

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 1. С. 181–191.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (1): 181–191.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 693.22:624.04

DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-181-191

EDN: NLIBQI

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ХРАМА ВО ИМЯ НОВОМУЧЕНИКОВ И ИСПОВЕДНИКОВ РОССИЙСКИХ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Иван Иванович Подшивалов

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. Актуальность исследования заключается в необходимости расчетного обоснования сложного конструктивного решения храма в виде пространственных распорных элементов покрытия из сводов и купола.

Цель работы состоит в получении и анализе напряженно-деформированного состояния свайного фундамента, надземных конструкций – плоских стен и перекрытия, пространственных сводов и купола покрытия.

Методы. Моделирование напряженно-деформированного состояния основания, свайного фундамента и надземных несущих конструкций здания храма выполнено в программно-вычислительном комплексе Ing+2021 MicroFe.

Результаты. Полученные значения и характер распределения продольных сил в сваях указывают на достаточно большую изгибную жесткость подвальной и надземной частей здания храма, когда наибольшие значения продольных сил возникают не во внутренних, а в угловых и контурных сваях. При этом расчетная величина вертикальных перемещений свай значительно меньше предельно допустимых значений.

В надземной части здания храма коэффициент использования кирпичной кладки стен по несущей способности меньше единицы, условие по первой группе предельных состояний выполняется.

В распорных конструкциях сводов и купола, а также в монолитных железобетонных поясах под ними подобранная расчетная арматура позволяет обеспечить их несущую способность и надежность.

Ключевые слова: храм, фундамент, стены, перекрытие, своды, купол, моделирование, расчет, напряженно-деформированное состояние

Для цитирования: Подшивалов И.И. Расчетное обоснование надежности храма во имя Новомучеников и Исповедников Российских в городе Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 1. С. 181–191. DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-181-191. EDN: NLIBQI

ORIGINAL ARTICLE

**CALCULATED RELIABILITY JUSTIFICATION
OF THE CHURCH OF NEW MARTYRS AND CONFESSORS
OF RUSSIA IN TOMSK****Ivan I. Podshivalov***Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

Abstract. The work shows the need for a mathematical justification of the complex structural church design including the spatial blocking of the roof representing arches and a dome.

Purpose: The aim of the work is to obtain and analyze the stress-strain state of the pile foundation, above-ground structures such as flat walls and floors, spatial arches and dome roofing.

Methodology/approach: Modeling of the stress-strain state of the base, pile foundation, and above-ground load-bearing structures is performed in Ing+2021 MicroFe.

Value: The obtained results ensure the calculated reliability of the developed project documentation for the Church of New Martyrs and Confessors of Russia.

Research findings: The obtained values and longitudinal force distribution in piles indicate a sufficiently high flexural stiffness of the basement and above-ground parts of the church, when the highest longitudinal forces occur not in the internal piles, but in the corner and marginal piles. At the same time, the vertical pile displacement is significantly less than the maximum permissible value. In the building superstructure block, the operational factor of masonry is less than unity, and the condition for the ultimate limit state is satisfied. The proposed design reinforcement ensures the load-bearing capacity and reliability for arches, dome, and reinforced concrete belts beneath them

Keywords: church, foundation, wall, floor slabs, arch, dome, modeling, calculation, stress-strain state

For citation: Podshivalov I.I. Calculated Reliability Justification of the Church of New Martyrs and Confessors of Russia in Tomsk. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (1): 181–191. DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-181-191. EDN: NLIBQI

Форма покрытия храмов в виде сводов и куполов носит в культовом зодчестве символический смысл. На протяжении многих веков в культовом строительстве применялись каменные конструкции перекрытий и покрытия в виде цилиндрических и сферических сводов [1]. Строительство храмов на современном этапе осуществляется с применением каменной кладки в стенах и железобетона в перекрытиях и в покрытии [2]. Проектирование храмов регламентируется СП 391.1325800.2017¹. Применение в покрытии храмов железобетонных пространственных конструкций из сводов и куполов предполагает моделирование сложных пространственных систем, получение и анализ напряженно-деформированного состояния сводов и куполов, используемые при проектировании, и при необходимости после возведения – мониторинг их технического состояния.

Несмотря на массовое применение монолитного железобетона в современном строительстве, по сложившейся исторической традиции стены храмов выполняются кирпичными [3]. В связи с этим хрупкие свойства кирпичных стен и ортотропный характер материалов кладки следует учитывать при моделирова-

¹ СП 391.1325800.2017. Храмы православные Правила проектирования. Москва, 2017. 61 с.

нии напряженно-деформированного состояния стеновых конструкций храмов. В моделировании важным является использование результатов экспериментальных исследований фрагментов кирпичной кладки, когда их сжатие выполняют в ортогональном направлении к горизонтальным швам кладки [4]. Полученные экспериментальные результаты позволяют достаточно корректно смоделировать плоское напряженное состояние кирпичных стен на всех стадиях работы кладки – от упругой работы до исчерпания несущей способности кирпичных стен.

Наиболее близкими к наклонным трещинам в кирпичных стенах являются экспериментальные исследования на действие сжимающей нагрузки, приложенной по диагонали фрагментов кирпичной кладки. При диагональном нагружении фрагментов за счет перераспределения внутренних усилий возникают главные сжимающие и растягивающие напряжения. Последние являются основной причиной разрушения испытываемых фрагментов [5, 6].

Целостность кирпичной кладки стен в основном определяется уровнем нормальных и касательных сил сцепления раствора кладки. Поскольку в хрупком материале кирпичной кладки предел упругости по величине близок к пределу прочности кирпича, при достижении последнего параметра наступает исчерпание несущей способности и разрушение кладки [7].

В настоящее время моделирование напряженно-деформированного состояния кладки кирпичных стен в расчетных программах выполняется с учетом ортотропных свойств материалов кладки [8]. В работе «Расчет каменных стен при сдвиге и растяжении» [9] расчет кладки методом конечных элементов выполняется двухуровневым методом, при котором сначала исследуются свойства кладки на микроуровне, а затем с учетом полученных данных выполняются расчеты всей конструкции в макроуровне.

По конструктивной схеме кирпичные стены храмов относятся к жестким системам, где влияние податливости фундаментов приобретает большое значение [10, 11]. Применение расчетных моделей системы «основание – здание» позволяет оценить совместную работу фундамента и надземной части здания [12]. Моделирование взаимодействия свайного фундамента с грунтом основания и анализ внутренних усилий в сваях выполнены в работе «Несущая способность свай на горизонтальную и моментную нагрузку и оптимальное проектирование свайных фундаментов» [13].

Определение несущей способности свай по грунту путем статических испытаний свай вдавливающей нагрузкой в настоящее время является приоритетным [14]. В своих исследованиях В.А. Барвашев определил, что грунт в области ствола сваи имеет в целом одинаковую осадку [15]. С увеличением расстояния от сваи эта осадка убывает. В еще одной рассматриваемой научной работе [16] была определена зависимость осадки ненагруженной сваи от ее расстояния до нагруженной сваи. Используя полученную зависимость, можно получить суммарную осадку всего свайного основания.

В работе В.И. Шумейко [17] показано уменьшение влияния распора в конструктивной системе крестово-купольной конструкции храма. Расчеты проведены в программе ЛИРА, где выполнен анализ напряженно-деформированного состояния пространственной расчетной модели крестово-купольной системы храма.

Одним из основных критериев адекватности расчетной модели является ее соответствие конструктивной схеме здания при формировании напряженно-деформированного состояния надземных несущих конструкций, фундаментов и грунтового основания [18]. В программном комплексе Ing+ MicroFe можно выполнить моделирование пространственных конструкций здания в системе «основание – фундамент – здание» [19].

В настоящей статье использованы проектные решения храма во имя Новомучеников и Исповедников Российских (далее храм), разработанные ООО «Акватех+». По конструктивной системе здание храма представляет собой двухуровневый объем. Высота храма переменная и составляет 10,8 м в притворе, в алтарной части – 14,225 м, в центральной части здания под «небом» – 22,75 м. В плане здание имеет размер 23,4×20,28 м (рис. 1). Кладка подвала выполнена из бетонных блоков, стены храма кирпичные. Перекрытие подвала сборное железобетонное. В центральной части храма расположены четыре колонны и опорное кольцо. На колонны опираются четыре центральные арки, связанные между собой кольцом. Сбоку к колоннам примыкают по две арки. Все конструкции монолитные железобетонные из бетона класса В25.

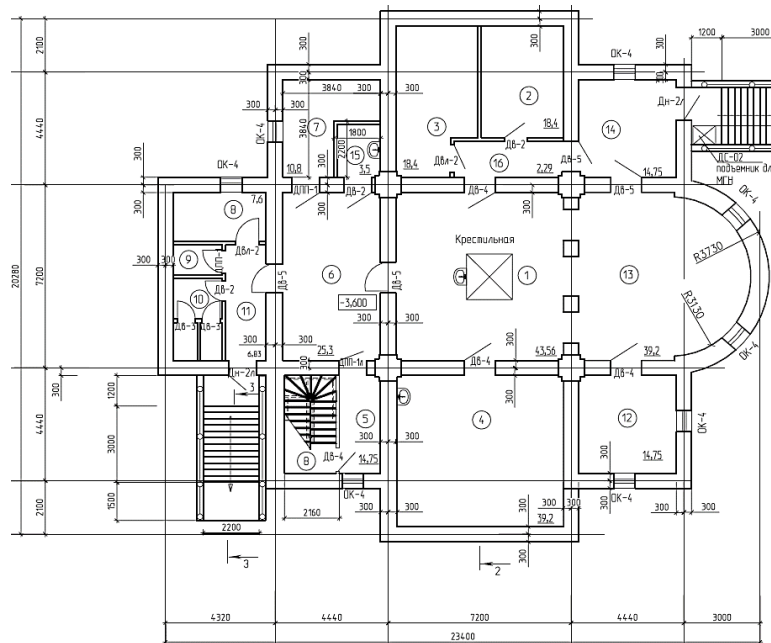


Рис. 1. План подвала храма (данные ООО «Акватех+»)

Fig. 1. Plan view of the underground floor of the Church (ООО Akvatekh+)

Свайный ленточный фундамент храма запроектирован в виде перекрестного монолитного железобетонного ростверка с поперечным сечением 700×450 (h) мм и сборных железобетонных свай сечением 300×300 мм длиной 7 м. Допускаемая расчетная нагрузка на сваи составляет $N_{\text{доп}} = 420$ кН. Инженерно-геологический разрез с привязкой фрагмента свайного фундамента приведен на рис. 2. Опорным слоем свай является ИГЭ-4.

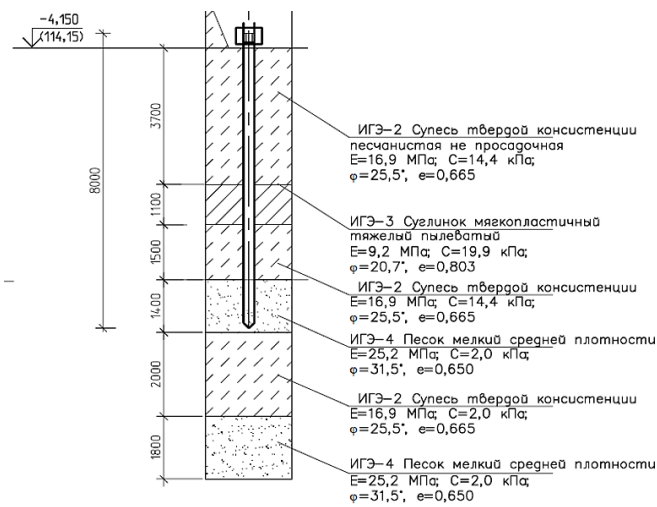


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез с привязкой свайного фундамента (данные ООО «Нефрит»)

Fig. 2. Engineering-geological section with reference to the pile foundation (ООО Nefrit)

Расчетная модель здания храма была разработана в программе Ing+2021 MicroFe (рис. 3). Бетон в железобетонных конструкциях принят как изотропный материал, материал кирпичной кладки стен – ортотропный, в котором вертикальный модуль упругости принят в десять раз больше горизонтального модуля упругости, что хорошо коррелируется с принятой практикой проектирования каменных конструкций. Расчет слоистого основания, свайного фундамента и железобетонных конструкций выполнен в линейной постановке, кирпичных стен – в нелинейной постановке по теории предельных поверхностей [20].

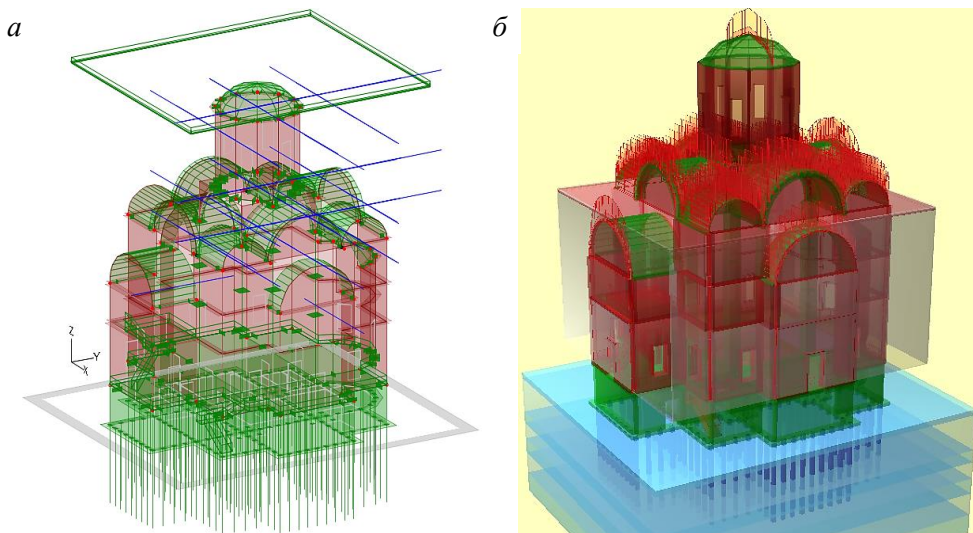


Рис. 3. Расчетная модель храма (а) и ее визуализация (б)
 Fig. 3. FEM of the Church (a) and its visualization (b)

Краткий анализ напряженно-деформированного состояния здания храма

В горизонтальном сечении основания на уровне острия свай изополя вертикальных нормальных напряжений приведены на рис. 4, который демонстрирует, что наибольшие сжимающие напряжения возникают под угловыми сваями и составляют $\sigma_{z \max} = 220 \text{ кН/м}^2$. Такое распределение напряжений характерно для жестких сооружений башенного типа с небольшой пятой застройки. При этом расчетное сопротивление грунта опорного слоя свай – ИГЭ-4 – песок мелкий средней плотности – равно $R_0 = 300 \text{ кН/м}^2$. Напряжения в грунте в межсвайном пространстве значительно ниже и не превышают 50 кН/м^2 .

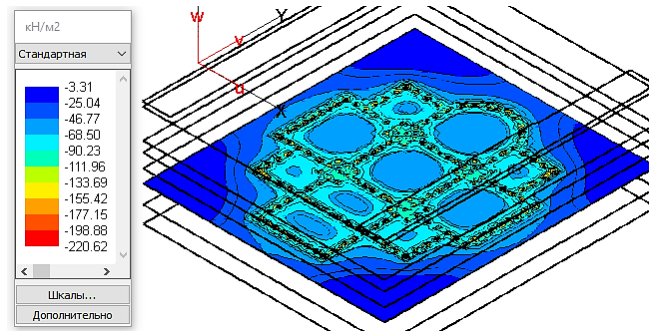


Рис. 4. Изополя вертикальных нормальных напряжений σ_z в грунте на уровне пят свай
 Fig. 4. Isofields of vertical normal stress σ_z in soil at the pile heels

Изополя продольных сил в сваях показаны на рис. 5, откуда следует, что максимальные значения продольных сил появляются в угловых сваях и составляют $N_{\max} = 504,3 \text{ кН}$, которые на 17 % больше допустимой расчетной нагрузки на сваи $N_{\text{доп}} = 420 \text{ кН}$. Полученная разница между продольными силами в угловых и внутренних сваях указывает на достаточно большую изгибную жесткость бетонных стен подвала и кирпичных стен надземной части храма [12]. Следует отметить, что при учете ветровой нагрузки величину продольных сил в контурных сваях допускается увеличивать на 20 % относительно допустимой расчетной нагрузки на сваи.

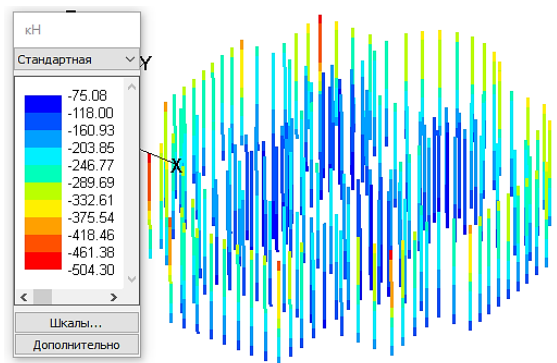


Рис. 5. Изополя продольных сил в сваях
 Fig. 5. Isofields of axial forces in piles

Изополя вертикальных перемещений свай приведены на рис. 6, из которого следует, что, в соответствии с общепринятым характером распределения осадок свай в грунтовом массиве [16], наибольшие вертикальные перемещения характерны для внутренних свай и составляют $f_{\max} = 17,4$ мм, что значительно меньше предельно допустимых значений осадок.

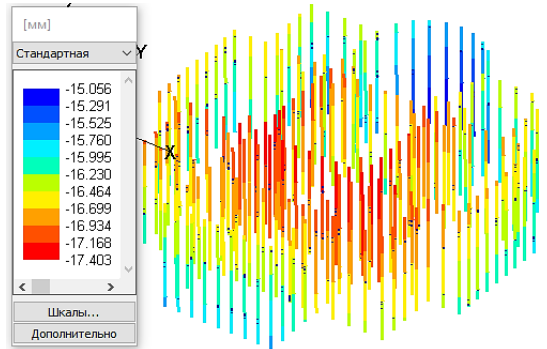


Рис. 6. Изополя вертикальных перемещений свай
Fig. 6. Isofields of vertical displacements of piles

В кирпичных стенах храма при проектных значениях марки кирпича М150 и цементно-песчаного раствора М75 расчетные характеристики кирпичной кладки составят следующие значения: расчетное сопротивление $R = 2000$ кН/м²; осевое растяжение $R_t = 200$ кН/м²; срез $R_{sq} = 800$ кН/м²; главные растягивающие напряжения $R_{sb} = 300$ кН/м². Расчетным путем получены следующие значения напряжений в кладке стен: наибольшие нормальные сжимающие напряжения $\sigma_{сж} = 438$ кН/м² < $R = 2000$ кН/м²; максимальные нормальные растягивающие напряжения $\sigma_p = 173$ кН/м² < $R = 200$ кН/м²; наибольшие сдвигающие напряжения $\sigma_{сд} = 34$ кН/м² < $R_{sq} = 800$ кН/м²; максимальные главные растягивающие напряжения $\sigma_{сд} = 70$ кН/м² < $R_{sq} = 300$ кН/м² (рис. 7). Таким образом, все расчетные параметры напряжений в кладке не превышают соответствующие нормативные значения.

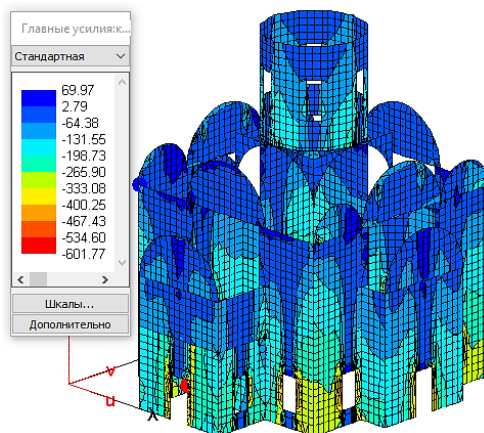


Рис. 7. Изополя главных напряжений в кладке стен храма
Fig. 7. Isofields of main stresses in the Church masonry

Изополя коэффициентов использования кладки стен по несущей способности показаны на рис. 8, откуда следует, что их наибольшие значения составили $\text{Max } k = 0,709544 < 1$. Таким образом, для кирпичной кладки стен условие по первой группе предельных состояний выполняется.

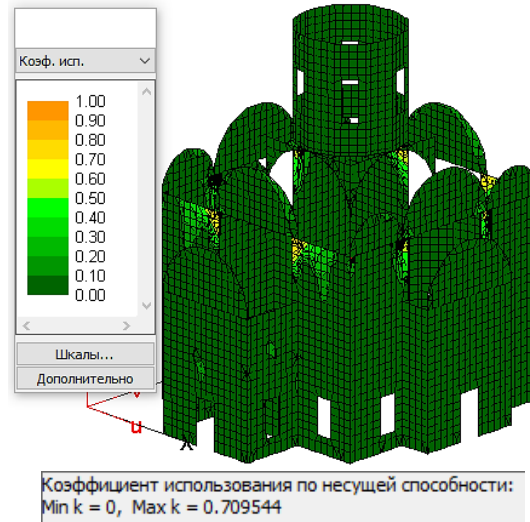


Рис. 8. Изополя коэффициентов использования кладки стен по несущей способности
Fig. 8. Isofields of operational factor of masonry by load-bearing capacity

Изополя изгибающих моментов в сводах и в куполе M_s относительно оси их вращения приведены на рис. 9. Изополя расчетного продольного армирования в сводах и в куполе вдоль их образующей показаны на рис 10, из которого следует что максимальное значение коэффициента использования арматуры по первому предельному состоянию $\text{Max} = 1,06867 \approx 1$. Таким образом, условие по первому предельному состоянию практически выполнено.

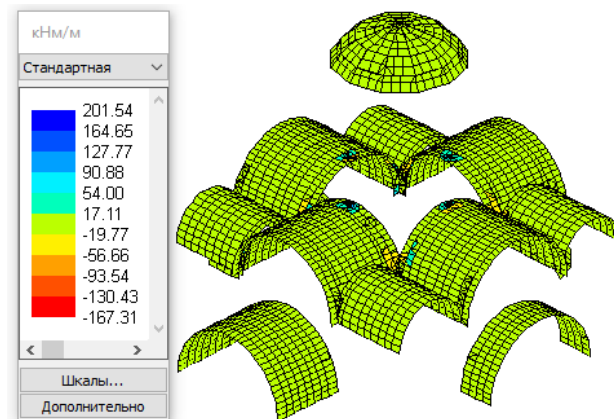


Рис. 9. Изополя изгибающих моментов M_s в сводах и в куполе относительно оси их вращения
Fig. 9. Isofields of flexural moments M_s in arches and dome relative to their rotation

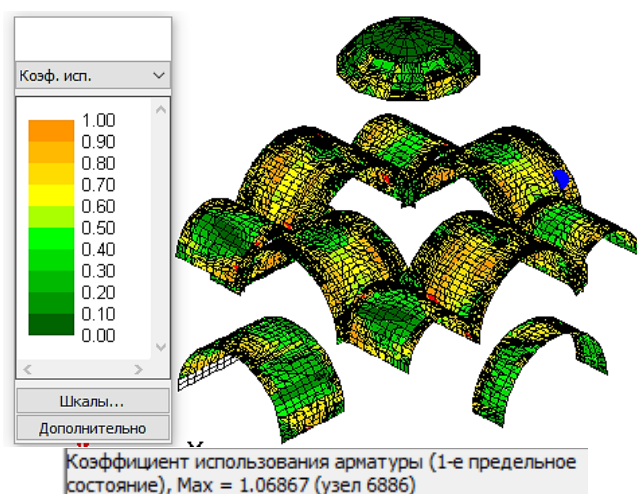


Рис. 10. Изополя расчетного продольного армирования A_s в сводах и куполе вдоль их образующей
 Fig. 10. Isofields of calculated axial reinforcement A_s in arches and dome relative to their moving line

Заключение

При разработке проекта храма в связи с наличием сложных пространственных распорных конструкций из сводов и купола возникла необходимость в создании пространственной модели храма в системе «основание – фундамент – здание».

Моделированием выявлено напряженно-деформированное состояние грунтового основания, свайного фундамента и несущих конструкций надземной части здания храма.

Расчетным путем определено, что на уровне пят свай фундамента значения вертикальных сжимающих нормальных напряжений в грунте составили 2/3 от расчетного сопротивления грунта опорного слоя свайного фундамента.

Полученные значения и характер распределения продольных сил в сваях указывают на достаточно большую изгибную жесткость подвальной и надземной частей здания храма, когда наибольшие значения продольных сил возникают не во внутренних, а в угловых и контурных сваях. При этом расчетная величина вертикальных перемещений свай значительно меньше предельно допустимых значений.

В надземной части здания храма коэффициент использования кирпичной кладки стен по несущей способности меньше единицы, и условие по первой группе предельных состояний выполняется.

В распорных конструкциях сводов и купола, а также в монолитных железобетонных поясах под ними подобранная расчетная арматура позволяет обеспечить их несущую способность и надежность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рябухина С.А. Каменные сводчатые конструкции: история, классификация, применение // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6 (33). С. 88–97.
2. Борисов С.В., Багдасарян М.Л. Железобетон в конструкциях и архитектуре православных храмов // Приволжский научный вестник. 2015. № 7 (47). С. 31–34.

3. Невзоров А.Л., Никитин А.В., Аксенов С.Е., Заручевных А.В. Конструктивные особенности исторических зданий в Архангельске // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 10. С. 35–37.
4. Копаница Д.Г., Усеинов Э.С., Устинов А.М. Деформации и разрушение фрагмента каменной кладки при кратковременном действии сжимающей статической нагрузки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 6. С. 90–97.
5. Деркач В.Н., Белов В.В. Прочность каменной кладки на растяжение под углом к горизонтальным растворным швам // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 2. С. 65–70.
6. Грановский А.В., Сайфулина Н.Ю., Гасиев А.А. К оценке достоверности экспериментальных методов испытаний каменных конструкций на перекос // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 3. С. 31–35.
7. Соколов Б.С., Антаков А.Б. Результаты исследований каменных и армокаменных кладок // Вестник МГСУ. 2014. № 3. С. 99–106.
8. Кабанцев О.В. Дискретная модель каменной кладки в условиях двухосного напряженного состояния // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 4. С. 113–133.
9. Ицук М.К., Ицук В.Л. Расчет каменных стен при сдвиге и растяжении // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 8. С. 31–39.
10. *Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения.* Москва : Изд-во АСВ, 2014. 728 с.
11. Шапкин В.А. Эффекты взаимодействия оснований и сооружений // Развитие городов и геотехническое строительство. 2012. № 14. С. 141–167.
12. Шулятьев О.А. Основания и фундаменты высотных зданий. Москва, 2016. 392 с.
13. Королев К.В., Полянкин А.Г., Кузнецов А.А. Несущая способность свай на горизонтальную и моментную нагрузку и оптимальное проектирование свайных фундаментов // Транспортное строительство. 2013. № 3. С. 13–15.
14. Шулятьев О.А. Геотехнические особенности проектирования высотных зданий в Москве // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 10. С. 17–25.
15. Барвашов В.А. Метод расчета жесткого свайного ростверка с учетом взаимного влияния свай // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1968. № 3. С. 27–28.
16. Боков И.А., Федоровский В.Г. Взаимовлияние свай через грунт: сравнение аналитических оценок // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 10. С. 26–30.
17. Шумейко В.И., Левшиков С.С. Оптимальное проектирование элементов крестово-купольных систем // Вестник Евразийской науки. 2018. № 1. С. 1–11.
18. Нухедин Л.В., Михайлов В.С. Численное моделирование свайных фундаментов в расчетно-аналитическом комплексе SCAD Office // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2018. № 1. С. 5–18.
19. Ющубе С.В., Подшивалов И.И. Моделирование напряженно-деформированного состояния свайного фундамента с плитным ростверком высотного здания с учетом недопогружения свай // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 2. С. 145–161.
20. Семенов Д.А. Прочность железобетонных элементов при косом внецентренном сжатии // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 5. С. 76–84.

REFERENCES

1. Ryabukhina S.A. Stone Vaulted Structures: History, Classification, Application. *Stroitel'stvo unikal'nykh zdanii i sooruzhenii*. 2015; 6 (33): 88–97. (In Russian)
2. Borisov S.V., Bagdasaryan M.L. Reinforced Concrete in Construction and Architecture of Orthodox Churches. *Privolzhskii nauchnyi vestnik*. 2015; 7 (47): 31–34. (In Russian)
3. Nevzorov A.L., Nikitin A.V., Aksenov S.E., Zaruchevnykh A.V. Design Features of Historic Buildings in Arkhangelsk. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012; (10): 35–37. (In Russian)
4. Kopanitsa D.G., Useinov E.S., Ustinov A.M. Deformation and Fracture of Masonry under Compressive load. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2015; (6): 90–97. (In Russian)

5. Derkach V.N., Belov V.V. Tensile Strength of Masonry at an Angle to Horizontal Mortar Joints. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2012; (2): 65–70. (In Russian)
6. Granovskii A.V., Saifulina N.Yu. Gasiev A.A. Reliability Assessment of Experimental Methods for Testing Stone Structures for Skew. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018; (3): 31–35. (In Russian)
7. Sokolov B.S., Antakov A.B. Masonry and Reinforced Masonry. *Vestnik MGSU*. 2014; (3): 99–106. (In Russian)
8. Kabantsev O.V. Discrete Model of Masonry under Biaxial Stresses. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2015; (4): 113–133. (In Russian)
9. Ishchuk M.K., Ishchuk V.L. Strength Analysis of Stone Walls under Shear and Tension. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2020; (8): 31–39. (In Russian)
10. Il'ichev V.A., Mangusheva R.A. (Eds.) Geotechnical Handbook. Foundations, Footings, and Underground Structures. Moscow: ASV, 2014. 728 p. (In Russian)
11. Shashkin V.A. Interaction between Foundations and Structures. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2012; (14): 141–167. (In Russian)
12. Shulyat'ev O.A. Bases and Foundations of High-Rise Buildings. Moscow: ASV. 2016. 392 p. (In Russian)
13. Korolev K.V., Polyankin A.G., Kuznetsov A.A. Load-Bearing Capacity of Piles under Horizontal and Moment Loads and Best Pile Foundation Design. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2013; (3): 13–15. (In Russian)
14. Shulyat'ev O.A. Geotechnical Design of High-Rise Buildings in Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016; (10): 17–25. (In Russian)
15. Barvashov V.A. Calculation Technique for Rigid Pile Grillage with Regard to Mutual Pile Effect. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 1968; (3): 27–28. (In Russian)
16. Bokov I.A., Fedorovskii V.G. Winter Impact of Piles through Soil: Comparison of Analytical Estimates. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016; (10): 26–30. (In Russian)
17. Shumeiko V.I., Levshakov S.S. Optimum Design of Cross-Dome System Elements. *Vestnik Evraziiskoi nauki*. 2018; (1): 1–11. (In Russian)
18. Nuzhdin L.V., Mikhailov V.S. Creation of Solid 3D CAD Pile Foundations in SCAD Software. *Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2018; (1): 5–18. (In Russian)
19. Yushchube S.V., Podshivalov I.I. Modeling of Stress-Strain State of High-Rise Building Pile Raft Foundation with Incomplete Pile Installation. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2020; 22 (2): 145–161. (In Russian)
20. Semyonov D.A. Strength of Reinforced Concrete Elements under Oblique Off-Center Compression. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2015; (5): 76–84. (In Russian)

Сведения об авторе

Подшивалов Иван Иванович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ivanpodchivalov@list.ru

Author Details

Ivan I. Podshivalov, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia; ivanpodchivalov@list.ru

Статья поступила в редакцию 15.12.2025
Одобрена после рецензирования 30.12.2025
Принята к публикации 02.02.2026

Submitted for publication 15.12.2025
Approved after review 30.12.2025
Accepted for publication 02.02.2026