

ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКОГО ХРАМА В ПОЛОЦКЕ: ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИЙ И ИХ СВЯЗЬ СО СТРОИТЕЛЬНОЙ ИСТОРИЕЙ ПАМЯТНИКА

В. А. ПАНАСЮК

(ООО «РеставрацияИнвест», Брест, Беларусь)

Спасо-Преображенский храм представляет собой уникальный сохранившийся объект XII века. Несмотря на сложные перестройки, которые изменили его облик, но его центральный объём очень хорошо сохранился. В основном перестройки и изменения конструкций проводились в XVII–XIX вв. К ним можно отнести разрушение обходных галерей, надстройку основания для двухскатной кровли, сооружение подземных крипт под основным объёмом здания, создание иных дополнительных конструкций в зоне западного фасада и другие. Всё это привело к проседанию фундаментов, деформации стен, искажению конструкций, появлению трещин, разрушению нижних участков стен, закрытых культурным слоем, и иным неприятным последствиям.

Ключевые слова: Спасо-Преображенский храм, Полоцк, исследования несущих конструкций, деформации, строительные изменения.

RESEARCH OF THE LOAD-BEARING STRUCTURES OF THE TRANSFIGURATION CHURCH IN POLOTSK: CAUSES OF DEFORMATIONS AND THEIR CONNECTION TO THE MONUMENT'S CONSTRUCTION HISTORY

V. PANASYUK

(LLC "RestavraciyaInvest", Brest, Belarus)

The Church of the Transfiguration of the Savior is a unique surviving structure from the 12th century. It has undergone complex reconstructions that have altered its appearance, but its main structure remains remarkably well preserved. Major reconstructions and repairs took place between the 17th and 19th centuries: the demolition of galleries, the addition of a gable roof, the construction of underground crypts, and repairs to the western façade. These processes led to subsidence of the foundations, deformation of the walls, distortion of the structure, the appearance of cracks, and the destruction of the lower sections of the walls, which are covered by the cultural layer.

Keywords: Church of the Transfiguration of the Savior, Polotsk, study of load-bearing structures, deformations, construction changes.

На протяжении длительного периода существования Спасо-Преображенский храм использовался по прямому назначению – в качестве культового сооружения. Однако уже

в XVII–XX вв. здание неоднократно повреждалось, в основном, в ходе боевых действий, проходящих в непосредственной близости от него. Были периоды запустения, когда здание приспособлялось под хозяйственные цели и конструкции не поддерживались в исправном состоянии. Тем не менее, периодически выполнялись работы по ремонту храма, либо его реконструкции. До наших дней внешний вид Спасо-Преображенской церкви дошел существенно измененным ремонтами и перестройками.

В ходе современной реставрации Спасского храма выполнялся комплекс научно-исследовательских и изыскательских работ, включавший ряд мероприятий:

- археологические раскопки по периметру храма и во внутреннем объеме;
- удаление слоёв интерьерной живописи XIX в. с исследованием и реставрацией древних фресок XII в.;
- технические обследования и архитектурные обмеры конструкций здания, вскрываемых в ходе археологических и реставрационных работ;
- архитектурная фиксация раскрываемых поверхностей древних стен и сводов;
- изучение тепло-влажностного режима во внутреннем объеме храма с разработкой необходимых условий по сохранности живописи и конструкций;
- инженерно-геологические изыскания;
- дендрологические исследования и иные работы.

Работы по техническому обследованию и мониторингу состояния конструкций храма выполнялись на протяжении всего периода осуществления научно-исследовательских, художественных и реставрационно-восстановительных работ. В период с 2001 г. по 2024 г. работами по техническому обследованию храма занимались следующие организации:

- 2001 г. и 2007 г. – УО «Полоцкий государственный университет»;
- 2012 г. – РУП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»;
- 2015–2017 гг. – УП «Стройреконструкция» [4];
- 2018–2024 гг. – ОДО «Техническая диагностика сооружений» [5; 6] и ООО «БрестИнспект» [7–9].

Возможность выполнения наиболее детальных обследований здания появилась после 2015 г. когда начались реставрационные работы по удалению поздних наслоений и вскрытию древних конструкций. Результаты исследований, выполнявшихся в период 2015 – 2024 гг., были использованы при проектировании реставрационно-восстановительных работ.

В период с 2015 г. по 2023 г. УП «Стройреконструкция» выполнялся инструментальный мониторинг напряженно-деформированного состояния несущих конструкций. В результате обследования конструкций церкви, произведенном УП «Стройреконструкция» [4], были выполнены следующие работы:

- определены прочностные характеристики кладки стен;
- выявлен состав и концентрация солей в кладке стен;
- выполнены поверочные расчеты конструкций по программе SOFiSTiK;
- выполнено 3D-сканирование объекта с выдачей результатов в виде изображений фасадов, планов и разрезов здания в различных плоскостях;
- выполнялся мониторинг температурно-влажностного режима;
- проводился электронный мониторинг напряженно-деформированного состояния несущих конструкций;
- выдавались рекомендации по результатам выполняемых исследований.

В ходе производственных работ 2018–2024 гг. к исследованию конструкций храма подключилось ОДО «Техническая диагностика сооружений», а впоследствии,

ООО «БрестИнспект» под общим руководством и непосредственным участием автора данной статьи. По историческим данным и фактическим результатам вскрытия конструкций был выполнен анализ выявленных дефектов и повреждений в конструкциях, которые происходили на протяжении длительного периода существования здания. При этом, после вскрытия конструкций в ходе археологических, художественных и реставрационных работ, выполнялись подробные обмерные работы дефектных зон, исследование состояния материала древних конструкций, что позволяло принимать методически грамотные проектные решения по реставрационно-восстановительным работам.

Таким образом, на достаточно компактном храме в период 2015–2024 гг. обмерно-обследовательские и проектные работы выполнялись параллельно с комплексом научно-исследовательских, археологических, художественных и производственных работ. Состав и объёмы выполнения обследовательских работ напрямую зависели от результатов ежегодных дополнительных раскрытий древних конструкций. По результатам дополнительных ежегодных исследовательских работ выполнялась корректировка ранее выданных проектных решений.

Сложившийся на объекте характер выполнения комплекса реставрационных работ не вполне соответствовал традиционному подходу, при котором вначале выполняются комплексные научные и археологические изыскания, вторым этапом – проектные работы, и только после этого производственные работы. Таким образом, весь процесс выстраивается в достаточно длинную временную цепочку, что для нашего объекта, учитывая, кроме всего прочего, необходимость выполнения художественных и реставрационных работ в строго определённом временном интервале, оказалось неприемлемым. Несмотря на концентрацию одновременно работающих на объекте специалистов разных направлений деятельности, в технологии параллельного выполнения комплекса работ были и несомненные положительные стороны:

- сокращение сроков реставрации храма;
- своевременная фиксация и техническое обследование вскрывавшихся в ходе реставрационных и археологических работ ранее скрытых дефектов;
- возможность коллегиального обсуждения планируемых проектных и исследовательских работ непосредственно на выявленных проблемных участках для принятия максимально верного варианта реставрации.

В ходе обследования конструкций храма, выполнявшихся в 2015–2018 гг. [4; 5] были выявлены трещины и деформации (осадки, крены). В наибольшей степени оказались повреждёнными стены южного и северного фасадов, столбы, а также конструкции келий, расположенных на 2-м ярусе церкви. Анализ расположения трещин в стенах и сводах позволил сделать вывод, что большая часть повреждений произошла по причине технически необдуманных действий иезуитов (владевших храмом с конца XVII в. по начало XIX в.) при устройстве крипты, что вызвало негативные последствия для конструкций. Рассмотрим некоторые из них.

Работы по выборке грунта и устройству стенок крипты были выполнены с заглублением пола крипты в среднем на 40 см ниже подошвы фундаментов здания, по этой причине произошло ослабление грунтового основания в непосредственной близости от фундаментов столбов, были выявлены также выпадения отдельных камней из тела фундаментов. Это привело к сдвигу фундаментов, осадкам и кренам столбов с образованием горизонтальных трещин, отделением столбов 1-го яруса от выше лежащих конструкций (рисунки 1, 2). Для усиления подземных конструкций иезуиты устроили в коридорах крипты поперечные кирпичные диафрагмы, воспринимающие горизонтальные усилия от сдвига фундаментов столбов.

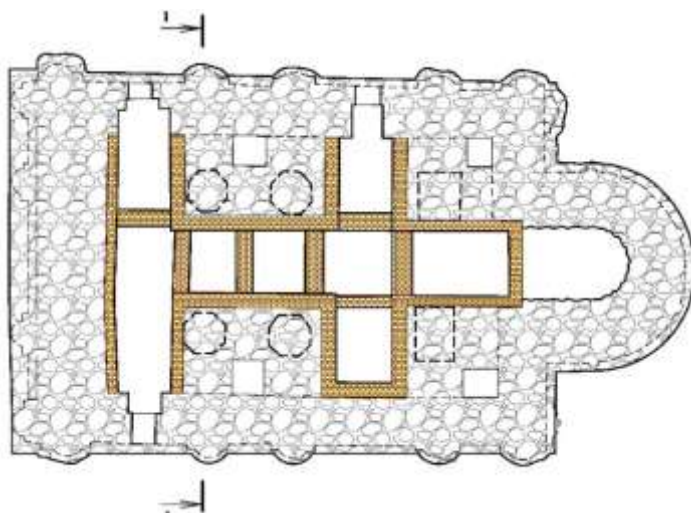


Рисунок 1. – Схема фундаментов после устройства крипты и диафрагм в XVIII в.

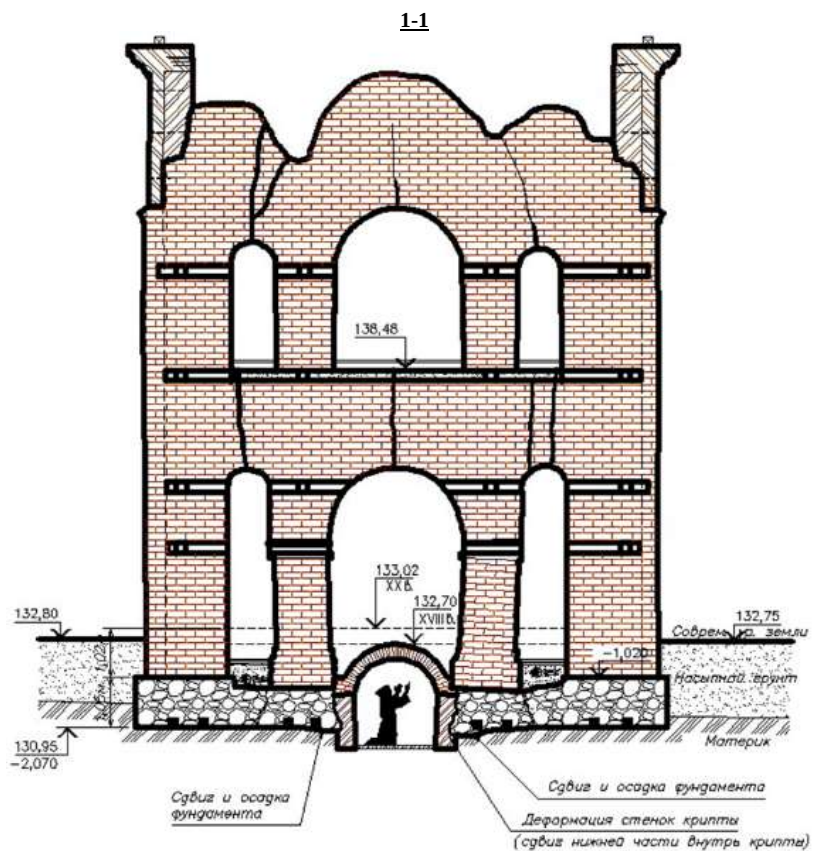


Рисунок 2. – Поперечный разрез по западным столбам церкви и фундаменту после устройства крипты (до устройства диафрагм)

При устройстве в XVIII в. входов в крипту была нарушена целостность подземной части стен и фундаментов южного и северного фасадов. Это привело к расчленению ленточных фундаментов на несколько отдельных участков, воспринимающих различную по интенсивности нагрузку. В результате неравномерных осадок возникли трещины в наружных стенах, проходящие по наиболее ослабленным участкам (с оконными проёмами и аркосолиями). Выявлено смещение краёв некоторых трещин друг относительно друга, что свидетельствует о деформации здания в результате неравномерных осадок. За период наблюдений за деформациями здания, выполнявшихся УП «Стройреконструкция», ширина раскрытия трещин менялась на величину 0,1 – 0,2 мм. В отчёте было отмечено, что зависимость раскрытия трещин от изменения уровня грунтовых вод, временной нагрузки (снег, ветер, полезная нагрузка на перекрытия) не выявлена. По наблюдениям автора данной статьи ширина раскрытия трещин по фасадам (до удаления наслоений наружной штукатурки) носила сезонный характер: в холодные периоды года их ширина уменьшалась, вплоть до полного закрытия.

После удаления поздних штукатурок с фасадов вскрылись ранее не обследованные участки кладки, а также были выявлены дополнительные дефекты стен: после устройства входов в крипту (XVIII в.) и возникших деформаций стен, произошли вывалы кладки над аркосолиями в стенах южного и северного фасадов. В тот же период были проведены работы по восстановлению утраченных фрагментов кладки над аркосолиями и выполнено усиление стен путём закладки аркосолий кирпичной кладкой.

Выявленные в 2022 – 2023 гг. [8; 9] повреждения локализуются в западной и центральной частях церкви и подразделяются на 2 типа: а) трещины в северной и южной стене, проходящие в местах расположения оконных проёмов; б) локальные утраты внешнего слоя древней кладки вследствие размораживания (деструкция произошла до XVIII в., когда церковь стояла без покрытия). Все трещины, кроме трещины в западном прясле северной стены, проходят от цоколя до низа кирпичного парапета, возведенного в XVIII в. и надстроенного в XIX в. по периметру четверика. Таким образом, после надстройки парапета, развития трещин не происходило, за исключением северо-западного, наиболее поврежденного, участка храма.

Изучение верхней части четверика над капителями полукруглых лопаток позволяет сделать вывод, что кирпичная кладка на данном участке, а также двуступчатые «закомары» над пряслами и венчающий карниз были выполнены по проекту К. Лукина в 1837 г. До этого, судя по рисунку северного фасада 1833 г., лицевая кладка до карниза была в «исторической» плоскости. При перестройке в 1837 г. была выполнена кирпичная облицовка толщиной в кирпич с креплением к кладке XVIII в. при помощи стальных Т-образных анкеров. В новой кладке были устроены «закомары», венчающий карниз нарастили в ширину, чтобы перекрыть новую кладку (рисунки 3, 4). Обмерные чертежи северного и южного фасадов, выполненные в 2018 г., до удаления поздних штукатурок, и после их удаления – в 2023 г. представлены на рисунках 5–9.

В XVIII в., при работах по ликвидации предаварийного состояния здания, трещины, возникшие над столбами и в стенах, были заделаны. При расчистке наиболее крупных трещин было выявлено, что они заполнены кусками черепицы и кирпичным боем насухо, либо на известковом растворе, однако не плотно – имелись полости различного размера. Таким образом, столбы не в полной мере были включены в работу по восприятию нагрузки от вышележащих конструкций. Тем не менее, раскрытия трещин, заделанных раствором в XVIII–XIX вв., а также в наше время, не отмечалось. Масляная живопись, возобновленная в XIX в. на участках с заделанными трещинами, не была повреждена. Это свидетельствует о стабилизации деформаций здания.



Рисунок 3. – Рисунок северного фасада 1833 г.



Рисунок 4. – Северный фасад в 2018 г.

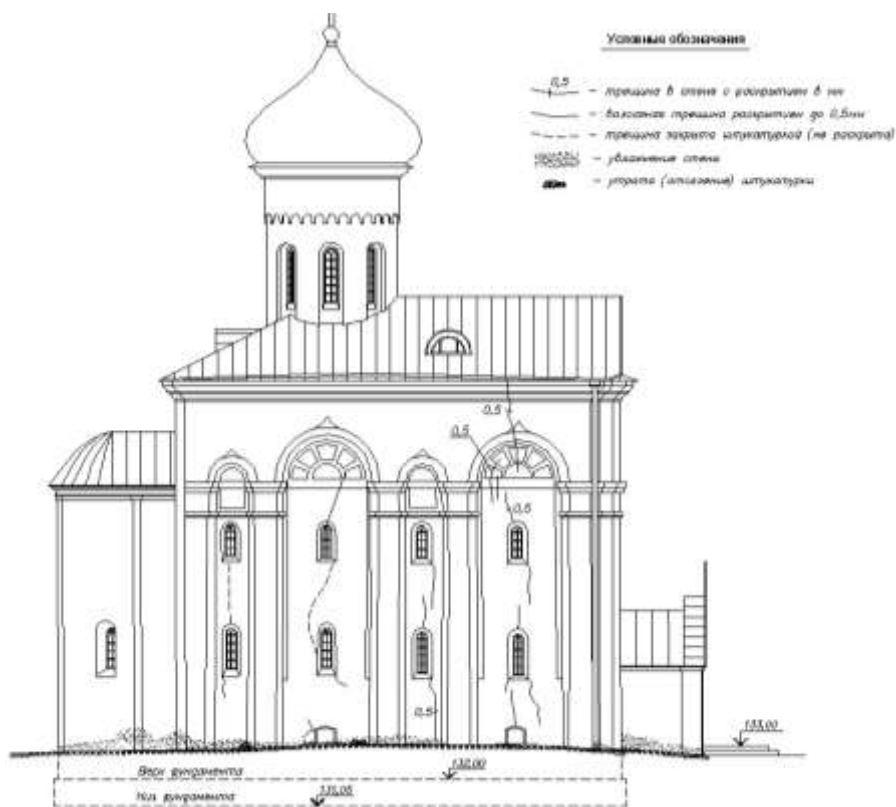


Рисунок 5. – Северный фасад в 2018 г. до демонтажа поздних слоёв штукатурки

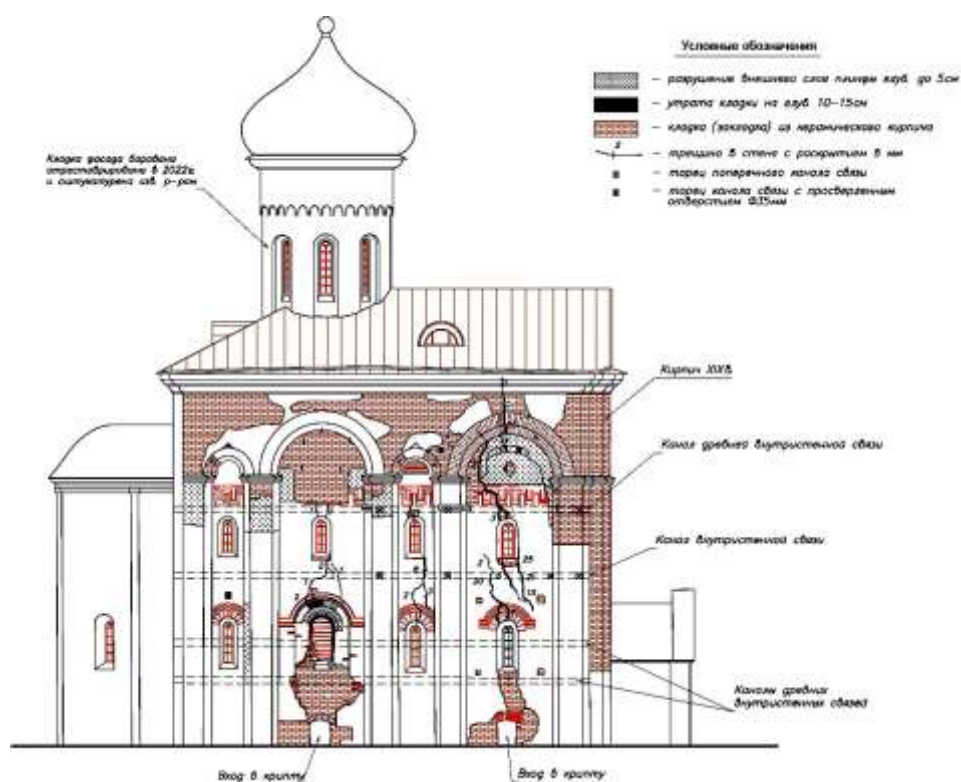


Рисунок 6. – Северный фасад в 2023 г. после демонтажа поздних слоёв штукатурки

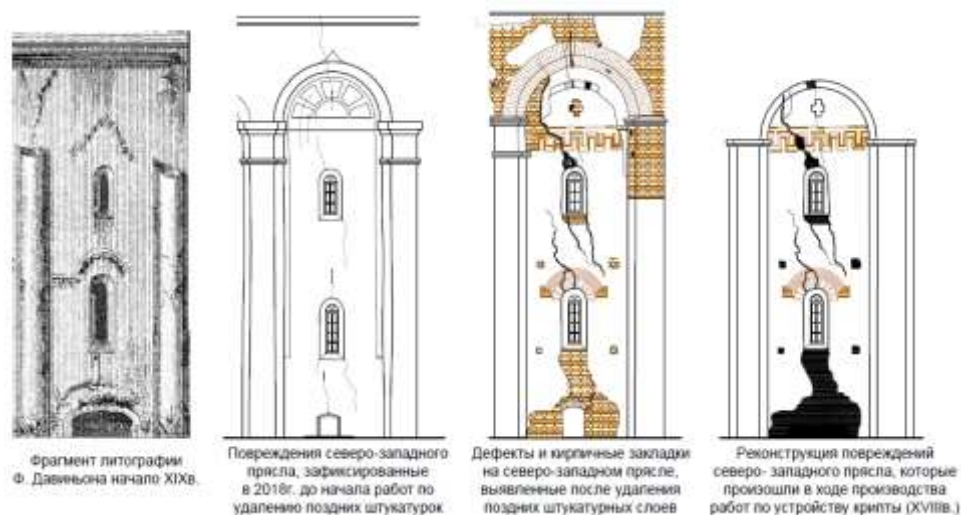


Рисунок 7. – Западное прясло северного фасада

Вертикальные трещины в западном прясле северной стены доходят до венчающего карниза церкви (рисунок 7). Отметим, что кладка парапета (XVIII в.) на этом участке, равно, как и на противоположном, южном фасаде (западное прясло), имеет небольшую высоту ввиду того, что он надстроен поверх высоких закомар (полукруглое завершение стены) XII в. Согласно исторической справке [10]: «здание церкви пострадало в годы последней войны. В августе 1944 г. памятник обследовали на предмет нанесённых повреждений. Обнаружилось следующее: «в северной стене, ближе к западному углу, появилась угрожающая трещина от сотрясений при бомбардировке и взрывах, проходящая по всей высоте здания почти от земли до сводов». Таким образом, существовавшие ранее осадочные трещины в западном прясле северной стены получили дополнительное развитие в результате мощного динамического воздействия. В западном прясле южной стены в зоне парапета XVIII в. трещины отсутствуют.

При наличии штукатурного слоя на фасадах храма, трещины в южной и северной стенах были зафиксированы, как «волосяные», с раскрытием до 0,5 мм. В холодные поры года происходило их «закрытие», т. е. трещины проявляли себя, как температурные. За послевоенный период опасного раскрытия трещин, как на фасадах, так и по внутренним поверхностям северной и южной стен, не отмечалось. Всё это свидетельствует о том, что, несмотря на большое количество трещин в наружных стенах, в основном, возникших в XVIII в., дополнительные деформации разъединённых трещинами конструкций, влияющие на устойчивость здания, не происходили.

В восточной части четверика и на апсиде трещины не обнаружены, однако были выявлены утраты внешнего слоя древней кладки на глубину до 4 см. В центральных пряслах северного и южного фасадов в уровне окон 1-го яруса после удаления штукатурки были вскрыты заложенные кирпичом древние арочные ниши.

В первой половине XIX в. здание дважды подверглось реконструкции. По проекту профессора архитектуры Войцеха Обрампальского в 1800–1803 гг., и позднее, после повреждений 1812 г., было выполнено переустройство фасадов под классицистский внешний облик (рисунок 10). Для этого древняя кладка XII в. западного фасада была облицована кирпичной стенкой толщиной в 1 кирпич (30 см). Притвор, примыкавший к западной стене, вместе с циркульным кирпичным сводом были демонтированы. Позже, в 1837 г., когда храм вновь стал православным, по проекту К. Лукина была выполнена реконструкция притвора, но уже в меньших габаритах (рисунок 11). На западном фасаде были демонтированы колонны и высокий стилобат, на который они опирались. К облицовке XVIII в. были пристроены без перевязки четыре кирпичные полукруглые лопатки. Верхняя часть кирпичной облицовки XVIII в. была разобрана и выполнена заново с устройством арочных ниш поверх капителей в завершении лопаток.

После частичного демонтажа штукатурки трещины на фасаде западной стены не были выявлены. Однако между южным торцом кирпичной облицовки и поверхностью древней кладки западной стены вскрылась вертикальная щель шириной 3–5 мм (рисунок 9). Возможно, что в результате динамического воздействия на храм во время Второй мировой войны, либо по иной причине, произошло отслоение крайней (южной) лопатки от основного объёма стены. Состояние древней кладки XII в. за кирпичной облицовкой XVIII в. не зафиксировано.

В тело внутренних и наружных стен церкви при её возведении были заложены продольные и поперечные деревянные связи из прямоугольного бруса со средним сечением 20 × 20 см, соединяющие конструктивные элементы здания – кирпичные

столбы и стены (рисунок 12). Деревянные связи со временем под воздействием биологических факторов были полностью утрачены, каналы в стенах заполнены остатками разрушенной древесины. Пустые каналы ослабляют конструкции здания: после осадки столбов в XVIII в. некоторые горизонтальные трещины возникли именно на участках расположения каналов связей.



Рисунок 10. – Обмерный рисунок 1833 г.



Рисунок 11. – Рисунок западного фасада 1894 г.

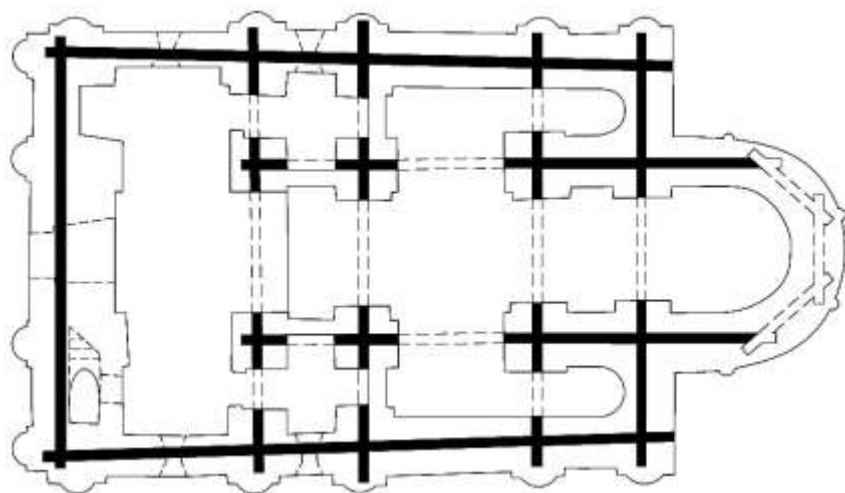


Рисунок 12. – Схема каналов связей над окнами 2-го яруса церкви

Древняя плинфяная кладка наружных стен здания, расположенная ниже уровня земли, оказалась разрушенной в результате накопления влаги и размораживания при отрицательных температурах. По периметру церкви в ходе археологических раскопок были выявлены исторические кирпичные конструкции и множество захоронений. Между стенами церкви и смежными с ними подземными конструкциями, а также в грунте обратной засыпки могил и в объеме захоронений скапливалась влага, увлажнявшая стены здания, расположенные ниже уровня земли. Глубина разрушения кладки в основном составляла около 15 см, но на отдельных участках достигала более 40 см (рисунки 13, 14).



Рисунок 13. – Вскрытие фундамента юго-восточного угла церкви. 2017 г.



Рисунок 14. – Удаление дефектной кладки фундамента юго-восточного угла церкви

В ходе проведения в 2015–2017 гг. ГосНИИ Реставрации (г. Москва) работ по изучению тепловлажностных условий сохранности настенной живописи и конструкций церкви были выполнены измерения влагосодержания конструкций здания. Так, в нижнем поясе (до 2 м) на стенах в объеме храма в 70% выявлено сверхсорбционное влагосодержание 110–140 ед. влаги, что соответствовало переувлажненному материалу. По всему периметру храма в нижних частях стен было выявлено снижение теплозащитных свойств кладки.

Конструктивную основу крестово-купольного здания церкви составляет трех-пролётная арочно-стоечная система. Подпружные арки, опирающиеся на стены и столбы, служат основанием для сводов перекрытий. На подпружные арки подкупольного пространства опирается световой барабан. Основными внутренними элементами жесткости, воспринимающими распор от подпружных арок, служат центральные столбы, массивные стены и перекрытия хор, создающие горизонтальные диафрагмы, а также конструкции, формирующие объёмы келий 2-го яруса. Дополнительным внутренним элементом жесткости здания служит массивная западная стена (толщиной более 2,0 м), в которой располагается внутренняя лестница на хоры.

Внешними элементами, увеличивающими жёсткость здания, является апсида с востока и притвор с запада. Боковые галереи, располагавшиеся изначально вдоль северной и южной стен, своими поперечными стенами значительно увеличивали жесткость центрального объёма храма. Однако галереи не сохранились до наших дней, остались только фрагменты нижних частей стен и фундаменты.

Наиболее нагруженными элементами перекрытия являются системы подпружных арок и паруса, несущие центральный световой барабан. Паруса, упираясь в опорное кольцо барабана, работают самостоятельно, передавая часть своей нагрузки и распора на нижележащие конструкции. Толщина сводов перекрытия верхнего яруса (чердачное перекрытие) на участках, свободных от кокошников, составляет 33 см (по размеру плинфы). На участках с кокошниками толщина сводов и кладки над ними составляет 0,8 – 3,0 м.

В сводах и арках здания выявлено большое количество трещин [5–7]. Почти все трещины в конструкциях 1-го яруса со стороны внутреннего объёма церкви заделаны известковым раствором в ходе реставрационных работ по восстановлению живописи. Старый известковый раствор, которым были заделаны трещины (XVIII в.), был удалён. Работы по реставрации фресок XII в. в интерьере храма проводятся с 2007 года. За прошедшие годы не было выявлено дополнительного раскрытия заделанных реставраторами трещин.

В результате анализа расположения трещин в арках, сводах и внутренних стенах 2-го яруса сделаны следующие выводы:

1. Трещины в конструкциях произошли в результате осадки и кренов всех 4-х внутренних столбов. Все своды и подпружные арки 1-го и 2-го ярусов, расположенные в западной части четверика, имеют трещины, свидетельствующие об осадке столбов.

2. Наибольшие деформации и повреждения здания произошли в северной стене и примыкающих к ней арках и сводам. Фундамент данной стены пострадал от реконструкции XVIII в. в большей степени, чем под южной стеной. Северная стена неоднократно подвергалась внешнему механическому воздействию во время военных действий в XIX–XX вв., что вызывало не только механическое повреждение древней кладки, но и послужило причиной появления дополнительных трещин.

3. Связь конструкций внутреннего объёма храма с наружными стенами нарушена ввиду наличия большого количества трещин. Расположение многих трещин различно по нижним и верхним поверхностям одного и того же свода (не сквозные), что свидетельствует о сложном характере произошедших в XVIII в. деформаций (осадка с деформацией) (рисунки 15, 16). Со стороны чердака на внешних поверхностях сводов и кокошников, расположенных вдоль стены северного фасада, имеются трещины раскрытием до 10 мм (рисунок 17). Наиболее крупные трещины заделаны известковым раствором. Разрушение раствора вдоль трещин отсутствует, что свидетельствует о стабилизации осадок здания.

3. Отчёт об археологических исследованиях на объекте «Реконструкция и реставрация Спасо-Преображенской церкви в г. Полоцке (историко-культурная ценность XII века)» в 2015 г. – Полоцкий государственный университет, 2016.
4. Обследование технического состояния несущих конструкций на объекте: «Реконструкция с реставрацией Спасо-Преображенской церкви в г. Полоцке». (историко-культурная ценность XII века). Этапы 2-6. НПП «Стройреконструкция». – Минск, 2015–2017.
5. Отчет по договору 72-09-О/18 от 25.09.2018 г. «Обследование строительных конструкций фасадов, чердачного перекрытия и крыши Спасо-Преображенской церкви в г. Полоцке (историко-культурная ценность XII века)». ОДО «Техническая диагностика сооружений, 2018 г.
6. Отчет по договору 42-05-О/20 от 19.05.2020 г. «Обследование строительных конструкций Спасо-Преображенской церкви в г. Полоцке (историко-культурная ценность XII века) – 3 очередь работ». – ОДО «Техническая диагностика сооружений, 2020.
7. Отчет по договору 007/3-ОБ/2021 от 12.04.2021 г. «Дополнительное обследование строительных конструкций Спасо-Преображенской Церкви в г. Полоцке (после демонтажных работ) для проектирования работ 3 очереди и корректировки проектных решений 1 и 2 очереди». – ООО «БрестИнспект», 2021.
8. Отчет по договору 007/6-ОБ/2022 от 01.06.2022 г. «Дополнительное техническое обследование строительных конструкций Спасо-Преображенской Церкви в г. Полоцке, вскрываемых в ходе реставрационно-восстановительных работ в 2022 г.». – ООО «БрестИнспект», 2022.
9. Отчет по договору 007/3-ОБ/2023 от 21.04.2023 г. «Дополнительное техническое обследование строительных конструкций Спасо-Преображенской Церкви в г. Полоцке, вскрываемых в ходе реставрационно-восстановительных работ в 2023 г.». – ООО «БрестИнспект», 2023.
10. Историко-архивные и библиографические изыскания. – ОАО «Белреставрация» Проектный филиал, 2018.