

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ / THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE

DOI: 10.18454/mca.2016.02.7

Перцева О.Н.¹, Лазарева А.Ю.²

¹ Бакалавр строительства, ² Магистр строительства, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАГЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАБОТ ПРЕОБРАЖЕНСКОЙ ЦЕРКВИ НА О. КИЖИ

Аннотация

Цель работы – выбор и обоснование метода для решения задачи нагельных соединений в диагональных стенах при выполнении реставрационных работ Преображенской церкви на о. Кижы. Начиная с 1980 г. церковь подвергается многократному применению реставрационно-восстановительных работ. На данный момент отреставрирована большая часть конструктивных поясов и требуется подобрать наиболее оптимальную схему и установки нагелей и их число, чтобы закончить усиление среднего четверика в верхней части восьмерика. Для этого в ходе исследования были выявлены причины больших деформаций церкви по результатам детального обследования. Более того, было выявлено, что наиболее эффективным методом для решения задач нагельных соединений является метод Монте-Карло, который позволяет найти решение с помощью метода математического моделирования.

Ключевые слова: кижы, преображенская церковь, реставрация, деревянные конструкции, нагели.

Pertseva O.N.¹, Lazareva A.Y.²

Bachelor in engineering¹, Magister in engineering², Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

METHOD DELAING WITH THE PROBLEM OF DOWEL BAR CONNECTIONS DURING THE RESTORATION WORK IN PREOBRAZHENSKAYA CHURCH IN KIZHI ISLAND

Abstract

In this paper we make an attempt to chose and justify the method for the solution of the dowel bars connection problem in diagonal walls when carrying out restoration work on the Preobrazhenskaya Church in Kizhi. Since 1980, the church has experiences multiple restoration works. At the moment, it is restored in most of the structural zones and it is required to choose the most optimal scheme and install pegs, and their numbers increase in the average to complete the quadrangle at the top of the octagon. Consequently, the study identifies the causes of large deformations of the church as a result of detailed examination. Moreover, it was found out that the most effective method for solution of dowel bar construction is the Monte Carlo method, which allows finding applying by the method of mathematical modeling.

Keywords: kizhi, preobrazhenskay church, restoration, timber structures, dowel bars.

Введение. С 1960 г. остров Кижы является одним из крупнейших в России музеев под открытым небом. Основа музейного собрания — «ансамбль Кижского погоста» входит в Список всемирного культурного и природного наследия «ЮНЕСКО». Конструктивная схема церкви состоит из нижнего, среднего и верхнего четверика (НЧ, СЧ и ВЧ соответственно), а также нижнего, среднего и верхнего восьмерика (НВ, СВ и ВВ соответственно). Подробно конструктивная схема церкви изображена на рис. 1. Габариты церкви: в длину 26,4 м, в ширину 20,7, а высоту – 37 м.

С 1980 года церковь закрыли на восстановление по причине ее непригодного состояния. С 1981 года, началась работа по противоаварийным мероприятиям, разработанная специалистами института «Спецпроектреставрация». Сотрудники института: Н. Смирнов, Л. Ненаглядкин, Г. Мурашова, разработали «Комплексное инженерное заключение» [1, 2], составленное на основании проведенного ими в 1976-1981 годах обследования конструкций собора с учетом всех разработок ЛИСИ, выполненных в 1969-1980 годах. В них была обработана многолетняя информация об изменении состояния церкви. С 1986 по 1988 проводились ремонтно-реставрационные работы кровли. Одновременно с обновлением кровли производилась многократная химическая обработка биоогнезащитным раствором ПББ отдельных элементов (обрешётка центральной главы, креста и других деталей, а также покрытие торцов перекладин крестов смесью канифоли и скипидара). Вновь вводимый материал – кресты, шеломы, ендовы, потоки, лемех – обрабатывались живицей (в составе: канифоль, скипидар, олифа). Дальнейший период, начиная с 1988 года по настоящее время, связан с активной разработкой проектов реставрации и инженерного укрепления памятника отечественными и иностранными специалистами.

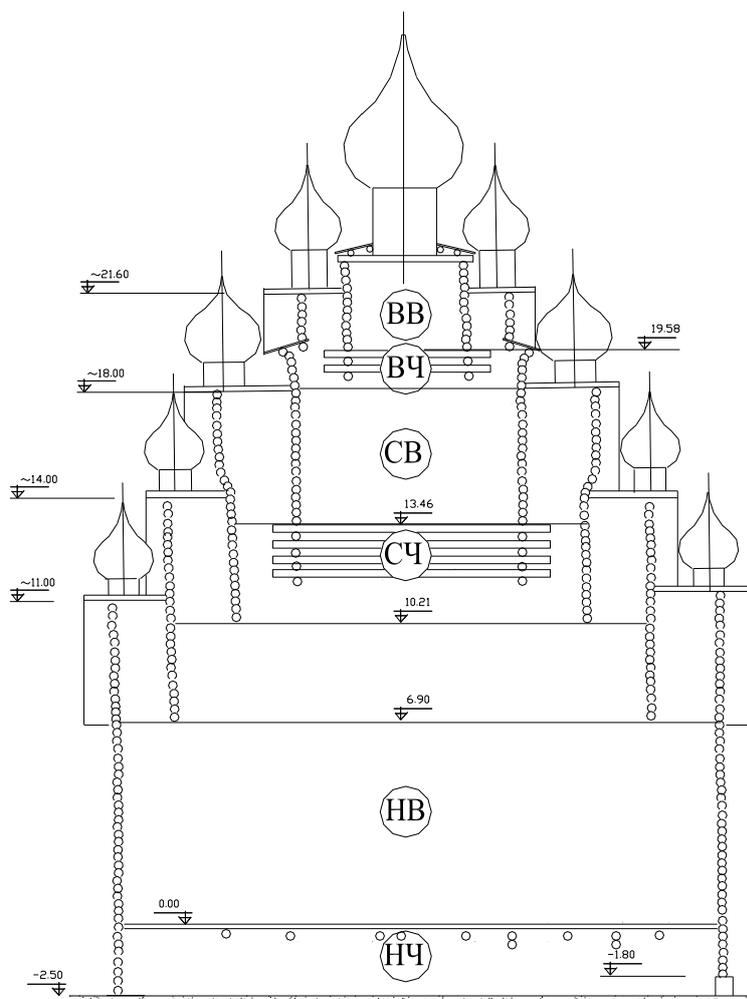


Рис.1 - Поперечный разрез Преображенской церкви

НЧ – нижний четверик, НВ – нижний восьмерик, СЧ – средний четверик, СВ – средний восьмерик, ВЧ – верхний четверик, ВВ – верхний восьмерик.

В 2004 году был начат новый этап реставрации, в основе которого лежит постепенная переборка сруба церкви по технологическим поясам. Он осуществляется специальными домкратами по системе «лифтинга». На данный момент установлен ленточный железобетонный фундамент на цементном растворе, закончены реставрации трапезной, прирубы и алтаря. Специалистами ООО «ПКФ «Стройреструкция» во главе с к.т.н. И.К. Раша, являющимся главным инженером, был разработан алгоритм переборки сруба, с помощью которого по настоящий момент активно ведется процесс реконструкции церкви.

На конец 2015 года, уже отреставрированы 4 и 5 пояса и установлены на своем месте. Главки и кровли бочек четвертого пояса не установлены. Полностью демонтирован и собран в Плотницком Центре третий технологический пояс. Решена проблема усиления четверика 3-го пояса. Инженерам из ООО «ПКФ «Стройреструкция» и подрядным организация удалось добиться полного контроля над зданием церкви, отсутствуют ненормированные отклонения от геометрии храма [2], [3].

Существующие деформации и их причины. По результатам последних изысканий выявлены следующие деформации:

- Общий эксплуатационный наклон церкви составляет 118 см и включает в себя: начальный наклон до 15-30 см от односторонней перегрузки и неравномерной осадки церкви; вторичный наклон до 32-36 см от деформаций НВ и прирубов после реставрационных ослаблений 1962 г; дополнительные смещения до 16-18 см от подвижек элементов НВ.

- Наибольшие деформации в НВ: наклон на север до 35 см, на восток до 55 см; местные выпучивания стен и изгибы из плоскости достигают 35 см; перекосы стен в их плоскости достигают 25 см; трещины и смятие древесины во врубках достигает 50 мм.

- Прогибы балок СЧ достигают 16 см.

Главным фактором считается неравномерная осадка фундамента, стоящего на неоднородном грунтовом основании, включая могилы погоста. Второй фактор образования деформаций, послужил сам фундамент, состоящий

из камней и валунов неравномерно «сваленных» под стены храма. Ещё один фактор - природный, под воздействием насекомых и гниения существенно снизились прочностные качества несущих элементов сруба. В ходе многолетних исследований механизма выпучивания стен, четвёртым фактором можно считать недостаточность местной и общей жесткости срубов, и их конструктивная несовершенство, особенно в области обеспечения необходимой устойчивости.

В правильности такого заключения можно удостовериться, взглянув на объемно-конструктивное решение панелей НВ. Как было отмечено ранее, НВ включает в себя несколько видов панельных стен, и только четыре из них доходят до земли. Они и воспринимают основные нагрузки на здание: от собственного веса здания и от ветра, в интервале высот 11-37 м. На диагональную стену длиной $\approx 5,5$ м и высотой ≈ 13 м на отметке 10 м передаются постоянная нагрузка ≈ 20 т и ветровая знакопеременная ≈ 7 т.

Следовательно можно выделить следующие причины больших деформаций:

- Малая связь брёвен между собой по поверхностям стволов в горизонтальном направлении из плоскости стеной панели, отсутствие нагельных соединений, связывающих бревна между собой по длине;
- Вертикальные нагрузки, действующий на стену;
- Разное значение влажности наружных и внутренних поверхностей стены.
- Сезонные температурные воздействия, вызывающие неравномерный нагрев наружных и внутренних поверхностей стены.

Таким образом, причиной выявленных перекосов здания и отдельных его частей являются недостаточная местная и общая жесткость срубов, и их конструктивное несовершенство, особенно в области обеспечения необходимой устойчивости.

Описание метода Монте-Карло. Метод Монте Карло –метод моделирования случайных величин, с целью вычисления характеристик их распределений. Например, есть некая случайная величина P , которая есть функция многих случайных аргументов Φ . Причем, с каждым из аргументов, функция связана не жесткой связью (функциональной), а вероятностной.

Статистическая модель случайного процесса –алгоритм, с помощью которого имитируют работу сложной системы, подверженной случайным изменениям; имитируют взаимодействие элементов системы носящих вероятностный характер.

В метод Монте Карло используется следующий алгоритм:

1. Моделируются псевдослучайные последовательности с определенной корреляционной зависимостью и законом распределения вероятностей, имитирующие случайные значения параметров в каждом опыте
2. Используют полученные числовые последовательности в имитационных математических моделях.
3. Результаты моделирования подвергают статической обработке.

Выводы. Одной из особенностей Преображенской церкви на о.Кижы является техническое состояние диагональных стен нижнего восьмерика. Форма стен и расположение бревен в панельной конструкции являются случайными процессами, которые зависят от целого набора факторов, не зависящих друг от друга.

Перед инженерами-реставраторами стоит непростая задача: грамотное назначения нагелей в панелях, их шага, количества, а также аргументирования, вынужденного вмешательства в историческую конструкцию стен, специалистами, охраняющим этот памятник.

Разумные характеристики оптимального шага нагелей можно определить натурными испытаниями в Реставрационном центре. Но это огромные трудозатраты, а кроме того, на одном из величайших памятников зодчеству эксперты не позволят проводить эксперименты.

Таким образом, при решении задачи нагельных соединений в диагональных стенах, наиболее эффективным будет метод статистического моделирования Монте-Карло, который позволяет выполнить исследования по определению оптимального количества нагелей с помощью математического моделирования. Данное решение обладает малой трудоемкостью по сравнению с натурными испытаниями, значительно большей оперативностью и значительно повышает точность оптимизации процесса.

Литература

1. Демидов И.Н. Четвертичные отложения заказника «Кижские шхеры» // Тр. КарНЦ РАН. Серия «Био география Карелии». Вып. 1. Петрозаводск, 1999.
2. Раша И.К. Про Преображенскую церковь на острове Кижы и не только. Записки участника реставрации.-СПБ.: ИПК «КОСТА», 2014/-164 с.
3. Смирнов Н.И., Шиваев С.Я., Каменев С.Е. и др. Комплексное инженерное заключение. Проект реставрации Преображенской церкви на о. Кижы.– НИИ «Спецпроектреставрация». – М., 1981. – Т. 2-4.

References

1. Demidov I.N. Chetvertichnye otlozhenija zakaznika «Kizhskie shhery» // Tr. KarNC RAN. Serija «Bio geografija Karelii». Vyp. 1. Petrozavodsk, 1999.
2. Rasha I.K. Pro Preobrazhenskiju cerkov' na ostrove Kizhi i ne tol'ko. Zapiski uchastnika restavracii.-SPB.: IPK «KOSTA», 2014/-164 с.
3. Smirnov N.I., Shivaev S.Ja., Kamenev S.E. i dr. Kompleksnoe inzhenernoe zakljuchenie. Proekt restavracii Preobrazhenskoj cerkvi na o. Kizhi.– NII «Specproektrestavracija». – M., 1981. – Т. 2-4.