

ТЕПЛОВАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

О.А. Плотников, В.А. Пашинский, С.А. Джирма

Кировоградский национальный технический университет, Украина

Изложена методика анализа тепловой надежности ограждающих конструкций зданий на базе экспериментальных исследований теплового режима стен в процессе нормальной эксплуатации во время отопительного сезона.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, температурный режим, тепловая надежность.

Тепловая надежность ограждающих конструкций является важным условием обеспечения комфортности пребывания людей, а также условий для техники в жилых, служебных и производственных помещениях. Понятие и принципы оценки тепловой надежности сформулированы в работе [4]. Нормы проектирования Украины [2] и Российской Федерации [6] определяют два критерия тепловых отказов:

- 1) превышение допустимого температурного перепада между температурой воздуха в помещении и температурой внутренней поверхности стены (для зданий и сооружений нормами [2, 6] установлено $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более);
- 2) появление конденсата на стене вследствие снижения температуры ее внутренней поверхности ниже точки росы.

Результатом оценивания тепловой надежности должна быть оценка вероятности либо установление относительной продолжительности появления тепловых отказов, например среднегодовое количество дней, на протяжении которых проявляются тепловые отказы.

Основной задачей данной работы является получение реализаций случайных процессов изменений температуры характерных точек стены, наружного и внутреннего воздуха в режиме нормальной эксплуатации здания, с дальнейшим оцениванием вероятности тепловых отказов по полученным экспериментальным данным.

Методика экспериментальных исследований. Экспериментальная установка и программа исследований обеспечивают:

- соответствие условий измерения температуры атмосферного воздуха стандартным условиям метеорологических наблюдений);
- непрерывность, синхронность и постоянный шаг дискретизации по времени измерений температуры во всех точках;
- учет характерных циклов изменения температуры атмосферного воздуха (сезонная, межсуточная и суточная изменчивость) в течение всего времени проведения эксперимента;
- учет влияния солнечной радиации на температуру наружной поверхности стены;
- точность измерений и простоту регистрации результатов.

Для реализации этих требований в процессе эксперимента на протяжении всего отопительного периода измеряются температуры в пяти точках: 1) наружный атмосферный воздух; 2) наружная поверхность стены в тени; 3) наружная поверхность стены, открытая воздействию солнечных лучей; 4) внутренняя поверхность стены; 5) воздух внутри помещения.

Датчики температуры устанавливаются в вышеперечисленных точках измерения. Датчики, предназначенные для измерения температуры наружного и внутреннего воздуха, монтируются на расстоянии 5–10 см от поверхности стены. Датчики, с помощью которых измеряются температуры поверхностей стены, углубляются в стену на 1–2 мм, после чего восстанавливается фактура и цвет стены. Термический контакт датчиков с материалом стены обеспечивается с помощью шпатлевки, клея или силикона. Над двумя наружными датчиками устроен навес, который обеспечивает измерение температуры атмосферного воздуха и температуры наружной поверхности стены в тени, а также отсутствие непосредственного контакта этих датчиков с атмосферными осадками. Измерительные блоки размещаются в помещении.

Измерения проводятся ежедневно трижды в сутки в часы, близкие к характерным периодам суточной изменчивости атмосферного воздуха:

- 6–7 часов – самая низкая температура атмосферного воздуха;
- 14–15 часов – самая высокая температура атмосферного воздуха;
- 22–23 часа – полное отсутствие солнечной радиации.

Результаты измерений фиксировались в журнале, созданном в среде табличного процессора Microsoft Excel, что позволило выполнить их статистический анализ. Длительность эксперимента составила 8 мес, что дает реализации температур в пяти точках измерения, каждая из которых состоит примерно из $N = 700$ ординат с примерно постоянным

шагом квантования по времени $\Delta t = 8$ ч. Такой объем данных обеспечивает возможность их статистической обработки по методике [1, 4] и представление изменений температуры в выбранных точках измерения в форме случайных процессов.

Статистическая обработка результатов эксперимента выполнена по методике анализа случайных величин и процессов [1, 5]:

– все имеющиеся реализации разделяются на декадные отрезки, в течение которых случайные процессы изменения температуры можно приближенно считать стационарными;

– выполняется статистическая обработка декадных реализаций, как выборок случайных величин, с определением основных числовых характеристик и построением гистограмм распределения;

– избирается вид закона распределения для описания температуры воздуха и поверхностей стены, и выполняется проверка его пригодности по критерию согласия Пирсона [1];

– вычисляются эффективные частоты и нормированные корреляционные функции случайных процессов изменений температуры во всех точках измерения по методике [1, 5];

– по результатам статистической обработки строятся функции числовых характеристик, обеспечивающие представление изменений температуры во всех точках измерения в форме квазистационарных случайных процессов аналогично [3].

Предложенная методика эксперимента обеспечила получение реализаций и статистических характеристик случайных процессов изменения температуры в характерных точках ограждающей системы здания: атмосферный воздух – стена – воздух внутри помещения. Экспериментальные данные позволяют оценить уровень тепловой надежности исследованного ограждения по указанным выше критериям и проанализировать связь температуры поверхностей стенового ограждения с температурой атмосферного воздуха и воздуха в помещении, что даст возможность прогнозирования уровня тепловой надежности исходя из теплотехнических характеристик ограждения и метеорологических данных о температуре воздуха в районе строительства.

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Физматгиз, 1967. – 564 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель / Мінбуд України. – Київ, 2006. – 65 с.

3. Карюк А.Н., Пашинский В.А. Принципы и методика нормирования температуры воздуха для проектирования теплозащитной оболочки зданий // Новые идеи нового века – 2013: материалы Тринадцатой междунар. науч. конф.: в 3 т. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. – Т. 2. – С. 315–321.

4. Пашинський В.А., Фаренюк Г.Г. Оцінка імовірності виникнення теплових відмов конструкцій // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 56. – С. 305–310.

5. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968. – 464 с.

6. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. – М., 2004. – 30 с.