров Г.Р. Некоторые свойства порошкового металла при его лазерном напылении для восстановления сечений стальных строительных конструкций // Строительные материалы. 2018. № 9. С. 54 – 57.

14. Кодыш Э.Н., Мамин А.Н., Бобров В.В., Рэуцу А.В. и Кузнеценко С.А. Результаты обследования радиобашни В.Г. Шухова // Строительство и реконструкция. 2017. № 6 (74). С. 43-48.

REFERENCES

1. V.G. Shukhov 1853-1939. The Art of Construction, edited by R. Grefe, M.M. Gappoev, O. Perchi. Moscow: Izdatel'stvo Mir, 1995. 192 p.

2. Zelenova S.V., Vinogradova T.P., Korotaeva D.I., Shemetova G.N. Shukhov V.G.: Nizhny Novgorod projects. Territory of unique objects. N. Novgorod: Publishing house of the Litera, 2016. 224 p. (rus)

3. Vinogradova T.P. Shukhov V.G.: Nizhegorodskie proekty. Territoriya unikal'nykh obektov [V.G. Shukhov. Nizhny Novgorod projects. The Genius of V.G. Shukhov and the Modern Era]. Proceedings of the International Congress of the International Congress. Moscow: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, 2015. Pp. 108-114. (rus)

4. Nikitin Yu.A. Industrial exhibitions of Russia of the XIX – XX century. Cherepovets: Polygraphist, 2004. 269 p. (rus)

5. Gappoev M.M. Arched structures with a system of flexible puffs, in V.G. Shukhov 1853-1939. The Art of Construction. Moscow: Izdatel'stvo Mir, 1995. Pp. 54-59.

6. Mamin A.N., Kodysh E.N., Bobrov V.V., Reutsu A.V. «Shukhovskii prolet» listoprokatnogo tsekha Nizhne-Vyksunskogo zavoda ["Shukhov span" of the sheet rolling shop of the Nizhne-Vyksa plant]. *Academia. Architecture and construction*. 2019. No 2. Pp. 110 – 116 (2019). (rus) <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-2-110-116>

7. Vodonapornaya bashnya, Gor'kovskaya obl., g. Vyksa. Passport pamyatnika istorii i kul'tury SSSR. Ministerstvo kul'tury SSSR. Arkhiv UGO OKN Nizhegorodskoi oblasti [Water tower, Gorky region, Vyksa. Passport of the monument of history and culture of the USSR. Ministry of Culture of the USSR. Archive of the UGO OKN of the Nizhny Novgorod region]. 1976. (rus)

8. Otdel kapital'nogo stroitel'stva Vyksunskogo metallurgicheskogo zavoda. Tekhnicheskii projekt vodonapornoj bashni. Fondy Muzeia istorii zavoda usadebno-promyshlennogo kompleksa Batashevyykh-Shepelevyykh, №284/10 [Department of capital construction of the Vyksa Metallurgical Plant. Technical project of the water tower. Funds of the Museum of the History of the Batashev-Shepelev estate and Industrial Complex]. No 284/10. 1937. (rus)

9. Mamin A.N., Kodysh E.N., Ershov M.N., Bobrov V.V., Reutsu A.V. Restoration of the water tower Nizhnyaya-Vyksa plant. *Building and Reconstruction*. 2017. No 1. Pp. 67-75. (rus) <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2019-81-1-67-75>

10. Granev V.V., Ershov M.N., Mamin A.N., Kodysh E.N., Kuznechenko S.A. Operating conditions of bearing structures of the Shukhov radio tower. *Industrial and civil engineering*, 2012. No 12. Pp. 90-92. (rus)

11. Report on the results of the survey of the building structures of the Shukhov Radio Tower, located at the address: Moscow, Shukhov str., 10, p.2. (project documentation for the production of repair and restoration works for the preservation of the cultural heritage object of regional significance "Radio Tower, 1922, engineer V.G.Shukhov", at the address: Moscow, ul.Shukhov, house 10, p. 2). Book No. 1. Moscow: Publishing of the AO TsNIIPromzdaniy. 2011. 99 p. (rus)

12. Granev V.V., Mamin A.N., Kodysh E.N., Bobrov V.V., Ershov M.N., Matveyushkin S.A. Sokhranim radiobashnyu V.G. Shukhova [Save the V. G. Shukhov radio tower]. *Industrial and civil engineering*. 2012. No 12. Pp. 14–19. (rus)

13. Granev V.V., Mamin A.N., Kodysh E.N., Eremine K.I., Ershov M.N., Schneiderov G.R. Nekotorye svoystva poroshkovogo metalla pri ego lazernom napylenii dlya vosstanovleniya sechenii stal'nykh stroitel'nykh konstruktсий [Some properties of powdered metal during its laser spraying for the restoration of sections of steel building structures]. *Building materials*. 2018. No 9. Pp. 54–57. (rus) <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-763-9-54-57>

14. Kodysh E.N., Mamin A.N., Bobrov V.V., Reutsu A.V., Kuznechenko S.A. Rezul'taty obsledovaniya radiobashni V.G. Shukhova [The results of the survey of the radio tower by V. Shukhov]. *Building and Reconstruction*. 2017. No 6. Pp. 43–48. (rus).

Информация об авторах:

Мамин Александр Николаевич

АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,
доктор технических наук, профессор, начальник отдела обследований зданий и сооружений.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва, Россия,
профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций.

E-mail: otozs@yandex.ru

Авдеев Кирилл Владимирович

АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,
зам. генерального директора – главный инженер.

E-mail: 6136133@mail.ru

Бобров Владимир Викторович

АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,

кандидат технических наук, заведующий сектором отдела обследований зданий и сооружений № 1.

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

доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций.

Вятский государственный университет, г. Киров, Россия,

доцент кафедры строительного производства.

E-mail: ybobrov1985@bk.ru

Рзуцу Александр Викторович

АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,
ведущий инженер.

E-mail: otozs@yandex.ru

Information about authors:

Mamin Aleksandr N.

JSC «Central Research and Design Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures – Tsniipromzdani»,
Moscow, Russia,

doctor of technical Sciences, Professor, Head of the Department of Surveys of Buildings and Structures.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russia,

professor of the department of Reinforced Concrete and Stone Structures.

E-mail: otozs@yandex.ru

Avdeev Kirill V.

JSC «Central Research and Design Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures – Tsniipromzdani»,
Moscow, Russia,

deputy general director – chief engineer.

E-mail: 6136133@mail.ru

Bobrov Vladimir V.

JSC «Central Research and Design Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures – Tsniipromzdani»,
Moscow, Russia,

candidate in technical sciences, Head of the Sector of the Department of Surveys of Buildings and Structures No. 1.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russia,

associate professor of the department of Reinforced Concrete and Stone Structures.

Vyatka State University, Kirov, Russia,

associate professor of the Department of Construction Production.

E-mail: ybobrov1985@bk.ru

Reutsu Alexandr V.

JSC «Central Research and Design Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures – Tsniipromzdani»,
Moscow, Russia,

principal engineer.

E-mail: otozs@yandex.ru