

**Заключение диссертационного совета Д 212.223.03, созданного на базе  
Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-строительный университет»  
Министерства науки и высшего образования  
Российской Федерации, по диссертации  
на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 16.02.2021 № 5

О присуждении Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов расчета напряженного состояния коробовых сводов в зданиях-памятниках архитектуры – объектах культурного наследия» по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения принята к защите 17 ноября 2020 года (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д 212.223.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.02.2014 года №55/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.03.2014 года №126/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2016 года №590/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2017 года №1246/нк., приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года №37/нк.

Соискатель, Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевна, 1980 года рождения.

В 2006 году соискатель окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тывинский государственный университет по специальности «Городское строительство и хозяйство». С 2009 по 2012 годы соискатель Калдар-оол Анай-Хаак

Бугалдаевна обучалась в очной аспирантуре ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре «Городское строительство» по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения. С 2017 по 2020 годы являлась лицом, прикрепленным к ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ научно-педагогических кадров в аспирантуре на кафедре строительной механики по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Работает старшим преподавателем в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тувинский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре «Строительство и ЖКХ».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре строительной механики.

**Научный руководитель:**

Корзон Сергей Александрович, с 29.09.2009 по 14.10.2012 гг., кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра городского строительства, доцент;

Бабанов Владимир Владимирович, с 16.03.2017 по 03.08.2019 гг., кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, кафедра механики, доцент;

Глухих Владимир Николаевич, с 01.09.2019 по настоящее время, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский



государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, кафедра строительной механики, профессор-консультант.

**Официальные оппоненты:**

**Корсун Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Высшая школа промышленно-гражданского и дорожного строительства, профессор;

**Беленцов Юрий Алексеевич**, доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Федеральное агентство железнодорожного транспорта Российской Федерации, кафедра «Строительные материалы и технологии», профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Пятикрестовским Константином Пантелеевичем (доктор технических наук, старший научный сотрудник по научной специальности, главный научный сотрудник группы редакции журнала «Строительная механика и расчет сооружений») и утвержденном Звездовым Андреем Ивановичем (доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе), указали, что диссертационная работа Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевны соответствует критериям требований п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 и отвечает требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, а ее автор Калдар-оол А-Х.Б., заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано работы 4.

**Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещен на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии и приравненные к ним:**

1. Калдар-оол, А-Х.Б. Аналитические способы построения трехцентровых коробовых кривых / С.А. Корзон, А-Х.Б. Калдар-оол // Вестник гражданских инженеров. –2012. – №1(30). – С. 112-114.

2. Калдар-оол, А-Х.Б. Определение несущей способности кладки в зданиях памятников архитектуры XVIII-XIX веков / А-Х.Б. Калдар-оол // Вестник гражданских инженеров. –2012. – №3(32). – С. 104-106.

3. Калдар-оол, А-Х.Б. Расчет коробового свода методом сил / А-Х.Б. Калдар-оол // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 4(63). – С. 135-138.

4. Калдар-оол, А-Х.Б. Анизотропия кирпичных коробовых сводов / В.Н. Глухих, А-Х.Б. Калдар-оол // Вестник гражданских инженеров. –2019. – № 6(77). – С. 130-136.

**Публикации в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Scopus и Web of Science):**

5. Kaldar-ool, A-Kh.B., Babanov, V.V., Allahverdov, B.M., Saaya, S.S. Additional load on barrel vaults of architectural monuments // Magazine of Civil Engineering. – 2018. – № 8(84). – Pp. 15–28.

**Статьи в других изданиях:**

6. Ооржак, А-Х.Б. Особенности расчета сводов / С.А. Корзон, А-Х.Б. Ооржак // Актуальные проблемы современного строительства: сборник материалов 62-й Международной научно-технической конференции молодых ученых / СПбГАСУ. – В 5 ч. Ч. IV. – СПб., 2009. – С. 7-10.

7. Ооржак, А-Х.Б. Усиление щековой стены свода перекрытия в административном корпусе Этнографического музея / А-Х.Б. Ооржак // Доклады 67-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета/ СПбГАСУ. – В 5 ч. Ч. IV. – СПб., 2010. – С. 52-55.

8. Ооржак, А-Х.Б. Методы расчета каменных цилиндрических сводов, используемых в исторической застройке /С.А. Корзон, А-Х.Б. Ооржак // Актуальные проблемы современного строительства: 63-я Международная научно-техническая конференция молодых ученых / СПбГАСУ. – В 3 ч. Ч. II. – СПб., 2010. – С. 250-253.

9. Ооржак, А-Х.Б. Сравнение результатов статического расчета коробовых сводов (XVIII – XXI в.) с расчетом по современным нормам // С.А. Корзон, Б.М. Аллахвердов, А-Х.Б. Ооржак // Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте. Сборник тезисов докладов VIII Международной конференции по проблемам прочности материалов и сооружений на транспорте 22-23 июня 2011 г. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2011. – С. 7-8.

10. Калдар-оол, А-Х.Б. Определение прочностных и упругих свойств кирпичной кладки при реставрации памятников архитектуры / С.А. Корзон, А-Х.Б. Калдар-оол // Актуальные проблемы современного строительства и архитектуры: международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов / СПбГАСУ. – В 2 ч. Ч. 1. – СПб., 2012 г. – С. 48-51.

**Патенты, базы данных и программы для ЭВМ, имеющие госрегистрацию:**

11. Калдар-оол, А-Х.Б. Геометрический расчет свода очерченной по форме коробовой кривой: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664162: дата гос. рег. 09.11.2020/ Калдар-оол, А-Х.Б., Опбул Э.К., Дадар А.Х.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. ООО «Эксперт», г. Санкт-Петербург, руководитель отдела обследования и мониторинга, кандидат технических наук, **Мирошниченко Роман Васильевич.**

*Отзыв положительный. Имеется замечание:*

- отсутствуют исследования на температурные воздействия, например, в самом холодном месяце года.



2. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург, профессор факультета энергетике и экотехнологий, доктор технических наук, профессор **Пронин Владимир Александрович**.

*Отзыв положительный. Имеется замечание:*

- нет, упоминание о влиянии на НДС колебаний температуры, которые могут иметь место при эксплуатации коробовых сводов. Наша страна северная и оценка влияния периодического колебаний температуры на НДС должна проводиться.

3. Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Р. Решетнева», г. Лесосибирск, профессор кафедры технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, доктор технических наук, доцент **Зарипов Шакур Гаянович**.

*Отзыв положительный. Имеются замечания:*

- в автореферате не приводится отличительная особенность предлагаемой методики расчета прочностных характеристик коробовых сводов от применяемой в настоящее время;

- в автореферате не приводятся данные по ожидаемому экономическому эффекту от применения разработанной методики расчета прочностных характеристик коробовых сводов.

4. ООО «ГиРС», г. Санкт-Петербург, генеральный директор, кандидат технических наук, **Коварский Станислав Витальевич**.

*Отзыв положительный. Замечаний нет.*

5. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», профессор кафедры строительных конструкций и материалов, доктор технических наук, доцент **Турков Андрей Викторович**.

*Отзыв положительный. Имеются замечания:*

- в п. 2.6 автореферата автор для последующих расчетов принимает значение начального модуля упругости равным  $E_0 = 2883$  МПа по результатам исследований Н.С. Хамиджанова, а не по данным СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Здесь же модуль

деформации принимается по данным СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» с использованием характеристика ползучести кладки  $\varphi_t$ , которая принята в соответствии Eurocode 1992-1-1. На наш взгляд принятые решения, когда один параметр принимается по данным исследований других авторов, второй по действующим отечественным нормам, а третий по иностранным нормам, должны быть обоснованы.

- из автореферата не ясно, как устанавливались механические тензометры Аистова базой 100 мм – на отдельном кирпиче или на базе измерения был растворный шов. В связи с этим не ясно, по каким упругим характеристикам (кирпича, раствора, кладки) определялись экспериментальные напряжения.

- существенные расхождения между аналитическими, численными и экспериментальными данными по напряжениям порядка 30% (рисунок 38) и перемещениями порядка 40% (рисунок 39) необходимо обосновать.

6. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», профессор кафедры «Строительства и городское хозяйство», доктор технических наук, профессор **Смоляго Геннадий Алексеевич**.

*Отзыв положительный. Имеется замечание:*

- на рис. 38 автореферата представлен график зависимости «нагрузка-перемещения», при этом не ясно, насколько максимальная нагрузка на графике 10,0 кН/м соответствует нормативной нагрузке для данного свода с точки зрения предельного состояния по деформациям (прогибам).

7. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», доцент кафедры «Технология строительного производства», кандидат технических наук, **Касимов Руслан Галеевич**.

*Отзыв положительный. Имеется замечание:*

- для определения прочностных характеристик кирпичной кладки коробового свода были применены методы неразрушающего контроля прочности раствора и кирпича при помощи ультразвукового прибора УК-14П и склерометра Шмидта (табл.1 автореферата).

Указанные методы позволяют лишь приблизительно определить прочность кирпича и раствора, во многих случаях результаты испытаний характеризуются большой погрешностью.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью в данной области науки, компетентностью в вопросах обследования и усиления каменных конструкций, в том числе сводов из кирпичной кладки в зданиях и сооружениях, относящихся к памятникам архитектуры, наличием публикаций по области исследования, а также соответствием, предъявляемых к ним требований.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** усовершенствованная методика расчета напряженного состояния кирпичных сводов в зданиях-памятниках архитектуры – объектах культурно наследия;

**предложено** учитывать напряженное состояние с учетом возможных повреждений в виде радиальных трещин, просадки, смещения опор с использованием методов сил, теории упругости анизотропного тела, программного комплекса Abaqus 6.14;

**доказана** перспективность использования аналитических и численных методов для учета влияния анизотропии конструкции сводов и применяемых материалов на напряженное состояние сводов; при этом рекомендовано все постоянные упругости материалов и конструкции сводов объединить термином «параметр упругости»; при этом в связи с появлением нового параметра анизотропии упругости кирпичной кладки свода при определении схемы анизотропии свода необходимо использовать численные значения обоих параметров упругости;

**введены** в аналитической зависимости коробового свода уравнения оси свода с учетом использования результатов реальных обмеров, в алгоритм расчета учет анизотропии материалов свода.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**



**доказана** взаимосвязь между обоими параметрами упругости, представленная графически для оценки напряженного состояния кирпичной кладки сводов. Вместо трех значений постоянных упругости для каждой из трех главных плоскостей анизотропии необходимо использовать лишь отношение модулей упругости между радиальным и тангенциальным направлениями;

применительно к проблематике диссертации результативно

**использованы** современные, а также классические методы теоретических и экспериментальных исследований, включающие учет свойств анизотропии на напряженное состояние и несущую способность конструкции, сопоставление полученных аналитических и численных результатов с экспериментальными данными;

**изложены** основные результаты исследования и обоснования методики проведения теоретических и экспериментальных исследований, обеспечивающих достижение целей выполненных исследований;

**раскрыты** недостатки действующих методик определения напряженного состояния коробовых сводов из кирпичной кладки;

**изучены** влияние различных факторов на несущую способность и деформативность коробовых сводов, используемых в зданиях и сооружениях, относящихся к памятникам архитектуры;

**проведена модернизация** существующих методик расчета коробовых сводов из кирпичной кладки, которая способна обеспечить достоверность определения напряженного состояния.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработана и внедрена** в практическую деятельность методика определения напряженного состояния коробовых сводов, используемых в зданиях и сооружениях, относящихся к памятникам архитектуры, в частности при обследовании Российского этнографического музея города Санкт-Петербурга и военно-исторических памятников форт Александра Первого, форт Петра Первого (ООО «ИСП «Геореконструкция»), получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ;

**определены** перспективы практического использования результатов диссертационного исследования, обеспечивающих внедрение разработанной методики определения напряженного состояния коробовых сводов;

**создан** алгоритм расчета, позволяющий определять напряжения в каждой точке коробовых сводов. Предложенный алгоритм позволяет изменять как геометрические размеры конструкции, так и физико-механические характеристики материала свода;

**представлены** результаты расчетов с учетом свойств анизотропии, возможных повреждений в виде трещин, просадки и горизонтального смещения опор на напряженное состояние. Практические рекомендации при обследовании коробовых сводов из кирпичной кладки.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** проверка несущей способности и деформативности коробовых сводов из кирпичной кладки при статическом действии временной дополнительной нагрузки с использованием поверенного, сертифицированного оборудования, обеспечивающего высокую точность измерений;

**теория** построена на основе известных уравнениях строительной механики, гипотезах теории упругости, математических и численных моделях;

**идея базируется** на анализе научных трудов зарубежных и отечественных ученых в области сводчатых конструкций из кирпичной кладки. Известные методы расчета с учетом анизотропии были уточнены предложенным методом;

**использованы** ранее известные геометрические способы построения, теоретические зависимости и уравнения, определяющие физико-механические характеристики материала кладки свода;

**установлен** качественный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований, опубликованными в открытых научных источниках;

**использованы** современные программные комплексы, сбор и обработка данных теоретических, экспериментальных исследований по теме научной работы.



**Личный вклад соискателя состоит в** программной среде Mathcad записаны алгоритмы аналитических расчетов, который позволяет упростить подготовку исходных данных и выполнение поверочных расчетов. Выполнен аналитический расчет классическим методом теории упругости анизотропного тела. По методу конечных элементов построена численная модель коробового свода с учетом свойств анизотропии, возможных повреждений в программном комплексе Abaqus 6.14. Публикации научных статей, зарегистрирована 1 программа для ЭВМ.

На заседании 16 февраля 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Калдар-оол А-Х.Б. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет Д 212.223.03 в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за присуждение ученой степени кандидата технических наук Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевне: за 15, против – нет, воздержались – нет.

Председатель  
Диссертационного совета,  
Д 212.223.03  
д.т.н., профессор



Морозов Валерий Иванович

Ученый секретарь  
Диссертационного совета,  
Д 212.223.03  
к.т.н., доцент

Попов Владимир Мирович

16.02.2021 г.