

«Утверждаю»

**Заместитель генерального
директора по научной работе
АО «НИЦ «Строительство»**

д.т.н., проф.

А.И. Звездов

«14»

января 2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство»
на диссертационную работу Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевны на тему:
«Совершенствование методов расчета напряженного состояния коробовых
сводов в зданиях - памятниках архитектуры – объектах культурного
наследия», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции,
здания и сооружения

На отзыв представлены автореферат и диссертационная работа. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения с основными результатами и выводами, рекомендаций, списка литературы и приложений.

Актуальность темы диссертационной работы

В диссертации рассматриваются кирпичные коробовые своды междуэтажных перекрытий зданий, эксплуатируемых более 100 лет и являющиеся памятниками архитектуры. В то же время исследуемые конструкции могут быть догружены в связи с возможным изменением назначения помещений. Материалы – старинной кирпичной кладки обладают анизотропией и изменением свойств во времени, а также оригинальность и особенности коробовых сводов не всегда могут быть учтены рекомендациями и указаниями современных нормативных документов.

В этой связи, вопросы, связанные с совершенствованием расчетов несущей способности элементов, с целью обеспечения сохранности архитектурного облика, в частности, коробовых сводов из кирпичной кладки, имеющих при этом сложную конструктивную схему, а также длительно эксплуатируемых, являются актуальными.

Содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, рекомендаций, списка литературы, включающего 180 источников и 11

приложений. Работа представлена на 192 страницах машинописного текста, в том числе, 126 страниц основного текста, 112 рисунков и 40 таблиц.

Во введении изложена актуальность и краткая характеристика работы, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, объект, предмет и методы исследования, приведены краткие сведения о появлении коробовых сводов из кирпичной кладки, имеющие историческую ценность.

В первой главе автором выполнен достаточно глубокий анализ научной литературы по созданию и совершенствованию методов расчета, приведены существующие схемы построения оси коробовых сводов, история применения коробовых сводов в зодчестве, описания материалов, из которых выполнялись коробовые своды. Намечены направления дальнейших исследований.

Во второй главе приведены аналитическое уравнение оси кривой трехцентрового коробового свода и выражения для внешних нагрузок, в том числе неравномерных, действующих на свод, прочностные свойства кирпичной кладки, влияние свойств анизотропии на напряженное состояние по классической теории С.Г. Лехницкого, алгоритм статического расчета коробового свода методом сил в системе MathCad. Полученные аналитические расчеты обладают научной новизной и имеют теоретическую и практическую значимость.

В третьей главе приводятся основные результаты численных исследований напряженного состояния методом конечных элементов коробовых сводов при наличии условно возможных повреждений в виде трещин, просадки и горизонтального смещения опор.

Приведена сравнительная оценка напряженного состояния коробового свода по результатам численного и аналитического расчетов.

В четвертой главе получены результаты экспериментальных исследований, которые сравниваются с аналитическими и численными расчетами. Получены выводы о соответствии экспериментальных и теоретических исследований.

В заключении описаны основные выводы, сформулированные по результатам работы. Работа завершается списком литературы и приложениями.

Представленные в теоретической и практической части положения диссертационной работы отражают **степень достоверности результатов проведенных исследований**. Обоснованность и достоверность результатов, научных положений и выводов подтверждается использованием положений строительной механики, теории упругости анизотропного тела, численного

моделирования, подтверждением согласования результатов аналитических и численных решений.

Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований достигаются:

- корректным использованием общих гипотез строительной механики и теории упругости анизотропного тела;
- использованием современных методов исследования, в частности применением МКЭ, реализованного в программном комплексе Abaqus 6.14;
- применением стандартных методик испытаний и аттестованного оборудования;
- сравнением результатов аналитического, численного расчетов с полученными экспериментальными данными.

Новизна научных результатов исследования заключается в следующем:

1. Впервые для кирпичной кладки использованы два параметра упругости, связывающие постоянные упругости цилиндрически анизотропного тела.

2. На основе классической теории С.Г. Лехницкого применительно к криволинейно-анизотропному брусу создана методика по определению напряженного состояния коробовых сводов.

3. Проведен численный эксперимент с учетом условно возможных повреждений в виде радиальной трещины, просадки и смещения опор на напряженное состояние коробового свода из кирпичной кладки.

4. Проведены натурные испытания на действие возможной дополнительной нагрузки.

В работе достаточно корректно выполнен обширный анализ технической отечественной и зарубежной литературы. Соискателем правильно поставлены цель и сформулированы задачи исследований, реализованные в диссертационной работе.

Приведены выполненные автором численные и аналитические расчёты коробовых сводов, которые отражают значимость полученных в диссертации результатов для дальнейшего практического применения при обследовании в зданиях и сооружениях, относящихся к памятникам архитектуры.

Значимость полученных автором результатов для развития отрасли

Разработанный метод, а также алгоритм расчета позволяют расширить возможности проектирования и области применения сводчатых конструкций из кирпичной кладки.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные результаты исследований рекомендуются для организаций, занимающихся проектированием и обследованием зданий и сооружений.

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе Калдар-оол А-Х.Б., применены в ООО «ИСП «Геореконструкция» и Российском этнографическом музее города Санкт-Петербурга, что подтверждено актами о внедрении.

По результатам выполненного исследования сформулированы следующие **практические рекомендации**:

- применять метод сил для учета влияния горизонтального смещения и осадки опор на напряженное состояние;
- использовать численный метод для оценки влияния радиальной трещины на напряженное состояние свода;
- применение аналитического выражения, полученного методами теории упругости анизотропного тела и численным методом в случае стандартной формы свода;
- учитывать свойства анизотропии материалов кирпичной кладки для численной оценки напряженного состояния сводчатых конструкций.

Теоретическая значимость работы заключается в получении аналитического уравнения оси свода с учетом использования результатов реальных обмеров; аналитической зависимости для определения напряженного состояния коробового свода, позволяющего оценить его техническое состояние; алгоритма расчета с учетом анизотропии материалов свода.

Результаты исследований и выводы, полученные в работе, интересны в теоретическом отношении, и имеют практическое значение при разработке проектов реставрации достаточно сложных конструкций памятников архитектуры.

Выявленные замечания по диссертации

Замечания по тексту диссертации можно обобщить следующим образом:

1. Методика эксперимента и его результатов разбросаны по разным разделам, что не всегда удачно для оценки методов расчетов.
2. Упруго-пластическая работа кирпичной кладки в главе 2 п. 2.5 обоснована слабо и в тексте встречаются противоречия, например, то модуль упругости, то модуль деформации для одних и тех же ситуаций.
3. Дифференциальное уравнение в п. 2.5 для ортотропного тела с цилиндрической анизотропией в тексте не приводится и анализ результатов

его трудно понять. Сказано лишь, что два параметра упругости входят множителями в дифференциальное уравнение и зависят только от соотношений постоянных упругости в главных направлениях анизотропии. Графически связь между параметрами упругости иллюстрируется двумя пересекающимися прямыми, а о порядке действий для их построения можно лишь догадываться.

4. На страницах 125-126 диссертации приводится заключение, в котором вместо ответа о выполнении поставленных задач диссертации – совершенствование методов расчета напряженного состояния коробовых сводов, перечисляются отдельные, не основные результаты расчетов.

5. Следует отметить недостаточно полный анализ экспериментальных данных и некоторую нечеткость выводов по эксперименту.

Заключение

В целом, в диссертации в достаточной мере отражены полученные результаты исследований. Диссертация написана грамотным языком, основные материалы, изложенные в работе опубликованы. Работа хорошо оформлена, содержит достаточное количество исходных данных, рисунков, таблиц, формул, графиков, примеров, подробных расчетов и приложений.

Диссертантом показано владение современными методами вычислительной математики и программирования. В целом, диссертация по форме и содержанию соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Несмотря на сделанные замечания диссертация Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевны на тему: «Совершенствование методов расчета напряженного состояния коробовых сводов в зданиях-памятниках архитектуры – объектах культурного наследия» является законченной, самостоятельно выполненной на достаточно высоком уровне научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты в основном достоверны, выводы и рекомендации научно-обоснованы и подтверждены экспериментально-производственной проверкой.

Содержание автореферата отражает содержание диссертации.

Диссертация Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевны соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Калдар-оол Анай-Хаак Бугалдаевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании секции научно-технического совета «Кирпичных, блочных и панельных зданий» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство» протокол №1/21 от «14» января 2021 г.

Доктор технических наук,
старший научный сотрудник
по научной специальности
05.23.01 – Строительные конструкции,
здания и сооружения,
главный научный сотрудник
группы редакции журнала
«Строительная механика и расчет сооружений»
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство»
тел. 8(499)170-10-81

А. П.

**Пятикрестовский
Константин
Пантелеевич**

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство»
(АО «НИЦ «Строительство»)), Фактический адрес: 109428, г. Москва, 2-я Институтская
ул., д. 6, к. 1, +7 (495) 6020070, www.cstoy.ru, inf@cstoy.ru

*Подпись руки
Гл. специалиста по персоналу*



*Пятикрестовский удостоверяю
С. А. Милошавская*