

«Шуховский пролет» листопркатного цеха Нижне-Выксунского завода

А.Н.Мамин, ЦНИИПромзданий, Москва
Э.Н.Кодыш, ЦНИИПромзданий, Москва
В.В.Бобров, ЦНИИПромзданий, Москва
А.В.Рэуцу, ЦНИИПромзданий, Москва

Рассматриваются проблемы сохранения объекта культурного наследия «Листопркатный цех Нижне-Выксунского завода» (АО «ВМЗ»), выполненного по проекту выдающегося русского учёного и инженера В.Г. Шухова, его перемещения в центральную часть города Выксы и дальнейшей реставрации. В статье приведена история создания и эксплуатации листопркатного цеха, материалы ранее проведённых обследований, результаты комплексного научного исследования 2018 года, включающего натурное обследование, при выполнении которого были зафиксированы многочисленные дефекты и повреждения металлических конструкций, наиболее опасные из которых – щелевая коррозия в узлах сопряжений элементов, глубокая язвенной коррозия элементов арок и фахверковых стоек в приопорной зоне, а также сквозная коррозия элементов покрытия. Представлены результаты проверочных расчётов, которые показали, что прочность и устойчивость цеха («Шуховского пролёта») даже с учётом удаления из расчётной схемы сильно повреждённых узлов и участков элементов конструкций здания цеха, достаточна для восприятия действующих на момент обследования нагрузок, а количество повреждённых конструкций листопркатного цеха, требующих восстановления или замены, будет незначительным и не повлияет на культурно-историческую ценность здания. Для восприятия дополнительных усилий от снеговой нагрузки (в случае, если бы кровельное покрытие в настоящее время было сохранено) потребовалось бы заменить большую часть элементов каркаса цеха либо установить дополнительные опоры, что недопустимо при реставрации объекта культурного наследия. В статье приведены рекомендации по разборке, реставрации элементов перемещаемого в центральную часть города Выксы сооружения методом лазерной наплавки и последующей их сборке, которые позволят сохранить этот уникальный памятник архитектуры и инженерной мысли.

Ключевые слова: «Шуховский пролёт», листопркатный цех, коррозия, обследование, реставрация, наплавка.

"Shuhovsky Span" of plate rolling shop of the Nizhne-Vyksa Metallurgical Plant

A.N.Mamin, CNIIPromzdaniy, Moscow
E.N.Kodysh, CNIIPromzdaniy, Moscow
V.V.Bobrov, CNIIPromzdaniy, Moscow
A.V.Reutsu, CNIIPromzdaniy, Moscow

The problems of preserving the cultural heritage object "Plate rolling shop of the Nizhne-Vyksa plant ("Vyksa

Metallurgical Plant" JSC), designed by the outstanding Russian scientist and engineer V.G. Shukhov, its movement to the central part of the city of Vyksa and further restoration. The article presents the history of the creation and operation of the plate rolling shop materials of previous surveys, 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 detected, the most dangerous of which are crevice corrosion in the junctions elements, deep ulcerative corrosion of the elements of the arches and half-timbered pillars in the support zone, as well as penetrating corrosion of the coating elements. The results of the verification calculations are presented, which showed that the strength and stability of the workshop ("Shukhovsky Span"), even taking into account the removal of heavily damaged nodes and parts of the structural elements of the workshop building from the design diagram, is sufficient for the loads acting at the time of the survey, and the number of damaged structures of the plate rolling shop requiring restoration or replacement, will be insignificant and will not affect the cultural and historical value of the building. For the perception of additional effort from the snow load (if the roofing was currently saved), it would have been necessary to replace most of the elements of the workshop framework or to install additional supports, which is unacceptable during the restoration of the cultural heritage object. The article provides recommendations for disassembling, restoring elements moved to the central part of the city of Vyksa by laser surfacing and their subsequent assembly, which will preserve this unique monument of architecture and engineering thought.

Keywords: "Shukhov Span", plate rolling shop corrosion, inspection, restoration, surfacing.

В январе-феврале 2018 года в рамках комплексных научных исследований объекта культурного наследия «Шуховский пролёт» листопркатного цеха Нижне-Выксунского завода, расположенного на территории АО «Выксунский металлургический завод» (ВМЗ), были проведены анализ историко-архивных материалов и обмерно-обследовательские работы с целью определения возможности перемещения этого исторически значимого сооружения в центральную часть города Выксы и дальнейшей его реставрации.

История города Выксы и Выксунского района неразрывно связана с основанием и развитием металлургического

производства. Строительство заводов началось в 1766 году. Всего было сооружено три металлургических завода – Верхний, Средний и Нижний Выксунский.

Изначально Выксунский завод принадлежал братьям Баташёвым, позднее – в период с 1821-го по 1881 год – переходил из рук в руки. В 1881 году завод был взят в аренду А. Лессингом, который модернизировал производство, а в 1889 году приобрёл его в собственность и владел им до Первой мировой войны. В 1914 году завод был реквизирован и передан управлению шоссейных дорог Министерства путей сообщения [1].

В советскую эпоху завод стал крупнейшим изготовителем электросварных труб и железнодорожных колёс.

С 1999 года Выксунский металлургический завод входит в состав Объединенной металлургической компании (ОМК). Наряду с развитием производственных мощностей, руководство ОМК всегда уделяло большое внимание сохранению памятников культурного наследия не только на территории завода, но и в городе Выксе. В 2006 году, в рамках подготовки к 250-летию ВМЗ, были подписаны контракты по проектированию, строительству и реконструкции историко-архитектурного комплекса «Дом Баташёвых», в том числе музея, а в 2013 году ОМК стала лауреатом VIII Национальной премии «Культурное наследие» за возрождение усадебно-промышленного комплекса Баташёвых-Шепелёвых в Выксе [2].

На территории завода находится здание листопркатного цеха, являющееся фрагментом застройки так называемого Нового Нижне-Выксунского завода. В настоящее время «Шуховский пролёт» листопркатного цеха является объектом культурного наследия федерального значения. На государственную охрану сооружения в составе усадебно-промышленного комплекса Баташёвых-Шепелёвых поставлены 4 декабря 1974 года Постановлением Совета Министров РСФСР № 624, а 25 декабря 2009 года ОАО «Выксунский ме-

¹ Охранное обязательство № 150/09С от 25.12.2009 г.; Постановление Совета Министров РСФСР № 624 от 04.12.1974 г.



Рис. 1. Строительство листопркатного цеха («Шуховский пролёт»). 1897 год [3]

таллургический завод» как собственник объекта культурного наследия принял охранное обязательство № 150/09С¹ [3].

Часть листопркатного цеха, называемая «Шуховским пролётом», была построена на Нижне-Выксунском заводе в 1897–1898 годах (рис. 1) вскоре после Всероссийской промышленной и художественной выставки в Нижнем Новгороде [4; 7].

По имеющимся источникам [5], изначально цех состоял из различных по использованию и конструктивным решениям частей: основного корпуса с перекрытиями двоякой кривизны (так называемый «Шуховский пролёт») и пяти корпусов с плоскостными покрытиями, вплотную примыкающих к боковому фасаду основного корпуса (рис. 2).

Проектирование нового цеха (рис. 3) началось в 1932 году. Далее, по-видимому, проектирование и возведение объекта вели параллельно, причём в первоначально возведённой части длиной примерно 60 м соединения элементов колонн были выполнены на заклёпках, а в достроенной части колонны сварные. Кроме того, в достроенной части было уменьшено количество промежуточных стропильных ферм при том же шаге колонн, есть изменения в прогонной системе. Также имеется пристроенный цех с торца «Шуховского пролёта».

Первоначально стены «Шуховского пролёта» были устроены с фасадами в виде стеклянных витражей во всю высоту наружных стен (см. рис. 2), но в дальнейшем здание цеха после изменения конструкции стен почти полностью лишилось своего естественного освещения [6].

«Шуховский пролёт» листопркатного цеха представляет собой производственное здание, прямоугольное в плане, перекрытое конструкциями, создающими единое пространство крупного по габаритам промышленного объекта. Покрытие цеха размером 73×38,4 м состоит из пяти сетчатых оболочек двоякой кривизны. Основные несущие конструкции покрытия – четыре трёхшарнирные металлические арки-рамы сквозного сечения, опирающиеся непосредственно на фундамент, и две фермы (по торцам здания), опирающиеся на угловые колонны и стойки фахверка. На

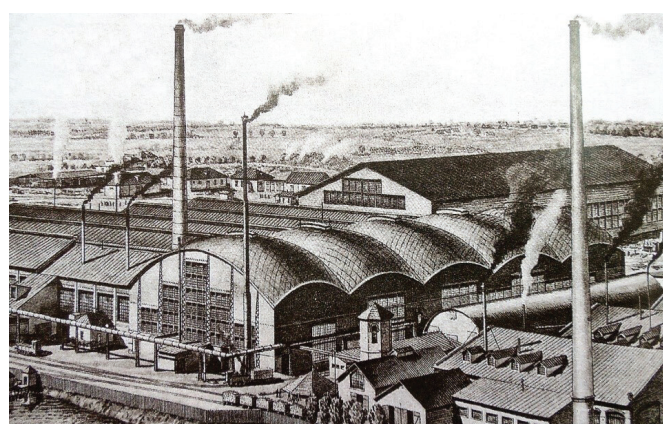


Рис. 2. Листопркатный цех металлургического завода в городе Выксе. Фрагмент литографии. 1900 год [3]

арки (или арку и ферму – в крайних пролётах) опираются сетчатые своды в форме оболочек двоякой кривизны с покрытием из кровельного железа по металлической обрешётке из уголка и труб (в настоящее время покрытие почти полностью утрачено). Несущую основу сводов составляют Z-образные профили, соединённые с арками через фасонки. Все сопряжения элементов здания выполнены на заклёпках [3].

Перекрытия листопркатного цеха, как и другие сооружения Шухова, состоят из множества однотипных элементов, что обеспечивает простоту их изготовления и сборки. Несмотря на сложную форму пространственного покрытия, конструктивные решения достаточно просты и, как отмечают авторы [3], весьма эффективны.

Начиная с 1971 года по инициативе руководства Выксунского металлургического завода здание листопркатного цеха неоднократно обследовали. В результатах проведённых работ были представлены рекомендации для усиления конструкций, по которым в 1979 году разработан проект усиления (к этому времени конструкции здания были значительно повреждены коррозией и имели ряд механических дефектов). В здании провели ремонтные работы, но в даль-

нейшем, вследствие неправильной эксплуатации и отсутствия консервации после прекращения производственных процессов, несущие конструкции получили дополнительные значительные повреждения, что отражено в результатах более поздних обследований².

В настоящее время здание цеха не эксплуатируется. По информации, предоставленной работниками завода, цех выведен из эксплуатации в 1983 году.

Анализ историко-архивных и библиографических исследований, проведённый в рамках исследования показал, что в материалах обследований ООО «АСГАРД» 2016 года содержатся подробные обмерные чертежи и ведомости дефектов, однако также, как и в других материалах обследований, недостаточно проработаны вопросы, связанные

² Заключение по комплексному инженерно-техническому обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций и фундаментов объекта культурного наследия федерального значения – пролёта В. Г. Шухова в здании бывшего листопркатного цеха АО «Выксунский металлургический завод» (ООО «Асгард», Н. Новгород, 2016); Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций пролёта Шухова в здании бывшего листопркатного цеха ОАО «ВМЗ» (объект культурного наследия федерального значения) (ННГАСУ, Н.Новгород, 2010).

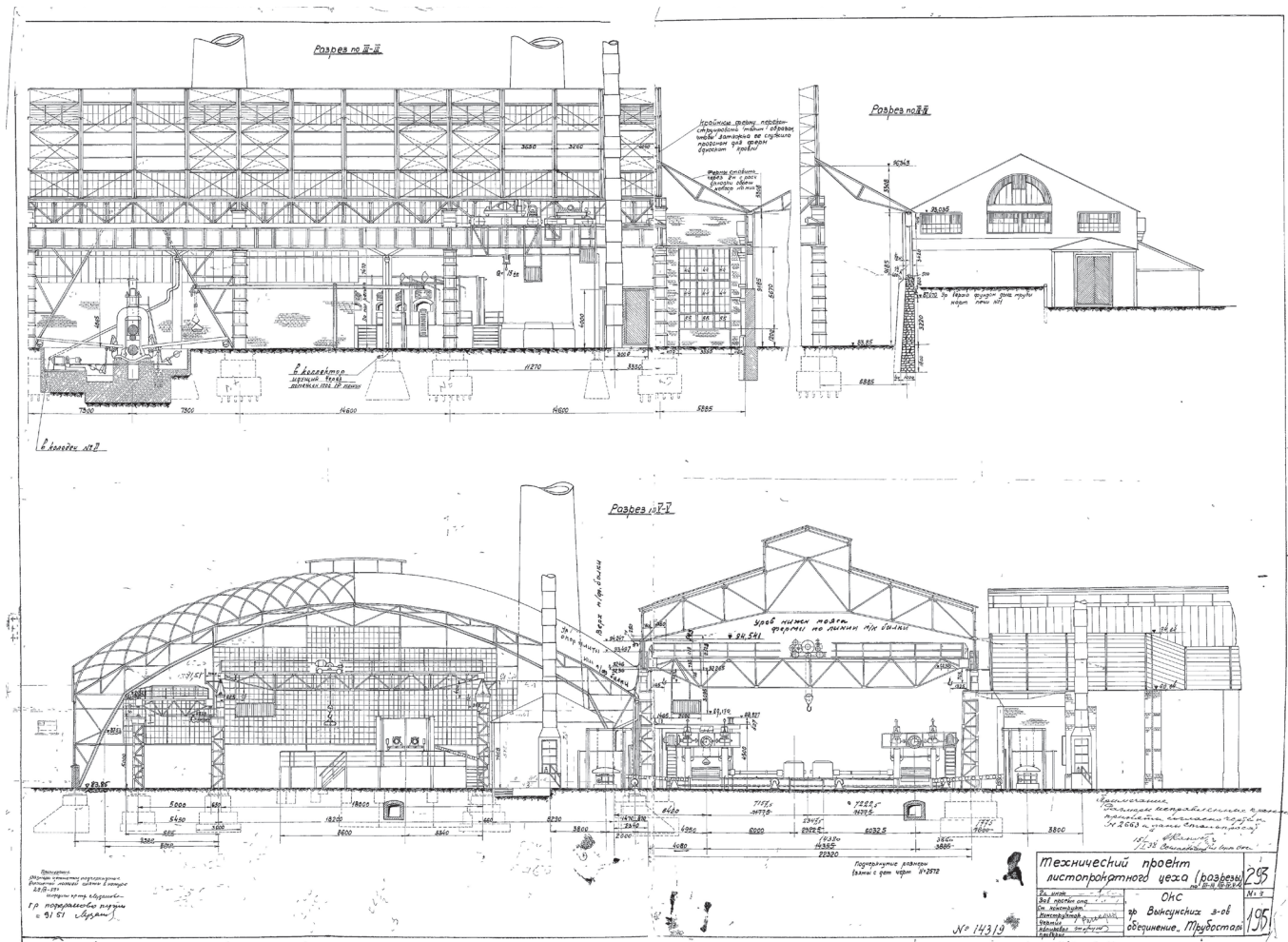


Рис. 3. Технический проект листопркатного цеха (разрезы) [4]

с реставрацией повреждённых от щелевой коррозии металлических конструкций, не рассмотрена возможность поэлементной разборки и последующего восстановления цеха. Аналогичные проблемы были решены авторами статьи в рамках обследований и научно-технического сопровождения при разработке проектной документации I и II этапов и осуществления I этапа реставрации объекта культурного наследия «Радиобашня, 1922 г., инж. Шухова В.Г.»³ [8].

В процессе натурного обследования металлических конструкций «Шуховского пролёта» листопрокатного цеха, проведённого в 2018 году, были зафиксированы многочисленные дефекты и повреждения (рис. 4, 5, 6). Наиболее опасным для сооружения является наличие щелевой коррозии в узлах сопряжений элементов, глубокой язвенной коррозии элементов арок и фахверковых стоек в приопорной зоне, а также сквозная коррозия элементов покрытия.

При сравнении результатов проведённого обследования с данными⁴ заметных изменений технического состояния объекта не выявлено.

Анализ конструкций с учётом результатов проверочных расчётов показал, что выявленные дефекты и повреждения, снижающие несущую способность конструкций цеха, явля-

ются локальными и устранимыми. При действующих на здание в настоящее время нагрузках, которые значительно ниже тех, которые были приняты при проектировании, прежде всего, из-за практически полного отсутствия кровельного покрытия и, как следствие, отсутствия заметного влияния снеговой нагрузки, количество повреждённых конструкций листопрокатного цеха, требующих восстановления или замены, будет незначительным и не повлияет на культурно-историческую ценность здания.

Наиболее нагруженными конструкциями являются угловые стойки здания и элементы верхних и нижних поясов трёхшарнирных арок. Угловые стойки каркаса ранее были заложены в кирпичные стены здания, после разрушения кирпичных стен гибкость угловых стоек увеличилась, что стало причиной образования дополнительных усилий от внецентренной передачи нагрузки. Нижнее сечение угловых стоек является наиболее нагруженным и в то же время сильно повреждено коррозией.

В связи с тем, что некоторые узлы опор прогонов сводов покрытия на трёхшарнирную арку, а также часть элементов решётки арок были полностью разрушены и не включены в расчётную схему, распределение нагрузок происходит неравномерно, и отдельные элементы верхних и нижних поясов трёхшарнирных арок воспринимают дополнительные усилия.

С учётом указанных выше особенностей объекта несущая способность элементов каркаса здания при расчёте по

³ Технический отчёт «По результатам обследования строительных конструкций радиобашни Шухова, расположенной по адресу: г. Москва, ул. Шухова, 10, стр. 2» (АО «ЦНИИПромзданий», 2017. – 102 с.).

⁴ Заключение по комплексному инженерно-техническому обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций и фундаментов объекта культурного наследия федерального значения – пролёта В. Г. Шухова в здании бывшего листопрокатного цеха АО «Выксунский металлургический завод» (ООО «Асгард», Н. Новгород, 2016);



Рис. 4. Общий вид цеха в осях 1–4/А–И



Рис. 5. Опирание арки в осях 4/А

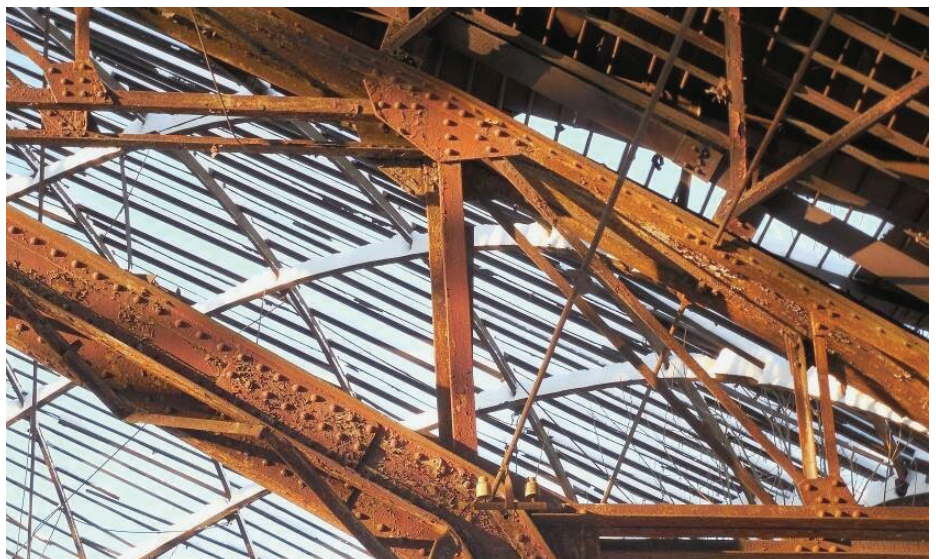


Рис. 6. Узлы арки в осях 4/Б

первой группе предельных состояний и на местную устойчивость конструкций обеспечивает необходимую прочность, пространственную неизменяемость и общую устойчивость здания в целом. Расчёт по второй группе предельных состояний показал, что во всех элементах цеха, кроме угловых стоек и элементов верхних поясов торцевых ферм, необходимые требования выполнены⁵.

Комплекс проверочных расчётов цеха показал, что прочность и устойчивость цеха («Шуховского пролёта») даже с учётом удаления из расчётной схемы сильно повреждённых узлов и участков элементов конструкций здания цеха, достаточна для восприятия действующих на момент обследования нагрузок, но для восприятия полной нагрузки от покрытия и снеговой нагрузки (в случае, если бы кровельное покрытие было сохранено) несущая способность значительной части конструкций здания оказалась бы недостаточной. Для восприятия дополнительных усилий от снеговой нагрузки потребуется заменить большую часть элементов каркаса цеха, либо установить дополнительные опоры, что недопустимо при реставрации объекта культурного наследия.

На основании анализа результатов проведённых комплексных научных исследований разработаны следующие рекомендации по разборке, реставрации элементов и сборке сооружения:

- работы по переносу и реставрации сооружения необходимо выполнить по специально разработанному проекту (следует обеспечить научно-техническое сопровождение проектирования и строительства);

- осуществить поэлементную разборку конструкций с предварительно установленными лесов (порядок разборки и, при необходимости, установку временных конструкций необходимо разработать в составе документации);

- очистить поверхности деталей узлов сопряжения и элементов от загрязнения, краски и продуктов коррозии (при очистке применять щадящие методы, например, используя мягкий бластинг – метод глубокой очистки поверхности с использованием мягких реагентов, которые подаются под высоким давлением с помощью сжатого воздуха через специальный аппарат – бластер);

- ликвидировать механические повреждения деталей и элементов;

- восстановить либо заменить элементы, уменьшение площади сечения которых, вызванное механическими или коррозионными повреждениями, составляет значительную часть от первоначальной площади поперечного сечения;

- для выявления степени опасности коррозионных повреждений и необходимости замены деталей или эле-

ментов следует после разборки узла и очистки скрытых поверхностей измерить оставшуюся толщину деталей узлов и элементов прокатных профилей (в зависимости от оставшейся толщины, а также расположения детали или элемента определить возможность их сохранения и необходимость восстановления сечения; критерии для принятия решения должны быть определены при научно-техническом сопровождении);

- восстановление геометрической формы сечений элементов выполнять лазерной наплавкой порошкового металла (возможность и степень увеличения несущей способности сечений при лазерной наплавке должны быть определены экспериментально; наплавляемый металл, наряду с достаточным сцеплением с восстанавливаемым элементом, должен обладать необходимой коррозионной стойкостью и исключать возникновение электрохимической коррозии при контакте с восстанавливаемой сталью);

- для исключения образования щелевой коррозии при дальнейшей эксплуатации все сопрягаемые плоскости перед сборкой следует покрыть пластичной вязко-текучей синтетической мастикой с фиксированным временем твердения (мастика должна быть химически нейтральной к стали, повышенной долговечности, с высокой стойкостью к атмосферным и антропогенным воздействиям; вместо мастики можно использовать рулонный двусторонний самоклеящийся материал или анаэробные составы с подобными характеристиками);

- для сборки конструкций необходимо использовать специально разработанные высокопрочные болты с головками и гайками в форме полусферы, соответствующей форме головок существующих заклёпок (конструкция болтов должна исключать возможность самораскручивания, а материал болтов и гаек – обладать необходимой коррозионной стойкостью и исключать возникновение электрохимической коррозии);

- необходимо обеспечить антикоррозионное покрытие открытых поверхностей всех металлических элементов цеха (рекомендуемое решение – электродуговая металлизация, которая обеспечивает долговременную защиту стали от коррозии, с применением в качестве напыляемого анодного к железу металла – цинка);

- для повышения антикоррозионной защиты рекомендовано выполнить дополнительное антикоррозионное бесцветное покрытие поверх слоя металлизации.

Разработанные рекомендации по реставрации «Шуховского пролёта» позволят сохранить этот уникальный памятник архитектуры и инженерной мысли, построенный по проекту выдающегося русского инженера конца XIX – начала XX века Владимира Григорьевича Шухова.

Литература

1. Славная история: Очерки истории Выксунского ордена Ленина металлургического завода. 1757–1967 / Науч. ред. А.И. Желтышева. – Горький, 1967.

⁵ Отчёт по проведению комплексных научных исследований объекта культурного наследия «Листопркатный цех Нижне-Выксунского завода», расположенного на территории АО «Выксунский металлургический завод», для разработки концепции реновации территории Чугунолитейного цеха с переносом сооружения в центральную часть г. Выкса (ООО ПСП «Кин», 2018. – 289 с.).

2. Выксунский металлургический завод. Официальный сайт объединенной металлургической компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://omk.ru/vmz/> (дата обращения 11.03.2019)

3. В.Г. Шухов: нижегородские проекты. Территория уникальных объектов: книга-альбом [текст] / С.В. Зеленова, Т.П. Виноградова, Д.И. Коротаева, Г.Н. Ометова. – Н. Новгород : Литера, 2016. – 224 с. ISBN 978-5-905163-48-7.

4. Никитин, Ю.А. Промышленные выставки России XIX–XX века / Ю.А. Никитин. – Череповец, 2004.

5. Виноградова, Т.П. В.Г. Шухов. Нижегородские проекты / Материалы международного конгресса «Гений В.Г. Шухова и современная эпоха»; под ред. Н.Г. Багдасарьян, Е.А. Гаврилиной. – М. : МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2015. – С. 108–114.

6. Гаппоев, М.М. Арочные конструкции с системой гибких затяжек / М.М. Гаппоев // Шухов В.Г. (1853–1939). Искусство конструкции / пер. с нем. Л.М. Глотова, М.М. Гаппоева; под ред. Р. Грефе, М.М. Гаппоева, О. Перчи. – М. : Мир, 1995. – С. 54–59

7. Гранёв, В.В. К 160-летию со дня рождения В. Г. Шухова / В.В. Гранёв, Э.Н. Кодыш, А.Н. Мамин // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 2. – С. 73–76.

8. Сохраним радиобашню В.Г. Шухова / В.В. Гранёв, А.Н. Мамин, Э.Н. Кодыш [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 6. – С. 14–19.

9. Некоторые свойства порошкового металла при его лазерном напылении для восстановления сечений стальных строительных конструкций / В.В. Гранёв, А.Н. Мамин, Э.Н. Кодыш [и др.] // Строительные материалы. – 2018. – № 9. – С. 54–57.

10. Грефе Р. Сетчатые покрытия / Р. Грефе // Шухов В.Г. (1853–1939). Искусство конструкции / пер. с нем. Л.М. Глотова, М.М. Гаппоева; под ред. Р. Грефе, М.М. Гаппоева, О. Перчи. – М. : Мир, 1995. – С. 28–53.

11. Питеров, В.П. Перспективы развития Приокского горного округа / В.П. Питеров // Нижегородское хозяйство. Планово-экономический журнал. – 1928. – № 4–5. – С. 19–28.

12. Щербо, Г.М. В.Г. Шухов и его сетчатые конструкции / Г.М. Щербо // Промышленное строительство. – 1974. – № 5.

13. Создание строительных и инженерных конструкций / Владимир Григорьевич Шухов: универсальный гений (1853–1939): указ. лит.; сост. Н.Ф. Шутенко, Ю.Ю. Маркина. – Белгород, 2013.

14. Петропавловская, И.А. Владимир Григорьевич Шухов (1853–1939) / И.А. Петропавловская. – М., 2004.

References

1. Zheltysheva A.I. (ed) Slavnaya istoriya: Ocherki istorii Vyksunskogo ordena Lenina metallurgicheskogo zavoda. 1757 – 1967 [Glorious history: Essays on the history of the Vyksa Order of Lenin Iron and Steel Works. 1757–1967]. Gorkij, 1967.

2. Vyksunskij metallurgicheskij zavod. Ofitsialnyj sajt obedinennoj metallurgicheskoy kompanii [Vyksa Steel Works.

The official website of the combined metallurgical company]. URL: <https://omk.ru/vmz/>

3. Zelenova S.V., Vinogradova T.P., Korotaeva D.I., Ometova G.N.V.G. SHuhov: nizhegorodskie proekty. Territoriya unikalnyh obektov [Shukhov: Nizhny Novgorod projects. Territory of unique objects. – N. Novgorod, Litera, 2016, 224 p.

4. Nikitin YU.A. Promyshlennye vystavki Rossii XIX–XX veka [Industrial Exhibitions of Russia of the XX–XX Centuries. Cherepovets, 2004.

5. Vinogradova T.P. V. G. SHuhov. Nizhegorodskie proekty [Shukhov. Nizhny Novgorod projects]. Genij V. G. SHuhova i sovremennaya epoha [Genius V. G. Shukhov and the modern Epoch]. Materialy mezhdunarodnogo kongressa. Moscow, Publ. MGTU im. N.E.Baumana, 2015, pp. 108–114.

6. Gappoev M.M. Arochnye konstruksii s sistemoy gibkih zatyazhek [Arched structures with flexible pulling system]. In Glotova L.M. (eds.) SHuhov V. G. (1853–1939). Iskusstvo konstruksii [Shukhov V. G. (1853–1939). Art design]. Moscow: Mir, 1995, pp. 54–59.

7. Granev V.V. K 160-letiyu so dnya rozhdeniya V. G. SHuhova. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil engineering], 2013, no. 2, pp. 73–76.

8. Granev V.V., Mamin A.N., Kodysh E.N., Bobrov V.V., Ershov M.N., Matveyushkin S.A. Sohranim radiobashnyu V. G. SHuhova [We preserve radio broadcast VG Shuhova]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil engineering], 2016, no. 6, pp. 14–19.

9. Granev V.V., Mamin A.N., Kodysh E.N., Eremin K.I., Ershov M.N., SHnejderov G.R. Nekotorye svojstva poroshkovogo metalla pri ego lazernom napylenii dlya vosstanovleniya sechenij stalnyh stroitelnyh konstruksij [Some properties of powder metal during its laser spraying to restore sections of steel building structures]. Stroitelnye materialy [Construction Materials], 2018, no. 9, pp. 54–57.

10. Grefe R. Setchatye pokrytiya [Mesh Covers].]. In Glotova L.M. (eds.) SHuhov V. G. (1853–1939). Iskusstvo konstruksii [Shukhov V. G. (1853–1939). Art design]. Moscow, Mir, 1995, pp. 28–53.

11. Piterov V.P. Perspektivy razvitiya Priokskogo Gornogo Okruga [Prospects for the development of Prioksky Mountain District]. Nizhegorodskoe hozyajstvo. Planovo ekonomicheskij zhurnal [Nizhny Novgorod economy. Planning economic journal], 1928, no. 4–5, pp. 19–28.

12. SHHerbo G.M. V.G. SHuhov i ego setchatye konstruksii [V.G. Shukhov and his mesh designs]. Promyshlennoe stroitelstvo [Industrial engineering], 1974, no. 5.

13. Sozdanie stroitelnyh i inzhenernyh konstruksij [Creation of building and engineering structures]. In N. F. SHutenko (eds.) ukaz. lit. Vladimir Grigorevich SHuhov: universalnyj genij (1853–1939) [Vladimir G. Shukhov: a universal geniu]. Belgorod, 2013.

14. Petropavlovskaya I. A. Vladimir Grigorevich SHuhov (1853–1939) [Vladimir Grigorevich SHuhov (1853–1939)]. Moscow, 2004.

Мамин Александр Николаевич (Москва). Доктор технических наук, профессор. Начальник отдела обследований зданий и сооружений № 1 АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2. ЦНИИПромзданий). Эл.почта: otozs@yandex.ru.

Кодыш Эмиль Наумович (Москва). Доктор технических наук, профессор. Главный научный сотрудник АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2. ЦНИИПромзданий). Эл.почта: otk@narod.ru.

Бобров Владимир Викторович (Москва). Кандидат технических наук. Ведущий научный сотрудник отдела обследований зданий и сооружений № 1 АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2. ЦНИИПромзданий). Эл.почта: otozs@yandex.ru.

Рэуцу Александр Викторович (Москва). Аспирант, ведущий инженер отдела обследований зданий и сооружений № 1 АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2. ЦНИИПромзданий). Эл.почта: otozs@yandex.ru.

Mamin Alexander Nikolayevich (Moscow). Doctor of technical sciences, Professor. Head of the Department of inspection of buildings and structures №1 of JSC «Central Research and Development and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures» (127238, Moscow, Dmitrovskoe shosse, 46, korp. 2. CNIIPromzdaniy). E-mail: otozs@yandex.ru.

Kodysh Emil Naumovich (Moscow). Doctor of Technical Sciences, Professor. Chief researcher of JSC « JSC «Central Research and Development and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures» (127238, Moscow, Dmitrovskoe shosse, 46, korp. 2. CNIIPromzdaniy). E-mail: otk@narod.ru.

Bobrov Vladimir Viktorovich (Moscow). Candidate of technical Sciences. Leading researcher of the Department of buildings and structures survey No. 1 of JSC « JSC «Central Research and Development and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures» (127238, Moscow, Dmitrovskoe shosse, 46, korp. 2. CNIIPromzdaniy). E-mail: otozs@yandex.ru.

Reutsu Alexander Viktorovich (Moscow). Post-graduate student, leading engineer of the Department of inspection of buildings and structures №1 of JSC « JSC «Central Research and Development and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures» (127238, Moscow, Dmitrovskoe shosse, 46, korp. 2. CNIIPromzdaniy). E-mail: otozs@yandex.ru.