

УДК 69.059.35

К. Е. Кожевников^а, Н. А. Камышанов^б, В. В. Габова^а

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *АО «Федеральный научно-производственный центр „Титан-Баррикады“»*

ОДНОЭТАЖНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ ДОВОЕННОЙ ПОСТРОЙКИ И ЭТАПЫ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ В Г. ВОЛГОГРАДЕ

Волгоград является промышленным центром Юга России, где располагаются как предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности, так и металлургии и оборонной промышленности. В истории города особенно выделяется оборонная промышленность, возникшая еще до революции. В 1913 г. было начато строительство Орудийного завода, в последующие годы, с середины 1920-х до начала 1940-х гг. предприятие неоднократно расширяло свои производственные мощности, что вызывало строительство новых зданий. Разрушительные события Великой Отечественной войны привели к тому, что уникальные в плане конструктива здания были либо серьезно повреждены, либо полностью разрушены. Невозможность строительства новых промышленных зданий в столь тяжелое время, требовала от инженеров проведения реконструкции и модернизации сохранившихся зданий в кратчайшее время. Анализ конструктивных решений при реконструкции зданий различных исторических эпох является важным этапом для понимания и дальнейшего применения наработанного опыта проектирования при реконструкции производственных зданий в целях сохранения промышленного фонда региона. В статье описаны принятые конструктивные решения при реконструкции здания механического цеха, сочетающего в себе различные временные эпохи — дореволюционную, эпоху первых пятилеток и середину XX века.

К л ю ч е в ы е с л о в а: довоенные промышленные здания, реконструкция, монолитный каркас промышленного здания, Малая Орудийная.

После поражения в Русско-японской войне 1904—1905 гг., царское правительство пришло к решению об усилении военного потенциала государства. В 1912 г. было выдвинуто решение о строительстве Орудийного завода. Планирование строительства предполагалось осуществлять в одном из поволжских городов. Царицын в то время переживал бурный экономический рост. В окрестностях города имелись большие запасы песка, гравия, глины и других строительных материалов, необходимых для строительства такого масштаба, развитая сеть железных дорог и судоходство по р. Волге [1]. Под строительство Орудийного завода был выделен участок в 300 десятин недалеко от Волги и железной дороги за заводом «Красный Октябрь», указанный в то время как «Урал-Волга».

Строительство здания проводилось с августа 1913 г. Техническое руководство строительством, оборудованием и эксплуатацией Царицынского орудийного завода приняла на себя английская фирма «Виккерс Лимитед». Основные мастерские завода строили хозяйственным способом и только некоторые вспомогательные объекты сдавали в подряд.

Здание Малой Орудийной мастерской является постройкой первой очереди строительства завода, расположенное в юго-восточной части заводской территории — на красной линии, вдоль главной композиционной оси завода, так называемого «Проспекта Металлургов» и разделено коммуникационной транспортной осью [2].

Здание Малой Орудийной мастерской представляет собой одноэтажное строение, большой высоты с верхним и боковым освещением, прямоугольное в плане, длиной 268,14 м, шириной 23,38 м, и высотой 10,67 м. Из-за большой длины здания без поперечных перегородок его наружные стены укреплены контрфорсами, ритм которых чередуется с крупными лучковыми оконными проемами. Конструктивная схема пролетов — каркас с несущими стенами, в которые заделаны металлические клепаные фермы, опирающиеся на металлические сквозные колонны по центру. Контрфорсы вместе со стропильными и поперечными фермами связаны в жесткую единую систему. Кровля, изначально выполненная с применением дерева (прогоны, обрешетка), заменена металлом в виде одиночных швеллеров (рис. 1).

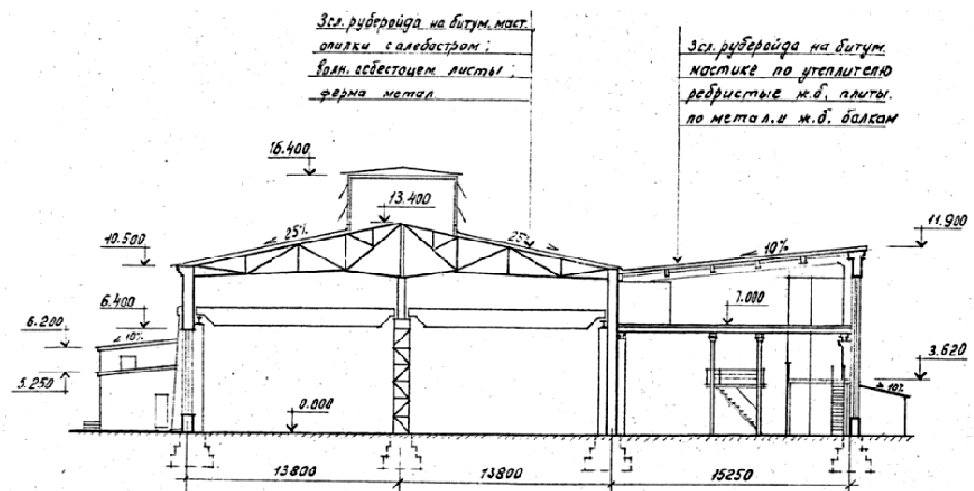


Рис. 1. Разрез здания Малой Орудийной мастерской (обмерочный чертеж)

Наружные стены выполнены из красного кирпича, встречаются кирпичи с клеймом завода-изготовителя. После боевых действий, проходивших в городе, поврежденные места кирпичной кладки разбирались и восстанавливались, но имеется примечательное место, отмеченное в архивных документах. После обстрела артиллерией во времена Гражданской войны произошло смещение междуоконного простенка большого размера на сантиметр из плоскости стены наружу. При восстановлении фасада приняли решение не разбирать данный участок кладки, а зафиксировать только зачеканкой трещин и перекладыванием верхней части.

С внутренней стороны стены снабжены пилястрами, по которым расположены стальные клепаные подкрановые балки, жестко закрепленные со стеной через металлические тяжи — для совместной работы на нагрузки, возникающие при работе мостовых кранов [3]. По фасадной композиции Малая Орудийная мастерская решена в стиле промышленного модерна, со средневековым мотивом «крепостного зодчества» в декоре. Образ построек строится на пластике крупных геометрических объемов, метрически расчлененных сообразно шагу конструкции.

В 1928 г. проект первого пятилетнего плана обратил внимание на поднятие обороноспособности страны, в т. ч. на развитие артиллерии. Согласно

плану, предполагалось задействовать производственные мощности завода в интересах Красной Армии [4]. Завод был отнесен к первоочередным объектам реконструкции с государственным финансированием. С данного момента началось широкомасштабное расширение производственных мощностей, строительство цехов из новых строительных материалов и технологий — монолитный железобетон, армированное стекло и газовая сварка. В то время технология железобетонных работ только зарождалась в нашей стране, не было большого количества квалифицированных специалистов в этой области. Основным учебником по изучению железобетона в 1930-х гг. являлся учебник австрийского инженера-конструктора Р. Залигера «Железобетон. Его расчет и проектирование» [5].

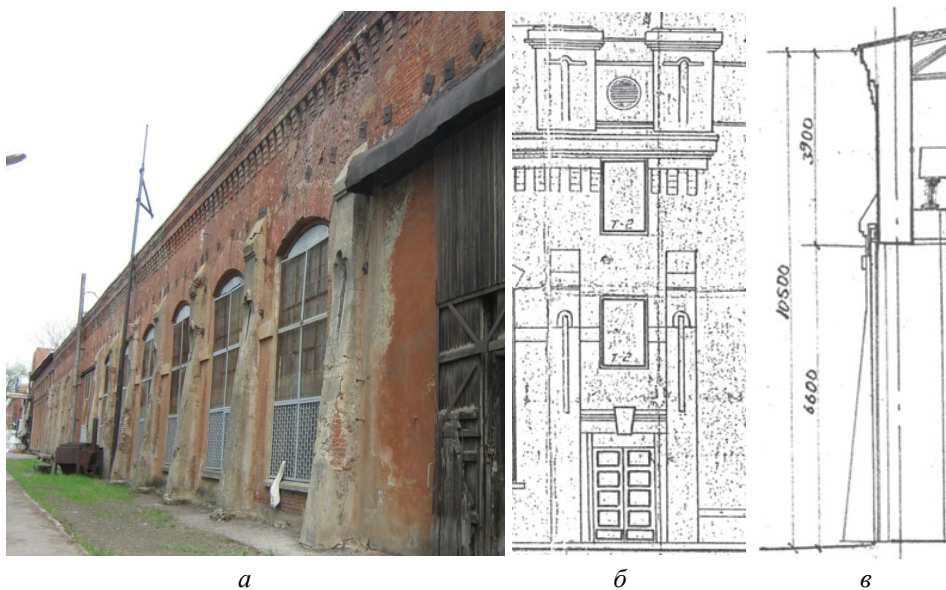


Рис. 2 Фасады здания Малой Орудийной:

а — главный фасад; *б* — укрупненный вид контрфорсов; *в* — вид контрфорсов в разрезе

К существующему зданию Малой Орудийной (I, II пролеты) пристроены новые пролеты III — VIII. Конструкция здания запроектирована в монолитном железобетоне и представляет собой три двухпролетные поперечные рамы с общими наклонными ригелями¹ [6]. Колоннообразные вертикальные стойки рам, расположенные по оси, видимой на рис. 3, смонтированы на небольшом расстоянии друг от друга, варьирующимся от 10 до 50 мм. Данный зазор на высоту 1 м от уровня пола цеха заделан бетоном, тем самым придавая пролетам иллюзию единого исполнения, одновременно предотвращая попадания атмосферных осадков и других негативно влияющих факторов на фундаменты и грунты основания. Каркас здания в пролетах разбит на температурные блоки, конструктивное решение температурных швов традиционное — с установкой спаренных рам каркаса.

¹ Технический отчет по материалам обследования и разработки проекта по устранению недостатков строительных конструкций фрагментов здания корпуса механических цехов. Волгоград, 2014.

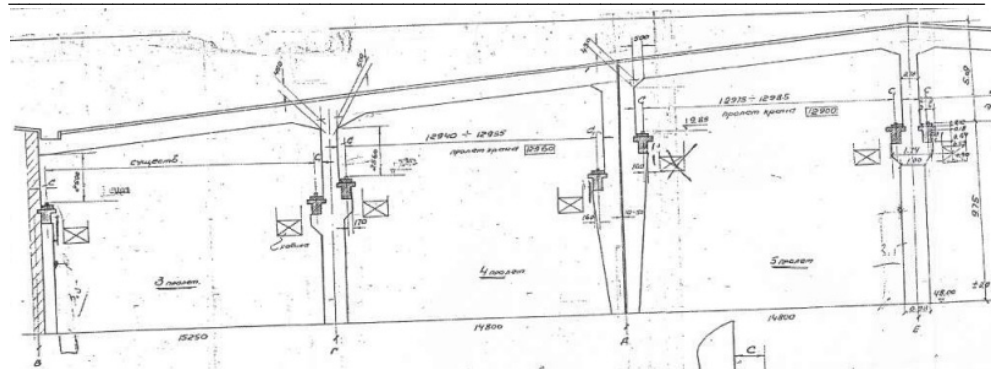


Рис. 3. Монолитный каркас пристроенных пролетов (обмерочный чертеж)

Пространственная жесткость здания обеспечивается в поперечном направлении основными поперечными рамами, образованные единым монолитным исполнением колонн, подкрановых балок и ригелей [7, 8], жестко заделанных в стену здания Малой Орудийной мастерской. Продольный шаг колонн не имеет привычный сегодня кратный 300 мм шаг, а является произвольным как у здания Малой Орудийной, так и пристроенных пролетов.

В данном пролете цеха шаг колонн, построенных в 1928—1937 гг., составляет 7450 мм, в то время как шаг контрфорсов здания Малой Орудийной составляет 6100 мм — связано это с тем, что здание построено фирмой «Виккерс Лимитед» по английской системе измерения длины, соответственно, шаг контрфорсов составляет 20 английских футов [9].

Как и все конструкции пристроенной части цеха, подкрановые балки также выполнены из монолитного железобетона. Длина одной неразрезной балки составляет от 4 до 5 цифровых осей, в местах стыка двух таких балок выполнен деформационный шов. Монолитное соединение подкрановой балки с колонной выполнено в виде выпусков арматурных стержней из колен колонны и верхней части стойки [10—12].

Технология монолитного железобетона в нашей стране, как сказано выше, только зарождалась, инженеры того времени в меньшей степени рассматривали такой фактор, как температурное сжатие и расширение строительных конструкций, появление дополнительных значительных напряжений и дальнейшее развитие деформаций. На предприятии располагается аналогичное по конструктивным решениям здание, построенное в 1934 г., в котором отсутствуют температурные и деформационные швы, в результате чего образовались многочисленные трещины и сколы на поверхностях строительных конструкций. В рассматриваемом пристроенном цехе уже был учтен опыт строительства, и в последующем температурные швы стали представлять собой специальные зазоры, которые позволяют конструкционным элементам перемещаться относительно друг друга при изменениях температуры. Эти швы располагаются через определенные интервалы, обеспечивая гибкость всей системы [13—15]. Еще одно конструктивное решение, обеспечивающее жесткость сооружения, — это выбор соединений стоек монолитных рам (колонн) с фундаментом, который бывает двух видов — жесткое и шарнирное (рис. 4).

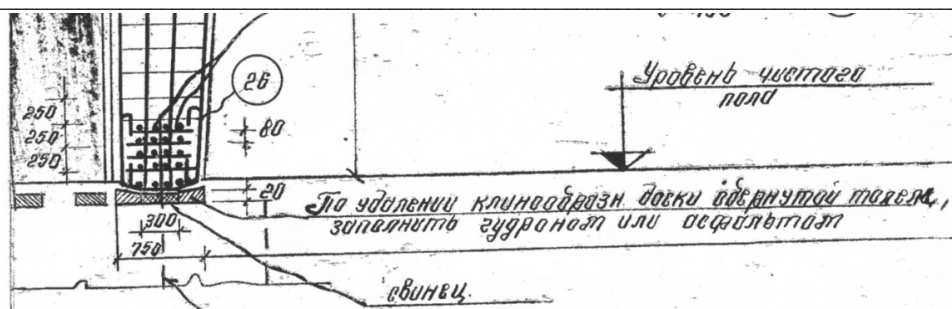


Рис. 4. Детали армирования узлов рам и опорных шарниров

По сохранившейся технической документации установлено, что при строительстве данного пролета цеха предполагался шарнирный вид закрепления, о чем свидетельствует наличие упругой прокладки между колонной и стаканом фундамента. Но в некоторых местах соединения такие прокладки отсутствуют или же со временем утратили свойства и перешли в жесткое соединение. Поэтому можно утверждать, что в данном пролете обеспечение жесткости сооружения осуществляется сразу по шарнирному и жесткому видам соединений.

Вертикальные стойки рам и армируются как колонны, а горизонтальный ригель, как балка с заделанными концами. Арматура стоек проходит в ригель, таким образом достигается жесткое соединение балок со стойками в жесткую раму. В сжатой зоне узла ригеля с колонной возникают значительные местные напряжения. Поэтому входящие углы выполнены со скосами — вутами [16], уменьшающими местные напряжения. Сжатая арматура ригеля и стойки в таком узле заводится вглубь узла, а вут армируется самостоятельными стержнями (рис. 5) [17].

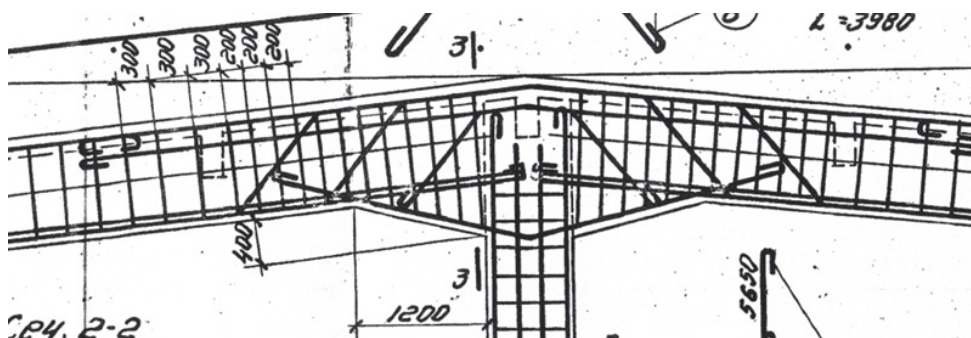


Рис. 5. Армирование вуты средней рамы

Из-за событий Великой Отечественной войны и 12-часовой бомбежки завод вновь оказался в руинах, многие конструкции зданий были разрушены, требовались значительные восстановительные работы. Из-за массированных обстрелов завода не сохранились оригинальные чертежи конструктивных решения по армированию колонн, подкрановых балок, ригелей и плит покрытия. В период с 1943 по 1953 гг. бригадой специалистов ГСПИ-7 в г. Сталинграде (ныне АО «ИПРОМАШПРОМ») началась разработка

проектной документации для обеспечения быстрого и эффективного ввода завода в действие. Из сохранившихся документов и обследований частей разрушенных элементов каркаса определено исходное армирование, разработаны схемы демонтажа, чертежи усиления, восстановления. Проведенные обследования того времени выявили конструктивные особенности некоторых элементов каркаса, например, армирование подкрановых балок производилось арматурными стержнями различных форм — гладкими стержнями круглого и квадратного сечений.

После окончания войны начались полномасштабные восстановительные работы. Существовавшая до этого монолитная каркасная схема здания из-за полученных повреждений утратила пространственную устойчивость, заложенную при строительстве. Для сохранения жесткости каркаса было решено произвести частичную или полную замену разрушенных/утраченных конструкций — колонн, подкрановых балок и ригелей — возвести их из самого быстромонтируемого материала на то время — металла. Жесткое соединение элементов осуществлялось приваркой новой арматуры к оголенным участкам старых стержней сохранившихся конструкций, с последующим монтажом к ним металлических балок (рис. 6—8). Встречаются случаи замены железобетонных балок на металлические фермы или замены элемента с клепанными соединениями на сварные. Покрытие здания выполнено с применением сборных мелкогабаритных ребристых плит, которые изготавливались на территории завода длиной 1...3 м, смонтированных на железобетонные и металлические балки (ригели).



Рис. 6. Восстановленные стальные колонны и подкрановые балки взамен разрушенных железобетонных

Предприятию в силу специфики производимой продукции и частых изменений технологических требований, в связи с модернизацией производственных процессов и оборудования приходилось изменять объемно-планировочные решения зданий. В целях организации дополнительных бытовых помещений, кабинетов и обособленного производственного помещения, не требующего использования мостового крана большой грузоподъемности, было принято решение разделить часть III пролета перегородкой и в отдельной от основного объема части выполнить устройство перекрытия, разделяющего помещение на два этажа [18—20]. Реконструкция проводилась

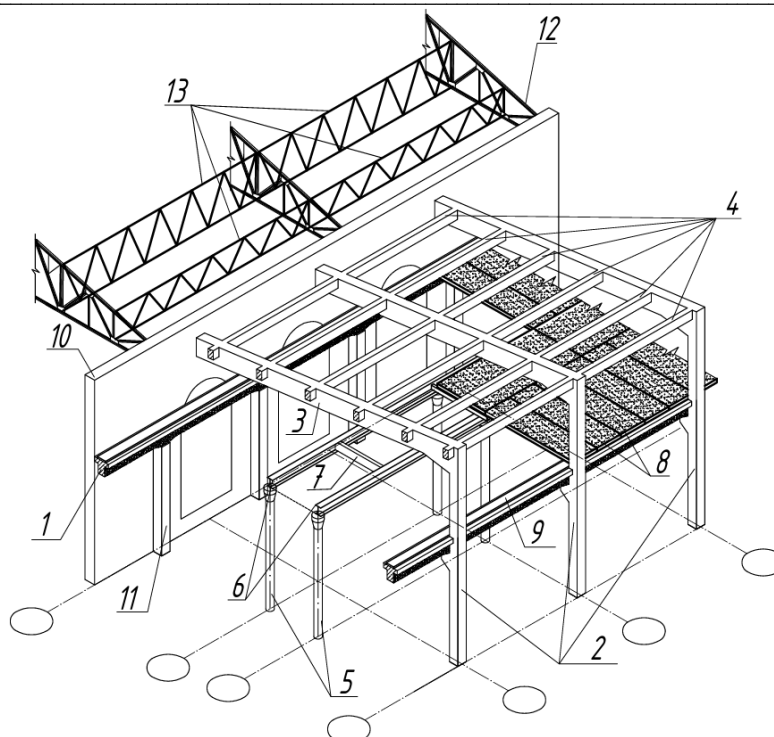


Рис. 9. Аксонометрическая проекция пролета цеха

- 1 — монолитная подкрановая балка; 2 — стойки (колонны); 3 — монолитный ригель перекрытия; 4 — балки покрытия; 5 — металлические стойки; 6 — двутавр № 45 (немецкий, довоенный); 7 — швеллеры; 8 — ребристые плиты перекрытия; 9 — прокладка между подкрановой балкой и плитами из железобетона; 10 — кирпичная стена с пилястрами; 11 — кирпичные пилястры Малой Орудийной; 12 — металлические клепанные фермы здания Малой Орудийной; 13 — металлические балки-связи

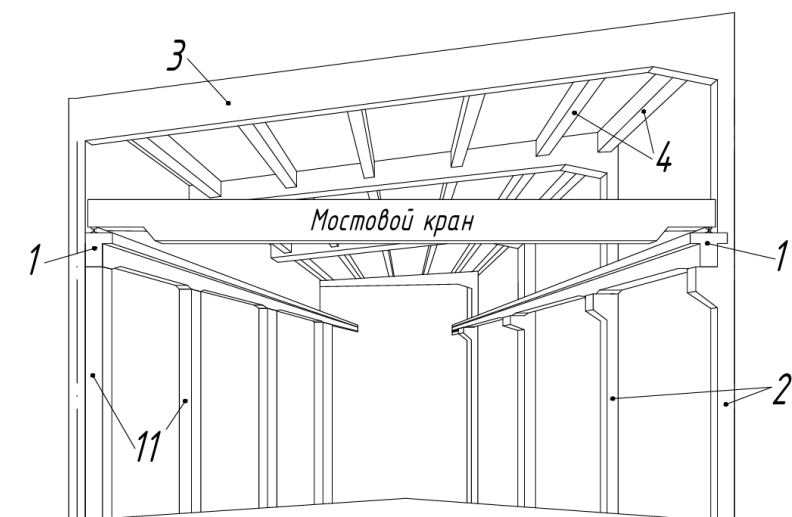


Рис. 10. Общий вид пролета до реконструкции

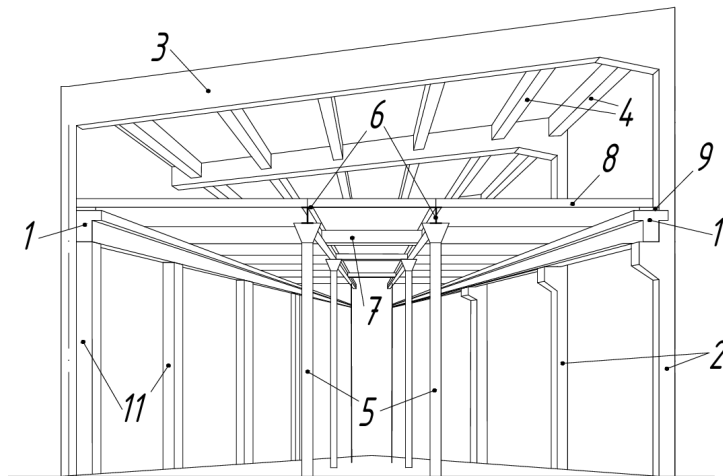


Рис. 11. Общий вид пролета после реконструкции

Конструктивные решения, принятые при реконструкции, представляют собой возведенный стальной каркас, состоящий из металлических стоек, на которых продольно располагаются двутавры (сохранены надписи на немецком языке о производителе), выполняющие роль главных балок. В поперечном направлении, по шагу сборных плит расположены швеллеры, выполняющие функцию более равномерного распределения нагрузки на двутавры, приваренные к ним по типу усложненной балочной клетки. Вторая сторона железобетонных плит опирается на существующие подкрановые балки. Так как данные балки рассчитаны на восприятие нагрузок от мостовых кранов средней грузоподъемности, при опирании перекрытия несущая способность обеспечена (рис. 12).

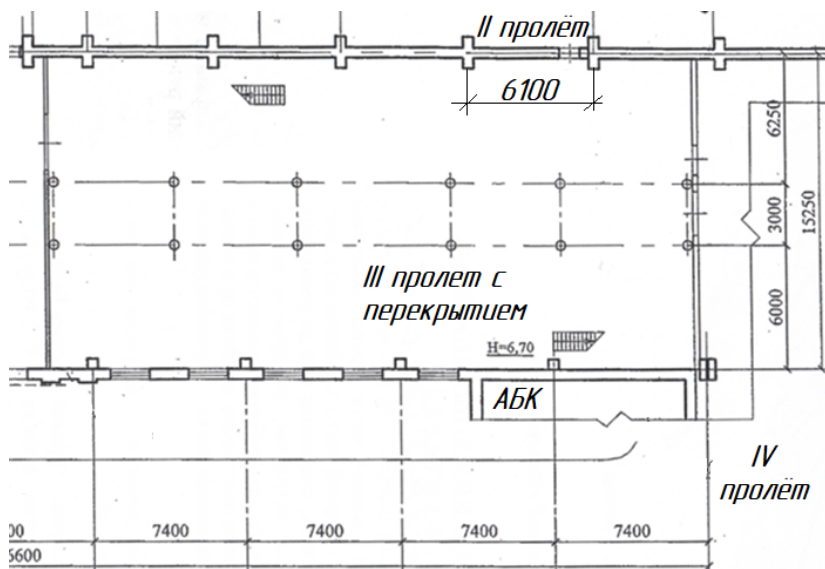


Рис. 12. План реконструируемого III пролета

Вследствие нового изменения назначения помещений (изготовление товаров народного потребления — чайников и стиральных машинок «Иволга»), было смонтировано легкое грузоподъемное оборудование для перемещения материалов — подвесные кран-балки, тали с монорельсами криволинейного очертания. На втором этаже (антресольном) находятся кабинеты, кладовые, бытовые помещения [21—23]. В дальнейшем на этаже открыли архив, размещенный там в соответствии с требованиями противопожарных норм к конструкциям, поскольку покрытие и перекрытия III пролета выполнены из железобетона в отличие от перекрытий расположенного рядом АБК, выполненных из дерева.

Заключение

Реконструкция здания выполнялась с применением материалов и конструкций, современных тому или иному историческому периоду. Благодаря инженерам и строителям предыдущих поколений, а также работе эксплуатирующих служб, постоянно поддерживающих работоспособность строительных конструкций. Сохранилось множество разных зданий, некоторые из которых построены более 110 лет назад, но остаются востребованными, отвечая поставленным задачам предприятия. В г. Волгограде достаточно пренебрежительного отношения к промышленным зданиям дореволюционной и довоенной постройки — примером может служить практически полностью снесенные цеха первенца советского машиностроения — Тракторного завода. При этом особенно не задумывались, что цеха, построенные преимущественно по заграничным технологиям в начале 1930-х гг., могут представлять какую-либо ценность для истории промышленной архитектуры нашей страны.

Проведенный анализ конструктивных решений, принятых при реконструкции зданий различных исторических эпох, показал различные технические подходы инженеров прошлого века, их значимость для использования, усовершенствования, дальнейшего изучения и применения наработанного опыта проектирования при реконструкции производственных зданий в целях сохранения промышленного фонда региона [24].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баррикадцы / А. Ф. Рябец, А. К. Воронков, Г. В. Григорьев, Г. Б. Карапетян, Г. В. Семинахина. Волгоград : Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1989. 336 с.
2. Исакова. Р. Г. Акт государственной историко-культурной экспертизы документации, обосновывающей меры по обеспечению сохранности объекта культурного наследия регионального значения «Орудийный завод (завод «Баррикады»)», нач. XX в. расположенного по адресу: Волгоградская область, г. Волгоград, Краснооктябрьский район в рамках проектной документации «Реконструкция и техническое перевооружение заготовительного и механосборочного производства для изделий комплекса «Я». Корректировка». URL: <https://voorpiik34.ru/examination/act-38649/>.
3. Пшеничкина В. А., Сухина К. Н., Сухин К. А., Дубовский М. Е. Анализ напряженно-деформированного состояния металлических подкрановых балок с учетом несоответствия реализованной конструктивной схемы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1(78). С. 38—46.
4. Алабушев В. Е., Алабушев В. Е., Попов А. И., Чурзин Г. И. Завод главного калибра: юбилейное издание. Волгоград : КарманЪ, 2014. 400 с.
5. Залигер Р. Железобетон: Его расчет и проектирование. М. ; Л. : ОГИЗ, 1931. 671 с..
6. Panteleyeva M. Transfers of modernism: Constructing Soviet postwar urbanity //104th ACSA Annual meeting proceedings, shaping new knowledges. Washington, DC : ACSA Press, 2016. Pp. 440—449.

7. *Matan C.* Construction Methods and Materials in Modernist Croatia During the 1930s // *Construction History*. 2020. Vol. 35. Iss. 1. Pp. 113—34. URL: <https://www.jstor.org/stable/27135717>.
8. *Tzafirir F.* A Mediterranean Vienna: The Work of Viennese Architects and the Presence of Central European Culture in the Haifa of the 1930s and 1940s // *The Leo Baeck Institute Year Book*. 2017. Vol. 62. Pp. 197—223. DOI: 10.1093/leobaec/ymbx015.
9. *Хенн В.* Промышленные здания и сооружения. Т. 1. М.: Госстройиздат, 1959. 288 с.
10. *Стронгин С. Г., Сигалов Э. Е.* Железобетонные конструкции: научно-популярное издание. М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1960. 389 с.
11. *Берг О. Я.* Исследование работы железобетонных растянутых элементов под повторной нагрузкой // *Опытно-теоретические исследования железобетонных конструкций*. ЦНИИ НКПС, 1940.
12. *Гвоздев А. А., Боришанский М. С.* К вопросу о расчете изгибаемых элементов по стадии разрушения // *Проект и стандарт*. 1934. № 6.
13. *Кутуков В. Н.* Реконструкция зданий: учебник для строительных вузов. М.: Высшая школа, 1981. 263 с.
14. *Разумец К. В., Ненра А. С.* Особенности реконструкции промышленных зданий // *Бюллетень науки и практики*. 2020. № 5. С. 301—304. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/312708>.
15. *Басе М. Е.* Современное состояние крупнейших машиностроительных предприятий периода первых пятилеток (ГАЗ, ЗИЛ, Уралмаш, ЧТЗ) // *Architecture and Modern Information Technology*. 2011. Vol. 4. Iss. 17. Pp. 5.
16. *Боришанский М. С.* Расчет отогнутых стержней и хомутов в изгибаемых железобетонных элементах на стадии разрушения // *Министерство строительства предприятий тяжелой индустрии СССР. «ЦНИПС»*. М.; Л.: Стройиздат, 1946. 79 с.
17. *Лелейт А. Ф.* О необходимости построения формул для подбора сечений элементов железобетонных конструкций на новых принципах // *Строительная промышленность*. 1932. № 5.
18. *Зыкин И. В.* Размещение, планировка и архитектурный облик целлюлозно-бумажных предприятий СССР во второй половине 1930-х годов (на примере Архангельского и Соликамского комбинатов) // *Архитектон: Известия высшей школы*. 2022. № 1(77). DOI: 10.47055/1990-4126-2022-1(77)-8.
19. *Keresztély K.* Ipari épületek kulturális célú hasznosítása Budapestben, in: *A budapesti barnaövezet megújulási esélyei (Utilisation of industrial buildings for cultural purposes. in: Chances of renewal in the brown belt of Budapest)* // *MTA Társadalomkutató Központ*. Budapest, 2004. Pp. 221—236.
20. *Adrienn L.* Changing the function of industrial buildings: Survey // *Facta universitatis. Series: Architecture and Civil Engineering*. 2006. Vol. 4. Iss. 2. Pp. 71—84.
21. *Baietti S., Farese G.* Sergio Paronetto and the Italian economy between the industrial reconstruction of the 1930s and the reconstruction of Italy in the 1940s 1 // *The Journal of European Economic History*. 2010. Vol. 39. Iss. 2. Pp. 411.
22. *Zimmerman C.* Albert Kahn in the Second Industrial Revolution // *AA Files*. 2017. No. 75. Pp. 28—44. URL: <http://www.jstor.org/stable/44427927>.
23. *Adams J. S.* Residential structure of Midwestern cities // *Annals of the Association of American Geographers*. 1970. Vol. 60. Iss. 1. Pp. 37—62.
24. Восстановление ресурса строительных конструкций цехов металлургических предприятий / В. С. Бабалич, К. А. Сухин, Ю. С. Вильгельм, В. Н. Власов, К. Н. Сухина // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 3(88). С. 7—16.

© Кожевников К. Е., Камышанов Н. А., Габова В. В., 2025

Поступила в редакцию
30.07.2025

Ссылка для цитирования:

Кожевников К. Е., Камышанов Н. А., Габова В. В. Одноэтажные промышленные здания довоенной постройки и этапы их реконструкции в г. Волгограде // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 3(100). С. 293—304. DOI: 10.35211/18154360_2025_3_293.

Об авторах:

Кожевников Кирилл Евгеньевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; kiri_ko_03@mail.ru

Камышанов Николай Алексеевич — начальник сектора, АО «Федеральный научно-производственный центр „Титан-Баррикады“», г. Волгоград; cdb@cdbtitan.ru

Габова Виктория Викторовна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; gabovavv@yandex.ru

Kirill E. Kozhevnikov^a, Nikolay A. Kamyshanov^b, Viktoriya V. Gabova^a

^a *Volgograd State Technical University*

^b *JSC Federal Scientific and Production Centre «Titan-Barricady»*

ONE-STORY INDUSTRIAL BUILDINGS OF PRE-WAR CONSTRUCTION AND THEIR RECONSTRUCTION IN VOLGOGRAD

Volgograd is a major industrial centre of southern Russia — from the chemical and oil refining industry in the southern part of the city, to metallurgy and defence industry in the northern part. Especially prominent in the history of the city is its defence industry, which emerged before the revolution. In the following years, from the mid-20s to the early 40s of the XX century, the company repeatedly expanded its production capacity, which caused the construction of new buildings. The destructive events of the Great Patriotic War led to the fact that the buildings, unique in terms of construction, were either seriously damaged or completely destroyed. The impossibility of constructing new industrial buildings in such a short period required engineers to reconstruct and modernise surviving buildings as soon as possible. The analysis of structural solutions for the reconstruction of buildings of different historical periods is an important step for understanding and further application of the design experience gained in the reconstruction of industrial buildings in order to preserve the industrial stock of the region. This article describes the structural solutions adopted in the reconstruction of the mechanical shop building, which combines different time eras — pre-revolutionary, the first five-year period and the middle of the XX century.

Key words: pre-war industrial buildings, reconstruction, monolithic frame of an industrial building, Small Gun factory.

For citation:

Kozhevnikov K. E., Kamyshanov N. A., Gabova V. V. [One-story industrial buildings of pre-war construction and their reconstruction in Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2025, iss. 3, pp. 293—304. DOI: 10.35211/18154360_2025_3_293.

About authors:

Kirill E. Kozhevnikov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; kiri_ko_03@mail.ru

Nikolay A. Kamyshanov — Head of the Sector, JSC Federal Scientific and Production Centre «Titan-Barricady», Volgograd; cdb@cdbtitan.ru

Viktoriya V. Gabova — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; gabovavv@yandex.ru