

А.Л. АЛТУХОВ✉, Л.Г. СЕРГЕЕВА, Р.Ш. ШАРИПОВ

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство»,
2-я Институтская ул., д. 6, к. 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ПОДХОДЫ К УСИЛЕНИЮ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА «ЦЕНТР СКАЛОЛАЗАНИЯ»

Аннотация

Строительство спортивных сооружений с использованием монолитного железобетона приобрело в последнее время устойчивую тенденцию к своему развитию. Этому во многом способствовало развитие нормативной базы проектирования, а также современных строительных технологий. В то же время практика внедрения монолитных конструкций показывает, что зачастую имеет место некачественное производство строительных работ. На примере возводимого здания Центра скалолазания показаны основные дефекты и отклонения, допущенные в железобетонных конструкциях.

Одними из главных дефектов являлись зафиксированные повреждения коротких консолей главных пилонов сооружения, на которые опираются большепролетные фермы покрытия. Обследование показало, что в результате возникло недопустимое техническое состояние указанных элементов. Для приведения конструкций к нормативному уровню технического состояния была разработана и реализована конструкция усиления опорных узлов ферм, которая описана в тексте статьи.

Ключевые слова: монолитный железобетон, короткая консоль, бетон, арматура, обследование, дефекты, усиление

Для цитирования: Алтухов А.Л., Сергеева Л.Г., Шарипов Р.Ш. Некоторые результаты технического обследования и подходы к усилению монолитных железобетонных конструкций спортивного комплекса «Центр скалолазания» // *Бетон и железобетон*. 2023. № 2 (616). С. 40–49. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-2\(616\)-40-49](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-2(616)-40-49)

Вклад авторов

Алтухов А.Л. – руководитель проекта, анализ результатов, подготовка статьи.

Сергеева Л.Г. – участие в проектных работах, подготовка статьи.

Шарипов Р.Ш. – участие в проектных работах, подготовка статьи.

Финансирование

Статья подготовлена по результатам научно-исследовательской работы, выполненной по договору с заказчиком.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 13.02.2023

Поступила после рецензирования 10.03.2023

Принята к публикации 16.03.2023

A.L. ALTUKHOV✉, L.G. SERGEEVA, R.Sh. SHARIPOV

Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev,
JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 5, Moscow, 109428,
Russian Federation

SOME RESULTS OF THE TECHNICAL SURVEY AND APPROACHES TO STRENGTHENING OF THE MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF THE SPORTS COMPLEX "CLIMBING CENTER"

Abstract

The construction of sports facilities using cast-in-place reinforced concrete has recently acquired a steady trend towards its development. This was largely facilitated by the development of the regulatory framework for design, as well as modern construction technologies. At the same time, the practice of implementing monolithic structures shows that there is often a low-quality production of construction works. The main defects and deviations made in reinforced concrete structures are shown on the example of the Climbing Center building under construction.

One of the main defects was the recorded damage to the corbels of the main pylons of the structure, on which the large-span trusses rest. The survey showed that the result was an unacceptable technical condition of these elements. In order to bring the structures to the standard level of technical condition, a design for strengthening the support nodes of the trusses was developed and implemented, which is presented in the text of the article.

Keywords: cast-in-place reinforced concrete, corbel, concrete, reinforcing steel, inspection, defects, strengthening

For citation: Altukhov A.L., Sergeeva L.G., Sharipov R.Sh. Some results of the technical survey and approaches to strengthening of the monolithic reinforced concrete structures of the sports complex "Climbing Center". *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2023, no. 2 (616), pp. 40–49. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-2\(616\)-40-49](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-2(616)-40-49)

Author contribution statements

Altukhov A.L. – project manager, analysis of the results, preparation of the article.

Sergeeva L.G. – participation in design work, preparation of an article.

Sharipov R.Sh. – participation in design work, preparation of an article.

Funding

The article was prepared based on the results of research work carried out under an agreement with the customer.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Received 13.02.2023

Revised 10.03.2023

Accepted 16.03.2023



Рис. 1. Архитектурный облик Центра скалолазания
Fig. 1. Architectural appearance of the Climbing Center

Объект исследования представляет собой строящееся здание Центра скалолазания, расположенное по адресу: г. Москва, ул. 3-я Песчаная, д. 2 (рис. 1). Сооружение по своему назначению является спортивным.

Данный строительный объект главным образом выполнен в монолитном железобетоне и имеет высоту до 7 этажей (см. план 7-го этажа на рис. 2), включая подвал. В представленной проектной документации указано, что все несущие конструкции рассматриваемого сооружения запроектированы с учетом требований технических регламентов, норм проектирования и стандартов [1–13].



Рис. 2. План несущих конструкций 7-го этажа (стальные фермы условно не показаны)
Fig. 2. The plan of the bearing structures of the 7th floor (steel trusses are conditionally not shown)

Конструктивная система здания – каркасно-стенная (смешанная). Несущие конструкции фундаментных плит, стен, пилонов, плит перекрытия и покрытия (преимущественно) выполнены из монолитного железобетона. Конструкции покрытия в зонах второго света на уровне 7-го этажа выполнены из стальных ферм пролетом 15, 18, 21 и 36 м.

На момент проведения работ по обследованию строительство объекта не завершено, объект не введен в эксплуатацию. Работа по обследованию была выполнена в соответствии с техническим заданием, которым, в связи с определенными конструктивными решениями проекта, повлекшими за собой непредусмотренные строительные работы, была зафиксирована необходимость проведения строительной организацией дополнительных работ. Обследование выполнялось с учетом требований соответствующих нормативно-технических документов [14–21]. К настоящему времени по результатам обследования были выполнены работы по разработке технических решений для проекта усиления в связи с выявленными дефектами и недоработками в проектной документации, по которым в настоящее время выполняется комплекс работ по усилению железобетонных конструкций.

При обследовании особое внимание было уделено конструкциям железобетонных консолей пилонов, на которые опираются металлические фермы покрытия, имеющие наибольшее значение для обеспечения требуемой безопасности и эксплуатационной пригодности всего здания. Для данных конструкций выполнено детальное инструментальное обследование, которое заключалось в определении их геометрических параметров, выполнении испытаний по определению прочности бетона неразрушающими методами, уточнении фактических параметров армирования, крепления закладных деталей, узлов опирания металлоконструкций на них и др.

Выявленные при обследовании дефекты, повреждения и несоответствия монолитных железобетонных конструкций главным образом были связаны с отклонениями от проектной конструкции узла опирания большепролетных стальных ферм на короткие консоли железобетонных пилонов на уровне 7-го этажа (рис. 3).

Так, в качестве наиболее характерных отклонений в исполнении указанных узлов сопряжения можно выделить следующие:

- опорный торец фермы не имеет непосредственного опирания на консоль, сдвиг опорного ребра в сторону цифровых осей;
- опорный торец фермы и опорное ребро опираются на консоль через металлические вставки (пластины, арматура), опирание фермы выполнено преимущественно на край консоли со значительным снижением площади опирания;
- опорный торец фермы и опорное ребро опираются на консоль через не отцентрированные металлические вставки (арматура, пластины) с подъемом до 50 мм;
- наплывы бетона, раковины, каверны, сколы бетона, оголение арматуры, коррозия арматуры, механические повреждения арматуры, перерезка основной и дополнительной арматуры коротких консолей;
- оголение арматуры, коррозия арматуры и анкеров закладной опорной пластины, перекося закладной опорной пластины, наличие инородных включений в бетоне, разуплотнение бетона;
- жесткое закрепление (приварка) ферм к закладным деталям, опорные узлы которых для принятой конструкции пилонов должны быть подвижны.

Кроме того, в ряде вертикальных конструкций пилонов были зафиксированы отклонения от вертикали в размере до 103 мм, которые превосходили допускаемые СП 70.13330.2012 [6] значения.

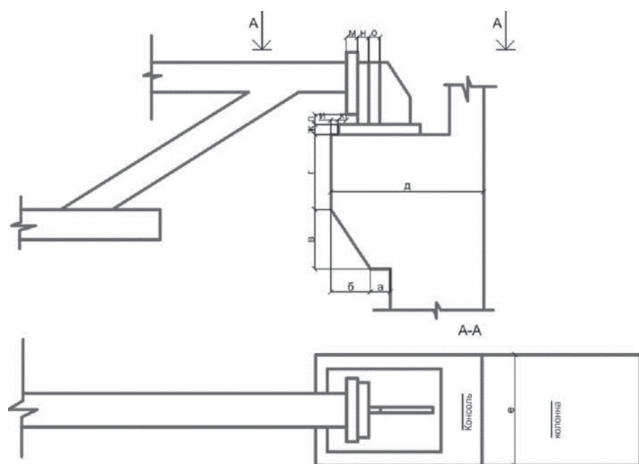


Рис. 3. Проектная конструкция узла опирания стальных ферм на короткие консоли монолитных пилонов

Fig. 3. Design of the steel truss support on short consoles of monolithic pylons unit by project

Конструкция стальных ферм в зоне опирания на короткие консоли пилонов была выполнена так, что место сопряжения растянутого подкоса и верхнего сжатого пояса фермы у опоры по факту оказалось существенно ближе к шарнирной скользящей опоре фермы (рис. 4), чем это было предусмотрено проектным решением (рис. 3). По этой причине некоторые фермы при монтаже не вписывались в имевшиеся пролеты, поэтому растянутый подкос начинал опираться на короткую консоль с соответствующим нарушением требуемой схемы опирания и работы стальных ферм (рис. 5).

Для проведения беспрепятственного монтажа ферм строительная организация произвела срезку части выступающих в пролет коротких консолей железобетонных пилонов на различную глубину вплоть до их почти полного удаления (пример представлен на рис. 6). При этом фермы стали вписываться в существующие пролеты. Однако после этого возникли другие проблемы. Первой из них стала чрезмерная близость опор стальных ферм к обрезу консолей (см. рис. 6а), которая могла привести к существенной концентрации напряжений в бетоне под опорой фермы с опасностью существенной деформации закладных деталей и последующему риску соскальзывания опоры фермы с короткой консоли.

Другой проблемой стало нарушение проектной конструкции армирования коротких консолей, которая показана на рис. 6. Так, после проведенной срезки выступающих частей консолей во время строительно-монтажных работ была перерезана как основная арматура консоли у ее верхней грани, так и поперечные горизонтальные хомуты, расположенные по высоте консоли. В результате была полностью нарушена работа указанной арматуры. Кроме того, были перерезаны опорные закладные детали консолей.



Рис. 4. Фактическая конструкция узла опирания стальных ферм на короткие консоли пилонов

Fig. 4. The actual design of the steel truss support on short pylon consoles unit



а



б

Рис. 5. Фотофиксация монтажа стальной фермы (а) с демонстрацией опорной части фермы (б), не вписывающейся в проектные размеры узла опирания на короткие консоли пилонов

Fig. 5. Photofixation of the installation of a steel truss (а) with a demonstration of the supporting part of the truss (б), which does not fit into the design dimensions of the support on short pylon consoles unit



а



б

Рис. 6. Пример конструкции узла опирания стальных ферм на срезанные участки коротких консолей пилонов

Fig. 6. An example of the design of a steel truss support on cut sections of short pylon consoles unit

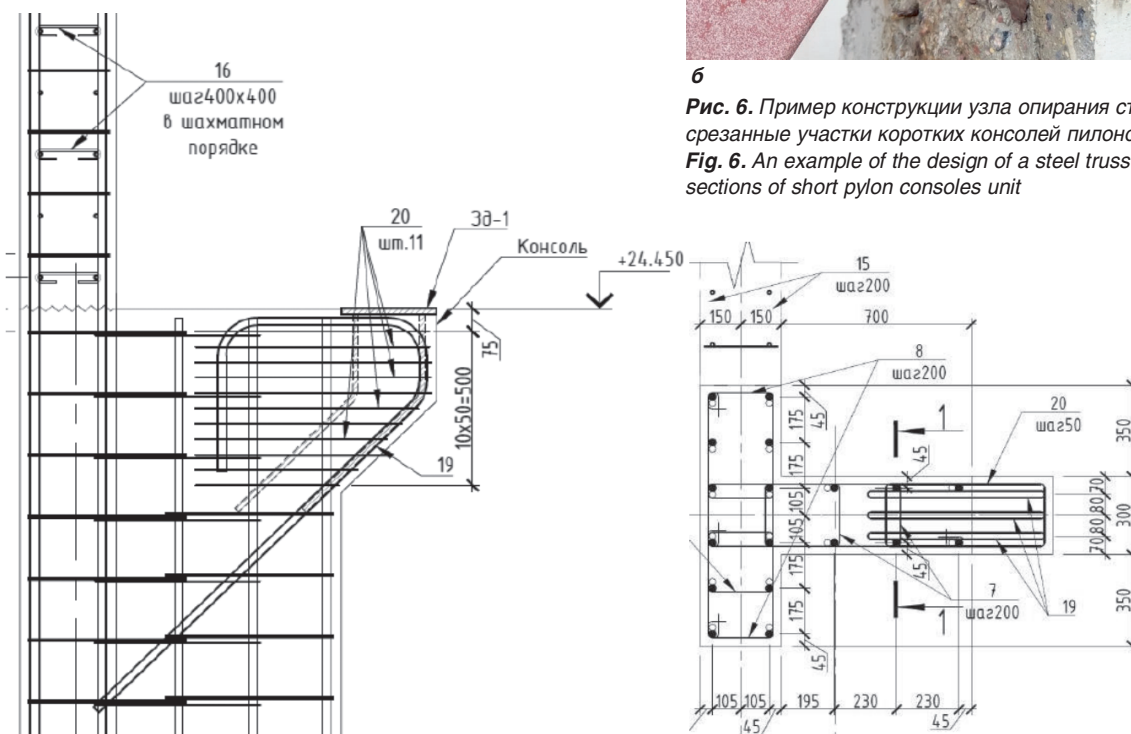


Рис. 7. Проектная конструкция армирования коротких консолей

Fig. 7. Design of reinforcement of short consoles by project

Проектное решение армирования изначально уже содержало некоторый недостаток, который заключался в том, что основная арматура консоли (3Ф25А500С), расположенная у верхней плоскости короткой консоли и анкерующаяся в растянутом бетоне, была законструирована не вполне удачно. Так, в соответствии с Приложением Ж СП 63.13330.2018 [5] основное армирование у верхней грани консоли доводится горизонтально в направлении противоположной грани пилона (рис. 8) на длину анкеровки от расчетного сечения.

В случае если длины зоны анкеровки основной арматуры по горизонтали оказывается недостаточно, производят загиб горизонтальной арматуры на 90 градусов с образованием вертикального отгиба у противоположной от консоли грани поперечного сечения (см., например, рис. 10.2 СП 63.13330.2018 [5]). Тогда конструкция армирования коротких консолей может быть принята в соответствии, например, с рекомендациями Еврокода-2 [22] (рис. 9).

В рассматриваемом проектом решении коротких консолей могла быть реализована рекомендованная СП 63.13330.2018 [5] конструкция с горизонтальным расположением основной и дополнительной арматуры вплоть до противоположной грани, так как ширина поперечного сечения пилона (1000 мм) вполне позволяла произвести такое конструирование. В результате от проектного расчетного сечения до конца анкеруемых отгибами стержней расстояние составляет около 750 мм, что менее основной длины анкеровки (1035 мм). Соответственно, арматура не была заведена за расчетное сечение на требуемую длину анкеровки.

После полученных результатов обследования

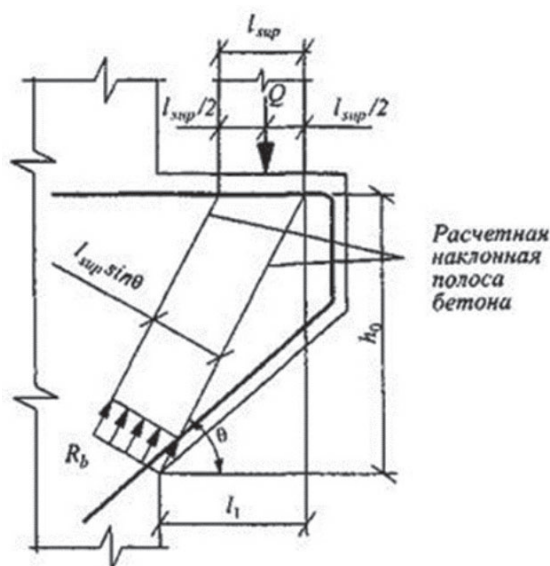


Рис. 8. Расчетная схема и конструирование основного армирования короткой консоли
Fig. 8. Design scheme and construction of the main reinforcement of the short console

была произведена оценка прочности коротких консолей с учетом произведенных повреждений арматуры и закладных деталей.

Работа коротких железобетонных консолей призвана обеспечить восприятие действующих поперечных сил для обеспечения прочности по наклонной сжатой полосе между грузом и опорой и при действии изгибающего момента по СП 63.13330.2018 [5] в соответствии с моделью наклонных сечений.

Прочность по наклонной полосе характеризуется максимальным значением поперечной силы, которое может быть воспринято наклонной полосой, находящейся под воздействием сжимающих усилий вдоль полосы и растягивающих усилий от поперечной арматуры, пересекающей наклонную полосу. При этом прочность бетона определяют по сопротивлению бетона осевому сжатию с учетом влияния сложного напряженного состояния в наклонной полосе по формулам (1) и (2).

Расчет коротких консолей на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной сжатой полосе между грузом и опорой производили из условия (Ж.1) Приложения Ж СП 63.13330.2018 [5] по формуле:

$$Q \leq 0,8 R_b b l_{sup} \sin^2 \theta (1 + 5\alpha \mu_w), \quad (1)$$

где Q – поперечная сила в нормальном сечении элемента;

l_{sup} – длина площадки опирания фермы вдоль вылета консоли;

θ – угол наклона расчетной сжатой полосы бетона к горизонтали;

μ_w – коэффициент армирования хомутами, расположенными по высоте консоли.

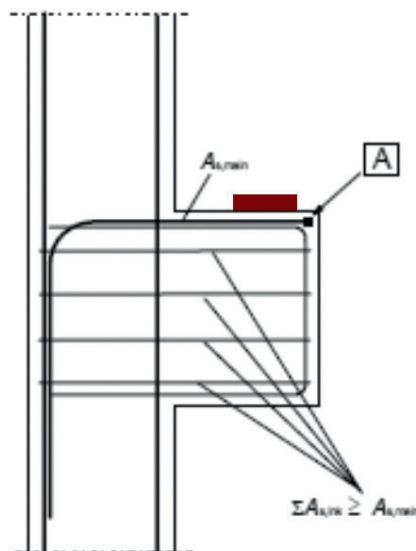


Рис. 9. Конструкция основного и дополнительного армирования короткой консоли, принимаемая в соответствии с Еврокодом-2
Fig. 9. The design of the main and additional reinforcement of the short console in accordance with Eurocode-2

Кроме того, производили расчет по наклонному сечению на действие изгибающего момента из условия (Ж.2) Приложения Ж СП 63.13330.2018 [5] по формуле:

$$Q \frac{l_1}{h_0} \leq R_s A_s. \quad (2)$$

Расчеты коротких консолей производили в предположении отсутствия перерезанной основной арматуры консоли и перерезанных хомутов, расположенных по высоте консоли. Расчеты показали, что прочность консоли по каждому из указанных выше условий не обеспечивается.

Кроме того, была проведена проверка напряжений сжатия в бетоне в местах передачи нагрузки на консоль согласно требованиям п. Ж.1 Приложения Ж СП 63.13330.2018 [5]. Расчет показал, что вследствие сосредоточенной передачи нагрузки от ферм в условиях отсутствия закладных деталей напряжения в бетоне превосходили расчетное сопротивление бетона смятию.

Таким образом, с учетом полученных результатов технического состояния коротких консолей и произведенных на их основании поверочных расчетов, согласно [2, 14], категория технического состояния несущих коротких консолей характеризуется снижением несущей способности, при котором существует опасность для пребывания людей и сохранности конструкций и оборудования. Данное техническое состояние было квалифицировано как недопустимое, соответственно представлялось необходимым проведение усиления железобетонных коротких консолей.

На последующем этапе работ совместно со специалистами ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко было под-

готовлено проектное решение усиления рассматриваемых опорных узлов. Конструкцией усиления (рис. 10, 11) предусматривается перераспределение вертикальной нагрузки с ребер опорных узлов ферм на дополнительно привариваемые вертикальные стальные пластины. Указанные дополнительные пластины в свою очередь опираются на дополнительные стальные кронштейны, жестко соединенные с железобетонными пилонами и стенами, которые передают основную нагрузку от опор фермы. Таким образом, поврежденные железобетонные короткие консоли в части восприятия действующей сосредоточенной нагрузки усиливаются новыми элементами в виде стальных кронштейнов.

Несмотря на достаточность прочности консоли непосредственно под опорными «ножами» ферм, существовала опасность соскальзывания ферм с консолей при упругой работе каркаса здания от поперечных сил в колоннах, что усугублялось наличием вертикального деформационного шва на всю высоту здания по середине зала с пролетом 36 м (поперек ферм).

Оценка величины силы трения между опорным узлом фермы и закладной деталью показала, что она существенно ниже возникающих в колоннах поперечных сил. Строители при обрезке коротких консолей, вероятно, предполагали вероятность соскальзывания ферм, для чего сваркой зафиксировали опорные узлы ферм к остающимся после обрезки фрагментам пластин закладных деталей консолей. Расчеты, выполненные при комплексной оценке напряженно-

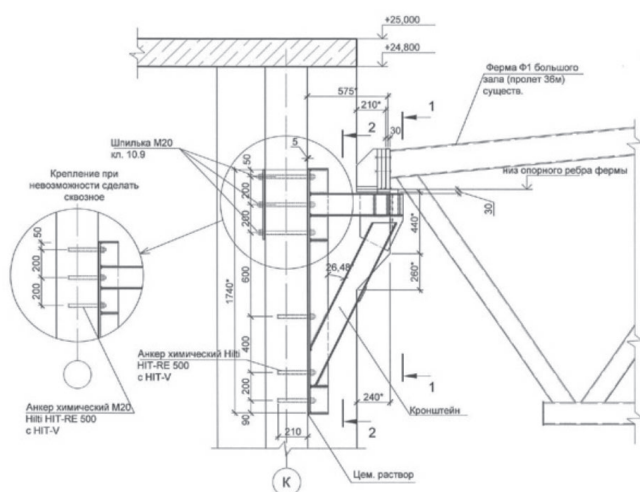


Рис. 10. Конструкция усиления коротких железобетонных консолей в составе пилонов

Fig. 10. Short reinforced concrete consoles of pylons reinforcement design

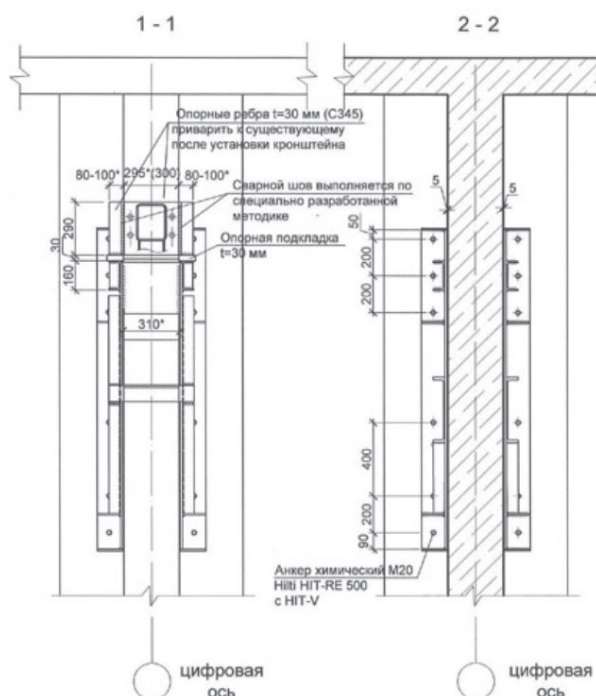


Рис. 11. Конструкция усиления коротких железобетонных консолей в составе пилонов (разрезы 1-1 и 2-2)

Fig. 11. Short reinforced concrete consoles of pylons reinforcement design (sections 1-1 and 2-2)



Рис. 12. Реализация проектной конструкции усиления коротких консолей железобетонных пилонов
Fig. 12. Implementation of the design of short consoles of reinforced concrete pylons reinforcement

деформированного состояния конструкций, показали, что при закреплении узлов ферм от горизонтальных смещений в них возникают непредусмотренные расчетом существенные горизонтальные усилия в верхнем поясе, вызывающие необходимость их учета при расчете ферм. Кроме того, в таких условиях необходимо дополнительно оценить способность закладных деталей коротких консолей сопротивляться сдвигу от реакции колонн.

Исходя из необходимости обеспечения подвижности опорного узла ферм, конструкция усиления была запроектирована таким образом, что обеспечиваются свободные горизонтальные перемещения опор ферм (рис. 12).

Выводы

1. Практика применения монолитных железобетонных конструкций на примере строящегося Центра скалолазания показывает возможность возникновения дефектов при строительстве. Подобные дефекты могут снижать несущую способность монолитных конструкций и конструктивных систем, выполняемых на их основе, а потому должны предупреждаться заранее на стадиях проектирования и строительства.

2. При проектировании каркасов зданий следует более тщательно осуществлять разработку расчетных моделей с оценкой возникновения подвижных узлов опирания, предусматривать последствия устройства жестких узлов соединений с последующим анализом возможности восприятия возникающих усилий другими несущими элементами конструктивной системы сооружения.

Кроме того, предлагается обратить внимание на недопустимость организации деформационных швов вдоль пролета при наличии стропильных конструкций (поперек шва), не учитывающих возможные значительные горизонтальные подвижки.

3. С целью исключения ситуаций с образованием недопустимого технического состояния конструкций рекомендуется в процессы проектирования зданий и сооружений из монолитного железобетона интегрировать этапы научно-технического сопровождения проектирования (НТСП) зданий и сооружений, а также научно-технического сопровождения их строительства (НТСС) при участии специализированных научных организаций.

Список литературы

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года): Федеральный закон от 25 декабря 2009 г. № 384-ФЗ. Москва, Кремль; 2009. № 384-ФЗ, (30.12.2009).
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Москва: Госстрой РФ; 2003.
3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Москва: Росстандарт; 2017.
4. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. Москва: Росстандарт; 2017.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Москва: Стандартинформ; 2019.
6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Москва: Минрегион России; 2013.
7. СП 72.13330.2016. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. Москва: Росстандарт; 2017.
8. СП 430.1325800.2018. Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования. Москва: Стандартинформ; 2019.
9. СП 435.1325800.2018. Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ. Москва: Стандартинформ; 2019.
10. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. Москва: Росстандарт; 2014.
11. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой

метод определения прочности. Москва: Стандартинформ; 2014.

12. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Москва: Стандартинформ; 2009.

13. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Москва: Росстандарт; 2015.

14. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Москва: Стандартинформ; 2014.

15. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. Москва: Стандартинформ; 2016.

16. ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Москва: Стандартинформ; 2019.

17. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. Москва: АО «ЦНИИПромзданий»; 2004. 275 с.

18. Пособие по практическому выявлению пригодности к восстановлению поврежденных строительных конструкций зданий и сооружений и способам их оперативного усиления. Москва: ОАО «ЦНИИПромзданий»; 1996. 99 с.

19. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. Москва: ОАО «ЦНИИПромзданий»; 2001. 101 с.

20. Методика оценки остаточного ресурса несущих конструкций зданий и сооружений. Методические рекомендации. Москва; 2018. 50 с.

21. Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций. Москва: НИИЖБ; 1972. 79 с.

22. European committee for standardisation. EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-1, General rules and rules for buildings.

References

1. Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij (s izmeneniyami na 2 iyulya 2013 goda): Federal'nyj zakon ot 25 dekabrya 2009 g. No. 384-FZ. Moscow, Kreml'; 2009. No. 384-FZ, (30.12.2009). (In Russian).

2. SP 13-102-2003. Pravila obsledovaniya nesushchikh stroitel'nykh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij. Moscow: Gosstroj RF; 2003. (In Russian).

3. SP 20.13330.2016. Loads and actions. Moscow: Rosstandart; 2017. (In Russian).

4. SP 28.13330.2017. Protection against corrosion of construction. Updated version of SNiP 2.03.11-85. Moscow: Rosstandart; 2017. (In Russian).

5. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).

6. SP 70.13330.2012. Load-bearing and separating constructions. Updated version of SNiP 3.03.01-87. Moscow: Minregion Rossii; 2013. (In Russian).

7. SP 72.13330.2016. Protection of buildings, facilities and structures against corrosion. Moscow: Rosstandart; 2017. (In Russian).

8. SP 430.1325800.2018. Monolithic structural systems. Design rules. Moscow: Standartinform; 2019. (In Russian).

9. SP 435.1325800.2018. Monolithic constructions of concrete and reinforced concrete. Rules of production and acceptance of work. Moscow: Standartinform; 2019. (In Russian).

10. State Standard 13015-2012. Concrete and reinforced concrete products for construction. General technical requirements. Rules for acceptance, marking, transportation and storage. Moscow: Rosstandart; 2014. (In Russian).

11. State Standard 17624-2012. Concrete. Ultrasonic method of strength determination. Moscow: Standartinform; 2014. (In Russian).

12. State Standard 15467-79. Product-quality control. Basic concepts. Terms and definitions. Moscow: Standartinform; 2009. (In Russian).

13. State Standard 27751-2014. Reliability for constructions and foundations. General principles. Moscow: Rosstandart; 2015. (In Russian).

14. State Standard 31937-2011. Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition. Moscow: Standartinform; 2014. (In Russian).

15. State Standard 22690-2015. Concretes. Determination of strength by mechanical methods of nondestructive testing. Moscow: Standartinform; 2016. (In Russian).

16. State Standard 18105-2018. Concretes. Rules for control and assessment of strength. Moscow: Standartinform; 2019. (In Russian).

17. Posobie po obsledovaniyu stroitel'nykh konstrukcij zdaniy. Moscow: AO "CNIIPromzdaniy". 2004. 275 p. (In Russian).

18. Posobie po prakticheskomu vyyavleniyu prigodnosti k vosstanovleniyu povrezhdennykh stroitel'nykh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij i sposobam ikh operativnogo usileniya. Moscow: ОАО "CNIIpromzdaniy". 1996. 99 p. (In Russian).

19. Rekomendacii po ocenke nadezhnosti stroitel'nykh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij po vneshnim priznakam. Moscow: ОАО "CNIIpromzdaniy". 2001. 101 p. (In Russian).

20. Metodika ocenki ostatochnogo resursa nesushchikh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij. Metodicheskie rekomendacii. Moscow; 2018. 50 p. (In Russian).

21. Rekomendacii po naturnym obsledovaniyam zhelezobetonnykh konstrukcij. Moscow: NIIZHB; 1972. 79 p. (In Russian).

22. European committee for standardisation. EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-1, General rules and rules for buildings.

**Информация об авторах /
Information about the authors**

Алексей Львович Алтухов✉, руководитель центра № 25 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: aaltuhov@cstroy.ru

Alexey L. Altukhov✉, Head of the Center No. 25, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: aaltuhov@cstroy.ru

Людмила Георгиевна Сергеева, главный специалист центра № 25 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Lyudmila G. Sergeeva, Chief Specialist of the Center No. 25, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

Равиль Шамильевич Шарипов, канд. техн. наук, заместитель директора по научной и производственной работе НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Ravil Sh. Sharipov, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Director for Scientific and Production Activities, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



23 – 26 апреля 2024

II МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНГРЕСС

Наука. Инновации. Цели. Строительство (МСК-2024)

сайт конгресса

www.forum-cstroy.ru

