

## РЕСТАВРАЦИЯ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ НИЖНЕ-ВЫКСУНСКОГО ЗАВОДА

МАМИН А.Н.<sup>1</sup>, КОДЫШ Э.Н.<sup>1</sup>, ЕРШОВ М.Н.<sup>2</sup>, БОБРОВ В.В.<sup>3</sup>, РЭУЦУ А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ООО «ПСП «КиН», г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы сохранения объекта культурного наследия «Водонапорная Башня Нижне-Выксунского завода» (АО «ВМЗ») и возможность его реставрации и перемещения в центральную часть г. Выкса. В статье приведена история создания и эксплуатации водонапорной башни, результаты комплексного научного исследования, проведенного в 2018 году, включающего натурное обследование, при проведении которого были зафиксированы многочисленные дефекты и повреждения металлических конструкций. Наиболее опасные из них – щелевая и глубокая язвенная коррозия узлов и элементов башни. Представлены результаты проверочных расчетов, которые показали, что прочность и устойчивость башни достаточна. В статье приведены рекомендации по разборке, реставрации элементов перемещаемого в центральную часть г. Выкса сооружения методом лазерной наплавки и последующей их сборке, которые позволят сохранить этот уникальный памятник инженерной мысли.*

***Ключевые слова:** водонапорная башня, коррозия, обследование, реставрация, наплавка.*

## RESTORATION OF THE WATER TOWER NIZHNYAYA-VYKSA PLANT

MAMIN A.N.<sup>1</sup>, KODYSH E.N.<sup>1</sup>, ERSHOV M.N.<sup>2</sup>, BOBROV V.V.<sup>3</sup>, REUTSU A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC “TSNIIPromzdany”, Moscow, Russia

<sup>2</sup>ООО “PSP “KiN”, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

***Abstracts.** The problems of preservation of the object of cultural heritage "water Tower of the lower Vyksa plant" (JSC "VMZ") and the possibility of its restoration and moving to the Central part of Vyksa are considered. The article presents the history of the creation and operation of the water tower, the results of a comprehensive scientific study conducted in 2018, including a full-scale survey, during which numerous defects and damage to metal structures were recorded. The most dangerous of them – slit and deep ulcerative corrosion of nodes and elements of the tower. The results of verification calculations, which showed that the strength and stability of the tower is sufficient, are presented. The article presents recommendations for disassembly, restoration of elements moved to the Central part of the city of Vyksa construction by laser cladding and their subsequent Assembly, which will preserve this unique monument of engineering.*

***Keywords:** Water tower, corrosion, inspection, restoration, surfacing.*

### Введение

В 2018 г. авторами статьи были проведены историко-архивные и натурные исследования (обследования металлических конструкций) объекта культурного наследия «Водопроводная башня», расположенного на территории АО «Выксунский металлургический завод» (далее - АО «ВМЗ») с целью выявления технического состояния башни, разработки рекомендаций по ее восстановлению и реставрации, а также определения возможности перемещения Водонапорной башни с территории АО «ВМЗ» в центральную часть города Выкса.

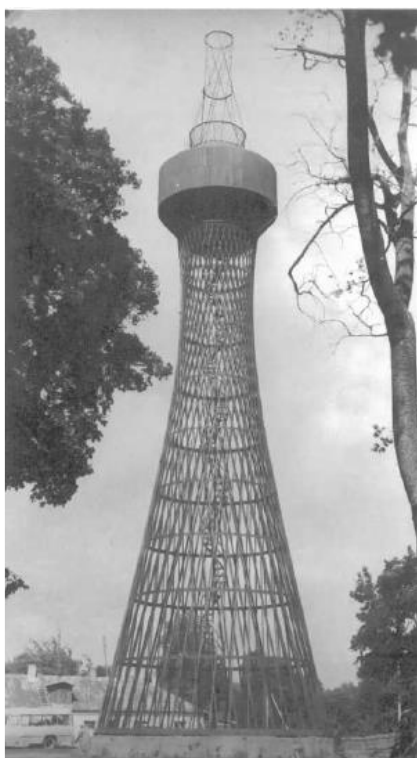
Водонапорная башня в г. Выкса является одним из сохранившихся сооружений, построенных по системе выдающегося русского инженера Владимира Григорьевича Шухова (1853-1939), названного современниками «российским Эдисоном», «первым инженером Рос-

сийской империи» и «человеком-фабрикой». Произведения Шухова поражали новаторством инженерных решений и непривычной легкостью возводимых конструкций. К началу XX века они стали заметной деталью промышленного ландшафта России [1, 2].

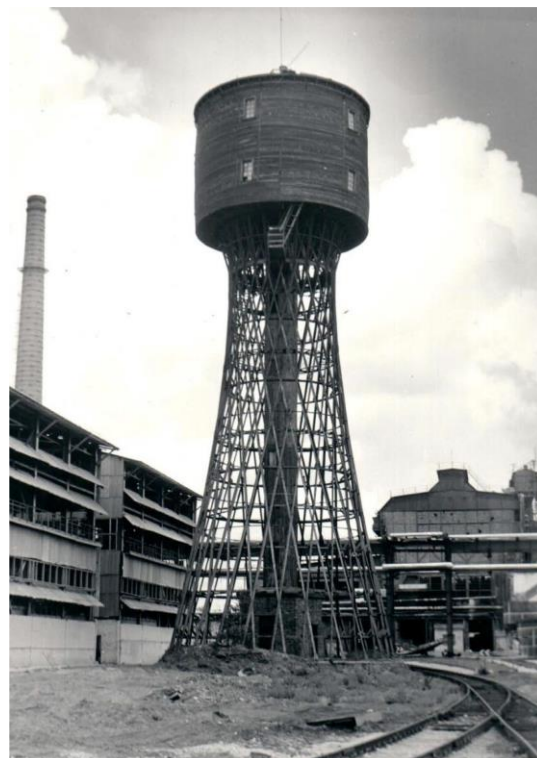
Сегодня только в Нижегородской области выявлено не менее шести сооружений, связанных с именем В.Г. Шухова [1, 3]. К их числу относится бывшая водонапорная башня, расположенная на территории Выксунского металлургического завода.

Согласно Паспорту истории и культуры 1976 года (Архив УГО ОКН Нижегородской области, составитель - архитектор А.В. Косицын [4]) водонапорная башня в г. Выкса являлась памятником архитектуры с общей оценкой общественной, научно-исторической и культурной значимости как "памятник строительства советской индустрии".

На сегодняшний день башня является объектом культурного наследия (памятником истории и культуры) федерального значения.



*Рисунок 1 – Водонапорная башня в Полибино (под Липецком). Фото Р. Грефе, 1989 г. [7]*



*Рисунок 2 – Водонапорная башня Выксунского металлургического завода. Общий вид. Фото А.В. Косицына, 1976 г. [4]*

Конструкция водонапорных башен была разработана в конце XIX в., когда "к проектам зданий, связанных с благоустройством городов относились не как к производственным сооружениям, а с характерным для архитектуры того времени подходом, рассматривая их в целом с точки зрения новизны и оригинальности как архитектурное сооружение. ... В низкоэтажных городах России высотные напорные башни, мачты, маяки должны были стать украшением города. Все это побуждало проектировщиков искать оригинальные конструктивные решения внешних форм при создании новых сооружений..." [5]. Впервые водонапорная башня гиперболоидного типа была построена на Нижегородской выставке 1896 г. Башня с баком для воды объемом 114 м<sup>3</sup>, установленном на высоте 26 м, имела наверху смотровую площадку. Башня была продана помещику-меценату Нечаеву-Малышеву и после закрытия выставки перенесена в с. Полбино Липецкой области (см. рисунок 1) [6]. Конструкция оказалась очень надежной и относительно недорогой, что повлекло большое количество заказов, в итоге было запроектировано и построено несколько сотен подобных башен. Примененный В. Г. Шуховым в конструкциях башен принцип установки прямолинейных

стержней по поверхности гиперболического параболоида позволил добиться не только технологической и конструктивной эффективности принятых решений, но и весьма привлекательного своеобразного внешнего вида.

В 2018 году Производственно-строительным предприятием "Качество и Надежность" и институтом АО «ЦНИИПромзданий» были проведены комплексные научные исследования по сохранению объекта культурного наследия, включающие историко-архивные и инженерно-технические исследования.

### Результаты исследований

Башня в г. Выкса представляет собой стальную решетчатую опору. Сооружение имеет вид поверхности гиперболоида вращения, срезанного немного выше горлового круга [8], изначально поддерживающий на высоте 28,8 метров окруженный обходной галереей массивный цилиндрический резервуар для запаса воды, питающей цеха завода (см. рисунок 2). Несоущую систему башни составляют 50 прямых стержней (стоек) из уголков переменного сечения (140x120x14 и 120x11), наклоненных в двух противоположных направлениях и образующих гиперболоид вращения. Стойки внешнего ряда, при взгляде снаружи, наклонены в правую сторону, внутреннего - в левую. Каждая из стоек закручена вокруг своей оси так, что полка профиля стойки, в каждой точке по высоте, расположена в касательной к гиперболоиду плоскости. Пространственную жесткость конструкции обеспечивают горизонтальные кольца, расположенные с шагом 1,2...1.95 м без привязки к узлам пересечения стоек. Промежуточные кольца выполнены из одиночных фасонных элементов (уголок 100x10, швеллер №10) или в виде плоской решетчатой конструкции и крепятся к стойкам двумя заклепками через скобу или уголок 75x8. Верхнее опорное кольцо диаметром 7,47 м выполнено из двух уголков, соединенных в виде таврового сечения. В уровне верхнего кольца под рамой из радиально расположенных двутавров №28 смонтирована распределительная конструкция, обеспечивавшая равномерную передачу нагрузки от дна резервуара на стойки башни. Стойки через фасонки опираются на нижнее опорное кольцо таврового сечения из двух уголков 140x10, диаметр кольца 14,6 м. Опорное кольцо крепится к фундаменту анкерными болтами, установленными напротив стоек. Все соединения элементов при строительстве выполнены на заклепках, в процессе эксплуатации отдельные кольца и стойки усилены с применением сварки. В центре гиперболоида располагается винтовая лестница, которая вела к резервуару. Опорное кольцо башни выполнено в железобетоне. Фундамент выполнен из бутовой кладки на глубину 2,75 м от опорного кольца, ширина подошвы фундамента 1,585 м [9, 10]. Общая высота сооружения с учетом резервуара изначально составляла около 40 м [4].

Строительство башни происходило в 30-е годы двадцатого века, когда бывшие заводы Баташевых, национализированные после революции 1917 года, в ходе индустриализации страны подверглись расширению и реконструкции, хотя в Списках государственных памятников Нижегородской области сооружение датируется концом XIX века [11]. Авторы [3, 12] склонны считать ее образцом инженерной мысли первой четверти XX века.

Однако, как следует из «Пояснительной записки к техническому проекту водонапорной башни» башня была запроектирована в 1932 году, постройка этой башни была начата в 1933 году, строительные работы предписывалось окончить к третьему кварталу 1937 года.

По другим источникам, «пустить в работу башню на Новом заводе» планировалось 1 октября 1934 года, однако по различным причинам сроки не были соблюдены [3, 13, 14].

Историк Н.С. Голубева уточняет, что башня в 1937 г. не функционировала [15]. Отсутствовали площадка шатра и трубопровод [15]. Не работала Башня и годом позже, что отмечено в Паспорте Выксунского металлургического завода 1938 года [16]. В годовых отчетах за 1940-1947 годы водонапорная башня также значилась в разделе о законсервированном и временно приостановленном (прекращенном) строительстве. Датой консервации указан 1934 год [3, 17].

Ввод башни в эксплуатацию после длительного периода консервации совпал с началом нового крупного этапа в жизни Выксунского металлургического завода - послевоенной реконструкции предприятия (проект и смета утверждены в сентябре 1950 года) [3]. Расположившись в южной части заводской территории, на участке близ северного берега Нижнего пруда, водонапорная башня стала доминирующей постройкой всего прилегающего района, однако по своему назначению использовалась недолго. Реставрационных работ на башне не проводилось, винтовая лестница в нижнем уровне обстраивалась кирпичным тамбуром (см. рисунок 2), который был впоследствии разобран.

При очередной реконструкции завода в 1970-е годы предполагалось снести водонапорную башню, что отмечено в Паспорте памятника истории и культуры в 1976 году [4].

В начале 1980-х годов вновь был поднят вопрос о демонтаже. Решением председателя комитета по охране памятников культуры и архитектуры Александра Козерадского башню тогда удалось сохранить.

На рубеже 70-80-х годов прошлого века башня пережила пожар. Резервуар для воды был утрачен. В пожаре сгорели деревянные части сооружения.

В результате неудачной попытки демонтажа с целью переноса башни (в связи с технологическими трудностями), повреждены конструкции крепления стержней. Для устранения последствий попытки "разрезать на части и перенести" проводились восстановительные работы.

Пережив к концу XX века длительный период консервации, пожар и попытки демонтажа, башня перестала играть роль одного из опознаваемых ориентиров промышленной зоны, но все-таки сохранила свой характерный облик (см. рисунок 3). В последующее время ремонтно-восстановительных работ не проводилось.



*Рисунок 3 – Водонапорная башня  
Выксунского металлургического завода.  
Общий вид. 2018 г.*

Несмотря на то, что башня является объектом культурного наследия, она недоступна для массового посещения.

Авторами статьи в 2018 г. по результатам проведенного ими обследования, на основании анализа собранных материалов и с учетом результатов проверочных расчетов разработаны рекомендации по восстановлению несущих конструкций, определению возможности переноса и дальнейшей реставрации объекта культурного наследия и подготовлены исходные данные о составе и техническом состоянии конструктивных элементов для разработки проекта переноса и последующей реставрации.

В процессе натурного обследования были выполнены обмерные работы и зафиксированы характерные дефекты и повреждения. Основные дефекты и повреждения «Водонапорной башни»:

- язвенная, сплошная поверхностная и щелевая коррозия (см. рисунки 4, 5 и 6);
- локальные и общие погибы элементов (см. рисунок 7);
- отсутствие отдельных анкерных болтов и заклепок;
- следы восстановительного ремонта;
- разрушение сварных швов усиления конструкций (см. рисунок 8);

- разорваны или демонтированы растяжки между лестницей и кольцами башни;
- сквозная коррозия элементов технологической лестницы.



*Рисунок 4 – Язвенная коррозия, коррозия пятнами на элементах кольца (глубина коррозии до 2,5 мм)*



*Рисунок 5 – Щелевая и поверхностная коррозия в узлах стыка обвязочных колец по внутреннему и внешнему рядам подкосов (глубина коррозии 1 мм)*



*Рисунок 6 – Щелевая коррозия в узле крепления ноги (глубина коррозии до 4 мм)*



*Рисунок 7 – Погибь кольца со стрелой погиби до 100 мм*



*Рисунок 8 – Разрушение сварных швов соединения листов усиления с элементами кольца. Щелевая коррозия (глубина коррозии до 2 мм)*

Наибольшую опасность для работоспособности элементов башни представляет щелевая коррозия. Продукты коррозии распирают соседние элементы на величину до 20 мм, вследствие чего происходят деформации элементов и разрушение заклепок. Повреждение

элементов в местах образования щелевой коррозии происходит интенсивнее, чем на соседних участках и достигает 4 мм, что соответствует не менее 30% толщины сопрягаемого элемента.

При натурном освидетельствовании строительных конструкций «Водонапорной башни» в 2018 г. заметных изменений технического состояния и геометрии элементов объекта относительно обследования 2016 г. [10] не выявлено.

Расчет Водонапорной башни при обследовании был выполнен на действующие в настоящее время нагрузки (без учета массы резервуара) с учетом СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Геометрические характеристики поперечного сечения элементов башни приняты по наименьшим значениям обмеров. Металл несущих конструкций башни неоднороден по химическому составу и механическим характеристикам. При выполнении проверочных расчетов расчетное сопротивление стали стоек принято  $R_y=196 \text{ Н/мм}^2$ .

Наиболее нагруженными конструкциями являются нижние участки стоек башни, а также второе опорное кольцо (сечением из швеллера №10) считая от основания башни.

Процент использования несущей способности в элементах башни не превышает 14% по расчету по первой группе предельных состояний. Расчет по второй группе предельных состояний показал, что во всех элементах башни, кроме отдельных элементов колец усиления, приваренных к основным опорным кольцам, необходимые условия выполнены. Процент использования несущей способности во всех элементах башни не превышает 63% по расчету по местной устойчивости.

Коэффициент запаса общей устойчивости каркаса башни составил  $K = 63$ .

Комплекс проверочных расчетов показал, что прочность и устойчивость башни, с учетом удаления из расчетной схемы сильно поврежденных узлов и участков элементов конструкций башни, достаточна для восприятия действующих на момент обследования нагрузок от собственного веса, снеговой, гололедной и ветровой нагрузок, температурного воздействия.

Водонапорная башня была спроектирована на нагрузки превосходящие существующие на момент обследования, это обстоятельство объясняет запас по прочности и устойчивости конструкции башни, опасность обрушения основных конструкций отсутствует.

Но процесс развития щелевой коррозии продолжается, что вызывает ухудшение технического состояния конструкций и с течением времени приведет к аварийному состоянию и разрушению основных несущих конструкций Водонапорной башни.

### Выводы

Для ликвидации существующей щелевой коррозии и исключения ее дальнейшего развития необходимо разобрать узлы сопряжений, очистить скрытые поверхности и обеспечить их антикоррозионную защиту. Для разборки узлов сопряжений необходимо механически удалить существующие заклепки. Порядок разборки, конструкции временных опор, вспомогательные устройства и механизмы, обеспечивающие сохранность элементов башни необходимо разработать в рабочей документации. Рекомендуется в составе временных опор разработать конструкцию переносного шаблона для фиксации существующего фактического расположения в пространстве элементов сооружения. Необходимо ликвидировать механические повреждения деталей и элементов, восстановить или заменить элементы, имеющие значительные механические или коррозионные повреждения. Учитывая выявленную неоднородность химического состава стали при применении сварки предусмотреть анализ свариваемости восстанавливаемых элементов. Восстановление геометрической формы сечений элементов рекомендуем выполнять лазерной наплавкой порошкового металла. Подобная технология широко применяется в машиностроении и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами наращивания металла (возможна локальная обработка поверхности, обработка деталей больших габаритов, обработка на нужную глубину; минимизация зоны термического влияния; быстрый нагрев и остывание наплавляемого материала; образуемое покры-

тие эффективно противостоит коррозии; минимальное перемешивание основного и наплавляемого материала) [18]. Также при проведении работ необходимо обеспечить антикоррозионное покрытие поверхностей всех металлических элементов башни. Обратную сборку сооружения следует производить после реставрации элементов башни и деталей узлов. Сборка может быть выполнена как на старом месте, так и на новой площадке с сохранением изначальных геометрических параметров отдельных элементов и сооружения в целом.

Разработанные рекомендации по реставрации Водонапорной башни позволят не только сохранить этот уникальный памятник, но и перенести его в центральную часть г. Выкса, включив в ансамбль усадебно-промышленного комплекса Баташевых-Шепелевых.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградова Т.П. В.Г. Шухов. Нижегородские проекты //Гений В.Г. Шухова и современная эпоха: материалы международного конгресса /Под ред. Н.Г. Багдасарьян, Е.А. Гаврилиной. М., 2015. С.108-114.
2. Щербо Г.М. В.Г. Шухов и его сетчатые конструкции //Промышленное строительство. 1974, № 5.
3. Проект реставрации объекта культурного наследия "Усадебно-промышленный комплекс: водонапорная башня" ООО "Асгард", Н.Новгород -2016.
4. Водонапорная башня, Горьковская обл., г. Выкса. Паспорт памятника истории и культуры СССР. Министерство культуры СССР, 1976 г. //Архив УГО ОКН Нижегородской области.
5. Петропавловская И.А. Гиперболоидные конструкции в строительной механике. Отв. ред. А.Ю. Ишлинский М., Наука, 1988, 230 с.
6. Гранёв В.В., Кодыш Э.Н., Мамин, А.Н. К 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 2. С. 73-76.
7. В.Г. Шухов (1853-1939). Искусство конструкции. Перевод с немецкого. Под ред. Р. Грефе, М.М.Гапшоева, О. Перчи. М.: Мир, 1994.
8. Худяков П. Новые типы металлических и деревянных покрытий для зданий по системе инженера Шухова //Технический сборник и вестник промышленности. 1896. №5. С.169-172.
9. Обследование и оценка технического состояния надземных металлоконструкций водонапорной башни инженера Шухова, расположенной на территории ОАО «ВМЗ». Н. Новгород: ННГАСУ, 2011.
10. Заключение по комплексному инженерно-техническому обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций и фундаментов объекта культурного наследия федерального значения – Водонапорной башни инженера В. Г. Шухова, АО «Выксунский металлургический завод». Н. Новгород: ООО «Асгард», 2016
11. Государственные списки памятников истории и культуры Нижегородской области (по состоянию на 01.01.2000 г.). Каталог /Сост. Г.Н. Ометова. Н. Новгород, 2001. С.188-189.
12. Агафонова И.С., Дмитриевский С.В. Усадебно-промышленный комплекс Баташевых в г. Выксе: проблемы сохранения, реставрации и перспективы развития // III Музейные научные чтения «Мир русской усадьбы». Сборник материалов. Н. Новгород, 2007. С.67-73.
13. Выше роль коммунистов в строительстве новых мартен // Выксунский рабочий. 1933, 30 мая. №123.
14. ОКС тормозит работу монтажников // Металлург. 1934, 24 января. №2.
15. Голубева Наталья. Юбилею Шуховской водонапорной башни посвящается // Приокская глубинка: краеведческий альманах. Выкса, 2016. № 1(16). С.3-11.
16. Паспорт Выксунского металлургического завода. Харьков, 1938 г. Оргчермет. Л.4. //Фонды Музея истории завода усадебно-промышленного комплекса Баташевых-Шепелевых.
17. Отдел капитального строительства Выксунского металлургического завода. Технический проект водонапорной башни //Фонды Музея истории завода усадебно-промышленного комплекса Баташевых- Шепелевых, №284/10 от 1937 г.
18. Гранёв В.В., Мамин, А.Н., Кодыш Э.Н., Ершов М.Н., С.А. Кузнеценко. Перспективы использования порошкового металла для восстановления сечений стальных строительных конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2018

## REFERENCES

1. Vinogradova T.P. V.G. Shuhov. Nizhegorodskie proekty [V. G. Shukhov. Nizhny Novgorod projects] //Genij V.G. Shuhova i sovremennaya epoha /Materialy mezhdunarodnogo kongressa /Pod red. N.G. Bagdasar'yan, E.A. Gavrilinoj. – M., 2015. Pp.108-114. (rus)
2. Shcherbo G.M. V.G. Shuhov i ego setchatye konstrukcii [Shukhov and its mesh structures]//Promyshlennoe stroitel'stvo. – 1974, № 5

3. Proekt restavratsii ob"ekta kul'turnogo naslediya "Usadbenno-promyshlennyy kompleks: vodonapornaya bashnya " OOO "Asgard" [The project of restoration of the object of cultural heritage "manor-industrial complex: water tower" LLC " Asgard"], N.Novgorod -2016
4. Vodonapornaya bashnya, Gor'kovskaya obl.,g. Vyksa. Pasport pamyatnika istorii i kul'tury SSSR. Ministerstvo kul'tury SSSR, 1976 g. [Water tower, Gorky region Vyksa. Passport of the monument of history and culture of the USSR. The Ministry of culture of the USSR, 1976] //Arhiv UGO OKN Nizhegorodskoj oblasti.
5. Petropavlovskaya I.A. Giperboloidnye konstrukcii v stroitel'noj mekhanike [Hyperboloid structures in structural mechanics]. Otv. red. A.Yu. Ishlinskij M., Nauka, 1988, 230 p.
6. Granev V.V., Kodysh E.N., Mamin, A.N. K 160-letiyu so dnya rozhdeniya V.G. Shuhova [To the 160th anniversary of V. G. Shukhov]/ Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2013. № 2. Pp. 73-76.
7. V.G. Shuhov (1853-1939). Iskustvo konstrukcii [V. G. Shukhov (1853-1939). Art of design]. Perevod s nemeckogo [transl. from germanish]. Pod red. R. Grefe, M.M.Gappoeva, O. Perchi. M., Mir, 1994.
8. Hudyakov P. Novye tipy metallicheskih i derevyannyh pokrytij dlya zdaniy po sisteme inzhenera Shuhova [New types of metal and wood coatings for buildings according to the system of engineer Shukhov] //Tekhnicheskij sbornik i vestnik promyshlennosti. – 1896. №5. Pp.169-172;
9. Obsledovanie i ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya nadzemnyh metallokonstrukcij vodonapornoj bashni inzhenera Shuhova, raspolozhennoj na territorii OAO «VMZ» [Inspection and assessment of the technical condition of the above-ground metal structures of the water tower engineer Shukhov, located on the territory of JSC "VMZ"], NNGASU, g. N. Novgorod, 2011
10. Zaklyuchenie po kompleksnomu inzhenerno-tekhnicheskomu obsledovaniyu i ocenke tekhnicheskogo sostoyaniya stroitel'nyh konstrukcij i fundamentov ob"ekta kul'turnogo naslediya federal'nogo znacheniya – Vodonapornoj bashni inzhenera V. G. Shuhova [Conclusion on complex engineering and technical inspection and assessment of technical condition of building structures and foundations of the object of cultural heritage of Federal importance-water tower engineer V. G. Shukhov], AO «Vyksunskij metallurgicheskij zavod», OOO «Asgard», g. N. Novgorod, 2016
11. Gosudarstvennye spiski pamyatnikov istorii i kul'tury Nizhegorodskoj oblasti (po sostoyaniyu na 01.01.2000 g.) [State lists of historical and cultural monuments of Nizhny Novgorod region (as of 01.01.2000).]. Katalog /Sost. G.N. Ometova. – N. Novgorod, 2001. Pp.188-189;
12. Agafonova I.S., Dmitrievskij S.V. Usadbenno-promyshlennyy kompleks Batashevyyh v g. Vykse: problemy sohraneniya, restavratsii i perspektivy razvitiya [Estate and industrial complex of Batashevs in Vyksa: problems of preservation, restoration and development prospects]//III Muzejnye nauchnye chteniya «Mir russkoj usad'by». Sbornik materialov. – N. Novgorod, 2007. Pp.67-73;
13. Vyshe rol' kommunistov v stroitel'stve novyyh marten [The role of Communists in the construction of new Martens is higher] //Vyksunskij rabochij. – 1933, 30 maya. №123;
14. OKS tormozit rabotu montazhnikov [Department of capital construction slows down the work of installers]//Metallurg. –1934, 24 yanvarya. №2;
15. Golubeva Natal'ya. Yubileyu Shuhovskoj vodonapornoj bashni posvyashchaetsya [Dedicated to the anniversary of the Shukhov water tower] //Priokskaya glubinka: kraevedcheskij al'manah. – Vyksa, 2016. № 1(16). Pp.3-11;
16. Pasport Vyksunskogo metallurgicheskogo zavoda. Har'kov, 1938 g. [Passport Vyksa metallurgical plant. Kharkov, 1938] Orgchermet. L.4. //Fondy Muzeya istorii zavoda usadbenno-promyshlennogo kompleksa Batashevyyh-Shepelevyyh;
17. Otdel kapital'nogo stroitel'stva Vyksunskogo metallurgicheskogo zavoda. Tekhnicheskij proekt vodonapornoj bashni [Department of capital construction of Vyksa metallurgical plant. Technical design of the water tower] //Fondy Muzeya istorii zavoda usadbenno-promyshlennogo kompleksa Batashevyyh- Shepelevyyh, №284/10 ot 1937.
18. Granev V.V., Mamin, A.N., Kodysh E.N., Ershov M.N., Kuznechenko S.A.. Perspektivy ispol'zovaniya poroshkovogo metalla dlya vosstanovleniya sechenij stal'nyh stroitel'nyh konstrukcij [Prospects for the use of powder metal for the restoration of sections of steel structures] / "Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka, 2018

#### Информация об авторах:

##### **Мамин Александр Николаевич**

АО «ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,  
д-р техн. наук, проф., начальник отдела обследований зданий и сооружений,  
E-mail: otozs@yandex.ru

##### **Кодыш Эмиль Наумович**

АО «ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,  
д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник,  
E-mail: kodyshem@yandex.ru

**Ершов Михаил Николаевич**

ООО «ПСП «КиН», г. Москва, Россия,  
канд. техн. наук, доцент, президент,  
E-mail: mnershov@gmail.com

**Бобров Владимир Викторович**

НИУ МГСУ, г. Москва, Россия,  
канд. техн. наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций,  
E-mail: vbobrov1985@bk.ru

**Рэуцу Александр Викторович**

АО «ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия,  
ведущий инженер,  
E-mail: otozs@yandex.ru

**Information about authors:**

**Mamin Alexandr N.**

JSC «TSNIIpromzdany», Moscow, Russia,  
doctor in tech. sc., prof., head of the Department of inspection of buildings and structures  
E-mail: otozs@yandex.ru

**Kodysh Emil N.**

JSC «TSNIIpromzdany», Moscow, Russia,  
doctor in tech. sc., prof., chief researcher  
E-mail: kodyshem@yandex.ru

**Ershov M.N.**

ООО «ПСП «КиН», Moscow, Russia,  
candidate in tehn. sc, docent, President  
E-mail: mnershov@gmail.com

**Bobrov Vladimir V.**

NIU MGSU, Moscow, Russia,  
candidate in tehn. sc, associated prof. of reinforced concrete and stone structures  
E-mail: vbobrov1985@bk.ru

**Reutsu Alexandr V.**

JSC «TSNIIpromzdany», Moscow, Russia,  
principal engineer  
E-mail: otozs@yandex.ru