УДК 624. 011.1. 674. 028. 9

© Е. Н. Серов, д-р техн. наук, профессор
© С. И. Миронова, канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: reser@list.ru, mstefania@mail.ru

© В. В. Егоров, д-р техн. наук
(Санкт-Петербургский государственный университет
путей сообщения императора Александра I)
E-mail: ve209@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-5-57-61

© E. N. Serov, Dr. Sci. Tech., Professor
© S. I. Mironova, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: reser@list.ru, mstefania@mail.ru

© V. V. Egorov, Dr. Sci. Tech.
(Emperor Alexander I St. Petersburg
State Transport University)
E-mail: ve209@yandex.ru

УСИЛЕНИЕ БАЛОК НИЖНЕГО ЧЕТВЕРИКА ПРЕОБРАЖЕНСКОЙ ЦЕРКВИ НА о. КИЖИ ПО НОВЫМ ТРЕБОВАНИЯМ СЛУЖБ ЮНЕСКО

STRENGTHENING THE BEAMS OF THE LOWER QUADRANGLE OF THE TRANSFIGURATION CHURCH ON KIZHI ISLAND IN ACCORDANCE WITH THE UNESCO NEW GUIDELINES

В России с каждым годом увеличивается реальная опасность полной утраты многих памятников деревянного русского зодчества — этого всемирно известного, но очень хрупкого в прямом и переносном смыслах нашего культурного наследия. Мы ежегодно утрачиваем более десяти памятников деревянного зодчества. Одной из причин этих потерь является отсутствие инженерных решений во многих проектах реставрации. В данной работе представлены варианты усиления балок нижнего четверика Преображенской церкви на о. Кижь.

Ключевые слова: усиление, балки, памятники архитектуры, церковь, деревянное русское зодчество.

In Russia, the danger of complete loss of many wooden monuments of Russian architecture, which are part of the world-famous but fragile in character cultural heritage of the country, is constantly increasing. Every year, over ten monuments of wooden architecture are regarded as lost completely. One of the reasons for these losses is the lack of engineering solutions in many restoration projects. The authors of the paper propose using some techniques of strengthening the beams of the lower quadrangle of the Church of Transfiguration on Kizhi Island.

Keywords: strengthening, beams, monuments of architecture, church, wooden Russian architecture.

Усиление деревянных конструкций (ДК) в памятниках истории, культуры и архитектуры (ПА) путем наращивания элементов на растянутых связях (принцип струны) экспериментально проверено и апробировано на практике.

Усиление балок нижнего четверика (НЧ) в Преображенской церкви на о. Кижь необходимо не столько по прочности, сколько по деформативности [1, 2]. Начиная с 2010 г. мы разработали несколько вариантов усиления по представленным требованиям путем наращивания существующих бревен НЧ с длинными бревенчатыми прокладками (взамен легко утрачиваемых распорок) путем ввинчивания стержней вдоль тра-

екторий главных растягивающих напряжений σ_1 в эквивалентных балках [3, 5, 6].

Основным по нескольким критериям вариантом мы предложили превращение пяти разрезанных бревен каждой балки НЧ в две двухбревенчатые балки на растянутых связях с оставлением в первозданном виде оставшихся трех (рис. 1).

К тому времени уже имелись варианты Л. А. Новожилова, который весьма тщательно обследовал ПА [1] (рис. 2, 3). Основная сложность в предлагаемых шпренгельных системах заключалась в передаче растягивающих усилий в подпругах не на торцы бревна, а через хомуты,

Рис. 1. Составные двухбревенчатые балки на винченных растянутых стержнях, усиливающие балки нижнего четверика (НЧ), состоящие из пяти отдельных бревен, срубленных «в реж»: 1 — балки НЧ; 2 — винты в направлении главных растягивающих напряжений эквивалентной составной балки; 3 — ориентация винтов в поперечных сечениях бревен; 4 — первозданные распорки между бревнами НЧ; 5 — средний восьмерик (СВ); 6 — нижний восьмерик (НВ)

сминающие и особенно скалывающие древесину бревен НЧ.

Представитель Санкт-Петербургского института «НИИ Спецпроектреставрация» назвал наш вариант усиления НЧ одним из лучших, однако выдвинутые «новые требования исключили его из реализации». Дело в том, что бревна НЧ должны остаться «незатронутыми как тело Венеры Милосской». С этих позиций НИИ поддерживает предложение И. К. Раши. Его вариант содержит предложения Л. А. Новожилова и наши. Подпруги шпренгелей, ориентированные под 45° к оси балок, И. К. Раша решил делать из бруса многослойного клееного из однонаправленного шпона LVL. Этот материал еще не достаточно изучен. Наши исследования показали, что в стандартных образцах при растяжении в них часто происходит выкалывание материала в зоне захватов. Суть явления заключается в том, что при лущении шпона толще 2 мм (в LVL она равна 3,2 мм) в выходящей ленте возникают неизбежные трещины. При склеивании они «закрываются», однако сильно уменьшают сопротивление LVL на скалывание в перпендикулярной слоям плоскости [4]. Усилие растяжения в подпругах И. К. Раша предлагает передать через «нагель» диаметром 48 мм. Это нарушает принцип дробности при конструировании ДК и, конечно же, создает серьезную опасность выкалывания LVL в створе такого болта.

Рис. 2. Нижний четверик в столпе церкви

Рис. 3. Схемы усиления балок нижнего четверика церкви Преображения Господня на о. Кижи по Л. А. Новожилову

Представителю НИИ мы высказали свои опасения и предложили два новых варианта усиления НЧ без внедрения «в тело Венеры Милосской».

В одном подпруги шпренгельной системы выполняются из семейства досок, ориентированных под углом 45° к оси НЧ, которые крепятся болтами диаметром 20 мм только к бревнам длинных прокладок. В другом, принятом нами основном, подпруги оставлены металлическими, но разбиты на короткие участки с целью уменьшения влияния температурных деформаций. Также усилия от подпруг передаются не на бревна НЧ, а на скошенные торцы бревен-прокладок.

Рамки статьи не позволяют изобразить оба варианта. Поэтому мы обращаем внимание читателей на основную из них (рис. 4).

Принцип создания весьма рациональных шпренгельных систем в балках НЧ сохранен, однако усилия от подпруг в отличие от предложения Л. А. Новожилова передаются не на бревна НЧ, через охватывающие их хомуты, а на торцы бревен-прокладок (рис. 4, а и в).

Это исключает и вариант И. К. Раши передачи сосредоточенного усилия через центральный болт огромного диаметра. Площадка смятия древесины в бревне-прокладке под углом создается с помощью жесткого штампа, сваренного из швеллера и листовой стали.

В нижних закругленных участках подпруг, где передается вертикальное усилие искусственных дополнительных опор балок НЧ через парные бруски 220×150 мм, рационально поставить короткие бревна увеличенного диаметра (~ 45 см), в которых вытесываются гнезда сопряжений для передачи указанных усилий, а также для сопряжения с основными и дополнительными бревнами (рис. 4, в).

Имеется возможность самую длинную четырехзвенную подпругу пропускать вдоль кромок бревен. Более короткая двухзвездочная подпруга должна пропустить вертикальные двухсторонние бруски. Поэтому они раздвинуты и устанавливаются с зазором 160 мм (см. рис. 4).

Выполненные предварительные расчеты такого усиления балок НЧ показали его высокую эффективность. При заинтересованности заказчика, естественно, потребуются уточненные расчеты и возможна корректировка узлов и конкретных решений. Однако представители «НИИ Спецпроектреставрация» больше на контакт не выходили.

Наши предложения ни в коей мере не исключают разработку иных решений, но пока что их не так много. Возможно создание нового варианта на основе соединения уже предложенных. Авторство нас волнует не так сильно, как сохранность памятника архитектуры, которая важнее любых амбиций.

Нужны новые предложения, и, конечно же, необходимо создание компетентной и независимой комиссии из специалистов, имеющих опыт сохранения деревянных конструкций при ре-

Рис. 4. Вариант усиления НЧ без внедрения в бревна сруба памятника: НВ — бревна нижнего восьмерика; НЧ — бревна нижнего четверика; СВ — бревна среднего восьмерика сруба; а — общий вид; б — верхний узел А с деталями передачи усилия в подпругах; в — один из нижних узлов передачи изгиба в подпругах

ставрации уникального памятника деревянного зодчества, чтобы обсудить все варианты реконструкции и выбрать наилучший, а не принимать скоропалительных решений и не предпринимать поспешных действий.

Библиографический список

1. Новожилов Л. А. Реставрация Преображенского собора в Кизжах. М.: АЛЕВ-В, 2009. 200 с.
2. Пискунов Ю. В. Проект усиления Преображенской церкви на острове Кизи // Актуальные проблемы исследования и спасения уникальных памятников деревянного зодчества России. СПб., 1999. С. 99–105.
3. Серов Е. Н., Серов А. Е., Миронова С. И., Рубан Д. А. Варианты усиления балок нижнего четверика Преображенской церкви на о. Кизи // V Междунар. конф. «Актуальные проблемы архитектуры и строительства» (СПбГАСУ, 25–28 июля 2013 г.). СПб., 2013. С. 433–439.

4. Серов Е. Н. Развитие клееных деревянных конструкций. Проблемы и воззрения. СПб.: СПбГАСУ, 2015. 152 с.

5. Найчук А. Я., Бабаев М. В. К вопросу оценки несущей способности стальных винтовых стержней, завинченных под углом к волокнам древесины // Промышленное гражданское строительство. 2010. № 1. С. 21–23.

6. Найчук А. Я. Несущая способность соединительных элементов деревянных конструкций на ввинченных в древесину стальных стержнях // сб. науч. тр. ОГАСА «Современные строительные конструкции из металла и древесины». Одесса, 2010. С. 163–168.

References

1. Novozhilov L. A. *Restavratsiya Preobrazhenskogo sobora v Kizhakh* [Restoration of Transfiguration Cathedral on Kizhi Island]. Moscow, ALEV-V Publ., 2009, 200 p.

2. Piskunov Yu. V. *Proekt usileniya Preobrazhenskoy tserkvi na ostrove Kizhi* [The project of strengthening the Transfiguration Church on Kizhi Island]. *Aktual'nye problemy issledovaniya i spaseniya unikal'nykh pamyatnikov derevyannogo zodchestva Rossii* [Current problems of research and protection of unique monuments of wooden architecture in Russia]. St. Petersburg, 1999, pp. 99–105.

3. Serov E. N., Serov A. E., Mironova S. I., Ruban D. A. *Varianty usileniya balok nizhnego chetverika Preobrazhenskoy tserkvi na o. Kizhi* [Options of strengthening of beams of the lower quadrangle the Transfiguration Church on Kizhi Island]. *Trudy V Mezhdunar. konf. «Aktual'nye problemy arkhitektury stroitel'stva», SPbGASU, 25–28 iyulya 2013 g.* [Proc. of the V Int. conf. "Current problems of architecture of construction", SPSUACE, July 25–28, 2013]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., 2013, pp. 433–439.

4. Serov E. N. *Razvitie kleenyykh derevyannykh konstruktсий. Problemy i vozzreniya* [Development of glued wooden designs. Problems and ideas]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., 2015, 152 p.

5. Naychuk A. Ya., Babaev M. V. *K voprosu otsenki nesushchey sposobnosti stal'nykh vintovykh sterzhney, zavinchennykh pod uglom k voloknamdrevesiny* [To the issue of assessing the bearing ability of the steel screw cores screwed up at an angle to the wooden fiber]. *Promyshlennoe grazhdanskoe stroitel'stvo – Industrial civil engineering*, 2010, no. 1, pp. 21–23.

6. Naychuk A. Ya. *Nesushchaya sposobnost' soedinitel'nykh ehlementov derevyannykh konstruktсий na vvinchennykh v drevesinu stal'nykh sterzhnyakh* [The bearing ability of connecting elements of wooden designs on the steel cores screwed into wood]. *Trudy OGASA «Sovremennye stroitel'nye konstruktсии iz metalla i drevesiny»* [Proc. of OGASA "Modern building constructions from metal and wood"]. OGASA Publ., 2010, pp. 163–168.