
Анализ напряженного состояния четверика Преображенской церкви на о. Кизи

А.Г. Чулкова¹

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 624

Аннотация

Доклад посвящен реставрации Преображенской церкви. Описаны объемно-планировочное и конструктивное решение церкви. Дана справка о текущих и перспективных реставрационных работах. Уделено внимание особенностям свойств древесины и конструктивным особенностям церкви. Даются текущие результаты работы над магистерской диссертацией

Ключевые слова: строительство, строительные конструкции, реставрация, несущая способность, древесина

Церковь Преображения Господня была построена в 1714 г. Входит в состав объекта Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО «Кижский погост» (с 1990 г.), является объектом культурного наследия федерального значения. В настоящее время происходит реставрация церкви; необходимо выяснить действительную несущую способность древесины сруба, особенно элементов конструкции, в первую очередь нуждающихся в реставрации. В связи с этим определены цели работы:

- 1) создать наиболее корректную расчетную схему среднего четверика (самого нагруженного КЭ) с учетом природных несовершенств элементов и выяснить расчетную несущую способность (отлична от СП);
- 2) определить максимально допустимую кривизну используемых при реставрации бревен (подлежат ли замене).

Конструктивное решение. Церковь относится к типу восьмериковых ярусных церквей. В основу заложен крестообразный план, образованный центральным восьмистенным срубом («восьмериком») с четырьмя прирубами. На нижний восьмерик последовательно поставлены еще два восьмигранных сруба меньших размеров. Чтобы верхний восьмерик не провалился в нижний, в каждом нижнем выполнен вписанный четверик, на который устанавливается верхний восьмерик.

Первые реставрационные материалы (анкеты, рапорты, обмеры и фотографии) по Преображенской церкви были составлены в 1920 г. Активное исследование и реставрация церкви происходили в 60-80х годах XX века. За это время были произведены следующие работы: исследование по состоянию древесины Преображенской церкви и мероприятия по её капитальной химзащите (С.Н. Горшин); проект инженерного укрепления с помощью внутренних стальных разгрузочных конструкций (институт «Спецпроектреставрация», 1981); оценка состояния древесины с целью выдачи исходных данных для реконструкции (Лесотехническая Академия, 1990); комплексное обследование Преображенской церкви, оценка её надежности, «Материаловедческие и расчетно-конструкторские исследования работоспособности конструкций» с предоставлением разработки проектных решений по усилению (Л.А. Новожилов); комплекс стереофотограмметрических и геодезических работ по определению возможных деформаций внешних фасадов Преображенской церкви (институт «Спецпроектреставрация», 1996) и др.

В настоящее время под руководством Федерального архитектора музея-заповедника «Кижь» В.С. Рахманова и инженера-реставратора музея «Кижь» И.Л. Попова разработан новый Проект реставрации Преображенской церкви, предусматривающий с помощью специальных инженерных сооружений поярусно приподнять отдельные части церкви с целью замены особенно повреждённых брёвен. Выборочно изъятые детали будут заменены новыми в соответствующей им конфигурации. Данный способ позволит в случае непредвиденных обстоятельств приостановить работу на объекте без ущерба для памятника. Первоначальная схема разделения конструкции на 7 поясов требовала запроектировать подъем верхней части на 2,5 м. После пробного подъема (2014) И.Л. Попов предложил «волновую переборку», которая позволяла поднять верхний объем на 30-40 см, а нижние пояса только оторвать друг от друга. Подняв все пояса на небольшую высоту, бревна начинают вынимать снизу нижнего пояса. Снятые бревна отправляются на реставрацию; после мытья, сушки, обследования, ремонта или замены бревен выполняется контрольная сборка пояса.

Необходимые для реставрации инженерные расчеты усложняются особенностями свойств древесины и конструктивными особенностями церкви. Точный расчет срубовой стены – сложная задача, т.к. здание высокое, действуют сильные ветровые нагрузки; здание сложное в плане и стоит на непрочном фундаменте; срубовые стены сильно разрушены и нуждаются в ремонте. При этом поверхности бревен имеют природные нерегулярные формы, а бревна нужно объединить в стену с относительно строгой геометрией. При составлении расчетной схемы стены возникли следующие проблемы:

- 1) учет прочности материала. Рассчитывается не новая, а уже реально существующая конструкция, напряжения определяются непосредственно в ее материале (для среднего четверика $240-260 \text{ кг/см}^2$, что вдвое больше расчетной прочности $R=128 \text{ кг/см}^2$ для новых конструкций);

- 2) конструкция стен. Концевые врубки были учтены постановкой связей в конечных узлах элементов бревен. С одного конца запрещены перемещения по x, y, z и поворот вокруг оси x (оси бревна); с другого конца запрещены перемещения по y, z . Это сделано для корректного расчета и выдаваемых значений. Остальные узлы не закреплены от перемещений в пространстве, но жестко соединяют продольные элементы бревен между собой. В узлах связи продольных бревен с прокладками в элементах прокладок предусмотрены шарниры (снятие или ограничение жесткости связи одного из концов стержня с узлом схемы). Природная кривизна бревен учитывается отклонением положения средних узлов от вертикальной плоскости.

Итоги работы на настоящее время:

- 1) была проанализирована конструкция стены четверика. Получены данные о геометрических размерах элементов, их отклонения от идеального положения (первоначальная кривизна бревен). Учтены концевые врубки бревен в местах сопряжения стен, расположение прокладок между бревнами;

- 2) с учетом предыдущего пункта составлена расчетная схема:

- смоделированы отдельные бревна с учетом их кривизны и различия диаметров,

- подобраны оптимальные (максимально адекватные, соответствующие реальности) условия закрепления конструкции,

- разработаны способы учета в расчетной схеме прокладок между бревнами,

- приложены соответствующие нагрузки.

В дальнейшем планируется:

- расчет остальных 3 стен четверика;

- расчет идеальной стены, определение напряжений;

- сравнение напряжений в стенах с кривизной и в идеальной стене, определение максимально допустимой кривизны используемых при реставрации бревен (подлежат ли замене); критерий – превышение напряжений по сравнению с идеальной моделью на 10%.

Литература

- [1]. Раша, И.К. Неоконченная история реставрации Преображенской церкви на острове Кижь. Матрешки (Записки участника). – СПб.: Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2016. – 240 с.
- [2]. Ковальчук, А.Л. Предварительный количественный анализ реставрации сруба Преображенской церкви (по итогам реставрации 7-4-го пояса) // Церковь Преображения Господня: 300 лет на Заонежской земле. – Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2014. – с. 27-37
- [3]. Новожилов, Л.А. О действительном состоянии Преображенского собора в Кижях и повышении его долговечной надежности // Academia. Архитектура и строительство. – 2013. – № 4. – с. 13-20.
- [4]. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции
- [5]. Назарьев, П. П. Уравнения состояния и алгоритмы расчета стержневых систем, содержащих жесткие и линейно-упругие элементы: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Петрозаводск, 2006. – 170 с.

Чулкова А.Г., Анализ напряженного состояния четверика Преображенской церкви на о. Кижь // Alfabuild. 2017. №2 (2). С. 23-26

References

- [1]. Rasha, I.K. Neokonchennaya istoriya restavratsii Preobrazhenskoy tserkvi na ostrove Kizhi. Matreshki (Zapiski uchastnika). – SPb.: Izdatelsko-poligraficheskaya kompaniya «KOSTA», 2016. – 240 s.
- [2]. Kovalchuk, A.L. Predvaritelnyy kolichestvennyy analiz restavratsii sruba Preobrazhenskoy tserkvi (po itogam restavratsii 7-4-go poyasa) // Tserkov Preobrazheniya Gospodnya: 300 let na Zaonezhskoy zemle. – Petrozavodsk: Petrozavodskiy gosudarstvennyy universitet, 2014. – s. 27-37
- [3]. Novozhilov, L.A. O deystvitelnom sostoyanii Preobrazhenskogo sobora v Kizhakh i povyshenii yego dolgovechnoy nadezhnosti // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. – 2013. – № 4. – s. 13-20.
- [4]. SP 64.13330.2011 Derevyannyye konstruksii
- [5]. Nazaryev, P.P. Uravneniya sostoyaniya i algoritmy rascheta sterzhnevyykh sistem, sodержashchikh zhestkiye i lineynouprugiyе elementy: Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – Petrozavodsk, 2006. – 170 s.

Chulkova A.G. Analysis of the Log Cabin Stress-Strain State of the Church of Transfiguration on Kizhi island. Alfabuild, 2017, 2 (2), Pp. 23-26 (rus)

Analysis of the Log Cabin Stress-Strain State of the Church of Transfiguration on Kizhi island

A.G. Chulkova¹

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

Abstract

The article is about the restoration of of the Church of Transfiguration on Kizhi island. It contains space-and-planning decisions, supplemental information about current and future restoration work and the bearing capacity features. The process of determination of stress-strain stage with software package is shown as results of working on Magister thesis.

Keywords: building, building constructions, restoration, bearing capacity, wood

Corresponding author:

1. +7(981)1817580, angrchu@gmail.com (Chulkova Anastasia Grigorevna, student)