

## ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., доцента Умняковой Нины Павловны

на диссертацию Кузнецова Анатолия Всеволодовича «Узлы сопряжения диска перекрытия с ограждающими стеновыми конструкциями в монолитном домостроении», представленную в диссертационный совет 24.2.380.01 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к публичной защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. **Строительные конструкции, здания и сооружения**

### 1. Объем и структура диссертационной работы

Диссертационная работа Кузнецова Анатолия Всеволодовича, представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения, выполнена в ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» и состоит из 145 страниц основного текста, включающий введение, пять глав, заключение; список литературы из 250 наименований на 27 страницах и трёх приложений – на 28 страницах. Общий объём составляет 206 страницы машинописного текста, в том числе 94 рисунка, 30 таблиц.

Текстовая и графическая часть диссертационной работы, а также таблицы тщательно проработаны, что соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 и в полной мере передают суть выполненной научно-квалификационной работы.

Автореферат в достаточно сжатом виде передаёт смысловую часть диссертации и соответствует её содержательной части.

*Во введении* представлены актуальность, цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, весьма обширно представлена информация о внедрении и апробации результатов, конкретизирована область исследования и степень достоверности полученных результатов, даны сведения о публикациях, структуре и содержательной части диссертации.

*В первой главе* определены границы исследования и актуальность выбранной темы на основе анализа значительного количества литературных источников. Выявлены количественные характеристики жилых зданий, вводимых в строй по материалам стен. Рассмотрены конструктивные системы, характерные для монолитных зданий. Выполнена типология узлов сопряжения диска перекрытия со

стенной. Выявлены случаи возникновения характерных дефектов и повреждений, приводящие к аварийным ситуациям в монолитных зданиях. Выполнен анализ и дана оценка существующим проектным решениям, с учётом их эксплуатационных качеств.

*Во второй главе* сформулирована программа и разработана методика проводимого натурного исследования; дано описание используемой аппаратуры и оборудования; приводятся результаты натурных исследований и их анализ.

*В третьей главе* приводятся результаты расчётно-теоретического исследования конструктивных узлов зданий, выполненные на основе численного эксперимента моделей, рассматриваемых типов конструкций в трёхмерной постановке в программных комплексах COSMOS/M и ANSYS. Разработана универсальная математическая модель. Предложен инженерный способ определения эффективной теплопроводности фрагмента диска перекрытия с перфорацией. Проведён анализ и дана оценка эксплуатационным и теплотехническим качествам на основе температурных полей, полученных по результатам натурного обследования и численного моделирования.

*В четвёртой главе* исследуется фрагмент диска перекрытия с перфорацией, относящийся к типу-2, получивший наибольшее распространение. Построена трёхмерная параметрическая модель, в которой вариативной частью является соотношение длины перфорации к шпонке. Определена температура замыкания конструкции в тёплый и холодный периоды года. Выполнен анализ поведения напряжённо-деформированного состояния с учётом температурно-климатических воздействий. Дана оценка возникающим температурным деформациям и напряжениям.

*В пятой главе* раскрывается практическая сущность диссертационной работы – предлагаются усовершенствованные и новые узлы сопряжения диска перекрытия со стеной. Дается их подробное конструктивное описание, обоснование дальнейшей применимости в практике строительства, приводятся результаты численного моделирования с учётом температурно-климатических воздействий и показаны преимущества, разработанных решений по сравнению с существующими.

*В заключении* даны основные выводы по результатам диссертационной работы и сформулированы основные перспективы дальнейшего развития темы диссертационного исследования.

Таким образом, объём и структура диссертационной работы соответствует принятым требованиям.

Автором сформулировано 9 основных результатов и выводов. Обоснованность научных положений и результатов исследований подтверждаются: корректным использованием научных положений в области строительной теплофизики; применением современных средств научных исследований с использованием сертифицированных приборов и программных комплексов, нормативных методик и расчётов; сопоставлением полученных результатов с данными натурных исследований.

Первый вывод - констатирующий. Приводится анализ существующей нормативной базы и проведена систематизация существующих типов узлов сопряжения диска перекрытия со стеной в монолитном домостроении. Рассмотрены характерные дефекты и повреждения таких зданий и дана оценка их эксплуатационных качеств. Вывод сформулирован на основании реальных фактов и соответствует действительности.

Второй вывод – констатирующий и базируется на проведении натурных исследований с учётом температурно-климатических воздействий. Вывод сделан на основе данных обследования монолитных зданий с различными типами конструктивных узлов сопряжения диска перекрытия со стеной и имеет практическое значение.

Третий вывод – констатирующее-предиктивный. Разработанная трёхмерная математическая модель является универсальной. Вывод имеет практическое значение и позволяет оценить теплофизические качества, рассматриваемых конструктивных решений вновь проектируемых и модернизируемых зданий монолитной конструкции.

Четвёртый вывод – содержательный. Выполнена теплофизическая оценка существующих узлов сопряжения диска перекрытия со стеной. Вывод характеризуется новизной и имеет практическое значение.

Пятый вывод – содержательный. Разработан инженерный способ определения эффективной теплопроводности для участка диска перекрытия с перфорацией. Вывод отличается новизной, достоверностью и практической применимостью.

Шестой вывод – содержательный. Предлагаемая программа для ЭВМ позволяет сократить вычислительные трудозатраты, может быть интегрирована в пост-процессинговый расчётный модуль. Вывод отличается новизной и практической применимостью.

Седьмой вывод – констатирующий. В результате многофакторного анализа НДС перфорированного диска перекрытия установлены причины уязвимостей и образования начальной локализации разрушений. Вывод отличается практической направленностью.

Восьмой вывод – содержательный. Приводятся усовершенствованные и новые типы конструктивных решений для рассматриваемых типов узлов. Вывод отличается новизной и практической применимостью.

Девятый вывод – содержательный. Предлагаемые таблицы удельных потерь теплоты обоснованы и расширяют диапазон практического применения существующей нормативной базы.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе выполнены после тщательного анализа полученных научных результатов, изучения патентного ландшафта и всесторонних обсуждений на семинарах, конференциях профильными специалистами.

## **2. Актуальность темы диссертационной работы**

Научная задача, исследуемая Кузнецовым Анатолием Всеволодовичем, является актуальной и значимой для развития строительной отрасли. Создание необходимых условий для повышения эксплуатационных качеств зданий является одной из приоритетных задач государства. Решение этой задачи возможно с учётом комплексного подхода, учитывающего влияние тепломассопереноса на наружные ограждающие конструкции с позиции строительной теплофизики и напряжённо-деформированного состояния.

На территории Российской Федерации в крупных городах квартальная застройка зданий выполняется по монолитной технологии, с перекрёстно-стеновой конструктивной системой. Для таких зданий характерной особенностью являются узлы сопряжений дисков перекрытия с ограждающими наружными стеновыми конструкциями. В целях минимизации промерзания таких узлов, в консольной части монолитного диска перекрытия устраивают перфорацию с последующим размещением в ней теплоизоляционного материала. Однако, многолетний опыт проектирования и качественные показатели таких зданий свидетельствует о том, что значительный вклад в тепловые потери теплозащитной оболочки объекта в том числе вносят рассматриваемые типы узлов. Зачастую, на эксплуатационные качества таких зданий оказывают климатические воздействия, что характеризуется неудовлетворительным техническим состоянием конструкций, что как правило проявляется в виде температурных деформаций и теплотехнических дефектов.

В этой связи, комплексный подход, рассматриваемый в работе Кузнецова А.В. является актуальным и практически важным.

### **3. Научная новизна исследований и полученных результатов**

Научная новизна заключается в следующем:

- с учётом реального влияния температурно-климатических воздействий в натуральных условиях на примере территории Санкт-Петербурга выявлены низкие эксплуатационные качества существующих конструктивных решений узлов сопряжения диска перекрытия с наружными стенами в гражданских зданиях, возведённых по монолитной технологии.
- подтверждены с помощью математического моделирования низкие эксплуатационные качества существующих узлов сопряжения диска перекрытия с наружными стенами при различных температурно-климатических воздействиях.
- предложен инженерный способ определения эффективной теплопроводности диска перекрытия, снабжённого перфорацией для размещения термовкладышей.
- установлены причины уязвимости, приводящие к начальной локализации разрушения, по результатам многофакторного анализа напряжённо-деформированного состояния диска перекрытия, снабжённого перфорацией под термовкладыши с учётом температурно-климатических воздействий.

### **4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

При решении задач диссертационного исследования автором использовались теоретические и экспериментальные методы исследования, базирующиеся на корректном применении теплофизических законов. Проводимые автором численные и аналитические расчёты выполнялись на основе классических методов строительной теплофизики и в соответствии с требованиями изложенными в СП 50.13330.2012, СП 131.13330.2020, СП 230.1325800.2015.

Анализ информации, приведённой в диссертационной работе свидетельствует о том, что все экспериментальные исследования проведены корректно и подтверждают выполненные в работе теоретические предположения.

### **5. Достоверность**

Достоверность исследований, научных положений и выводов подтверждена следующими результатами: проведением экспериментальных исследований распределения температурных полей на поверхности дисков перекрытий в натуральных условиях; согласованностью результатов экспериментальных и натуральных исследований с теоретическими выкладками, приемлемой сходимостью результатов разработанного инженерного подхода с теоретическими и нормативными значениями.

## **6. Научная значимость работы**

Научная значимость заключается в построении универсальной математической модели в трёхмерной постановке для базового варианта узла сопряжения диска перекрытия со стеной, получении формулы для определения эффективной теплопроводности участка диска перекрытия с перфорацией и близкую сходимость результатов при вычислении удельных тепловых потерь с теоретическими и нормативными данными.

## **7. Практическая значимость работы**

Практическая значимость работы заключается в реализации разработанного инженерного способа расчёта в виде госрегистрации программы для ЭВМ, используемой для выполнения теплофизических расчётов теплотехнических неоднородностей ограждающих конструкций и позволяющей вычислить эффективную теплопроводность участка диска перекрытия с перфорацией, в которой могут быть размещены термовкладыши, по вводимым геометрическим параметрам участка и теплопроводностям материалов, входящих в его состав. Предлагаемый способ по определению эффективной теплопроводности участка диска перекрытия с перфорацией и программа для ЭВМ по её вычислению позволяют сократить трудоёмкость инженерных расчётов и получать результаты высокой точности.

Предложены различные конструктивные решения, включающие пассивные и активные системы теплозащиты, на которые получены патенты на полезные модели. Разработанные автором новые конструктивные решения узлов сопряжения диска перекрытия с наружными стенами и таблицы удельных потерь теплоты для существующих и предлагаемых конструктивных решений, могут быть использованы при реконструкции (модернизации) существующих и строительстве новых зданий, возводимых по монолитной технологии, а также позволяют расширить диапазон применения СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей».

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе А.В. Кузнецова применены при разработке пункта 13.16 РМД 51-25-2018, использованы в разделах проектной документации строительными компаниями Санкт-Петербурга, применены в образовательной сфере ФГБОУ ВО ПГУПС при подготовке бакалавров и специалистов по направлениям 08.03.01 «Промышленное и гражданское строительство» и 08.05.01 «Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений», что подтверждается соответствующими письмами, справками и актами о внедрении, указанными в приложении А.

## 8. Теоретическая значимость

Теоретическая значимость представляет собой создание универсальной математической модели тепловых процессов узла сопряжения диска перекрытия и её исследование для различных типов предлагаемых конструктивных решений и разработку инженерного подхода для определения эффективной теплопроводности участка диска перекрытия, снабжённого перфорацией, а также в результатах расчётно-теоретических исследований зданий монолитной конструкции, имеющих большое значение для объективной оценки эксплуатационных качеств с учётом температурно-климатических воздействий.

## 9. Вопросы и замечания

По работе имеется ряд замечаний:

1. По результатам проведения теплотехнических исследований узлов сопряжения наружной стены и монолитного перекрытия в здании на Комендантском пр., 11 на 5, 6, 7 этажах в работе приведены графики изменения температур внутреннего воздуха – на 5 этаже температура была в основном меньше  $10^{\circ}\text{C}$ , на 6 и 7 этажах – выше  $15^{\circ}\text{C}$ . При обследовании здания на Богатырском пр., 51 указано, что температура внутреннего воздуха составила  $18,2^{\circ}\text{C}$ . При таком разбросе температур провести корректно анализ и сопоставление температурных перепадов и др. параметров практически невозможно. Целесообразно было бы выполнить пересчет температур поверхностей при одной и той же температуре внутреннего воздуха, например  $18,2^{\circ}\text{C}$  или при расчетной температуре внутреннего воздуха  $20^{\circ}\text{C}$ . После чего производить анализ и сопоставление.
2. В работе проведен большой объем тепловизионных обследований зданий. Однако в диссертации написано, что они проводились по методике, утвержденной Госстроем и выпущенной 1985 году. Непонятно, почему именно на эту методику идет ссылка. Тем более, что позже выпускались ГОСТы по тепловизионным обследованиям зданий, в частности, ГОСТР 54852 – 2011 и взамен него ГОСТ 54852-2021. Также непонятна целесообразность ссылки на методику определения сопротивления теплопередаче НИИСФ 1959 года, в то время как существуют более новые нормативные документы.
3. При проведении экспериментальных исследований нигде не показана схема расстановки датчиков в зоне узла сопряжения междуэтажного перекрытия и наружной стены и наружной стены, что затрудняет понимание мест прохождения потоков  $Q_1$ ,  $Q_2$  и  $Q_3$ , и где плотность теплового потока составляет величины  $q_1$ ,  $q_2$  и  $q_3$ .

4. При расчете удельных тепловых потерь по методике, приведенной в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и с использованием предложенной соискателем эффективной теплопроводности получены некоторые расхождения. Автором не объяснены причины этих расхождений и неясно сформулированы рекомендации по использованию эффективной теплопроводности в расчетах.
5. По работе имеется ряд мелких замечаний по оформлению чертежей, отсутствия на некоторых рисунках «легенды», отдельные непонятные формулировки, в частности «по длине торцевого бруса». Что такое брус в монолитном перекрытии?

Однако, представленные замечания не снижают качество выполненной работы.

## **10. Выводы и рекомендации**

В целом, анализ представленной диссертации Анатолия Всеволодовича Кузнецова «Узлы сопряжения диска перекрытия с ограждающими стеновыми конструкциями в монолитном домостроении» характеризует её, как выполненную на актуальную тему и по своему содержанию представляет собой законченную научно-квалификационную работу, созданной автором самостоятельно на уровне, соответствующем кандидатским диссертациям. Диссертация содержит достаточное количество информации, подтверждающей основные выводы, сделанные в работе. Все разделы диссертационного исследования адекватно отражены в публикациях. Автореферат полностью отражает содержание работы. Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности работы и не оказывают влияния на её положительную оценку.

## **11. Общее заключение**

Диссертационное исследование Кузнецова Анатолия Всеволодовича «Узлы сопряжения диска перекрытия с ограждающими стеновыми конструкциями в монолитном домостроении», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение научной задачи.

Диссертационная работа представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему и отвечает всем критериям, установленным пп. 9-14 «Положением о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября

