

М.М. КОЗЕЛКОВ✉, А.В. ЛУГОВОЙ, 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, корп. 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО СТАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ С НЕСУЩЕЙ СИСТЕМОЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ПАВИЛЬОНА «АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ» АО «ВДНХ»

Аннотация

Введение. Все более широкое использование разнообразных современных архитектурных форм общественных сооружений массового пользования влечет за собой поиск соответствующих конструктивных решений, которыми должны обеспечиваться безопасность, эксплуатационная пригодность, а также долговечность несущих конструктивных систем и их элементов.

Цель. На примере запроектированного и уже возводимого выставочного павильона «Атомная энергия» на территории АО «ВДНХ» показан один из возможных вариантов решения сопряжения большепролетных конструкций покрытия с конструктивной системой из монолитного железобетона. Данный вариант сопряжения представляет собой заделанные в монолитные пилоны и диафрагмы жесткости опорные части стальных консольных ферм покрытия. Проведенные расчеты и конструирование показали соответствие нового решения сопряжения требованиям действующих норм по несущей способности, жесткости и трещиностойкости.

Материалы и методы. Посредством численного моделирования с применением различных расчетных комплексов, анализа опытных данных натурных моделей и их сопоставления с данными моделирования были получены исходные данные для конструирования основных несущих конструкций.

Результаты. В результате примененного комплексного подхода были получены и верифицированы исходные данные для конструирования основных несущих конструкций, имеющих нетиповые параметры поперечного сечения.

Выводы. В ходе проектирования несущего каркаса было произведено усовершенствование системы сопряжения большепролетных стальных ферм консольного типа с монолитными железобетонными конструкциями павильона «Атомная энергия» на территории АО «ВДНХ».

Ключевые слова: железобетонные конструкции, сталежелезобетонные конструкции, конструктивная система, бетон, арматура, консоль, колонна, диафрагма, плита перекрытия

Для цитирования: Козелков М.М., Луговой А.В., Шарилов Р.Ш. Конструктивное решение сопряжения большепролетного стального покрытия с несущей системой из монолитного железобетона павильона «Атомная энергия» АО «ВДНХ» // Бетон и железобетон. 2023. № 1 (615). С. 5–13. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-1\(615\)-5-13](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-1(615)-5-13)

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку публикации.

Финансирование

Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 16.12.2022

Поступила после рецензирования 27.01.2023

Принята к публикации 09.02.2023

M.M. KOZELKOV✉, A.V. LUGOVOY, 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

THE CONSTRUCTIVE SOLUTION FOR COUPLING A LARGE-SPAN STEEL COATING WITH A BEARING SYSTEM MADE OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE OF THE "ATOMIC ENERGY" PAVILION OF JSC "VDNH"

Abstract

Introduction. The increasing use of a variety of modern architectural forms of public buildings of mass use entails the search for appropriate design solutions that should ensure safety, serviceability, as well as the durability of load-bearing structural systems and their elements.

Aim. Using the example of the designed and already under construction exhibition pavilion "Atomic Energy" on the territory of JSC "VDNH", one of the possible solutions for the coupling of large-span roof system with a structural system of monolithic reinforced concrete is shown. This coupling option includes the supporting parts of the steel cantilever trusses of the roof embedded in monolithic pylons and bracing members. The calculations and detailing carried out showed that the new coupling solution meets the requirements of the current standards for load-bearing capacity, rigidity and crack resistance.

Materials and methods. By means of numerical modeling using various computational complexes, analysis of experimental data of full-scale models and their comparison with modeling data, the initial data for the construction of the main load-bearing structures were obtained.

Results. As a result of the applied integrated approach, the initial data for the construction of the main load-bearing structures with atypical cross-sectional parameters were obtained and verified.

Conclusions. During the design of the load-bearing frame, the system of coupling of large-span steel trusses of the cantilever type with monolithic reinforced concrete structures of the "Atomic Energy" pavilion on the territory of JSC "VDNH" was improved.

Keywords: reinforced concrete structures, steel-reinforced concrete structures, structural system, concrete, reinforcement, cantilever, column, bracing member, floor slab

For citation: Kozelkov M.M., Lugovoy A.V., Sharipov R.Sh. The constructive solution for coupling a large-span steel coating with a bearing system made of monolithic reinforced concrete of the "Atomic energy" pavilion of JSC "VDNH". *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2023. No. 1 (615), pp. 5–13. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-1\(615\)-5-13](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-1(615)-5-13)

Author contribution statements

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the article.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 16.12.2022

Revised 27.01.2023

Accepted 09.02.2023



Рис. 1. Архитектурное решение выставочного павильона «Атомная энергия»
Fig. 1. Architectural solution of the exhibition pavilion "Atomic Energy"

Проектируемый объект расположен в Северо-Восточном административном округе города Москвы на территории ВДНХ. Окружающая застройка: павильон № 18 «Белоруссия», павильон № 17 «Лесное хозяйство» (автор проекта – ООО «ЮНК Проект»). Здание павильона сформировано одним квадратным в плане объемом. Особенностью архитектурной композиции рассматриваемого сооружения является достижение максимальной прозрачности и естественной освещенности выставочной части внутреннего пространства (рис. 1), которое достигается путем применения светопрозрачных наружных ограждающих конструкций. Светопрозрачными конструкциями в плане здания ограничивается площадь павильона в зоне расположения большепролетных ферм покрытия консольного типа, которые имеют вылет до 47,2 м. Наружные габариты надземной части здания, не включая декоративные выступающие ламели и револьверные двери входов, козырьков, – 75 × 75 м. Высотная отметка основного фасада, ориентированного на главную аллею и расположенную рядом площадь, – 12,5 м. Высотное завершение – от 12,5 до 20 м. Количество этажей – 7, из них – 3 этажа подземных и 4 этажа надземных.

Все железобетонные конструкции сооружения выполнены из монолитного железобетона. Внутреннее пространство павильона по диагонали разделено двумя железобетонными стенами, раскрепленными железобетонными балками и дисками перекрытий [1].

Стены и пространство между ними отделяют входной остекленный холл от залов многоцелевого назначения. Образованный стенами атриум является внутренним коммуникационным пространством. Стены также являются частью конструкции, к которой крепится консольная часть кровли. В состав павильона входят следующие помещения по назначению:

- залы многоцелевого назначения;
- помещения предприятия общественного питания;
- помещения офисов;
- технические помещения;
- складские помещения.

Проектирование сооружения осуществлялось в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов, федеральных законов, постановлений и распоряжений правительства [1–22].

Уровень ответственности здания КС-3 (здание с повышенным уровнем ответственности), так как оно относится к уникальным зданиям и сооружениям в соответствии с ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» [15]. Коэффициент надежности по ответственности принят равным $\gamma_n = 1,1$. Здание запроектировано I-й степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности СО в соответствии со ст. 28 № 123-ФЗ [4].

В соответствии с первоначальным конструктивным решением опирание консольных ферм производилось по достаточно гибким колоннам (рис. 2, 3). Передача на колонны усилий с нижнего и верхнего поясов консольных ферм приводила к возникновению в колоннах значительных изгибающих моментов и поперечных сил (рис. 4), которые приводили к недостаточной несущей способности колонн по нормальным и наклонным сечениям. Во избежание дефицита прочности несущих конструкций решения опорных зон ферм были перепроектированы.

Так, была усилена зона опирания путем продления ферм в направлении залов многофункционального назначения вплоть до второй монолитной диагонально расположенной стены. В пределах зоны продления были запроектированы монолитные диафрагмы, которые образовали жесткое соединение

диагонально ориентированных стен. Кроме того, были приняты более развитые поперечные сечения колонн у диагональных стен с размерами поперечного сечения 900×900 мм и 900×1500 мм в диагональных стенах, а также сталежелезобетонные колонны 900×1500 мм со стальным прямоугольным сердечником 700×1200 т = 80 мм. Диагональная железобетонная стена толщиной 600 мм и опорная диагональная железобетонная стена фермы были приняты толщиной 800 мм.

План скорректированного технического решения монолитных конструкций зоны опирания представлен на рис. 5, а вид сбоку поперек направления вылета консольных ферм – на рис. 6.

Основные материалы для устройства монолитных конструкций по скорректированному техническому

решению были приняты следующими: фундаментная плита (толщиной 1,5 м) выполнена из бетона класса по прочности на сжатие В40, марок по водонепроницаемости W12 и морозостойкости F₃₀₀. Стены и колонны приняты из бетона класса В60, а балочные перекрытия – из бетона класса В40.

После этого были проведены расчеты несущей конструктивной системы павильона с учетом неупругих деформаций бетона и арматуры, принимая во внимание образование и раскрытие эксплуатационных трещин в железобетонных конструкциях. Расчеты включали: установление действующих усилий и перемещений во всех элементах, расчет на устойчивость конструктивной системы (устойчивость формы и положения, устойчивость на всплытие – по требованию экспертизы), оценку сопротивляемости

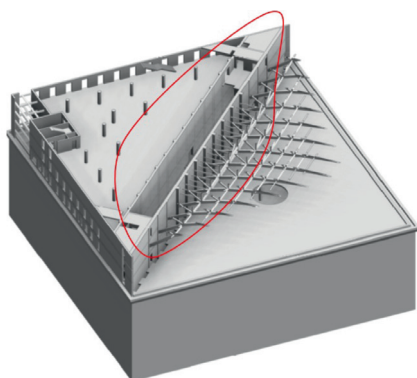


Рис. 2. Первоначальный вариант части конструктивной системы в зоне сопряжения стальных ферм с монолитными конструкциями (общий вид)

Fig. 2. The initial version of a part of the structural system in the coupling zone of steel trusses with monolithic structures (general view)

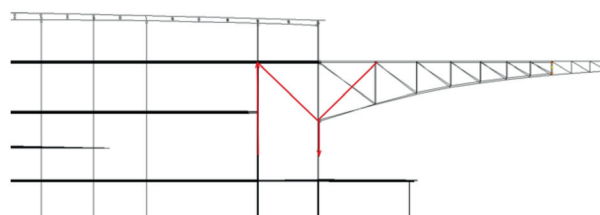


Рис. 3. Первоначальный вариант фрагмента расчетной схемы части конструктивной системы в зоне сопряжения стальных ферм с монолитным каркасом

Fig. 3. The initial version of the fragment of the design scheme of a part of the structural system in the coupling zone of steel trusses with a monolithic frame

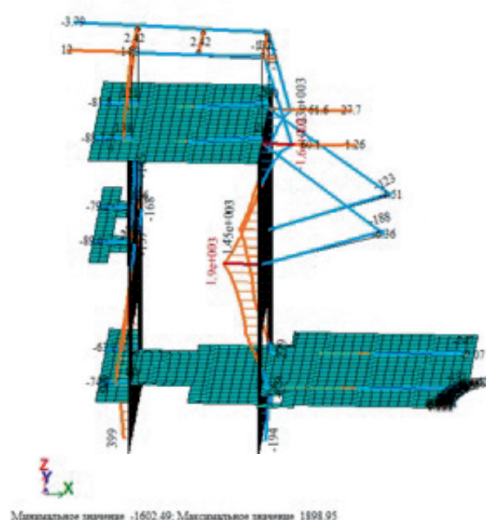


Рис. 4. Эпюры продольных сил в сжатых и растянутых элементах стальных ферм, а также поперечных сил в монолитных колоннах в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции

Fig. 4. Diagrams of longitudinal forces in compressed and stretched elements of steel trusses, as well as transverse forces in monolithic columns in the area of support of steel trusses on monolithic structures

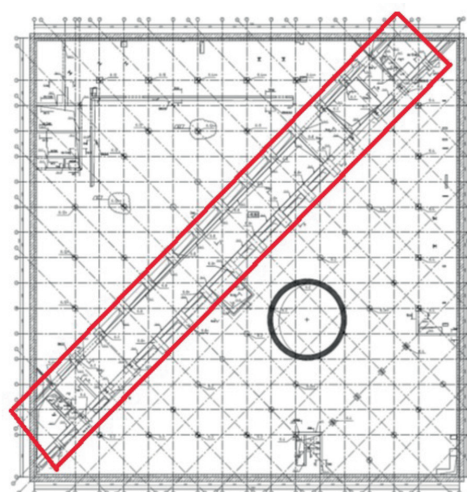


Рис. 5. Скорректированное техническое решение проекта части конструктивной системы в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции (план)

Fig. 5. Adjusted technical solution of the design of a part of the structural system in the area of the support of steel trusses on monolithic structures (plan)

конструктивной системы прогрессирующему разрушению. Кроме того, производился расчет железобетонных и стальных конструкций всего павильона. Расчет железобетонных конструкций производился по предельным состояниям двух групп: по несущей способности (по прочности и устойчивости) и по эксплуатационной пригодности (по трещиностойкости и деформациям). При этом расчет на устойчивость колонн и стен производился в рамках расчета по прочности с учетом влияния продольного изгиба, а также в рамках расчета конструктивной системы по деформированной схеме. Расчет по деформациям выполнялся в рамках расчета статически неопределимой конструктивной системы. Расчеты конструктивной системы выполнялись методом конечных элементов с использованием программных комплексов «Лира», а также «Атена», реализующим в своем расчетном аппарате применение объемных конечных элементов.

Особенно тщательно подходили к расчетам узлов сопряжения стальных ферм с монолитными конструкциями, а также к расчету монолитных колонн и перекрытий в зонах примыкания к узлам сопряжения стальных и железобетонных элементов. Все указанные узлы были смоделированы с использованием в расчетах двух независимых программных комплексов. На рис. 7 показана схема узла сопряжения, которая была перенесена в расчетную конечно-элементную схему всего сооружения. Фрагмент конечно-элементной модели с узлом сопряжения, представленный в объемных конечных элементах, приведен на рис. 8.

Ранее уже обращалось внимание на данный узел сопряжения, как на наиболее ответственный элемент примененной конструктивной системы. С учетом сложной работы узла сопряжения для него дополнительно была произведена оценка прочности наиболее нагруженных элементов плит перекрытий, стен

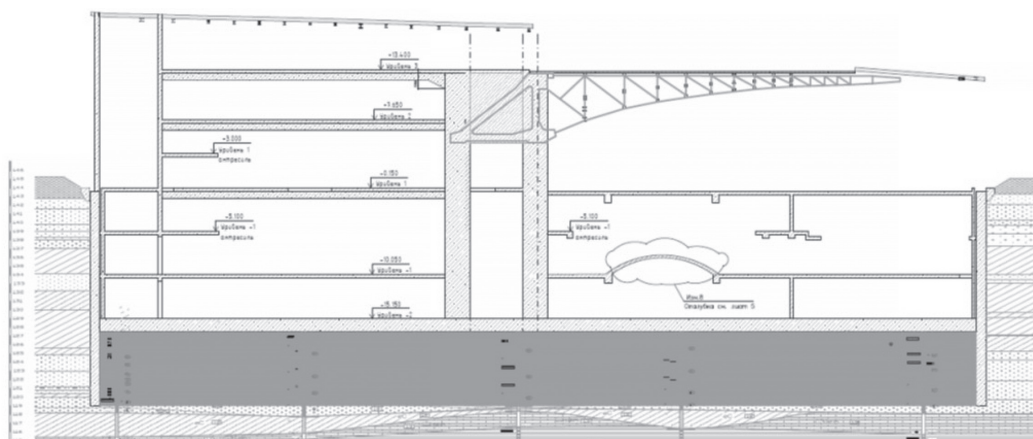


Рис. 6. Скорректированное техническое решение проекта части конструктивной системы в зоне сопряжения консольных ферм с монолитными конструкциями (вид сбоку)

Fig. 6. Adjusted technical solution of the design of a part of the structural system in the interface area of cantilever trusses with monolithic structures (side view)

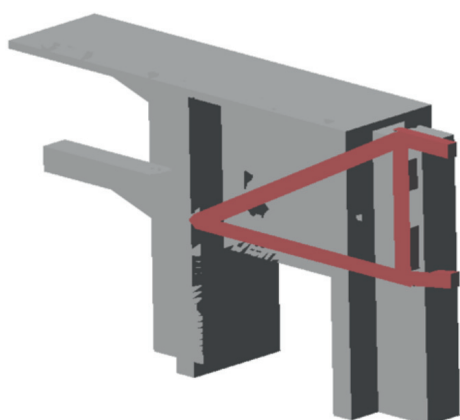


Рис. 7. Схема принятого узла сопряжения в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции (общий вид)

Fig. 7. Diagram of the adopted coupling node in the area of support of steel trusses on monolithic structures (general view)

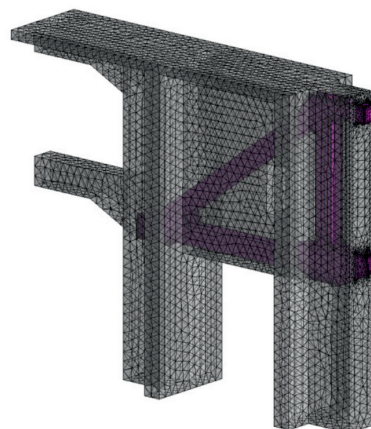


Рис. 8. Конечно-элементная модель узла сопряжения в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции

Fig. 8. Finite element model of the coupling node in the area of support of steel trusses on monolithic structures

и диафрагм жесткости. Так, для плит перекрытий прочность выделенных элементов рассчитывалась при совместном действии изгибающих и крутящих моментов на основании обобщенных уравнений предельного равновесия (пп. 8.1.53–8.1.54 [11]):

$$(M_{x,ult} - M_x) \cdot (M_{y,ult} - M_y) - M_{xy}^2 \geq 0; \quad (1)$$

$$M_{x,ult} \geq M_x; \quad (2)$$

$$M_{y,ult} \geq M_y; \quad (3)$$

$$M_{xy,ult} \geq M_{xy}, \quad (4)$$

где M_x , M_y , M_{xy} – изгибающие и крутящие моменты, действующие на выделенный плоский элемент;

$M_{x,ult}$, $M_{y,ult}$, $M_{xy,ult}$ – предельные изгибающие и крутящие моменты, воспринимаемые выделенным элементом.

Значения предельных изгибающих моментов $M_{x,ult}$ и $M_{y,ult}$ определяли из расчета нормальных сечений, перпендикулярных осям X и Y , плоского выделенного элемента с продольной арматурой, параллельной осям X и Y , согласно указаниям пп. 8.1.1–8.1.13 [11].

Значения предельных крутящих моментов вычисляли по бетону $M_{bxy,ult}$ и по растянутой продольной арматуре $M_{sxy,ult}$ по формулам:

$$M_{bxy,ult} = 0,1R_b b^2 h, \quad (5)$$

где b и h – меньший и больший размеры соответственно плоского выделенного элемента;

$$M_{sxy,ult} = 0,5R_s (A_{sx} + A_{sy})h_0, \quad (6)$$

где A_{sx} и A_{sy} – площади сечения продольной арматуры в направлении осей X и Y ;

h_0 – рабочая высота поперечного сечения плиты.

Расчеты по прочности плоских выделенных элементов наиболее нагруженных диафрагм и стен на действие поперечных сил выполнялись в соответствии с п. 8.1.55 [11] из условия:

$$\frac{Q_x}{Q_{x,ult}} + \frac{Q_y}{Q_{y,ult}} \leq 1, \quad (7)$$

где Q_x и Q_y – поперечные силы, действующие по боковым сторонам плоского выделенного элемента;

$Q_{x,ult}$ и $Q_{y,ult}$ – предельные поперечные силы, воспринимаемые плоским выделенным элементом.

Значения предельных поперечных сил определяют по формуле:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_{sw}, \quad (8)$$

где Q_b и Q_{sw} – предельные поперечные силы, воспринимаемые соответственно бетоном и поперечной арматурой и определяемые по формулам:

$$Q_b = 0,5R_{bt}bh_0; \quad (9)$$

$$Q_{sw} = q_{sw}h_0, \quad (10)$$

где q_{sw} – интенсивность поперечного армирования, определяемая по формуле (п. 8.59 [11]).

Кроме того, производили расчет диафрагм и стен в своей плоскости из условий, основанных на обобщенных уравнениях предельного равновесия:

$$(N_{x,ult} - N_x)(N_{y,ult} - N_y) - N_{xy}^2 \geq 0; \quad (11)$$

$$N_{x,ult} \geq N_x; \quad (12)$$

$$N_{y,ult} \geq N_y; \quad (13)$$

$$N_{xy,ult} \geq N_{xy}; \quad (14)$$

где N_x , N_y и N_{xy} – нормальные и сдвигающие силы, действующие по боковым сторонам плоского выделенного элемента;

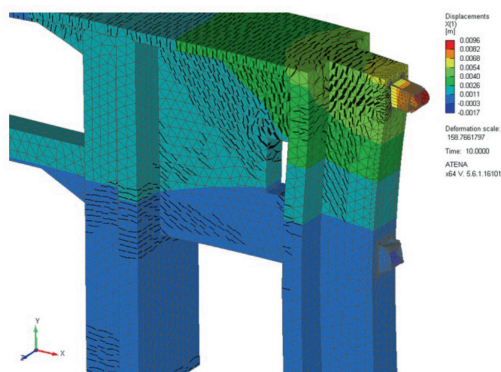


Рис. 9. Горизонтальные деформации узла сопряжения в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции

Fig. 9. Horizontal deformations of the coupling node in the area of support of steel trusses on monolithic structures

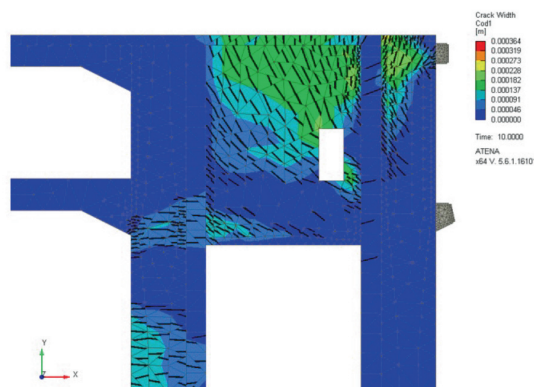


Рис. 10. Участки образования и ширина раскрытия эксплуатационных трещин узла сопряжения в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции

Fig. 10. Areas of formation and width of opening of operational cracks of the coupling node in the zone of support of steel trusses on monolithic structures

$N_{x,ult}$, $N_{y,ult}$ и $N_{xy,ult}$ — предельные нормальные и сдвигающие силы, воспринимаемые плоским выделенным элементом.

Значения предельных нормальных сил $N_{x,ult}$ и $N_{y,ult}$ определяли из расчета нормальных сечений, перпендикулярных осям X и Y , плоского выделенного элемента с вертикальной и горизонтальной арматурой, параллельной осям X и Y , согласно указаниям пп. 8.1.14–8.1.19 [11].

Перечисленные выше расчеты с применением обобщенных уравнений предельного равновесия показали, что условия прочности рассмотренных участков диафрагм и стен, а также плит перекрытий в зоне сопряжений стальных ферм покрытия с монолитными конструкциями удовлетворяются.

Расчеты по устойчивости принятой конструктивной системы здания показали, что минимальное значение коэффициента запаса по устойчивости формы сооружения, рассчитанное с учетом возможности образования трещин и неупругих деформаций в бетоне и арматуре, составило 2,14, что превышает установленные нормами требования (> 2). В расчетах на прогрессирующее разрушение полученное значение коэффициента запаса по устойчивости также удовлетворяет требованиям норм.

Кроме того, в соответствии с пп. 8.1.43 и 8.1.44 [11] были выполнены расчеты на местное сжатие участков колонн, на которые производится опирание стальных консолей, имея в виду приложение сжимающих сил на ограниченной площади нормально к поверхности железобетонного элемента. Расчеты показали, что условия прочности на местное сжатие удовлетворяются.

На рис. 9 и 10 справочно приведены изополя соответственно деформаций элементов узла и расчетных значений ширины раскрытия трещин в различных

сечениях, характеризующие напряженно-деформированное состояние элементов конструкции рассматриваемого узла сопряжения.

В настоящее время заканчивается возведение несущих строительных конструкций сооружения (рис. 11, 12).

Выводы

1. В ходе проектирования несущего каркаса было произведено усовершенствование системы сопряжения большепролетных стальных ферм консольного типа с монолитными железобетонными конструкциями павильона «Атомная энергия» на территории АО «ВДНХ». Расчеты усовершенствованной несущей конструктивной системы, а также ее элементов показали, что после произведенных корректив технических решений сопряжений монолитных конструкций со стальными консольными фермами выполняются требования действующих норм по двум группам предельных состояний.

2. В дальнейшем перспектива развития подобных конструктивных решений сопряжения стальных покрытий с монолитными железобетонными конструкциями видится в применении сталежелезобетонных вертикальных конструкций, использование которых позволит более эффективно воспринять вертикальные сжимающие усилия в колоннах. Для растянутых участков диафрагм жесткости и плит перекрытий, а также получающих растягивающие напряжения железобетонных колонн в последующей практике проектирования представляется целесообразным применение постнапряженных железобетонных конструкций, растянутая предварительно напряженная арматура которых позволит более эффективно обеспечить восприятие возникающих растягивающих усилий.



Рис. 11. Общий вид узлов сопряжения в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции до бетонирования
Fig. 11. General view of the coupling nodes in the area of the support of steel trusses on monolithic structures before concreting



Рис. 12. Общий вид узлов сопряжения в зоне опирания стальных ферм на монолитные конструкции до бетонирования
Fig. 12. General view of the coupling nodes in the area of the support of steel trusses on monolithic structures before concreting

Список литературы

1. Расчетно-пояснительная записка по объекту: «Павильон «Атомная энергия» на территории АО «ВДНХ», расположенный по адресу: г. Москва, ул. Проспект Мира, вл. 119, стр. 19, общей площадью 20 000 кв. м. в пределах земельного участка с кадастровым номером 77:02:0018011:8467».
2. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».
3. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
4. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения с изменениями на 25 июня 2012 года (в действующей редакции)».
6. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
7. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (в редакции, актуальной с 17 декабря 2016 г., с изменениями и дополнениями, внесенными в текст, согласно постановлениям Правительства РФ: от 29.09.2015 г. № 1033, от 07.12.2016 г. № 1307).
8. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р «О перечне национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
9. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Москва: Стандартинформ; 2017.
10. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Москва: Минстрой России; 2014.
11. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. Москва: Минстрой России; 2013.
12. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Москва: Минрегион России; 2011.
13. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. Москва: Минстрой России; 2017.

14. СП 468.1325800.2019. Бетонные и железобетонные конструкции. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности. Москва: Стандартинформ; 2020.
15. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Москва: Стандартинформ; 2015.
16. ГОСТ 7473-2010. Смеси бетонные. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2012.
17. ГОСТ 10060-2012. Бетоны. Методы определения морозостойкости. Основные требования. Москва: Стандартинформ; 2014.
18. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Москва: Стандартинформ; 2013.
19. ГОСТ 10181-2014. Смеси бетонные. Методы испытаний. Москва: Стандартинформ; 2015.
20. ГОСТ 14098-2014. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры. Москва: Стандартинформ; 2015.
21. ГОСТ 10922-2012. Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязанные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ; 2013.
22. ГОСТ 12730.0-78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости. Москва: Стандартинформ; 1980.

References

1. Raschetno-poyasnitel'naya zapiska po ob'ektu: «Pavil'on «Atomnaya ehnergiya» na territorii AO «VDNKH», raspolozhennyj po adresu: g. Moskva, ul. Prospekt Mira, vl. 119, str. 19, obshchej ploshchad'yu 20 000 kv. m. v predelakh zemel'nogo uchastka s kadastrovym nomerom 77:02:0018011:8467».
2. Federal'nyj zakon ot 29 dekabrya 2004 g. No. 190-FZ «Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii».
3. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 30 dekabrya 2009 g. No. 384-FZ «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij».
4. Federal'nyj zakon ot 22.07.2008 g. No. 123-FZ «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharnoj bezopasnosti».
5. Federal'nyj zakon ot 30.03.1999 g. No. 52-FZ «O sanitarno-ehpidemiologicheskom blagopoluchii naseleniya s izmeneniyami na 25 iyunya 2012 goda (deystvuyushchej redakcii)».
6. Postanovlenie pravitel'stva RF ot 16 fevralya 2008 g. No. 87 «O sostave razdelov proektnoj dokumentacii i trebovaniyakh k ikh soderzhaniyu».
7. Postanovlenie pravitel'stva RF ot 26 dekabrya 2014 g. No. 1521 «Ob utverzhdenii perechnya nacional'nykh standartov i svodov pravil (chastej takikh standartov i svodov pravil), v rezul'tate primeneniya

котorykh na obyazatel'noj osnove obespechivaetsya soblyudenie trebovanij federal'nogo zakona «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij» (v redakcii, aktual'noj s 17 dekabrya 2016 g., s izmeneniyami i dopolneniyami, vnesennymi v tekst, soglasno postanovleniyam pravitel'stva RF: ot 29.09.2015 g. No. 1033, ot 07.12.2016 g. No. 1307).

8. Rasporyazhenie pravitel'stva RF ot 21.06.2010 g. No. 1047-r «O perechne nacional'nykh standartov i svodov pravil (chastej takikh standartov i svodov pravil), v rezul'tate primeneniya kotorykh na obyazatel'noj osnove obespechivaetsya soblyudenie trebovanij federal'nogo zakona «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij».

9. SP 20.13330.2016. Loads and actions. Moscow: Standartinform; 2017 (in Russian).

10. SP 14.13330.2014. Seismic Building Design Code. Moscow: Ministry of Construction; 2014 (in Russian).

11. SP 63.13330.2012. Concrete and won concrete construction. Design requirements. Updated edition SNiP 52-01-2003. Moscow: Ministry of Construction; 2013 (in Russian).

12. SP 16.13330.2011. Steel structures. Updated edition SNiP II-23-81*. Moscow: Minregion Rossii; 2011 (in Russian).

13. SP 22.13330.2016. Soil bases of buildings and structures. Updated edition SNiP 2.02.01-83*. Moscow: Ministry of Construction; 2017 (in Russian).

14. SP 468.1325800.2019. Concrete and reinforced concrete structures. Rules for ensuring of fire resistance and fire safety. Moscow: Standartinform; 2020 (in Russian).

15. State Standart 27751-2014. Reliability for constructions and foundations. General principles. Moscow: Standartinform; 2015 (in Russian).

16. State Standart 7473-2010. Fresh concrete. Specifications. Moscow: Standartinform; 2012 (in Russian).

17. State Standart 10060-2012. Concretes. Methods for determination of frost-resistance. Moscow: Standartinform; 2014 (in Russian).

18. State Standart 10180-2012. Concretes. Methods for strength determination using reference specimens. Moscow: Standartinform; 2013 (in Russian).

19. State Standart 10181-2014. Concrete mixtures. Methods of testing. Moscow: Standartinform; 2015 (in Russian).

20. State Standart 14098-2014. Welded joints of reinforcement and inserts for reinforced concrete structures. Types, constructions and dimensions. Moscow: Standartinform; 2015 (in Russian).

21. State Standart 10922-2012. Welded reinforcing products and inserts, welded, lap and mechanical joints for reinforced concrete structures. General specifications. Moscow: Standartinform; 2013 (in Russian).

22. State Standart 12730.0-78. Concretes. General requirements for methods of determination of density, moisture content, water absorptions porosity and watertightness. Moscow: Standartinform; 1980 (in Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Михаил Михайлович Козелков✉, канд. техн. наук, руководитель центра № 22 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва
e-mail: centr22@mail.ru
тел.: 8 (910) 444-70-75

Michael M. Kozelkov✉, Cand. Sci. (Engineering), Head of the Center No. 22 of NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow
e-mail: centr22@mail.ru
tel.: 8 (910) 444-70-75

Антон Васильевич Луговой, инженер, главный конструктор центра № 22 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва
e-mail: centr22@mail.ru
тел.: 8 (910) 477-36-26

Anton V. Lugovoy, Engineer, Chief Designer of the Center No. 22 of NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow
e-mail: centr22@mail.ru
tel.: 8 (910) 477-36-26

Равиль Шамильевич Шарипов, канд. техн. наук, заместитель директора по научной и производственной работе НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва
e-mail: 1747724@mail.ru
тел.: 8 (499) 174-77-24

Ravil Sh. Sharipov, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Director for Research and Production Activities of NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow
e-mail: 1747724@mail.ru
tel.: 8 (499) 174-77-24

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author