

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА В СОЧИ

Проничкин Никита Романович

магистрант кафедры архитектуры.

Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук И.Н. Мальцева
ФГБОУ ВО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».
Россия, Екатеринбург, e-mail: Pronka-Industries@yandex.ru

УДК: 624.07

ББК: 38.5

Аннотация

Статья посвящена исследованию вопроса оптимизации системы металлических несущих конструкций в решении покрытия физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном в городе Сочи. Данный опыт в дальнейшем может быть тиражирован на проектирование большепролетных спортивных сооружений сложной формы в плане в городах по всей России, в том числе и сейсмических районах. Особое внимание было уделено отличительным факторам, характерным для проектирования и возведения плавательного бассейна на черноморском побережье, и их влияние на конструктивное решение здания.

Ключевые слова:

несущие конструкции, пространственная ферма, плавательный бассейн, большепролетные здания, проектирование спортивных объектов

Введение

Задача работы заключалась в поиске рационального конструктивного решения покрытия спортивных сооружений, возводимых в сложных климатических и геологических условиях. Объектом исследования и поиска оптимального решения покрытия стал физкультурно-оздоровительный комплекс «Центр художественной гимнастики им. Алины Кабаевой», расположенный в г. Сочи.

Сочи – это уникальный район России, где сошлись воедино все возможные благоприятные курортные и туристические факторы: теплое море и 300 солнечных дней в году, чистый горный воздух, целебные источники, питьевые минеральные воды и разнообразие исторических и природных памятников [1]. Адлерский район Сочи является местом проведения крупных международных форумов и мероприятий. Главная достопримечательность Адлера – олимпийские объекты, в которых проходили зимние Олимпийские игры 2014 г. Сочи очень привлекателен для туристов, но это очень сложный район для строительства, особенно для возведения уникальных зданий и сооружений.

Проектная задача

Проектируемый физкультурно-оздоровительный комплекс представляет собой гармоничное дополнение к уже существующему кластеру спортивных объектов. Это крытый многофункциональный объект, в состав которого входят помещения для занятий различными ви-

дами спорта, а также для проведения соревнований мирового уровня и проведения массовых физкультурно-оздоровительных мероприятий [2]. ФОК спроектирован как многоуровневое здание, состоящее из двенадцати корпусов, разделенных антисейсмическими швами шириной 100–200 мм. Максимальное количество этажей – пять, включая подземный. Комплекс состоит из двух объемов: параллелепипеда и разорванного кольца. Объемы связаны между собой наземными и подземными коридорами, переходами и галереями. Под всеми корпусами предусмотрен подземный этаж для технического оборудования и автостоянки с доступом в него по двум рассредоточенным въездным рампам (рис. 1).



Рис. 1. Ситуационный план физкультурно-оздоровительного комплекса. Автор – Н.Р. Проничкин

Необходимо было разработать оптимальное конструктивное решение покрытия над залом бассейна с размером чаши 25x11 м. Объект в плане представляет дугообразное здание, шириной 16,5 м, длина внешней дуги немного более 42 м, внутренней – около 30 м (рис. 2).

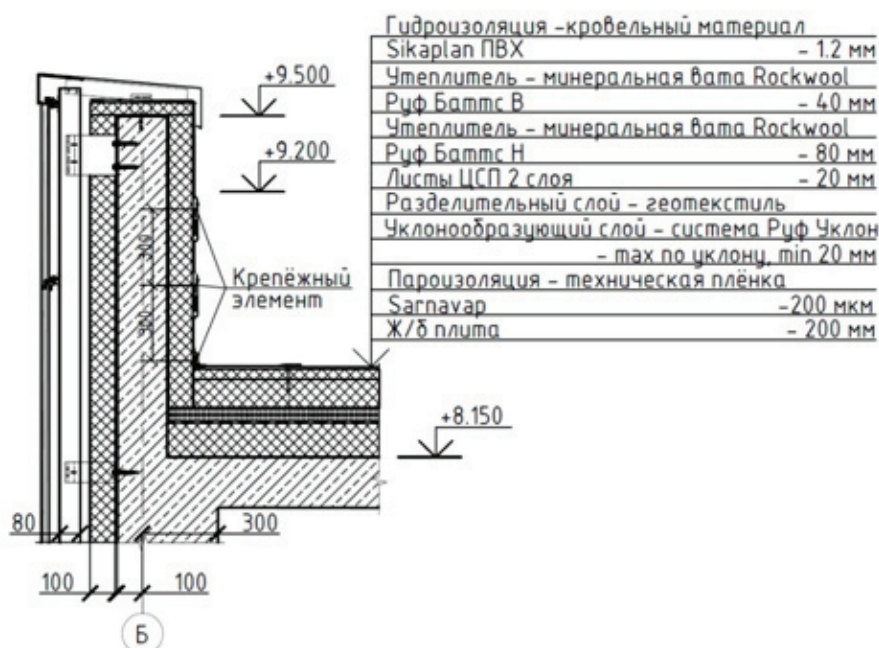


Рис. 2. Состав кровельного ковра. Автор – Н.Р. Проничкин

Методика расчета

Для корректного определения нагрузок на несущие конструкции покрытия необходимо было выполнить теплотехнический расчет тепловой оболочки здания, которая включает наружные стены с системой навесного вентилируемого фасада, многослойное покрытие, светопрозрачные конструкции фасадных окон и зенитных фонарей. Расчет выполнен в соответствии с нормативными документами, действующими на территории России: СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» с учетом функционального назначения секции – плавательный бассейн [3, 4]. Тепловая оболочка должна быть спроектирована без «мостиков холода», поэтому теплоизоляция принята двухслойной: нижний слой минераловатный утеплитель Rockwool Руф Баттс Н толщиной 80 мм; верхний минераловатный утеплитель Rockwool Руф Баттс В – 40 мм (рис. 2).

Материалом основного кровельного ковра является гидроизоляционная ПВХ мембрана «Sikaplan» толщиной 1,2 мм. Кроме того, что такой гидроизоляционный ковер имеет малый вес (снижение нагрузки на несущие конструкции покрытия), он имеет еще ряд преимуществ перед другими видами покрытия: сравнительно легкая технология укладки, большие площади без швов и стыков, паропроницаемый и др. На плане крыши показано расположение цепочки зенитных фонарей (рис. 3). В качестве несущей конструкции, перекрывающей внутреннее пространство плавательного бассейна, была принята металлическая ферма [5, 6].

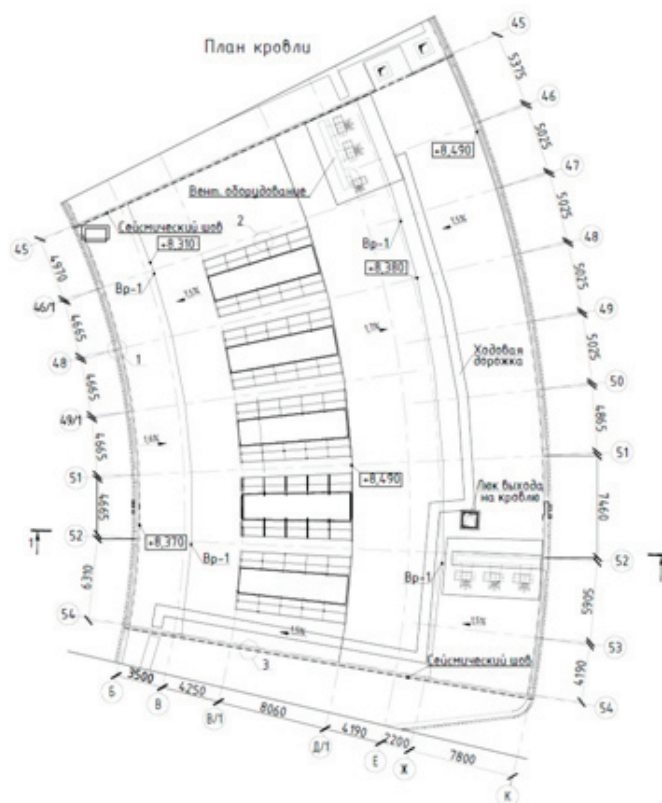


Рис. 3. План кровли. Автор – Н.Р. Проничкин

Ферма – стержневая система в строительной механике, остающаяся геометрически неизменяемой после замены ее жестких узлов шарнирными. В элементах фермы при отсутствии расцентровки стержней и внеузловой нагрузки возникают только усилия растяжения-сжатия. Фермы образуются из прямолинейных стержней, соединенных в узлах в геометрически неизменяемую систему, к которой нагрузка прикладывается только в узлах [7]. Расчетная схема строилась в программном комплексе Лира-САПР (рис. 4). Был выполнен сбор постоянных, временных

(кратковременных и длительных) и особых нагрузок [8–10]. К постоянным нагрузкам отнесен собственный вес, вес кровли, связей и зенитных фонарей. К временным длительно действующим нагрузкам относят нагрузку снеговую. Снеговой район – II [8]. Снеговая нагрузка рассчитывалась в соответствии с п.10 [8] с условиями: снеговые мешки на покрытии отсутствуют; близ расположенных зданий, защищающих покрытие от ветра, нет.

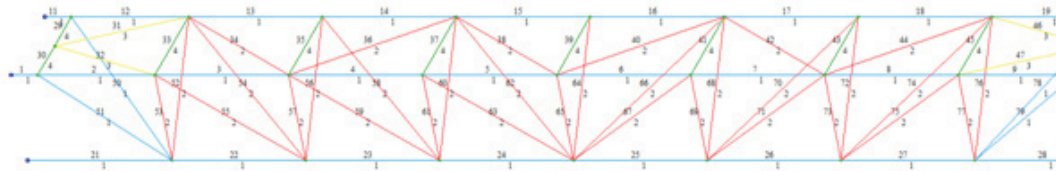


Рис. 4. Геометрическая схема пространственной фермы. Автор – Н.Р.Проничкин

План крыши проектируемой секции сложной формы. В расчетный участок попадает пологий пролет с фонарем в осях В/1-Д/1 (рис. 3). Данный участок кровли спроектирован без парапетов, угол наклона кровли $\alpha = 2\%$. Главной сложностью подсчета снеговой нагрузки являлось расположение зенитного фонаря по центру кровли, поэтому пришлось разделить расчетный участок на зоны А и С, а также на два варианта, как требует СП 20.13330.2016 (рис. 5).

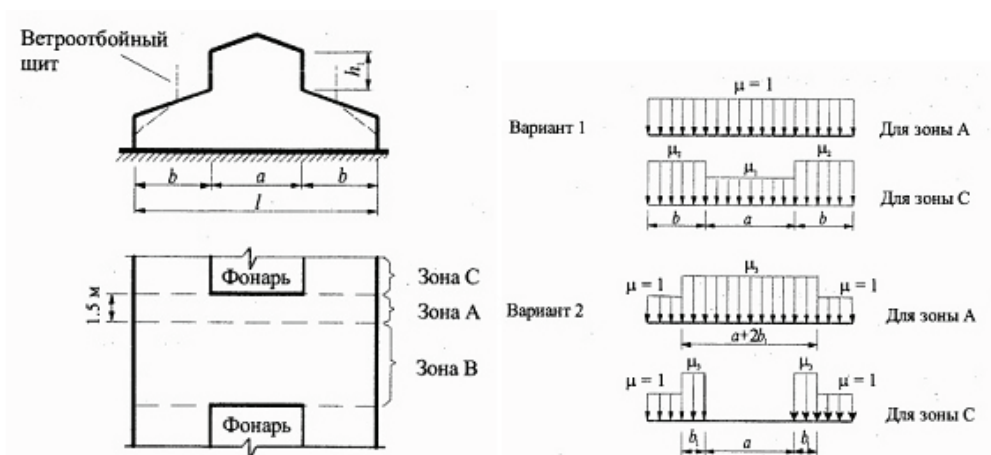


Рис. 5. Схемы для закрытых фонарей. Автор – Н.Р.Проничкин

К временным нагрузкам кратковременного действия относят нагрузку от ветрового воздействия. Ветровой район – III [8]. Но в данной работе ветровая нагрузка не учитывалась по причине расчета фермы внутри остова здания, огражденного на некотором расстоянии от фермы монолитными стенами. Условно считаем, что стены принимают всю ветровую нагрузку. К особым нагрузкам относят сейсмическую. Сейсмический район – 9 баллов по ОСР-2015-В [9,10].

Модель пространственной фермы

В связи с возведением здания (секции) в сейсмическом районе и необходимостью учета в проектировании сейсмической нагрузки 9 баллов было принято решение спроектировать пространственную металлическую ферму, так как плоские фермы воспринимают нагрузку, приложенную только в их плоскости. Предложенные фермы образуют жесткую пространственную систему, воспринимающую нагрузку в любом направлении. В поперечном сечении она обладает большой жесткостью при кручении и изгибе, поэтому потеря общей устойчивости невозможна.

Расчеты с учетом сейстики выполнены в программном комплексе ЛИРА-САПР. При расчете зданий и сооружений на особое сочетание нагрузок значения расчетных нагрузок (РСН) следует умножать на коэффициенты сочетания, принимаемые по табл. 5.1 [10]. Эти коэффициенты равны: для постоянных нагрузок – 0,9; для временно длительных – 0,8 и для кратковременных (на перекрытиях и покрытиях) – 0,5.

Типом сечения стержней было выбрано в основном трубчатое (рис. 6), так как по расходу стали это наиболее эффективное сечение. Также труба обладает хорошей обтекаемостью, поэтому ветровое давление меньше. На трубах мало задерживаются иней и влага, поэтому они более устойчивы к коррозии, что является большим плюсом при использовании конструкции в помещении с бассейном. Их легко очищать и окрашивать. Это повышает долговечность трубчатых конструкций.

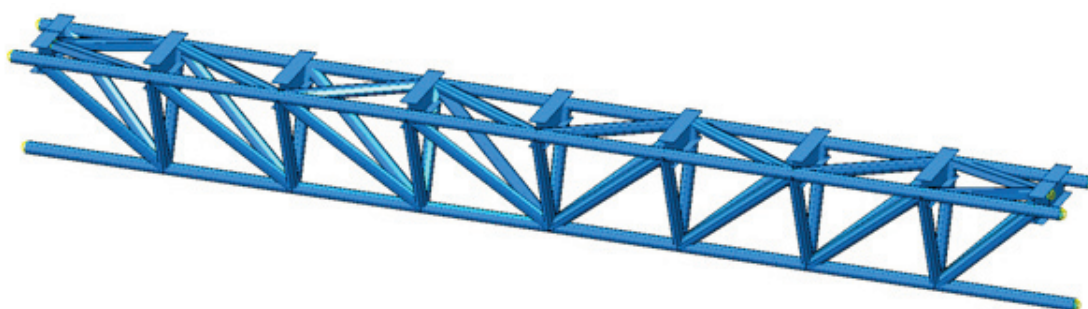


Рис. 6. Пространственная модель фермы. Автор – Н.Р. Проничкин

По разработанной конечной модели в программном комплексе ЛИРА-САПР были разработаны узлы фермы и узлы крепления фермы к монолитным железобетонным конструкциям (рис. 7).

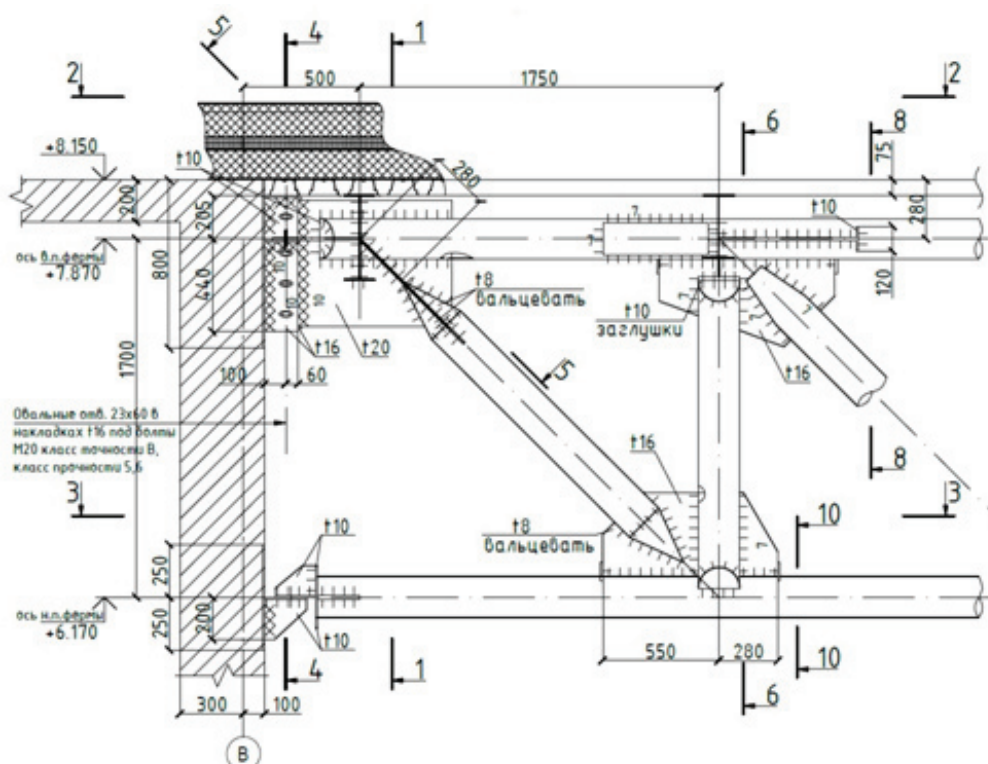


Рис. 7. Узел примыкания пространственной фермы к железобетонной стене и балке. Автор – Н.Р. Проничкин

Выводы

Из исследования вытекает вывод, что разработанная пространственная ферма идеально подходит для зданий различного функционального назначения, испытывающих в том числе сейсмические нагрузки. Однако необходимо отметить, что данное конструктивное решение создает определенные трудности при монтаже фермы, что в принципе не является фактором, отрицающим ее применение в строительстве. Все специфические особенности монтажа пространственной фермы рассмотрены при подготовке документации раздела (технологической карты). Создавая нетрадиционные проектные решения, конструктор должен учитывать не только способность конструкции выдержать заданные нагрузки, но и продумать проектные решения, обеспечивающие удобство сборки и монтажа.

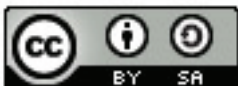
Библиография

1. Город Сочи // sochi.ru: сайт администрации города [Электронный ресурс].– URL: <https://sochi.ru/gorod/obshchaya-informatsiya/gorod-sobytiye/> (дата обращения 13.04.19).
2. СП 383.1325800.2018. Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования. – Введ. 2018-11-25. – М.: Стандартинформ, 2018. – 25 с.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2013. – 113 с.
4. СП 50.13330-2012. Тепловая защита зданий. – Введ. 01.07.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 100 с.
5. СП 310.1325800.2017 Бассейны для плавания. Правила проектирования. – Введ. 2018-06-27. – М.: Министерство строительства, 2017. – 52 с.
6. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Введ. 28.08.2017. – М.: Росстандарт, 2017. – 146 с.
7. Муханов, К.К. Металлические конструкции: учебник для вузов / К.К. Муханов. – Изд. 3-е. – М.: Стройиздат, – 572 с.
8. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ. 04.06.2017. – М.: Минстрой России, 2016. – 102 с.
9. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия. – Введ. 04.02.2018. – М.: Росстандарт, 2017. – 28 с.
10. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. – Введ. 25.11.2018. – М.: Стандартинформ, 2018. – 122 с.

Дата поступления: 13.11.2019

Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция – На тех же условиях») 4.0 Всемирная.



OPTIMIZING THE STRUCTURAL DESIGN OF A SWIMMING POOL COVER IN SOCHI

Pronichkin Nikita R.

Master's Degree student, Department of Architecture.
Research supervisor: Associate Professor I.N. Maltseva, PhD. (Engineering)
Ural Federal University.
Russia, Yekaterinburg, e-mail: Pronka-Industries@yandex.ru

Abstract

The article explores issues in the optimization of steel bearing structures in the cover of a sports facility using a swimming pool in the city of Sochi as an example. This experience has potential to be extended to the design of large-span sports facilities with a complex plan across Russia, including seismic regions. Special attention was paid to the distinctive characteristics of swimming pool design and construction on the Black Sea coastline and their impact on the structural design of such facilities.

Keywords

load-bearing structures, spatial truss, swimming pool, large-span buildings, sports facility design

References:

1. City of Sochi//sochi.ru: the website of the city administration [Online]. Available at: <https://sochi.ru/gorod/obshchaya-informatsiya/gorod-sobytiye/> (Date of treatment 13.04.19). (in Russian).
2. SP 383.1325800.2018 Sports and recreation complexes. The rules of design. (in Russian).
3. SP 131.13330.2012 Construction climatology. Updated edition SNiP 23-01-99*]. Enacted 01.01.2013. Moscow: Ministry of Regional Development, 2013. (in Russian).
4. SP 50.13330-2012. Thermal protection of buildings. Moscow: SUE CPP the Gosstroy of Russia. (in Russian).
5. SP 310.1325800.2017 Swimming pools. The rules of design. (in Russian).
6. SP 16.13330.2016 Steel structure Updated edition SNiP II-23-81*. (in Russian).
7. Mukhanov, K.K. (1978) Metal Structures. Moscow: Stroyizdat, pp. 287–293. (in Russian).
8. SP 20.13330.2016 Loads and impacts. Updated edition SNiP 2.01.07-85*. (in Russian).
9. SP 296.1325800.2017 Buildings and structures. Special impacts. (in Russian).
10. SP 14.13330.2018 Construction in seismic areas. Updated edition SNiP II-7-81*. (in Russian).