ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Фам Тхи Хонг Тхам на тему «**Повышение энергетической эффективности архитектурно-строительных решений атриумов зданий с учетом их температурно-воздушного режима**», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Актуальность работы

В современном мире, где одни технологии не успевают на смену другим, постоянно развиваются и подстраиваются под новую реальность все направления, в том числе и архитектура. Известные ещё с древних времен атриумы, также изменяются и подстраиваются под реалии современного мира. Применение современных технологий, материалов, методов строительства, а также компьютерная визуализация и моделирование сложных физических процессов, таких как турбулентные течения, позволяют повысить надёжность сооружения, его долговечность, а также сделать пребывание людей в нем максимально комфортным.

С другой стороны, микроклимат атриумов — эта задача настолько комплексная и сложная, что даже её частичное решение является серьёзным подспорьем при составлении рекомендаций по проектированию и строительству атриумов и инженерных систем в них, расчётных методик или полноценных программных продуктов. В своей работе автор не только приводит результаты натурных и компьютерных исследований с соответствующими рекомендациями, но и предлагает собственную методику оптимизации приточных и вытяжных проёмов, на основании которой создаёт программу на языке C++.

Структура и основное содержание диссертации

Диссертационная работа соответствует 3 и 4 пунктам паспорта специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение» и состоит из 4-х глав.

В **первой главе** автор анализирует историю развития атриумов, начиная с Месопотамии (с XII века до н.э.) и заканчивая нашим временем. Приводится подробная типология и классификация атриумов с многочисленными примерами, включающими, как зарубежный опыт строительства (Америка, Англия, Германия, Австрия и др.), так и отечественный. Автор затрагивает такие важные с точки зрения инженерных решений вопросы, как влияние ветровых нагрузок и солнечной радиации, правильный учет нагрузок, прогнозирование уровня комфорта. Отдельно затрагивается вопрос энергоэффективности атриумов. На основании проанализированных в первой главе данных, были сформулированы цели и задачи исследования.

Во **второй главе** более подробно рассматриваются типы атриумов (согревающий, охлаждающий, трансформирующий) и некоторые особенности их эксплуатации. Автором отмечается, что одним из наиболее неблагоприятных режимов эксплуатации атриума с системами естественной вентиляция является безветренная погода. Дается подробная характеристика здания УЛК-МГСУ, поскольку именно оно было выбрано для натурных исследований. Натурный эксперимент проводился в течении 15 дней для четырех различных случаев открытия дверей и окон. Полученные результаты натурных исследований представлены в графическом виде со всей необходимой аналитикой.

Третья глава посвящена численному моделированию температурно-влажностных параметров в атриуме. В качестве математической основы автором выбрано уравнение Навье-Стокса с учетом модели турбулентности (k-эпсилон), который используется в современных программных комплексах, применяющих метод вычислительной гидродинамики. Рассмотрены особенности составления и упрощения графической модели, которая впоследствии была исследована в программном комплексе Ansys Fluent. Автор проводит сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования и натурных исследований, представляя его в табличной и

графической формах. Расхождения между результатами составляют от 1,96% - 5,85%, что показывает достаточно высокую точность проводимых исследований. Отдельно представлено графическое распределение температуры внутри модели здания для всех четырех случаев.

В **четвертой главе** рассматриваются численные исследования геометрических параметров атриумов и их влияние на создание параметров микроклимата в атриуме. На основании различных исследований и полученных в предыдущих главах значений автор производит построение модели тепловых параметров здания атриума. На основании данной модели автор разрабатывает методику оптимизации геометрических параметров вытяжных и приточных проемов, и оформляет ее, в том числе и в виде блок-схемы для компьютерной программы. Далее приводятся примеры расчета с пояснениями и рекомендациями.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций:

В работе представлены классические методы математического моделирования, постановки эксперимента, натурные экспериментальные исследования проводятся с применением сертифицированных приборов, имеющих необходимую степень точности, и впоследствии сверяются с аналогичными результатами, полученными с помощью компьютерного моделирования (CFD), где отклонения не превышали 6%.

Научная новизна состоит в получении расчетных и аналитических зависимостей для расчета температуры и скорости воздуха при естественной вентиляции, позволяющих определить рациональное соотношение площадей приточных и вытяжных проемов, и повысить энергетическую эффективность организации воздухообмена при проектировании в целом.

Практическая значимость заключается в получении реальных экспериментальных данных при обследовании здания УЛК-МГСУ, а также его компьютерная модель, на основании которых могут быть даны соответствующие рекомендации по эксплуатации здания. Также

компьютерная модель и разработанный программный продукт могут быть использованы и при расчете других атриумов.

Основные замечания по работе:

1. Часть замечаний связана с досадными опечатками, которые, достаточно редко, но все же встречаются, среди них, как орфографические (стр. 22, 26, 86), так и несколько технических (на 83 стр. минимальная температура указана в -200К, что в принципе невозможно; при пояснении к дифференциальному уравнению на 95 стр. назван «оператор Гамильтона набла», хотя правильнее называть либо оператор Гамильтона, либо оператор набла).

2. Часть элементов приводимых рисунков (рис. 1.7; 1.24; 1.25; 2.4; 2.6) настолько мелкие, что затруднительно считать всю информацию с них.

3. Автор в начале диссертации отмечает большое количество российских исследователей в данной области, но далеко не все работы приводит в списке литературы.

4. Несмотря на то, что автор в большей степени анализировала работу атриумов при минимальных скоростях ветрового потока, все же следовало больше внимания уделить влиянию аэродинамических коэффициентов на итоговые размеры приточных и вытяжных отверстий, в особенности, когда задействована только естественная вентиляция.

5. К сожалению, автор решила ограничиться только одним объектом исследования, как для натурных, так и для компьютерных испытаний. Если в случае натурных исследований это действительно может быть обосновано, то для компьютерного моделирования, учитывая обширные знания соискателя в области архитектуры атриумов и уже настроенную на испытание таких моделей Ansys Fluent, остается неясным.

6. Учитывая показанные автором незначительные расхождения между результатами натурных и компьютерных исследований, хотелось бы видеть больше компьютерных моделей атриумов разных форм и размеров, что рекомендуется в дальнейших исследованиях.

Заключение по диссертации

На основании содержания диссертации Фам Тхи Хонг Тхам «Повышение энергетической эффективности архитектурно-строительных решений атриумов зданий с учетом их температурно-воздушного режима» можно сделать вывод об исследовании, как о полноценной научной работе в области строительной физики, имеющей как научную новизну, так и практическую значимость.

Представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученых степеней кандидата технических наук, а её автор Фам Тхи Хонг Тхам заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент

Доцент кафедры теплогазоснабжения
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет»,
доцент, кандидат технических наук Соколов Михаил Михайлович

Адрес: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Тел.: +7 (831) 433-45-35; +7 961 632 30 71
E-mail: araim1985@list.ru

Личную подпись доцента Соколова М.М. заверяю.

Проректор по научной работе ФГБОУ ВО
«Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет»,
доктор технических наук, доцент Монич Дмитрий Викторович
« 18 » ноября 2024 г.

603950, Россия, Нижний Новгород, ул. Ильинская,65,
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)
Тел./факс: 8 (831) 434-02-91/ 430-53-48, e-mail: srec@nngasu.ru