

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМ И КОНСТРУКЦИЙ ГЛАВ КУЛЬТОВЫХ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, Е.В. Печерица, А.М. Павлов
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Предметом исследования являются формы и конструкции глав культовых памятников архитектуры. Изложение построено преимущественно на методе сравнительных сопоставлений форм и конструкций глав культовых памятников православной архитектуры, относящихся к различным стилям и эпохам. Подчеркивается неизбежность сложившихся канонических церковных требований. Проводится анализ форм глав православных храмов Южного Урала. Настоящая работа имеет целью определить форму и конструкцию главы, наиболее подходящие для реставрации старинных церквей с ослабленной способностью несущих стен и улучшения эксплуатации ограждающих конструкций. Обосновывается применение стеклопластика в изготовлении глав культовых памятников архитектуры с декоративно-эстетической и конструктивной точек зрения. Исследуются аэродинамические характеристики глав церквей, соборов, а также иных объектов национального достояния с целью определения наиболее сложных мест в конструкции. В исследовании применена визуализация с использованием программного комплекса Solidworks.

Ключевые слова: культовые памятники архитектуры, православные храмы, архитектурные элементы храмов, формы глав храмов, конструкции глав храмов, реконструкция культовых памятников архитектуры, стеклопластик.

Введение

Православные храмы традиционно являются доминантами застройки городов и других населенных пунктов. Специфической особенностью строительства храмов является необходимость подчинения каноническим церковным требованиям, основанным на православной догматике и храмостроительной традиции [1].

Одним из важнейших архитектурных элементов храма является глава. В архитектуре *глава* – *декоративное покрытие, расположенное над куполом храма и устраиваемое на световом барабане*. *Главка* – *глава, устроенная на декоративном (глухом) барабане*. Таково формальное определение глав. Тем не менее в историко-архитектурном и реставрационном обиходе о главах часто говорят и в широком смысле – как о *завершении храма, состоящем из барабана, купола и купольного покрытия*. Соответственно, к главам часто относят и простейшие посводные покрытия (металлом либо лемехом непосредственно по своду). В этом исследовании мы будем придерживаться формального определения глав как декоративных купольных покрытий. [2].

Актуальность

В отличие от западной культовой архитектуры, развитие русской храмовой архитектуры было насильственно прервано более чем на 70 лет. После чего многие десятилетия никто в нашей стране не занимался этим видом архитектурной деятельности. Русская храмовая архитектура в постсоветский период как искусство оказалась под запретом [3]. Перемены, произошедшие в 80-х годах в жизни и религиозном сознании людей, привели к необходимости массового строительства новых храмов [1]. Од-

нако семидесятилетний перерыв привел к тому, что значительная часть старинных православных храмов России, являющихся культовыми памятниками архитектуры, находится в неудовлетворительном состоянии. Это обусловлено отсутствием своевременного ухода за ними и прекращением их эксплуатации. Вопрос реставрации зданий православных храмов требует всестороннего изучения, потому что предотвращение исчезновения культурного наследия и сохранение его для следующих поколений является одной из важнейших миссий человечества. Реставрация храмов сопровождается некоторыми организационно-технологическими особенностями, которые обусловлены сложной архитектурно-пространственной формой здания и его архитектурных элементов [4]. Перед строительством любого объекта нужно смоделировать все природные угрозы и опасности для конструкций, и одним из таких явлений является ветровая нагрузка. Предмет нашего исследования, конкретно главы, имеют непростые формы, следовательно, для них используются различные конструкции, а также для них особенно значима ветровая нагрузка. Исходя из этого, исследование форм и конструкций глав – основных архитектурных элементов храмов – является *актуальной задачей*.

Краткий анализ литературы

Представленный в литературе опыт храмо-строительства сводится к общим рекомендациям, отвечающим каноническим церковным требованиям, основанным на православной догматике и храмостроительной традиции [1]. Поэтому возникает необходимость сравнения архитектурных элементов храмов – глав – по наиболее характерным признакам – конструкции.

Изучив литературу по теме исследования, было установлено, что значительная часть трудов посвящена истории православной архитектуры [2, 5–9]. Научные публикации по теме исследования в основном отражают проблемы развития храмовой архитектуры России, состояние современной практики проектирования храмов и организационно-технологические решения реконструкции храмов [3, 4, 10]. Большинство интернет-источников посвящены использованию стеклопластика в храмовом строительстве.

Таким образом, виды глав храмов по форме и конструкции малоизучены. Определение материала конструкции главы, наиболее подходящего для реставрации старинных церквей с ослабленной способностью несущих стен и улучшения эксплуатации ограждающих конструкций, требует дополнительных исследований, а именно определения влияния аэродинамики главы культовых сооружений.

Цель исследования: определить форму главы и материал конструкции главы, наиболее подходящие для реставрации старинных церквей с ослабленной способностью несущих стен и улучшения эксплуатации ограждающих конструкций.

Для достижения поставленной цели были сформулированы **следующие задачи:**

- сравнить формы глав храмов;
- сравнить конструкции глав храмов и определить лучший материал для изготовления глав храмов;
- исследовать влияние аэродинамики на разные формы глав.

Теоретическая часть

Формы глав храмов

Размер и форма главы определяются размером, типом и конструкцией покрытия храма (рис. 1). Выделяют следующие формы глав храмов: *яйцевидная, шлемовидная, луковичная, грушевидная, конусовидная и зонтичная*. [2, 5–8, 11].

В соответствии с русской православной традицией главы имеют, как правило, *шлемовидную* или *луковичную форму* [1].

Определим разницу между шлемовидными и луковичными главами. И шлемовидная, и луковичная главы имеют килевидный верх. Максимальный диаметр луковичной главы больше диаметра барабана, т. е. присутствует визуальная «бочкообразность», а высота главы – не меньше ее ширины. Максимальный диаметр шлемовидной главы не превышает диаметр барабана, а высота главы – всегда меньше ширины.

Яйцевидные главы были заимствованы из Византии. Грушевидные главы характерны для «украинского барокко», зонтичные и конусовидные – для закавказской архитектуры; в древнерусском зодчестве и в соответствующей иконографии они практически отсутствовали [5].

Древнерусская храмовая архитектура до конца XVII в. развивалась в соответствии с религиозными канонами и местными традициями. С принятием христианства в качестве государственной религии в 988 году на Руси стали появляться первые каменные храмы, возводимые под руководством приглашённых из Византии мастеров. С началом правления Петра I и ориентированности

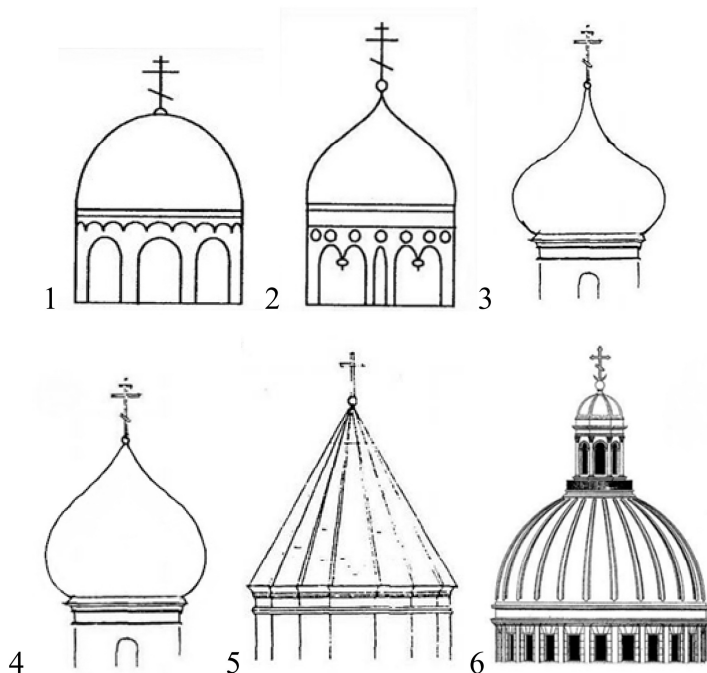


Рис. 1. Разновидности глав храмов: 1 – яйцевидная, 2 – шлемовидная, 3 – луковичная; 4 – грушевидная; 5 – конусовидная; 6 – зонтичная

Градостроительство и архитектура

на западное светское искусство внешний облик православных храмов стал также тесно связан с развитием художественных стилей (таких как барокко, классицизм, ампир, различные направления модерна) [10].

Анализ форм глав православных храмов Южного Урала

В Православной Церкви в V–VIII веках сложился византийский стиль и в строительстве храмов, и в богослужении. Сохраняя основные архитектурные черты византийских храмов, русские церкви имеют много самобытного. Сферическая византийская форма покрытия куполов заменилась шлемовидной. В XV–XVII веках в России сложился отличный от византийского стиль, для которого характерны луковичные главы.

Анализ православной архитектуры Южного Урала показал, что большинство храмов Челябинской области имеют луковичные главы, некоторые храмы имеют шлемовидные и яйцевидные купола, незначительное количество храмов имеют грушевидные главы и зонтичные купола. Конусовидные главы в православной архитектуре Южного Урала отсутствуют.

Первые челябинские церкви, построенные в XVIII веке, имели *луковичные главы*, к ним относятся Собор Рождения Христа в Челябинске (1766–1932), взорванный в 1932 году, Свято-Троицкий храм в Челябинске (1768) (рис. 2а), отреставрированный в 1987–1988 годах, первый в Челябинске монастырь – женский Одигитриевский монастырь (1848–1930-е гг.), разобранный на стройматериалы в 1930-х годах.

Среди храмов, построенных в XVIII и XX веках, выделяются храмы с *шлемовидными куполами*. К ним относятся: Церковь Преображения Господня в Чебаркуле (1745, 2007), по своей архитектуре напоминающая древние церкви Владимиро-Суздальской Руси, Свято-Троицкий собор в Троицке (1754) – единственный в Челябинской области из дореволюционных соборов, сохранившихся

до наших дней (рис. 2б), Собор Рождения Христа в Челябинске (1766), взорванный в 1932 году, а также Церковь Архангела Михаила в с. Краснокаменка Уйского района (1914), построенная в русско-византийском стиле.

Среди храмов Южного Урала, построенных в XIX веке, выделяются храмы с яйцевидными куполами сферической формы и зонтичными куполами.

К храмам с яйцевидными куполами относятся разрушенная в 1930-е гг. церковь апостолов Петра и Павла в Миассе (1815), отреставрированная церковь Введения во храм Пресвятой Богородицы в Миньяре Ашинского района (1819) и отреставрированная церковь иконы Божией Матери «Знамение» в с. Воскресенском Каслинского района (1835) (рис. 2в).

Зонтичные купола имел Собор Святой Троицы в Златоусте (1842), разрушенный в 1930-е гг. (рис. 3а).

Кроме этого, есть храм с грушевидными главами, относящийся к классическому типу с элементами барокко, – Церковь св. Димитрия Солунского в Троицке (рис. 3б) [9].

Конструкции глав храмов

Возведение храмов подчиняется строгим и довольно консервативным архитектурным законам и правилам, регламентирующим буквально все – от пропорций будущего сооружения и его ориентации в пространстве до технологий строительства и конструкций архитектурных элементов. На протяжении столетий главы храмов изготавливали из *дерева и металла*. Однако прогресс неумолим и при возведении современных храмов нередко используют *стеклопластик* – *пластический композиционный материал, состоящий из стекловолоконного наполнителя (стеклянное волокно, волокно из кварца и др.) и связующего вещества (эпоксидные и полиэфирные смолы)* [12].

На рис. 4 представлена *конструкция деревянной главы храма*. Каркас глав диаметром до 3 м



Рис. 2. Храмы Южного Урала: а) с луковичными главами: Свято-Троицкий храм в Челябинске (1768); б) с шлемовидными куполами: Свято-Троицкий собор в Троицке (1754); в) с яйцевидными куполами: Церковь иконы Божией Матери «Знамение» в с. Воскресенском Каслинского района (1835)

выполняется, как правило, с *деревянными журавцами*, вырезанными по шаблону из нескольких спаренных досок толщиной 40 мм и крепящимися к центральному столбу, служащему основанием для Креста. По журавцам выполняется дощатая лекальная обрешетка с шагом около 300 мм или опалубка из перекрестных лент фанеры толщиной 4–5 мм в 2 слоя. При чешуйчатом покрытии глав к журавцам крепятся вырезанные по шаблону горизонтальные кружала с шагом, соответствующим размеру чешуи. Конструкция главы выполняется из дерева влажностью не более 12%. Деревянные элементы крепятся между собой на деревянных нагелях из твердолиственных пород: дуб, бук, ясень.

Конструкция барабана деревянной главы может быть *кирпичной или с металлокаркасом и деревянными кружальными кольцами*, служащими для крепления деревянной обрешетки, которая оштукатуривается по стальной сетке [1].

Удельный вес твердолиственного дерева составляет – 600–720 кг/м³, а металла – 7800 кг/м³, т.е. деревянная глава значительно легче металлической.

Однако для глав диаметром более 3 метров требуется дополнительный металлический каркас, который увеличивает массу изделия, поэтому монтаж такой главы требует большого количества высотных работ с использованием специальной техники [13].

Для покрытия деревянных глав используется *лемех* – короткие, тонкие, изогнутые по форме главы фигурные досочки, изготовленные из осины, сосны или дуба. При этом необходимо учитывать их расположение на кровле и подбирать слои таким образом, чтобы вода с кровли не затекала «навстречу» слою. Поскольку дерево подвержено гниению, то главу обрабатывают специальными пропитками, покрывают металлом, нитридом титана или сусальным золотом. Средний срок службы деревянной главы не более 10 лет.

Конструкция металлической главы храма (рис. 5). Основу конструкции составляют: опорное кольцо, центральный столб, крепящийся к кольцу подкосами, и гнутые кружала-журавцы. В зависимости от размеров главы журавцы соединяются со столбом в одном или нескольких ярусах металли-



а)

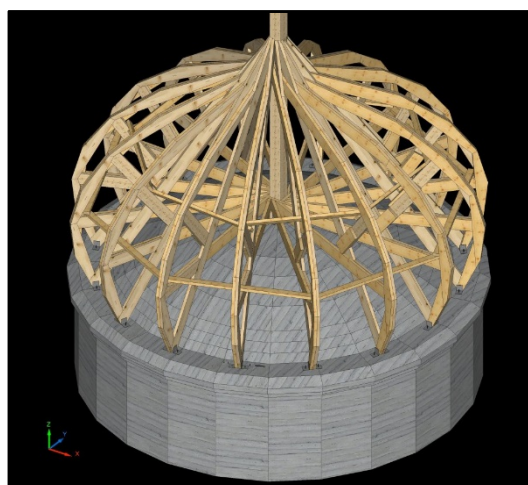


б)

Рис. 3. Храмы Южного Урала: а) с зонтичными куполами: Собор Святой Троицы в Златоусте (1842–1930-е гг.); б) с грушевидными главами: Церковь св. Димитрия Солунского в Троицке (1873)



а)



б)

Рис. 4. Конструкция деревянной главы храма (а); деревянный каркас (б)

ческими распорками. Между журавцами через 40–50 см устраивается разреженная обрешетка из металлических полос. К ней крепится покрытие, выполненное из листов железа, выколотченных по форме главы и соединенных на фальцах. Фаргук



Рис. 5. Конструкция металлической главы

крепится на стальных кронштейнах с шагом около 150 мм с прикрепленной поверх полосой оцинкованной кровельной стали. Металлические элементы глав свариваются высококачественными электродами типа Э-42А. После монтажа главы все металлические элементы после очистки от ржавчины должны быть обработаны антикоррозийным составом – свинцовым суриком за 2 раза [1].

Металлическая глава является самой тяжелой: при диаметре 1,78 м ее масса составляет 880 кг,

а при диаметре 3 м – более 1,5 т, поэтому монтаж такой главы требует большого количества высотных работ с использованием специальной техники.

Для покрытия металлических глав используется *медь, нержавеющая или оцинкованная сталь*. Листы толщиной 0,8–1 мм выполняются, как правило, в виде чешуи с пропайкой швов. Не допускается непосредственный контакт стальных конструкций глав с медным покрытием. Поскольку металл подвержен коррозии, то требуется сложная обработка, покрытие грунтовкой и краской, нитридом титана или сусальным золотом, но это обеспечивает защиту от внешних воздействий не более 10 лет. Для защиты главы от коррозионного разрушения необходимо проводить периодическое обслуживание на высоте. Средний срок службы металлического купола не более 20 лет [1, 13].

Конструкция стеклопластиковой главы храма представлена на рис. 6. Стеклопластик обладает относительно малым удельным весом, поэтому масса стеклопластиковой главы заметно ниже, чем у традиционной металлической — глава из стеклопластика диаметром 1,78 м весит около 95 кг, а диаметром 3,2 м – 530 кг. Стеклопластиковая глава не требует дополнительных усилительных металлических конструкций, поскольку стеклопластик, армированный стекловолокном, имеет достаточно высокую прочность, т. е. является самонесущим материалом. Хотя для больших глав, диаметром более 3 м, требуется установка поддерживающего металлокаркаса для креста. Стеклопластиковая глава полностью изготавливается на производственном участке, ее установка занимает один день.

Чтобы предупредить абразивный износ, на поверхность стеклопластиковой главы наносят *гелькоут* – специальное декоративно-защитное покрытие для композитных материалов, при этом

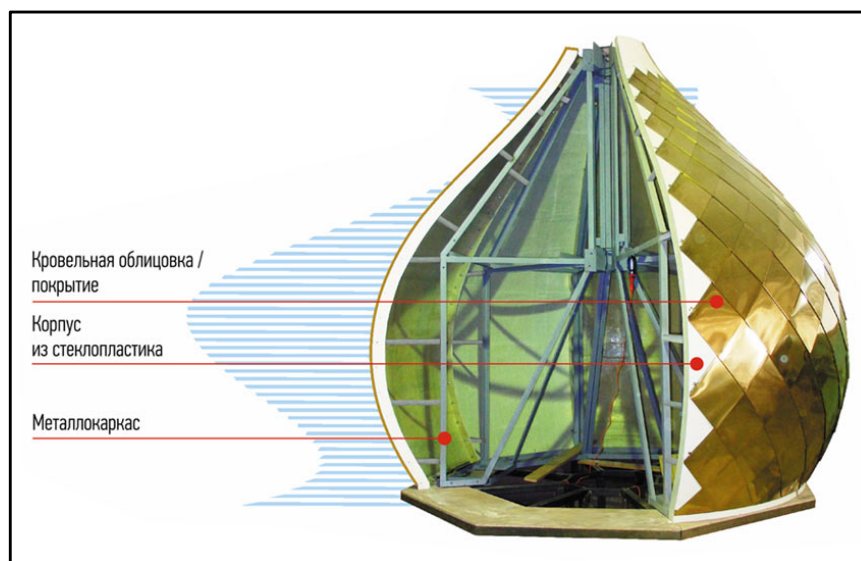


Рис. 6. Конструкция стеклопластикового купола с металлическим каркасом

цвет может быть выбран любой по RAL-каталогу. Гелькоутное покрытие имеет глянцевый блеск (переливается на солнце); в его состав могут быть добавлены блестки и текстурирующие частицы; не требует дальнейшей обработки и специального ухода; защищает от внешних воздействий более 50 лет. Также стеклопластиковая глава может быть покрыта нитридом титана или сусальным золотом.

Барабаны для такой главы изготавливаются тоже из стеклопластика; при диаметре более 3 м дополнительно усиливаются, но в любом случае они достаточно легкие.

Стеклопластик имеет химически неактивную поверхность, т. е. высокую стойкость к агрессивным средам и атмосферным воздействиям, поэтому средний срок службы стеклопластиковой главы 100 лет и более [13].

Кроме того, стеклопластик обладает следующими свойствами: температурная стойкость, низкая теплопроводность, радиопрозрачность, высокие диэлектрические показатели (отсутствие электропроводности), относительно низкая стоимость производства. Отметим, что производство стеклопластиковых изделий относительно легко запустить (такое вспомогательное производство может не только значительно снизить себестоимость строительных ра-

бот, но и стать отдельной статьей дохода) [14].

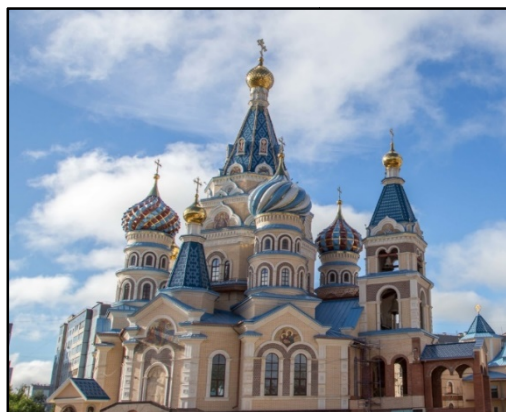
Преимущества стеклопластика для изготовления глав храмов перед традиционными материалами:

– стеклопластик можно изготовить любого цвета, т. е. можно сразу сделать купол с желтой подложкой под сусальное золото, при этом можно убрать промежуточные грунты, сэкономив время и материал;

– стеклопластиковую поверхность купола можно сделать идеально гладкой, а точнее полированной, ведь чем зеркальнее поверхность под золочение, тем ярче сияет золото;

– стеклопластиковая глава диаметром до 2,4 м изготавливается цельной матрицей и не имеет видимых стыков, а это значит, что не требуются доработка и шпаклевка стыков, без которых металлическая глава любых размеров не может обойтись, так как она изготавливается из листового материала [15].

Одним из примеров храма, увенчанного стеклопластиковыми барабанами, куполами и главами, является храм Иверской иконы Божией Матери в Ижевске (рис. 7). В журнале «Строительный рынок» (2014 г.) специалисты компании ООО «Крафтпласт», ответственной за возведение этого удивительно красивого объекта, делятся нюансами технологии: «Сначала специалисты разрабатывали



а)



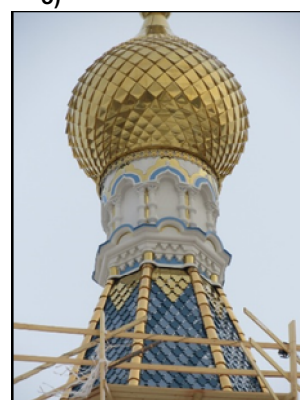
б)



в)



г)



д)

Рис. 7. Храм Иверской иконы Божией Матери в Ижевске: а) общий вид; б) сбор стеклопластиковых элементов на металлическом каркасе; в) декоративное убранство подчеркивает сложную форму главы; г) подкупольный барабан из стеклопластика на производстве; д) подкупольный барабан на объекте

Градостроительство и архитектура

трехмерную модель куполов луковичной формы, готовили чертежи, затем по ним с помощью технологии гидроабразивной резки изготавливались каркасы с криволинейными поверхностями из металла, далее собиралась формообразующая оснастка для модели, затем с модели снимали формы, в которых изготавливались спирали купола из стеклокомпозита. Для каждой башни отливали 16 спиралей, затем их собирали и герметизировали. По той же технологии были изготовлены подкупольные барабаны. Они тоже имеют сложную поверхность и придают зданию индивидуальность» [12].

Исследование аэродинамических характеристик

Исследования проводились в программном комплексе Solidworks, а также дополнении к нему Flow Simulation. Для расчетов была создана упрощенная модель здания, а на вершины поставили и сравнили комплексы различных по размеру и форме глав. Высота подобных архитектурных со-

оружений более 20 метров, поэтому для данной задачи было необходимо учитывать профиль ветра, ведь на высоте более ста метров разница скоростей ветра довольно значительна. Мы задали его графическим методом при скорости ветра 10 м/с. В расчетах мы получили графики скорости и давления ветра на примере самых распространенных форм глав [16–17].

В результате расчетов были получены 3-мерные графики скорости ветра и давления на главы полусферической формы (рис. 8а, 9а) и на главы луковичной формы (рис. 8б, 9б).

На изображениях давления ветра мы видим, что главы не испытывают большого давления по сравнению с фасадом, а на изображениях скорости ветра наблюдаем сильные вихри лишь с главой луковичной формы.

Попробуем немного изменить задачу и возьмем более сложную модель с колокольной, чтобы проанализировать, повлияет ли подобный элемент на давление ветра на главу [18–20].

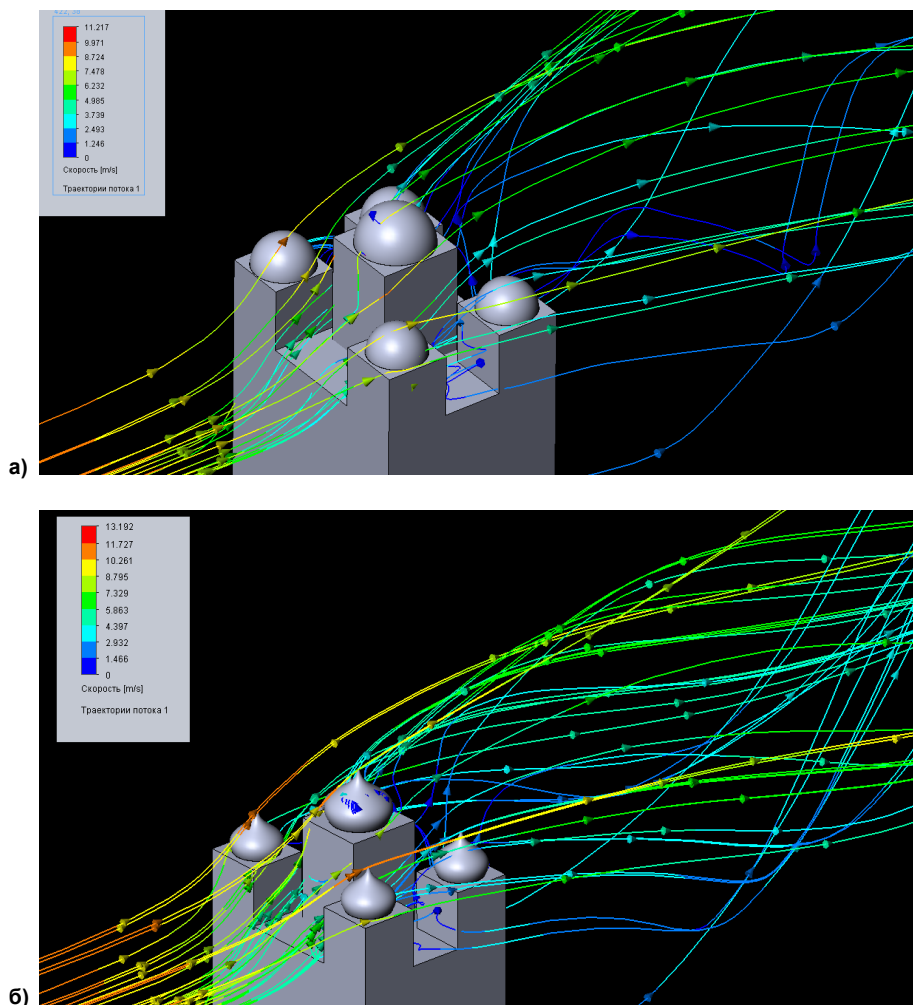


Рис. 8. Скорость ветра: а) полусферический купол; б) луковичная глава

Таким образом, аэродинамические характеристики глав церквей вполне благоприятные, так как они имеют обтекаемую форму (рис. 10, 11). Но при строительстве целой композиции глав нужно

рассчитывать конструкцию, чтобы в итоге получить минимум завихрений, чтобы снизить нагрузку. Также необходимо учитывать возможное возникновение опрокидывающего момента главы при

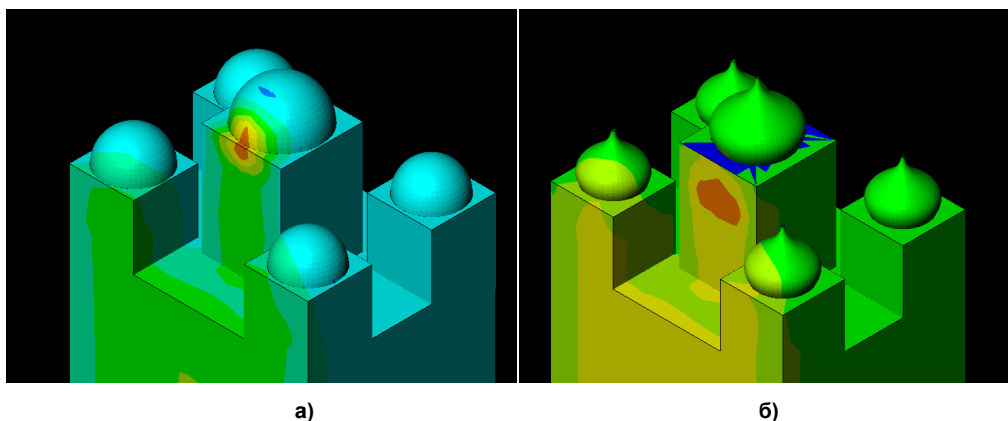


Рис. 9. Давление ветра: а) полусферический купол; б) луковичная глава

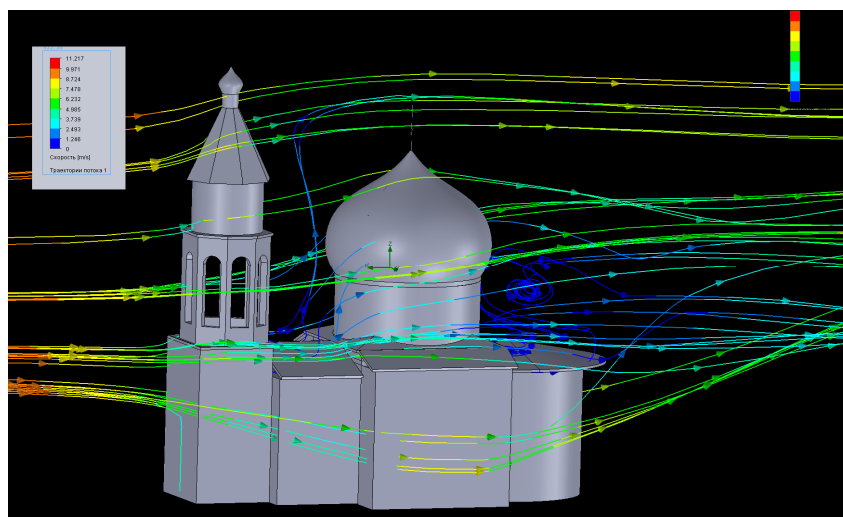


Рис. 10. Скорость ветра

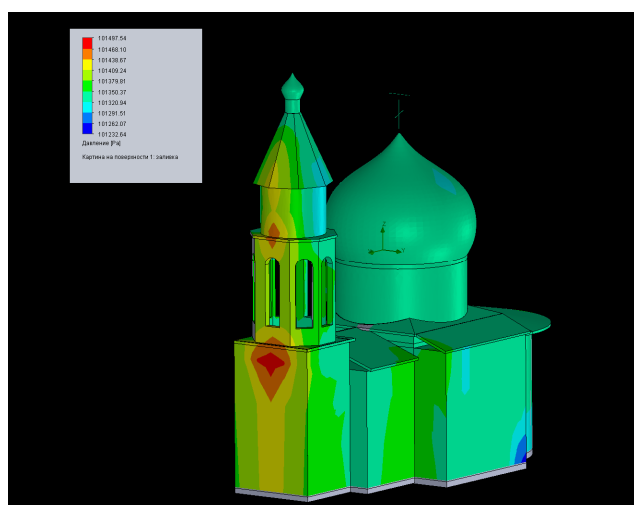


Рис. 11. Давление ветра

малом весе конструкции, что обуславливает необходимость исследований на ветровые нагрузки.

Следовательно, строить главы можно и из стеклопластика, который дешевле для производства, довольно прочен и долговечен. Это значительно упростит задачу строительства и реконструкции глав архитектурных объектов.

Практическая значимость работы заключается в исследовании влияния аэродинамики на разные формы глав, сравнении давления ветра на них, определении формы главы, наиболее подходящей для реставрации старинных церквей с ослабленной способностью несущих стен, определения опрокидывающего момента и способа крепления главы.

Выводы

Стеклопластик наилучшим образом подходит для изготовления глав культовых памятников архитектуры по ряду причин:

1. Декоративные свойства стеклопластика, а также способность принимать любую архитектурную форму позволяют следовать церковным требованиям и церковной традиции.

2. Покрытие стеклопластиковой главы гелькоутом не только обеспечивает защиту от внешних воздействий более 50 лет, не требуя при этом дальнейшей обработки и специального ухода, но и выполняет декоративно-эстетическую функцию.

3. Легкость конструкции главы из стеклопластика, а также длительный срок службы имеют немаловажное значение при реставрации старинных церквей с ослабленной несущей способностью стен.

При этом легкость конструкции главы из стеклопластика обуславливает необходимость дополнительных расчетов на ветровое воздействие из-за возможного опрокидывания. По результатам расчетов могут быть разработаны дополнительные меры по креплению главы к основанию.

Литература

1. *Православные храмы. В 3 т. Т. 2. Православные храмы и комплексы: Пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99)*. МДС 31-9.2003/АХЦ «Арххрам». – М.: ГУП ЦПП, 2003.

2. *Заграевский, С.В. Формы глав (купольных покрытий) древнерусских храмов / С.В. Заграевский*. – М.: АЛЕВ-В, 2008. – 46 с.

3. *Мильченко, Е.А. Православная храмовая архитектура. Анализ состояния современной зарубежной и российской практики проектирования храмов / Е.А. Мильченко, Н.А. Каюмова // Новые идеи нового века – 2014. – Т. 2. – 2. Современные тенденции и проблемы развития и реконструкции в архитектуре и градостроительстве. – С. 194–202.*

4. *Лихограй, В.В. Организационно-технологические решения восстановления конструкций*

покрытия каменных православных храмов / В.В. Лихограй // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2017. – № 2. – С. 227–228.

5. <http://ukhtoma.ru/history11.htm>

6. *Воронин, Н.Н. Архитектурный памятник как исторический источник (заметки к постановке вопроса) / Н.Н. Воронин // В кн.: Советская археология. XIX. – М., 1954.*

7. *Архитектура гражданских и промышленных зданий. История архитектуры / под ред. Н.Ф. Гуляницкий, В.М. Предтеченский и др. – М. Госстройиздат, 1962. – 284 с.*

8. *Православные храмы. В 3 т. Т. 1. Идея и образ. МДС 31-9.2003/АХЦ «Арххрам». – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 332 с.*

9. *Православные храмы Челябинской области: история и архитектура / науч. ред. В.Д. Оленьков. – Челябинск: Авто Граф, 2008. – 256 с.*

10. *Ишинова, Н.В. Проблемы развития современной храмовой архитектуры России / Н.В. Ишинова, А.И. Рауткин // Новые идеи нового века. – 2013. – Т. 3–5. Современные тенденции и проблемы развития и реконструкции в архитектуре и градостроительстве. – С. 153–159.*

11. *Православные храмы. В 3 т. Т. 3. Примеры архитектурно-строительных решений. МДС 31-9.2003/АХЦ «Арххрам». – М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 237 с.*

12. <http://www.krovkirussia.ru/без-рубрики/roof-digest/neobychnyj-material-cerkovnyx-kupolov>

13. <https://veles-sib.ru/st.kupol.stekloplastik-metall-derevo.html>

14. <https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/stekloplastik-svoystva.html>

15. <http://gold-kupol.ru/tekhologii/29-zolotye-kupola-novye-tekhologii>

16. *Егоров, И.В. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики: моногр. / И.В. Егоров, В.А. Башкин. – М.: Физматлит, 2013. – 342 с.*

17. *Егорычев, О.О. Экспериментальное исследование сило-моментных ветровых нагрузок на высотные здания / О.О. Егорычев, П.С. Чурин, О.И. Поддаева // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 9. – С. 28–30.*

18. *Чурин, П.С. Проектирование макетов уникальных зданий и сооружений в экспериментальной аэродинамике / П.С. Чурин, О.И. Поддаева, О.О. Егорычев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 332–335.*

19. *Реттер, Э.И. Аэродинамика зданий / Э.И. Реттер, С.И. Стриженов. – М.: Стройиздат, 1968 – 240 с.*

20. *Поддаева, О.И. Архитектурно-строительная аэродинамика / О.И. Поддаева, А.С. Кубенин, П.С. Чурин // Вестник МГСУ. – 2017. – Вып. 12. – № 6 (105). – С. 602–609.*

Оленьков Валентин Данилович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Градо-строительство, инженерные сети и системы» Архитектурно-строительного института, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru.

Колмогорова Алена Олеговна, ассистент кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы» Архитектурно-строительного института, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), kolmogorovaao@susu.ru

Печерица Екатерина Вячеславовна, студент кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы» Архитектурно-строительного института, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск).

Павлов Алексей Михайлович, студент кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы» Архитектурно-строительного института, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск).

Поступила в редакцию 26 июня 2018 г.

DOI: 10.14529/build180303

STUDY OF FORMS AND STRUCTURES OF DOME ROOFS OF CHURCH MONUMENTS OF ARCHITECTURE

V.D. Olenkov, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru

A.O. Kolmogorova, kolmogorovaao@susu.ru

E.V. Pecheritsa

A.M. Pavlov

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article studies the shapes and design of the dome roofs of church monuments of architecture. The presentation is primarily based on the relative comparisons methods compare the shapes and design of the dome roofs of church monuments of Orthodox architecture that relate to different styles and epochs. Emphasizes the inviolability of the established canonical church requirements. They analyze the shapes of the dome roofs of Orthodox churches in the Southern Urals. This work is aimed at determining the shape and structure of the dome roof, most suitable for the restoration of old churches with a weakened ability of load-bearing walls and the improvement of the operation of enclosing structures. The authors justify the use of fiberglass in the manufacture of dome roofs of church monuments of architecture from the decorative-aesthetic and constructive perspective. The aerodynamic characteristics of the heads of churches, cathedrals, and other objects of national heritage are studied in order to determine the most difficult places in the structure. Solidworks suite-based visualization is used in the study.

Keywords: church monuments of architecture, Orthodox churches, architectural elements of churches, shapes of church dome roofs, church dome roof designs, restoration of church monuments of architecture, fiberglass.

References

1. *Pravoslavnyye khramy. V trekh tomakh. Tom 2. Pravoslavnyye khramy i komplekсы: Posobiye po proyektirovaniyu i stroitel'stvu (k SP 31-103-99). MDS 31-9.2003/AKHTS «Arkhkhram»* [Orthodox Churches. In Three Volumes. Volume 2. Orthodox Temples and Complexes: Manual for Design and Construction (For SP 31-103-99)]. Moscow, GUP TSPP Publ., 2003. 361 p.

2. Zagrayevskiy S.V. *Formy glav (kopol'nykh pokrytiy) drevnerusskikh khramov* [Forms of Chapters (Dome Coverings) of Ancient Russian Temples]. Moscow, ALEV-V Publ., 2008. 46 p.

3. Mil'chenko E.A., Kayumova N.A. [Orthodox Temple Architecture. Analysis of the Current State of Foreign and Russian Practice of Designing Temples.]. *Novyye idei novogo veka. Sovremennyye tendentsii i problemy razvitiya i rekonstruktsii v arkhitekture i gradostroitel'stve* [Modern Trends and Problems of Development and Reconstruction in Architecture and Urban Planning], 2014, Tom 2, pp. 194–202 (in Russ.).

4. Likhogray V.V. [Organizational and Technological Solutions for Restoring the Construction of Stone Orthodox Churches]. *Vestnik Pridneprovskoy gosudarstvennoy akademii stroitel'stva i arkhitektury* [Bulletin of the Pridneprovsky State Academy of Civil Engineering and Architecture], 2017, no. 2 (227–228), pp. 127–135 (in Russ.).

5. Available at: <http://ukhtoma.ru/history11.htm>
6. Voronin N.N. [Architectural Monument as a Historical Source (Notes to the Formulation of the Question)]. *Zhurnal Sovetskaya Arkheologiya* [Journal of Soviet Archeology]. Moscow, 1954, iss. XIX, pp. 41–76 (in Russ.).
7. Gulyanitskiy N.F., Predtechenskiy V.M. *Arkhitektura grazhdanskikh i promyshlennykh zdaniy. Istoriya arkitektury* [Architecture of Civil and Industrial Buildings. History of Architecture]. Moscow, Gosstroyizdat Publ., 1962. 284 p.
8. *Pravoslavnyye khramy. V trekh tomakh. Tom 1. Ideya i obraz. MDS 31-9.2003/AKHTS «Arkhkhram»* [Orthodox Churches. In Three Volumes. Volume 1. Idea and Image. MDS 31-9.2003 / ACHC "Arkham"]. Moscow, FGUP TSPP Publ., 2004. 332 p.
9. Olen'kov V.D. *Pravoslavnyye khramy Chelyabinskoy oblasti: istoriya i arkitektura* [Orthodox Churches of the Chelyabinsk Region: History and Architecture]. Chelyabinsk, Avto Graf Publ., 2008. 256 p.
10. Ishinova N.V., Rautkin A.I. [Problems of Development of Modern Temple Architecture in Russia]. *Novyye idei novogo veka. Sovremennyye tendentsii i problemy razvitiya i rekonstruktsii v arkhitekture i gradostroitel'stve* [Modern Trends and Problems of Development and Reconstruction in Architecture and Urban Planning], 2013, vol. 3, pp. 153–159 (in Russ.).
11. *Pravoslavnyye khramy. V trekh tomakh. Tom 3. Primery arkhitekturno-stroitel'nykh resheniy. MDS 31-9.2003/AKHTS «Arkhkhram»* [Orthodox Churches. In Three Volumes. Volume 3. Examples of Architectural and Building Solutions. MDS 31-9.2003 / ACHC "Arkham"]. Moscow, FGUP TSPP Publ., 2005. 237 p.
12. Available at: <http://www.krovirussia.ru/bez-rubriki/roof-digest/neobychnyj-material-cerkovnyx-kupolov>
13. Available at: <https://veles-sib.ru/st.kupol.stekloplastik-metall-derevo.html>
14. Available at: <https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/stekloplastik-svoystva.html>
15. Available at: <http://gold-kupol.ru/tekhnologii/29-zolotyie-kupola-novye-tekhnologii>
16. Egorov I.V., Bashkin V.A. *Chislennoye issledovaniye zadach vneshney i vnutrenney aerodinamiki* [Numerical investigation of the problems of external and internal aerodynamics]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2013. 342 p.
17. Egorychev O.O., Churin P.S., Podayeva O.I. [Experimental Study of Force-Moment Wind Loads on High-Rise Buildings]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2014, no. 9, pp. 28–30 (in Russ.).
18. Churin P.S., Podayeva O.I., Egorychev O.O. [Designing Mock-Ups of Unique Buildings and Structures in Experimental Aerodynamics]. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Herald of the Volga Region], 2014, no.5, pp. 332–335 (in Russ.).
19. Retter E.I., Strizhenov S.I. *Aerodinamika zdaniy* [Aerodynamics of Buildings]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1968. 240 p.
20. Podayeva O.I., Kubenin A.S., Churin P.S. [Architectural and Construction Aerodynamics]. *Vestnik MGSU* [Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture], 2017, iss. 12, no. 6 (105), pp. 602–609 (in Russ.).

Received 26 June 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Исследование форм и конструкций глав культовых памятников архитектуры / В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, Е.В. Печерица, А.М. Павлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 16–26. DOI: 10.14529/build180303

FOR CITATION

Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Pecheritsa E.V., Pavlov A.M. Study of Forms and Structures of Dome Roofs of Church Monuments of Architecture. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2018, vol. 18, no. 3, pp. 16–26. (in Russ.). DOI: 10.14529/build180303