

Алексей ВЕРХОВСКИЙ, Нина УМНЯКОВА
НИИСФ РААСН Минстроя России

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ХОЛОДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Значимой проблемой при проектировании наружных ограждающих конструкций (в том числе светопрозрачных) для холодных климатических зон России и других стран, является оценка возможности и допустимости их применения. В настоящий момент критерий оценки применимости в явном виде в нормативных документах отсутствует. Авторами проведен большой объем экспериментальных и теоретических работ с целью выработки критериев оценки диапазона применимости данного класса конструкций для различных климатических регионов России.

Ключевые слова: светопрозрачные ограждающие конструкции, климатические характеристики, температура наиболее холодной пятидневки, температура на поверхности конструкции, термические деформации конструкции

ВВЕДЕНИЕ

В холодных климатических зонах расположено всего несколько стран, таких как Россия, Канада, Норвегия, отдельные регионы Швеции, Финляндии и США. При этом с точки зрения строительной климатологии, Россия находится в наиболее неблагоприятных условиях (рис. 1).

Основной ролью наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений является защита внутренних объемов от воздействия внешних агрессивных факторов, таких как низкие температуры наружного воздуха, воздействие ветра, дождя, шума. Светопрозрачные ограждающие конструкции должны при этом обеспечивать визуальную связь человека с внешним миром.

Оценка энергетического баланса здания - серьезная многофакторная задача. При этом необходимым требованием является обеспечение комфортных условий внутреннего микроклимата. Ошибки в выборе ограждающих конструкций и допустимых условий их эксплуатации могут привести как к повышенным энергозатратам на эксплуатацию здания, так и к фактической невозможности соблюдения параметров микроклимата.

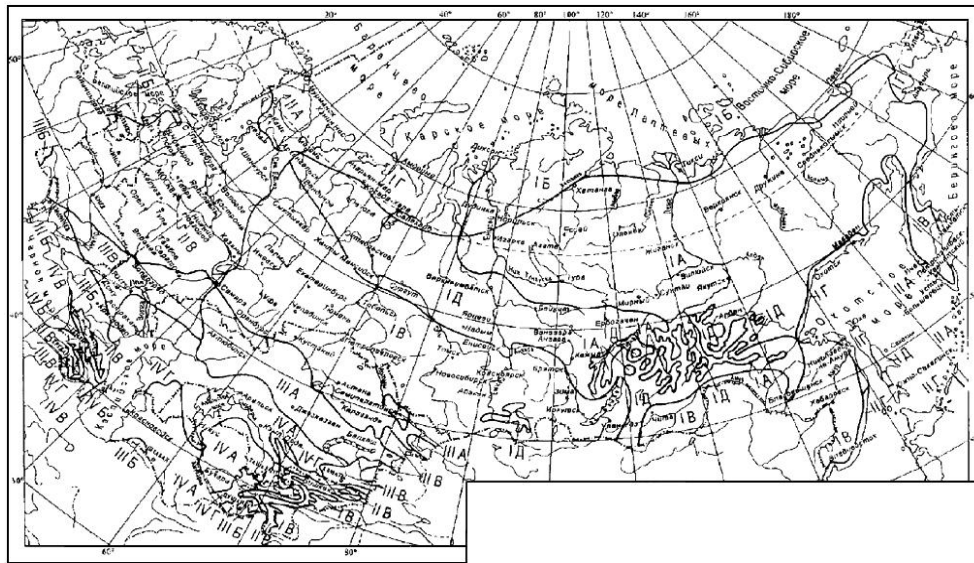


Рис. 1. Климатические регионы России. Приложение А [1]

1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Под климатическими характеристиками понимается комплекс параметров наружного воздуха, характеризующий регион строительства. В России основной набор климатических характеристик определяется [1]. В данном документе приведены основные климатические характеристики регионов России для холодного и теплого периодов года. Некоторые из них напрямую определяют применимость ограждающих конструкций для региона строительства, такие как температура наиболее холодной пятидневки, минимальные температуры наиболее холодных суток и абсолютные минимальные температуры, суточные амплитуды температуры.

Кроме того, в качестве значимого параметра для оценки теплотехнических характеристик ограждающих конструкций и оценки воздействия экстремальных перепадов температур на конструкции может быть использован типовой климатический год для региона строительства [2]. Данный подход пока не нашел в России широкого применения ввиду трудоемкости и необходимости дополнительной обработки большого объема метеорологических данных.

Параметры микроклимата в помещении определяются требованиями [3]. При этом температура внутреннего воздуха зависит от значения температуры наиболее холодной пятидневки для региона строительства. Суточные колебания температуры для отдельных регионов России могут достигать 30°C , что весьма существенно для малоинерционных ограждающих конструкций.

2. ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Ограждающие конструкции зданий и сооружений

Основные требования к уровню теплозащиты ограждающих конструкций зданий определяются требованиями [4]. При этом имеют место 3 основных подхода к определению требуемых значений теплотехнических характеристик конструкций:

- поэлементный (приведенное сопротивление теплопередаче конструкции выбирается согласно требований);
- санитарно-эпидемиологический (нормируется минимальная температура на внутренней поверхности);
- интегральный на основании разработки «Энергетического паспорта здания».

Как показала строительная практика, а также многолетний опыт проведения экспертиз на объектах строительства, даже формальное выполнение требований [4] зачастую не обеспечивает выполнения условий комфортности во внутренних помещениях зданий и требования по соблюдению энергоэффективности.

Использование ограждающих конструкций с высокими уровнями теплозащиты не позволяет в натурных условиях с достаточной точностью провести оценку теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций. Использование только расчетных моделей может привести к существенным ошибкам в выборе технического решения и требуемого значения уровня теплозащиты. Наличие дефектов монтажа может существенно усложнить ситуацию, сделав эксплуатацию здания весьма затратной, а условия микроклимата некомфортными.

На рисунках 2-3 приведены фотографии испытаний фрагмента стеновой конструкции с наружным утеплением и установленным оконным блоком в климатической камере КТК-2007 НИИСФ РААСН.

Как показали результаты лабораторных испытаний, испытанная конструкция непригодна для использования даже для климатических условий центральной России. За счет ошибок проектирования и нарушения условий монтажа конструкции, приведенное сопротивление теплопередаче конструкции было практически в 2 раза ниже требований [4], по температуре на внутренней поверхности конструкции требования [4] также не соблюдались. В ходе научно-исследовательской работы и нескольких этапов 2-х и 3-х мерного моделирования теплотехнических характеристик, техническое решение было оптимизировано. Стоит при этом заметить, что для непрозрачных элементов ограждающей конструкции существенная зависимость теплотехнических характеристик от перепадов наружного и внутреннего воздуха незначительна. Снижение их может быть вызвано только повышенной

инфильтрацией через фрагменты ограждающей конструкции, либо влагонакоплением в теплоизолирующих слоях.



Рис. 2. Вид углового фрагмента блок-комнаты с установленным трехстворчатым оконным блоком с наружной стороны

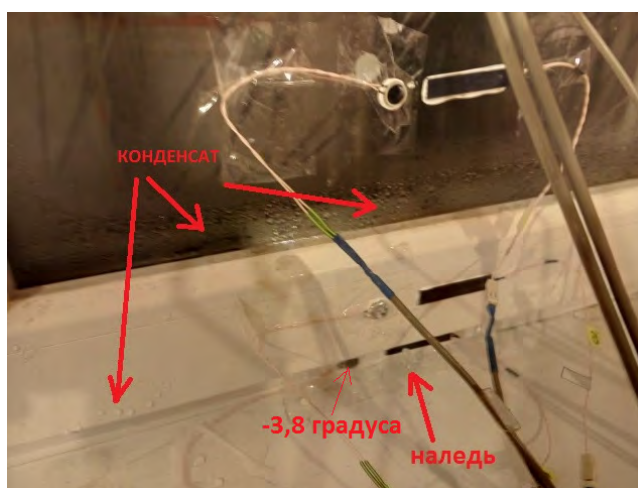


Рис. 3. Образование конденсата и наледи на нижней краевой зоне стеклопакета, на створке, на нижней части откоса, а также образование наледи на нижней части откоса под открывающейся створкой оконного блока в теплой зоне климатической камеры КТК-2007

2.2. Светопрозрачные ограждающие конструкции

В отличие от непрозрачных элементов ограждающих конструкций, тепло-технические характеристики светопрозрачных конструкций напрямую зависят

от градиента между наружной и внутренней температурой. Исследования авторов, а также зарубежных коллег [5] показали, что для центральной части стеклопакета снижение теплотехнических характеристик может составлять до 30% относительно расчетных значений согласно EN 673.

Помимо этого существенный вклад в снижение теплотехнических характеристик конструкции вносит процесс термической деформации стеклопакета [6] (эффект образования «линзы»). Взаимное наложение этих двух физических процессов может привести к еще более существенному снижению теплотехнических характеристик светопрозрачного заполнения.

Теплотехнические характеристики непрозрачной части конструкции (рама, створка, профильные элементы) от градиента наружной и внутренней температуры зависят несущественно и хорошо прогнозируемы с использованием современных программных продуктов. Стоит отметить, что значительная часть стандартных европейских программ дает существенную ошибку при переходе к российским климатическим условиям. Это вызвано, в первую очередь, несовершенством расчетной модели и недостаточно корректным учетом конвективной составляющей теплообмена.

Существенный вклад в снижение теплотехнических характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций в холодных климатических условиях вносит термическая деформация профильной системы. Этот эффект оказывает наиболее существенное влияние для конструкций из профилей ПВХ и алюминия. Как показали результаты лабораторных испытаний [7] и натурного обследования объектов строительства, термические деформации могут привести к повышению воздухопроницаемости конструкции до 7-10 раз. Это приводит к невозможности поддержания требуемых условий микроклимата в помещении и существенному повышению затрат на отопление здания в холодный период года. Данный параметр в настоящее время не нормируется ни в одной из стран с холодными климатическими условиями.

Каждый из перечисленных эффектов оказывает существенное влияние на оценку применимости ограждающих конструкций в холодных климатических условиях и требует серьезного научного осмысления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ, ВЫВОДЫ

В статье сформулирована проблема оценки применимости наружных ограждающих конструкций в холодных климатических условиях и дан обзор нормативных документов, действующих в России и оказывающих влияние на оценку данного параметра.

Отсутствие систематического подхода к данному вопросу приводит к серьезным ошибкам в проектировании ограждающих конструкций и снижению уровня жизни за счет несоблюдения условий микроклимата в помещениях. Необходимо проведение комплекса экспериментальных и теоретических работ с целью выработки единого критерия оценки применимости наружных

ограждающих конструкций (в особенности светопрозрачных) и последующей корректировки действующих нормативных документов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] СП 131.13330.2012 Строительная Климатология (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*).
- [2] Умнякова Н.П., Расчет колебаний температуры в кирпичной облицовке трехслойных стен на основе почасовых параметров типового климатического года, Строительные материалы 2016, № 8, 45-50.
- [3] ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- [4] СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий (актуализированная версия СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»).
- [5] Alf Rolandsson, Windows in cold climate - U-value stability in 2 vs. 3 glass units, GPD, 2015, Finland.
- [6] Плотников А.А., Стратий П.В., Численно-аналитическая методика расчета прогибов стекол герметичного стеклопакета от климатической (внутренней) нагрузки, Вестник МГСУ 2014, 12.
- [7] Шеховцов А.В., Воздухопроницаемость оконного блока из ПВХ профилей при действии отрицательных температур //Научно-технический журнал Вестник МГСУ 2011, 3, 1, 263-267.

APPLICATION FEATURES EXTERNAL CURTAIN WALLS IN COLD CLIMATE CONDITIONS

A significant problem in the design of external enclosing structures (including window and curtain walls) cold climatic zones of Russia and other countries, is to evaluate the possibility and admissibility of their application. At the moment, the criterion of applicability explicitly in the regulations is missing. The authors conducted a large amount of experimental and theoretical work to develop criteria for the assessment of the range of applicability of this class of designs for different climatic regions of Russia.

Keywords: window and curtain walls, climatic characteristics, the temperature of the coldest five days, the temperature on surface of the construction, thermal deformation of the construction