

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-3\(46\)-90-100](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-3(46)-90-100)
УДК 624.011.1

EDN: JZDOLR

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СБОРНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ АРОК С ЖЕСТКИМИ СТЫКАМИ ТЕННИСНОГО ЦЕНТРА

С.Б. ТУРКОВСКИЙ¹, д-р тех. наук

Н.Ч. АНДРЫЩАК^{2,✉}

В.О. СТОЯНОВ, канд. тех. наук

¹ Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) им. В.А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство», ул. 2-я Институтская, д. 6, к. 1, г. Москва, 109428, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта» (ПУТ (МИИТ)), ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Москва, 109012,
Российская Федерация

Аннотация

Введение. Согласно федеральному закону № 384 и др. здания с большепролетными несущими конструкциями подлежат обследованию через 5–10 лет. Это особенно актуально для деревянных конструкций. В процессе монтажа влажность древесины повышается относительно заводской готовности. В первый год эксплуатации, в отопительный период, влажность воздуха в помещении может снижаться ниже допустимой 40%-ной, вызывая интенсивную усушку древесины, которая из-за неравномерности распределения по сечению провоцирует возникновение трещин в конструкциях. Рассматриваемый теннисный центр впервые перекрыт сборными двухшарнирными арками пролетом 39 м с жесткими стыками системы ЦНИИСК. Плановые обследования несущих конструкций проведены сотрудниками ЦНИИСК в 2025 г.

Цель комплексного обследования заключалась в определении состояния и работоспособности конструкций после 5 лет эксплуатации.

Материалы и методы. Методика состояла в сплошном обследовании опорных зон и жестких стыков арок с фиксацией дефектов. Обследования также включали обмеры, контроль режима эксплуатации, влажности древесины, состояние огнезащиты и др.

Результаты и выводы. В арках обнаружены трещины глубиной до 100 мм от усушки древесины. Влажность внутреннего воздуха составляла 20 %, что ниже требуемых 40 %. Влажность древесины – 10 %; разность влажности по глубине – около 2 %, что свидетельствует о замораживании процесса усушки. В некоторых жестких стыках имеются трещины в зоне анкеровки. В одном стыке обнаружены сквозные трещины усушечного происхождения. Необходим инструментальный мониторинг и экспериментальное подтверждение прочности соединений в стыке. В местах протечек кровли разрушен слой огнезащиты. Рекомендовано изменить очертание крыши и материал кровли в зонах с протечками. С учетом монтажа системы автоматического увлажнения воздуха, устранения протечек кровли и конструктивного усиления стыка арок их состояние является работоспособным.

Ключевые слова: клееные деревянные конструкции, режим эксплуатации, влажность древесины, напряжения усушки, трещины клееного бруса, двухшарнирные арки, относительная влажность воздуха, требования к влажности внутреннего воздуха, гидроизоляция деревянных конструкций

Для цитирования: Турковский С.Б., Андрыщак Н.Ч., Стоянов В.О. Опыт эксплуатации сборных деревянных арок с жесткими стыками теннисного центра. *Вестник НИЦ «Строительство»*. 2025;46(3):90–100. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-3\(46\)-90-100](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-3(46)-90-100)

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку публикации.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 04.06.2025

Поступила после рецензирования 21.07.2025

Принята к публикации 24.07.2025

OPERATING EXPERIENCE WITH PREFABRICATED WOODEN ARCHES WITH RIGID JOINTS AT A TENNIS CENTER

S.B. TURKOVSKIY¹, Dr. Sci. (Engineering)

N.Ch. ANDRYSHCHAK^{2,✉}

V.O. STOYANOV, Cand. Sci. (Engineering)

¹ Research Institute of Building Constructions named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 1, Moscow, 109428, Russian Federation

² Russian University of Transport (MIIT), Obraztsova str., 9, bld. 9, Moscow, 109012, Russian Federation

Abstract

Introduction. According to Federal Law No. 384 and others, buildings with large-span load-bearing structures are required to be inspected every 5–10 years, which is particularly critical for wooden structures. During installation, the moisture content of the wood increases compared to its manufacturing readiness. In the first year of wooden structure operation, during the heating season, the air humidity in the room may decrease below the permissible 40 %, causing intense shrinkage of the wood, which, in turn, provokes the appearance of cracks in structures due to uneven distribution across the cross-section. In this paper, a tennis center is considered that was first covered with prefabricated double-hinged arches with a span of 39 m and rigid joints of the TSNIISK system. Scheduled inspections of load-bearing structures were carried out by employees of the Research Institute of Building Constructions (TSNIISK) named after V.A. Koucherenko in 2025.

Aim. To perform a comprehensive inspection for assessing the condition and serviceability of structures after five years of operation.

Materials and methods. A comprehensive inspection of the support areas and rigid joints of the arches was carried out, with defects being recorded. The inspection also included measurements, checks on operating conditions, wood moisture content, the condition of fire protection, etc.

Results and conclusions. Cracks up to 100 mm deep are observed in the arches due to wood shrinkage. The indoor air humidity is 20 %, which is below the required 40 %. Wood moisture content is 10 % with a moisture difference of approximately 2 % across the depth, indicating that shrinkage process has been halted. Some rigid joints have cracks in the anchoring zone. Through cracks caused by shrinkage are detected in a single joint. Thus, instrumental monitoring and testing to confirm the strength of the joints are required. As the fire protection layer has been damaged in the leaking areas of the roof, the outline of the roof and the roofing material in the leaking areas should be changed. Provided that an automatic air humidification system is installed, the roof leaks are repaired, and the joints between the arches are structurally reinforced, the arches can operate effectively.

Keywords: glued laminated timber structures, operating conditions, wood moisture content, shrinkage stresses, cracks in glued laminated timber beam, double-hinged arches, relative air humidity, indoor air humidity requirements, waterproofing of wooden structures

For citation: Turkovskiy S.B., Andryshchak N.Ch., Stoyanov V.O. Operating experience with prefabricated wooden arches with rigid joints at a tennis center. *Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction*. 2025;46(3):90–100. [In Russian]. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-3\(46\)-90-100](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-3(46)-90-100)

Authors contribution statement

All the authors have made an equal contribution to the preparation of the publication.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 04.06.2025

Revised 21.07.2025

Accepted 24.07.2025

В 2025 г. завершены комплексные обследования и устранены дефекты конструкций теннисного центра на 10 кортов в Сокольниках, по адресу: г. Москва, Майский просек, д. 7. Работа проводилась сотрудниками лаборатории несущих деревянных конструкций ЦНИИСК.

Цель обследования состояла в определении состояния несущих конструкций каркаса после 5 лет эксплуатации, в выявлении и устранении дефектов.

Двухпролетное в плане сооружение размером $39,07 \times 180$ м на 10 кортов и примыкающий к нему двухэтажный административно-бытовой корпус (АБК) $9,4 \times 115$ м перекрыты арочными конструкциями эллипсообразного очертания. Корты расположены в поперечном направлении. На первом этаже АБК расположены тренажерные залы, санузлы, вестибюль и раздевалки, на втором этаже – тренерские, кафе, медицинские и другие вспомогательные помещения.

Покрытие над кортами устроено из многокамерных панелей поликарбоната толщиной 40 мм, покрытие над АБК – совмещенное в уровне с прогонами и кровлей из поликарбоната толщиной 25 мм.

Проект деревянных конструкций, расчеты и детализовочные чертежи выполнены ООО «ЦНИПС ЛДК» (А. А. Погорельцевым, И. А. Кондрашевым, В. О. Стояновым) в 2019 г. Клееные деревянные конструкции каркаса теннисного центра изготовлены и смонтированы предприятием ДСК «Стройконструкция» в г. Королеве. Объект сдан в эксплуатацию в 2020 г.

Конструктивная схема здания

Основными несущими конструкциями являются арки, установленные с шагом 5 м. Корты перекрыты двухшарнирными арками пролетом 39,07 м, состоящими по длине из трех клееных блоков сечением 2 (140 × 1170), соединенных между собой жесткими стыками системы ЦНИИСК [1]. Распор арок воспринимается стержневыми затяжками в толще пола. Такие конструкции в практике строительства применены впервые, поэтому обобщение

опыта эксплуатации двухшарнирных большепролетных сборных арок представляет особый интерес. Арки покрытия АБК – сборные трехшарнирные с передачей распора на фундаменты, на отметке +0,3, и арки кортов, на отметке +3,2. Эти арки малого радиуса, несимметричного очертания склеены из ламелей толщиной 16 мм. Внешние полуарки сечением 140×630 мм, внутренние – 2 (140×630 мм). На внутренние полуарки и на арки кортов опираются балки, вогнутые по форме крыши, сечением 2 (140×630 мм). Балки перекрывают пространство между арками кортов и АБК. Арки АБК разделены перекрытием на 2 этажа.

По торцам кортов устроены фахверки в виде клееных стоек сечением 180×630 мм с шагом 4 м и ригелей через 3 м по высоте, объединенные сверху сборной гнутоклееной конструкцией по форме и сечению аналогичной основным аркам. К стойкам фахверков с наружной стороны присоединен металлический каркас и сплошное остекление из стеклопакетов.

На черепные бруски арок кортов в одном уровне с шагом около 1,5 м опираются разрезные прогоны сечением 140×420 мм, по которым уложено покрытие из прозрачных панелей многокамерного поликарбоната толщиной 40 мм. К прогонам панели закреплены внизу саморезами и по длине специальными кляммерами. Над помещениями АБК устроено совмещенное многослойное покрытие между прогонами, которые с шагом 650 мм опираются этажно на арки. Кровля над покрытием выполнена из панелей поликарбоната толщиной 25 мм и длиной до 25 м, закрепленного к нижним прогонам саморезами, по пролету – кляммерами, позволяющими температурные деформации до 15 см.

Пространственная жесткость каркаса всего сооружения обеспечивается связевыми блоками через 30 м. Связи выполнены крестовыми из стальных гладких стержней $\varnothing 20$ мм и деревянных распорок между парами арок.

Общий вид теннисного корта представлен на рис. 1.

Особенности конструкций каркаса

Интерес представляют сборные большепролетные двухшарнирные арки каркаса. Двухшарнирная схема арок обеспечивает более равномерное распределение усилий и более рациональное распределение материала по пролету в сравнении с трехшарнирной

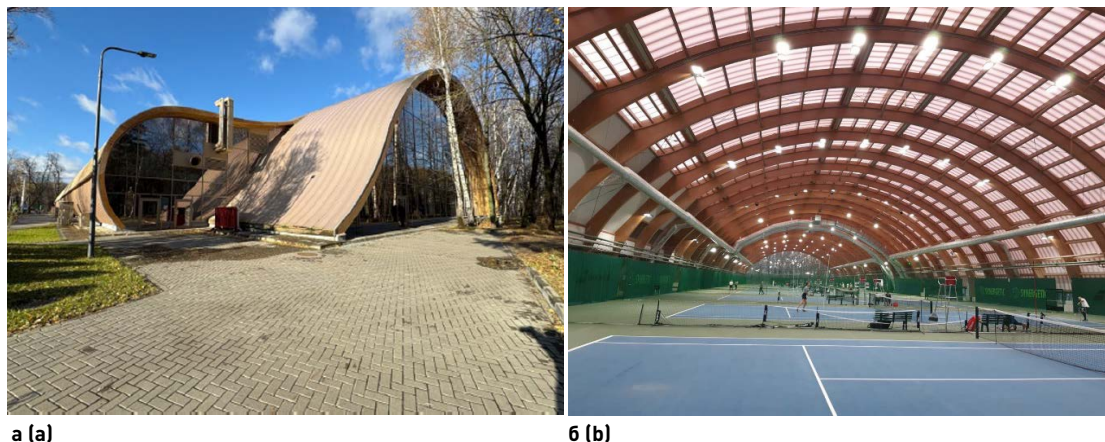


Рис. 1. Общий вид теннисного центра «Спартак»: а – снаружи; б – в интерьере
Fig. 1. General view of the Spartak Tennis Center: a – exterior; b – interior

схемой. При больших пролетах особое значение имеет сборность конструкции по длине, состоящей из элементов, удобных в изготовлении и транспортировке. Последнее имеет особенную актуальность для России, поскольку основные предприятия по производству клееных конструкций находятся в европейской части. Проблема сборных большепролетных конструкций была решена благодаря разработке и исследованиям в ЦНИИСК конструкции жестких стыков на наклонно вклеенных стержнях (система ЦНИИСК) [2]. Жесткие стыки системы ЦНИИСК обеспечивают равнопрочные соединения с основным сечением. Они не имеют видимых на поверхности металлических деталей, что важно как по эстетическим соображениям, так и с точки зрения повышения огнестойкости. Скрытые в толще клееного пакета вклеенные стержни являются армирующими зону соединения, повышают сдвиговую прочность стыкуемых элементов. В сравнении с традиционными соединениями на нагелях и болтах, прочность соединений на наклонно вклеенных в древесину стержнях на порядок выше. Это позволило не только улучшить дизайн стыка, но и снизить расход стали. Такие стыки применены в сборных арках теннисного центра. Двухшарнирные арки по длине состоят из трех клееных блоков длиной около 17,5 м. Блоки по торцам снабжены закладными деталями, которые присоединены к древесине на стержнях Ø 20 класса А400, вклеенных эпоксидным клеем ЭД-20 с добавлением маршалита. На монтаже закладные детали стыкуемых блоков сваривались с помощью накладок. Основные усилия в стыке воспринимаются закладными деталями и передаются через наклонные стержни на древесину. Перерезывающие силы в стыке воспринимаются V-образным анкером, вклеенным в торцы стыкуемых блоков. Зазор между торцами допускает рихтовку при сборке и заполняется полимерным раствором, который обладает высокой прочностью на сжатие и хорошей адгезией к древесине.

Поскольку в стыках арок изгибающий момент может изменять знак, то конструкция стыка принята симметричной относительно нейтральной оси сечения. Алгоритм расчета жестких стыков клееных деревянных конструкций приведен в статье А.А. Погорельцева [3]. Поперечный разрез каркаса теннисного центра и конструкция жесткого стыка арки показаны на рис. 2.

Система вклеенных стержней ЦНИИСК используется для всех основных конструктивных решений узлов каркаса теннисного центра. В частности, по данной системе устроен узел опирания вогнутой балки между корпусами, на арку АБК (рис. 2б). В узле закладная деталь балки на вклеенных стержнях при сборке сваривалась с закладной деталью на арке. Возможность сварки закладных деталей в деревянных конструкциях была доказана в ЦНИИСК экспериментально и опытом применения на многих объектах в России [1].

Особенность конструкций центра состоит в использовании наклонного и поперечного армирования вклеенными стержнями несущих конструкций для предупреждения возможного образования и компенсации трещин при эксплуатации. Такое армирование применено в опорных узлах арок, стоек фахверков, в опорах с подрезками прогонов и др.

К особенностям и недостаткам объекта следует отнести малоуклонную форму крыши над АБК и выбор материала кровли из панелей поликарбоната толщиной 25 мм, на которой образование снеговых мешков приводит к тотальным протечкам, увлажнению утеплителя в покрытии и деревянных прогонов, а также разрушению огнезащиты на них. Это обстоятельство явилось одной из причин проведения комплексных обследований несущих конструкций.

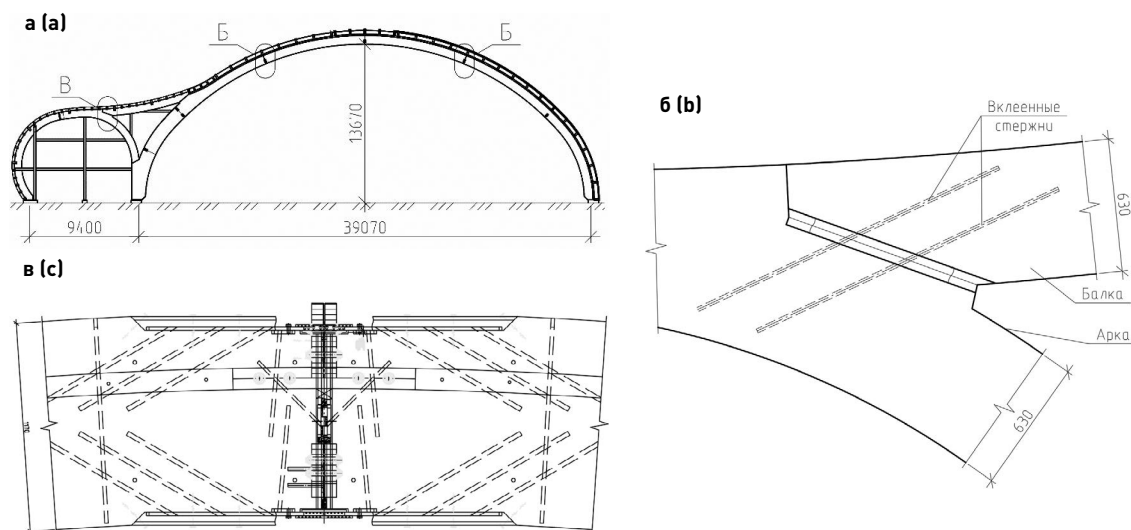


Рис. 2. Схемы: а – каркаса здания центра; б – узла опирания на арку; в – жесткого стыка
Fig. 2. Schemes for the following: a – the frame of the Center building; b – the arch support node; c – the rigid joint

Арочное покрытие в коньке теннисных кортов устроено также безуклонным, что приводит к застою осадков и протечкам. Здесь ситуация усложняется из-за температурных деформаций в стыках панелей покрытия. Деформации верхних панелей на длине 6 м могут достигать 23 мм зимой и 20 мм летом. Деформации нижних панелей на скатах длиной около 25 м могут достигать около 15 см, что усложняет эксплуатацию покрытия в стыках.

С целью устранения дефектов крыши кортов вдоль конька над панелями поликарбоната разработана скатная надстройка с обшивкой из фанеры и кровлей мембраны. Деформации поликарбоната в коньке снижаются за счет его утепления от перегрева солнцем.

На крыше АБК разработана каркасная надстройка для плоской скатной крыши с уклоном 13° в зоне снегового мешка с устройством кровли из мембраны, инертной к панелям поликарбоната, который укладывается поверх мембраны с целью сохранения общего вида кровли.

Элементы методики и результаты натурных обследований

Методика обследований разработана на основании положений ГОСТ 31937-2011 [4] с учетом особенностей объекта и конструкций и включает следующее: сплошное освидетельствование опорных зон и узлов всех арок и стоек фахверков каркаса с оформлением дефектных ведомостей; сплошной осмотр всех жестких стыков с помощью квадрокоптера и непосредственный для стыков с дефектами; выборочный осмотр прогонов и распорок; круглосуточную недельную запись параметров режима эксплуатации с помощью электронных логгеров; лабораторное определение эффективности огнезащиты по ГОСТ Р 53292-2009 [5] на образцах из конструкций; послойное измерение влажности древесины; проведение поверочных расчетов конструкции с учетом дефектов и др.

В результате обследования приопорных зон и узлов из 35 арок только в 25 отсутствовали дефекты, в остальных отмечены несквозные трещины от усушки древесины на боковых гранях от 1 до 5 шт., глубиной до 100 мм вдоль клеевых швов, длиной от 0,3 до 3 м. Все трещины ограничены по концам маяками для возможности при последующих обследованиях установить их состояние развития или стабилизации.

Распределение влажности древесины арок по глубине составляет около 7,5 до 10%, что свидетельствует об отсутствии развития процесса усушки. Характерные дефекты конструкций приведены на рис. 3. Все дефекты находятся в зоне, армированной наклонно вклеенными стержнями, и опасности не представляют.

В жестких стыках арок из 72 шт. в 11 обнаружено по одной-две несквозные трещины от усушки древесины длиной от 0,2 до 2 м в третях высоты сечения, то есть в зоне наклонно вклеенных арматурных стержней, которые не представляют опасности. Зазоров по линии стыков не отмечено. Поверочные расчеты, с учетом дефектов, подтверждают работоспособное состояние обследуемых арок с жесткими стыками. В арке, где в стыке отмечены в одной ветви сквозные трещины, потребуется инструментальный мониторинг при максимальной снеговой нагрузке или экспериментальное подтверждение резервов прочности путем испытания фрагмента стыка с аналогичными дефектами на изгиб до разрушения. Общий вид жесткого стыка с дефектами в арке по оси 33 приведен на рис. 4.

Замеры стрелы прогибов арок при отсутствии снеговой нагрузки не выявили остаточных деформаций и подтвердили упругую работу стыков арок в целом.

В трехшарнирных арках соседнего пролета АБК также обнаружены дефекты усушечного характера, но в меньшем количестве, чем в конструкциях кортов. На лучшем состоянии этих арок сказываются более благоприятные условия эксплуатации и тонкие ламели (16 мм), используемые при склеивании гнутых элементов большой кривизны, при радиусах изгиба около 4 м. Влажность древесины арок в наружных слоях составила в среднем 10%, на глубине



а (a)



б (b)

Рис. 3. Усушечные трещины в опорной зоне арки по оси 16 (a) и в стойке фахверка по оси 37 (b)

Fig. 3. Shrinkage cracks in the arch support area at axis 16 (a) and in the truss strut at axis 37 (b)



Рис. 4. Сквозные трещины усушки в стыке арки по оси 33
Fig. 4. Through shrinkage cracks in the arch joint along axis 33

40 мм – 12 %. Относительная влажность воздуха – 37 %. Разность послойной влажности древесины (около 2 %) находится на безопасном уровне и свидетельствует об остановке процесса усушки древесины. Однако малоуклонный участок крыши над АБК и ее криволинейная форма привели к образованию снеговых мешков и протечек кровли из панелей поликарбоната. Протечки увлажняют пирог покрытия и прогоны, разрушают огнезащитное покрытие и создают условия для биопоражения древесины. Устранять ситуацию предполагается путем изменения очертания крыши и путем замены кровли на кровлю из мембраны, более надежную при малых уклонах.

Состояние прогонов, распорок торцовых фахверков кортов определялось выборочно и не отличалось от состояния арок, в них также имели место усушечные несквозные трещины и расслоения. Поверочные расчеты подтверждают достаточную прочность этих конструкций с дефектами.

Двухнедельная круглосуточная запись режима эксплуатации несущих конструкций теннисного центра показала, что в среднем относительная влажность внутреннего воздуха не превышала 28 %, что не соответствует требованиям норм [5] (рис. 5).

Отклонения влажности воздуха внутри помещения от требуемого явились основной причиной образования дефектов клееной древесины в виде трещин от усушечных деформаций.

Для визуальной оценки состояния клееных конструкций в опорных зонах арок все дефекты зафиксированы маяками, по изменению параметров и количеству которых во времени можно судить о динамике и стабилизации ситуации.

Результаты исследований эффективности огнезащитного покрытия («Пирилакс К-45») по ГОСТ Р 53292-2009 [5] показали вспучивание состава на всех образцах без обугливания и горения древесины. Толщина защитного слоя в среднем составила около 45 мкм, толщина кокса при вспучивании составила 4 мм. Качество покрытия на арках в целом соответствует



Рис. 5. График колебаний влажности воздуха во времени
Fig. 5. Fluctuations in air humidity over time

требованиям [4], за исключением локальных мест с протечками в кровле, где отмечено шелушение и изменение цвета защитного состава [5].

Поверочные расчеты клееных деревянных конструкций, с учетом несквозных усушечных трещин в сечениях, подтвердили достаточные запасы сдвиговой прочности. Наличие в арках с дефектами конструктивного армирования в торцевых зонах и по длине сборных элементов обеспечивает им безотказную эксплуатацию в дальнейшем.

Выводы и рекомендации

Опыт применения сборных большепролетных двухшарнирных деревянных арок с жесткими стыками системы ЦНИИСК в теннисном центре показывает целесообразность их применения в спортивных сооружениях при обеспечении требований [6] по влажности воздуха не ниже 40 %. Основной причиной образования дефектов клееных конструкций объекта является несоответствие режима эксплуатации требованиям [7], в частности это касается относительной влажности воздуха в отопительный период, особенно в первый год после сдачи объекта, когда явления усушки проявляются наиболее интенсивно.

Поверочные расчеты конструкций, с учетом несквозных усушечных трещин в сечениях, и наличие конструктивного армирования показали достаточный резерв прочности на сдвиг и подтвердили работоспособное состояние несущих арок [7].

Для поддержания клееных конструкций в работоспособном состоянии рекомендовано в объекте установить систему автоматического увлажнения внутреннего воздуха.

Обеспечение периодического мониторинга несущих конструкций с характерными дефектами при максимальной снеговой нагрузке позволит оценить их текущее состояние и принять своевременные меры по сохранности конструкций.

Для устранения дефектов кровли, связанных с формой покрытия и особенностями температурных деформаций панелей поликарбоната, разработан проект каркаса скатов крыши с большим уклоном и применение дополнительного слоя кровли из мембраны на малоуклонных участках крыши.

Список литературы

1. Касабян Л.В., Турковский С.Б., Пятикрестовский К.П., Щепеткина Е.Н., Дементьева О.Н., Саяпин В.В. Стыковое соединение клееных деревянных конструкций: Авторское свидетельство SU 857379 A1. Опубл. 23.08.1981.
2. Погорельцев А.А., Турковский С.Б. Аквапарки и бассейны с конструкциями из клееной древесины и узлами на клеенных стержнях системы ЦНИИСК. Москва: Издательство АСВ; 2024.
3. Погорельцев А.А. Расчет растянутых стыков КДК на клеенных стержнях. Строительная механика и расчет сооружений. 2013;(4):27–33.
4. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Москва: Стандартинформ; 2014.
5. ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний. Москва: Стандартинформ; 2009.
6. Ломакин А.Д., Погорельцев А.А. Комплексная защита несущих клееных деревянных конструкций. Вестник НИЦ «Строительство». 2020;25(2):77–88. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-2\(25\)-77-88](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-2(25)-77-88).
7. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. Москва: Минстрой России; 2017.
8. СП 382.1325800.2017. Конструкции деревянные клееные на клеенных стержнях. Методы расчета. Москва: Стандартинформ; 2018.
9. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ [интернет]. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=475858>.
10. Закон г. Москвы № 35 от 11.07.2007 «О мониторинге особых объектов нежилого фонда г. Москвы» [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/3674793>.
11. Турковский С.Б., Погорельцев А.А., Преображенская И.П. Клееные деревянные конструкции с узлами на клеенных стержнях в современном строительстве (система ЦНИИСК). Москва. Стройматериалы; 2013.

References

1. Kasabyan L.V., Turkovskij S.B., Pyatikrestovskij K.P., Shchepetkina E.N., Dementeva O.N., Sayapin V.V. Butt-joint of glued wood structures. Author's certificate No. SU 857379 A1. Publ. date 23.08.1981. [In Russian].
2. Pogoreltsev A.A., Turkovsky S.B. Water parks and swimming pools with structures made of glued timber and joints on glued rods of the TsNIISK system. Moscow: ASV Publ.; 2024. [In Russian].
3. Pogoreltsev A.A. Calculation of stretched joints of wooden structures on glued rods. Structural Mechanics and Analysis of Constructions. 2013;(4):27–33. [In Russian].
4. State Standard 31937-2011. Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition. Moscow: Standartinform Publ.; 2014. [In Russian].
5. State Standard R 53292-2009. Fire retardant compositions and substances for wood. General requirements. Test methods. Moscow: Standartinform Publ.; 2009. [In Russian].

6. Lomakin A., Pogoreltsev A. Complex protection of bearing glued timber structures. Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction. 2020;25(2):77-88. (In Russian). [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-2\(25\)-77-88](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-2(25)-77-88)
7. SP 64.13330.2017. Timber structures. Updated version of SNiP II-25-80. Moscow: The Ministry of Construction of Russia; 2017. (In Russian).
8. SP 382.1325800.2017. Glued laminated wooden structures on glued rods. Calculation methods. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
9. Federal Law No. 384-FZ of 30.12.2009 "Technical regulations on the safety of buildings and structures" [internet]. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=475858>. (In Russian).
10. Law of the city of Moscow No. 35 of 11.07.2007 "On monitoring special objects of the non-residential fund of the city of Moscow" [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/3674793>. (In Russian).
11. Turkovsky S.B., Pogoreltsev A.A., Preobrazhenskaya I.P. Glued timber structures with nodes on glued rods in modern construction (TsNIISK systems). Moscow: Stroymaterialy Publ.; 2013. (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Станислав Борисович Турковский, д-р тех. наук, заведующий сектором несущих деревянных конструкций лаборатории несущих деревянных конструкций, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: tsniiskldk@yandex.ru

Stanislav B. Turkovskiy, Dr. Sci. (Engineering), Head of the Sector of Load-Bearing Wooden Structures, Laboratory of Load-Bearing Wooden Structures, Research Institute of Building Constructions (TSNIISK) named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: tsniiskldk@yandex.ru

Никита Чеславович Андрыщак[✉], студент направления подготовки «Строительство», Российский университет транспорта, Москва

e-mail: nandryshchak@gmail.com

Nikita Ch. Andryshchak[✉], Student, the Construction program, Russian University of Transport (MIIT), Moscow

e-mail: nandryshchak@gmail.com

Владимир Олегович Стоянов, канд. тех. наук

e-mail: stoianov-kdk@yandex.ru

Vladimir O. Stoyanov, Cand. Sci. (Engineering)

e-mail: stoianov-kdk@yandex.ru

[✉]Автор, ответственный за переписку / Corresponding author