

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

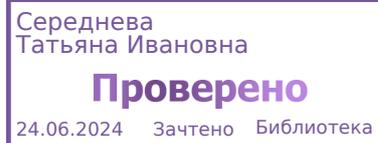
Аминов Рауфджон Эшмуродович

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК С УЧЕТОМ ТЕПЛО-ВЛАЖНОСТНОГО
СОСТОЯНИЯ В УГЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЯХ СТЕНОВЫХ
КОНСТРУКЦИЯ**

Направление подготовки
08.04.01 – «Строительство»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2024



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель:

Сысоев Олег Евгеньевич
доктор тех. наук. доцент

Рецензент:

Щербаков Иван Федорович
начальник отдела проектных работ
МКУ «Управление капитального
строительства» администрации города
Комсомольск-на-Амуре канд. тех. наук

Защита состоится «20» июня 2024 г. в 9 часов 00 мин. на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ФГБОУ ВО «КНАГУ» ауд. 212/1.

Секретарь ГЭК

И. В. Погорельских

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования: Особое место в решении данной проблемы отводится наружным стенам ограждающих зданий, расчет теплотехнические характеристик, теплотехнические характеристик которых не обеспечивают требуемый уровень теплозащиты и изучения тепло влажностного состояния конструкций с учетом изменения характеристик материалов в процессе эксплуатации

Объектом исследования: является угловое сопряжение стеновых ограждений.

Предметом исследования: является изменение тепло-влажностного состояния в зависимости от конструктивной особенности углового сопряжения.

Целью: исследование тепло-влажностного состояния в угловых сопряжениях стеновых ограждений в климатических условиях Дальнего Востока.

Для реализации этой цели необходимо решить следующие **задачи:**

- изучить нормативную документацию для определения требуемой толщины утеплителя из условий тепловой защиты зданий и защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;

- провести анализ проблемы тепловых потерь через угловые соединения стеновых ограждений и последствия нарушения температурно-влажностного режима; - исследовать способы снижения тепловых потерь через ограждающие конструкции;

- произвести численные расчеты тепло-влажностного состояния в угловых сопряжениях стеновых ограждений, а также расчеты на влагонакопление за годовой период эксплуатации;

- определить наиболее предпочтительный вариант утепления для условия Дальнего Востока и разработать рекомендации по выбору оптимальной толщины дополнительного утепления при проектировании конструкций навесного вентилируемого фасада и утепленного штукатурного фасада.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников. Общий объем диссертации 92 страниц, 47 рисунков, 15 таблиц и 64 список использованных источников

Результаты: Обеспечить современные требования по приведенному сопротивлению теплопередаче наружных стен зданий, используя дополнительные конструктивные решения, при соблюдении приемлемых толщин не представляется возможным. Поэтому становится очевидным необходимость в разработке новых технических решений неоднородных наружных стен зданий из навесного вентилируемого фасада и штукатурного утепленного фасада.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены вопросы теплотехнических характеристик для того, чтобы уменьшить тепловые потери через ограждающие конструкции и снизить энергопотребление

1. На основе литературных и нормативных данных установлены расчетные функциональные зависимости сорбционной влажности и коэффициентов теплопроводности стеновых материалов при эксплуатации конструкций в климатических условиях г. Красноярска и применены в численных расчетах.

2. Установлено, что в конструкциях с навесным вентилируемым фасадом и штукатурным утепленным фасадом процессы влагонакопления и сушки в годовом цикле эксплуатации происходят по-разному и отличаются по скорости, периодам и величиной увлажнения строительных материалов.

3. Расчетом установлено, что для обоих вариантов дополнительного утепления наряду с кинетическими процессами сушки и влагонакопления наблюдается период относительной стабилизации влажности в материалах ограждений.

В первой главе Рассматриваются;

1. Начиная с 2000-х годов ряд основных нормативов в проектировании тепловой защиты претерпели существенные изменения, затронувшие величину приведенного сопротивления теплопередачи. Периодически обновляется свод правил по строительной климатологии с целью уточнения изменяющихся параметров наружного воздуха в различных климатических районах России.

2. В настоящее время существует ряд Федеральных законов и Постановлений Правительства, направленный на урегулирование отношений в сфере энергоэффективности.

3. В настоящее время проводится множество исследований, как в отечественной, так и в зарубежной практике, направленных на решение проблемы понижения температуры в угловых сопряжениях и на расчет влажностного режима с целью проектирования тепловой защиты, соответствующей требованиям энергоэффективности.

4. Проблема нарушения тепло-влажностного состояния в угловых сопряжениях стеновых ограждений наиболее часто встречается в домах, 22 построенных в прошлом столетии. В Красноярском крае значительная доля жилых многоквартирных домов нуждаются в проведении капитального ремонта и не соответствуют современным требованиям теплозащиты.

5. Учет влажностного режима при проектировании тепловой защиты необходим, так как он оказывает существенное влияние на теплотехнические характеристики наружных ограждений, а также на их долговечность.

6. В настоящее время существует несколько способов наружного утепления, в частности навесной вентилируемы фасад и штукатурный утепленный фасад, однако каждому методу присущи определенные недостатки и требуется проведение точных расчетов для выбора наиболее оптимального и эффективного решения.

7. В настоящих нормативах по тепловой защите выбор теплофизических характеристик, в частности, коэффициента теплопроводности основывается на влажностном состоянии помещения и зоны влажности района строительства. Не учитывается влияние влажностных свойств самих материалов

на изменение коэффициента теплопроводности, которые могут отличаться на разных участках конструкции

Во второй главе Приведена тепловая защита зданий и сооружений осуществляется в соответствии с требованиями свода правил СП 50.13330, в котором принят следующий порядок;

- устанавливают исходные данные для проектирования тепловой защиты;
- выбирают нормируемые показатели тепловой защиты, в соответствии с которыми проводят теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций;
- осуществляют конструктивные решения наружных ограждающих конструкций и их проверки на соответствие санитарно-гигиеническим требованиям.

Согласно приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений.

Нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с определением формулой.

В третьей главе решена задача по разработки телевизионных обследований и численные расчеты угловых сопряжений:

1. При помощи телевизионной съемки было доказано, что температура в угловом сопряжении значительно ниже температуры на глади стены.

2. Для расчета тепло-влажностного состояния были выведены зависимости теплопроводности материалов от относительной влажности воздуха, которые позволяют выполнить более точный расчет конструкций. 20.00 70.00 120.00 52.64 51.63 119.89 114.9 Содержание влаги, кг/м³ Содержание влаги по месяцам, кг/м³ Навесной вентилируемый фасад Штукатурный утепленный фасад

3. Исходная конструкция не соответствует требованиям, температура в наружном углу значительно ниже температуры точки росы, в угловом сопряжении присутствуют области возможной конденсации влаги, располагающиеся в толще несущей конструкции стены.

4. На основании результатов численного моделирования конструкции была определена толщина утеплителя для двух видов фасадных систем, при которой конструкции удовлетворяют теплотехническим требованиям и требованиям паропроницаемой. При толщине утеплителя 140 мм в конструкции с навесным вентилируемым фасадом и 120 мм в конструкции со штукатурным оштукатуренным фасадом в угловом сопряжении при расчетной температуре наружного воздуха $t_{y} = - 37 \text{ }^{\circ}\text{C}$, в угловом сопряжении устанавливается температура выше температуры точки росы, в толще конструкции не образуется областей возможной конденсации водяного пара.

5. В ходе расчета влагосодержания установлено, что прироста влаги за годовой период эксплуатации в утепленных конструкциях не происходит, приращение влаги в отдельных материалах конструкции не превышает предельно допустимых значений.

6. Определены периоды сушки и накопления, как в отдельных материалах, так и во всей конструкции, а также определены периоды относительной стабилизации влаги в слое утеплителя. Период накопления влаги в конструкции с навесным вентилируемым фасадом составляет 5 месяцев (август, сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь), что количественно соответствует периоду накопления по своду правил, однако не соответствуют месяцы накопления. Период накопления влаги в конструкции со штукатурным утепленным фасадом составляет 6 месяцев (июнь, июль, август, сентябрь, ноябрь, декабрь). В октябре наблюдается незначительное снижение влагосодержания. Обе конструкции удовлетворяют условиям недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации.)

В четвертой главе Устройство штукатурного утепленного фасада в 1,7 раза дешевле, однако, для условий Дальний Востоке предпочтительней выбирать вариант утепления при помощи устройства системы навесного вентилируемого фасада ввиду отсутствия ограничений по периодам выполнения работ и требований к качеству стены основания.

Заключение

В рамках работы было исследовано тепло-влажностное состояние в угловых сопряжениях стеновых ограждений в климатических условиях Дальний Востоке.

Основные выводы:

1. Для улучшения теплозащитных характеристик и устранения наблюдаемых нарушений современных санитарно-гигиенических требований в зданиях старой постройки целесообразно использовать наружное утепление с применением систем навесного вентилируемого и штукатурного утепленного фасада.

1. Расчет по современным действующим нормативам выполняется только по глади стены и не дает представления о влагофизическом состоянии угловых сопряжений стеновых ограждений. Тепловизионными обследованиями и численными расчетами доказано, что условия переувлажнения создаются в угловых сопряжениях конструкций, что актуализирует необходимость внедрения в проектную практику методик численных расчетов с использованием, в том числе, зависящих от времени и окружающей среды характеристик влаго- и температуро-проводности строительных материалов, что позволит существенным образом повысить объективность расчетов.

2. Численными расчетами с использованием функциональных зависимостей сорбционной влажности материала от относительной влажности воздуха и зависимостей коэффициента теплопроводности от относительной влажности для каждого материала конструкции установлены оптимальные толщины утеплителей для обоих вариантов конструкций в условиях Дальнего Востока. Толщина утеплителя для конструкции с навесным вентилируемым фасадом составила 140 мм, для конструкции со штукатурным утепленным фасадом 120 мм. Установлено, что в утепленных конструкциях отсутствуют зоны возможной конденсации.

3. В обеих конструкциях за годовой период эксплуатации в кирпичной кладке наблюдается два периода сушки и накопления, в утеплителе присутствует период стабилизации влаги в течении четырех месяцев с октября по декабрь. В

исследуемых конструкциях прироста влаги за годовой период эксплуатации не наблюдается, однако влагосодержание в конструкции с устройством штукатурного утепленного фасада значительно выше в связи с низкой паропроницаемостью штукатурного раствора.

4. Накопление влаги в конструкции с навесным вентилируемым фасадом характеризуется небольшой скоростью, но сравнительно длинным периодом в 7 месяцев (с января по июль). Скорость накопления значительно превышает скорость сушки, однако период накопления длится пять месяцев (с августа по декабрь).

5. Результаты тепловизионного обследования и численного моделирования показывают необходимость внедрения расчетов на современных программных комплексах с учетом изменения тепло-влажностных характеристик на стадии проектирования ограждающих конструкций.

6. Устройство штукатурного утепленного фасада в 1,7 раза дешевле, однако, для условий Дальний Востоке предпочтительней выбирать вариант утепления при помощи устройства системы навесного вентилируемого фасада ввиду отсутствия ограничений по периодам выполнения работ и требований к качеству стены основания.

Публикации по теме диссертации

1. Аминов Р.Э. Оптимизация расчетов Теплотехнических характеристик стеновых конструкций при проектировании жилых зданий / Аминов Р.Э. Сысоев О.Е // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия, Комсомольск-на-Амуре, 2 декабря 2022 г. / Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022.
2. Аминов Р.Э. Влияние влажности утеплителя стеновой конструкции на свойства его теплопроводности/ Аминов Р.Э. Сысоев О.Е // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований, Комсомольск-на-Амуре, 10 апреля 2023 г. / Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023.

3. Аминов Р.Э. О необходимости коррекции теплотехнического расчета зданий при увеличении влажность утеплителя./ Аминов Р.Э. Сысоев О.Е // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению, Комсомольск-на-Амуре, 01 ноября 2023 г. / Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2023.
4. Аминов Р.Э. Исследование влияния влажности на конструкцию фасада здания./ Аминов Р.Э. Сысоев О.Е // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований, Комсомольск-на-Амуре, 19 марта 2024 г. / Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2024.