

СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 69.022:728.004.1

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЯ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

канд. техн. наук, доцент В.В. НЕСТЕРЕНКО

Даны предложения по методике оценки долговечности систем утепления. Выполнен анализ реальных температурно-влажностных воздействий на системы утепления в процессе их эксплуатации. Приведены данные о числе циклов «замораживание-оттаивание» и числе дней с осадками, которые рекомендуется использовать при проведении сертификационных испытаний систем утепления.

В настоящее время при эксплуатации жилых и общественных зданий остро стоят вопросы, связанные с энергосбережением. Особое место при этом занимает теплоизоляция наружных стен.

Многолетний зарубежный опыт в области устройства теплоизоляции ограждающих конструкций показал высокую эффективность выполняемых при этом конструктивных мероприятий, а именно: существенное снижение теплопотерь (до $0,20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$); сокращение расхода энергии на отопление; комфортность в жилых помещениях на протяжении всего года.

В последние годы с экономическими аспектами экономии тепловой энергии сравнивались экологические аспекты повышенного потребления энергии. Эти аспекты тесно связаны между собой и положительные результаты в одной области повышают эффективность другой, в частности способствуют существенному снижению выделений CO_2 .

В Республике Беларусь теплоизоляция наружных стен имеет не менее острое значение, чем в странах Западной Европы. Связано это с острым дефицитом собственных энергоносителей и большими денежными затратами на их экспорт. Кроме этого, изменились нормативные требования к наружным ограждающим конструкциям с точки зрения их теплоизоляции (повысилось нормируемое значение сопротивления теплопередаче). Накоплен определенный опыт по устройству теплоизоляции.

В качестве теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий разрешены к применению системы утепления «ПСЛ», «Термошуба», «Радекс», система утепления на основе монолитного полистиролбетона и др. Устройство этих систем регламентируется требованиями соответствующих нормативно-технических документов: пособие 2.04.02-96 к СНиП 3.03.01-87 «Устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений. Система «ПСЛ», пособие П 1-99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба», РСН 74-92 «Устройство полистиролбетонной теплоизоляции ограждающих конструкций зданий методом торкретирования» и др.

Несмотря на то, что в настоящее время тепловая изоляция наружных стен зданий в Республике Беларусь активно внедряется, ряд важных вопросов, связанных с контролем качества теплоизоляции на стадиях ее устройства и приемки, учетом реальных условий эксплуатации конструкций наружного утепления при проектировании, выбором эффективных конструкций утепления, решены не в полном объеме. Кроме этого, долговечность устраиваемых систем утепления совершенно недостаточна. Имеют место случаи выхода систем утепления из строя после их эксплуатации в течение только одной зимы.

В результате анализа известных отечественных и зарубежных конструктивных решений в области теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий различного назначения было установлено, что не все из них могут использоваться в климатических условиях Республики Беларусь [1]. Это связано с целым рядом их недостатков: использование дорогостоящих материалов; ненадежное крепление утеплителя к ограждающим конструкциям; использование в качестве утеплителя материалов, которые не производятся в Республике Беларусь; наличие недолговечных элементов в составе конструкции утепления; несовершенство конструктивных решений и т.д.

Поиск оптимальных конструктивных решений теплоизоляции и обеспечение ее высоких эксплуатационных показателей в климатических условиях Республики Беларусь – важная социальная и экономическая задача. К одному из основных показателей систем утепления относится долговечность.

Долговечность системы утепления характеризуется сроком ее службы с сохранением в требуемых пределах эксплуатационных качеств в заданных климатических условиях при определенном режиме эксплуатации здания. При выборе системы утепления на стадии проектирования предпочтение следует отдавать более долговечной системе.

Долговечность систем утепления определяется реальными условиями их эксплуатации. Требуемую долговечность системы утепления следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую прочность, морозостойкость и влагостойкость. Срок службы отдельных элементов системы утепления, от которых зависит ее долговечность, должен быть не ниже срока службы всей конструкции утепления.

Долговечность систем утепления следует оценивать расчетным путем (прогнозирование долговечности) и по результатам экспериментальных исследований.

Расчетом на долговечность рекомендуется определять: фактическую долговечность θ (лет) системы утепления при заданном ее конструктивном решении и выбранных материалах; требуемую марку по морозостойкости F (циклы) выбранных для системы материалов при требуемом сроке службы утепленной ограждающей конструкции.

Оценку долговечности следует начинать с определения характеристик климатической активности района строительства.

Территорию Республики Беларусь по климатической активности условно можно разделить на шесть районов в соответствии с ее административным делением по областям (Брестская, Витебская, Гомельская, Гродненская, Минская, Могилевская).

Прогнозирование долговечности систем утепления базируется на данных о нестационарных температурных полях наружных ограждающих конструкций для зимне-весеннего и осенне-зимнего периодов года. При этом должны использоваться следующие климатологические параметры наружного воздуха:

- среднемесячные температуры t_{cm} по месяцам года;
- средние амплитуды A_c суточных колебаний температуры по месяцам года с периодом $P = 24$ ч;
- среднесуточные температуры t_{cc} по дням месяцев года (определяются по наблюдениям за год по метеорологическим ежемесячникам);
- темп b изменения среднемесячных температур t_{cm} в их годовом ходе в зимне-весеннем и осенне-зимнем периодах года;
- средние расчетные полупериоды P_p устойчивых периодических заморозков и оттепелей по отношению к годовому ходу среднемесячных температур t_{cm} в зимне-весеннем и осенне-зимнем периодах года;
- средние расчетные амплитуды A_p этих заморозков и оттепелей с полупериодом P_p в зимне-весеннем и осенне-зимнем периодах года;
- среднее расчетное число m_p указанных заморозков и оттепелей в году в зимне-весеннем и осенне-зимнем периодах года;
- средняя календарная дата начала устойчивых периодических оттепелей по отношению к годовому ходу среднемесячных температур t_{cm} в зимне-весеннем периоде года;
- средняя календарная дата начала устойчивых периодических заморозков по отношению к годовому ходу среднемесячных температур t_{cm} в осенне-зимнем периоде года [2].

Так как в климатических условиях Республики Беларусь периодические заморозки и оттепели чередуются в течение всего осенне-зимне-весеннего периода, то правильнее будет использовать понятие о средней календарной дате начала устойчивых периодических заморозков по отношению к годовому ходу среднемесячных температур t_{cm} в осенне-зимне-весеннем периоде года.

В целом расчет долговечности системы утепления рекомендуется осуществлять в три этапа. На первом этапе строится математическая модель хода среднесуточных температур наружного воздуха. На втором этапе рассчитывается температура в заданной системе утепления от каждой из отдельных составляющих построенных математических моделей. При этом используются известные решения задач о изменении температуры в стенке при изменении температуры воздуха со стороны наружной поверхности ограждающей конструкции по квазистационарному и гармоническому законам. На третьем этапе проводится расчет параметров, необходимых для определения долговечности системы утепления.

Расчет долговечности системы утепления следует осуществлять по данным о среднесуточных температурах наружного воздуха для каждого года за последние десять лет по метеорологическим ежегодникам [2].

Значения долговечности должны определяться для последовательного ряда отдельных слоев системы утепления, на которые она разбивается. За окончательное значение долговечности системы утепления принимается среднее значение долговечности ее наименее долговечного слоя. В каждом выбранном слое системы утепления значение долговечности вычисляется как среднее из соответствующих значений по каждому году из десяти выбранных лет.

В значительной степени долговечность как системы утепления в целом, так и отдельных ее слоев зависит от их морозостойкости F , которая определяется реальными условиями эксплуатации ограждающих конструкций зданий.

Применительно к климатическим условиям Республики Беларусь (рис. 1) в качестве примера даны кривые годового хода среднемесячных и среднесуточных температур наружного воздуха для Минской области за 1991 год. На этих кривых выделены участки, где наблюдаются периодические изменения среднесуточных температур с переходами через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, за пределами которых температура наружного воздуха уже скачкообразно, но устойчиво повышается или понижается без переходов через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. В границах этих участков определяются полупериоды и амплитуды соответствующих переходов (заморозков и оттепелей) через кривую годового хода среднемесячных температур. Так как температура начала замерзания $t_{нз}$ известна не для всех материалов, используемых в системах утепления, число заморозков и оттепелей определялось по числу переходов кривой среднесуточных температур через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результаты расчетно-теоретического анализа (данные о количестве m заморозков и оттепелей) представлены в табл. 1.

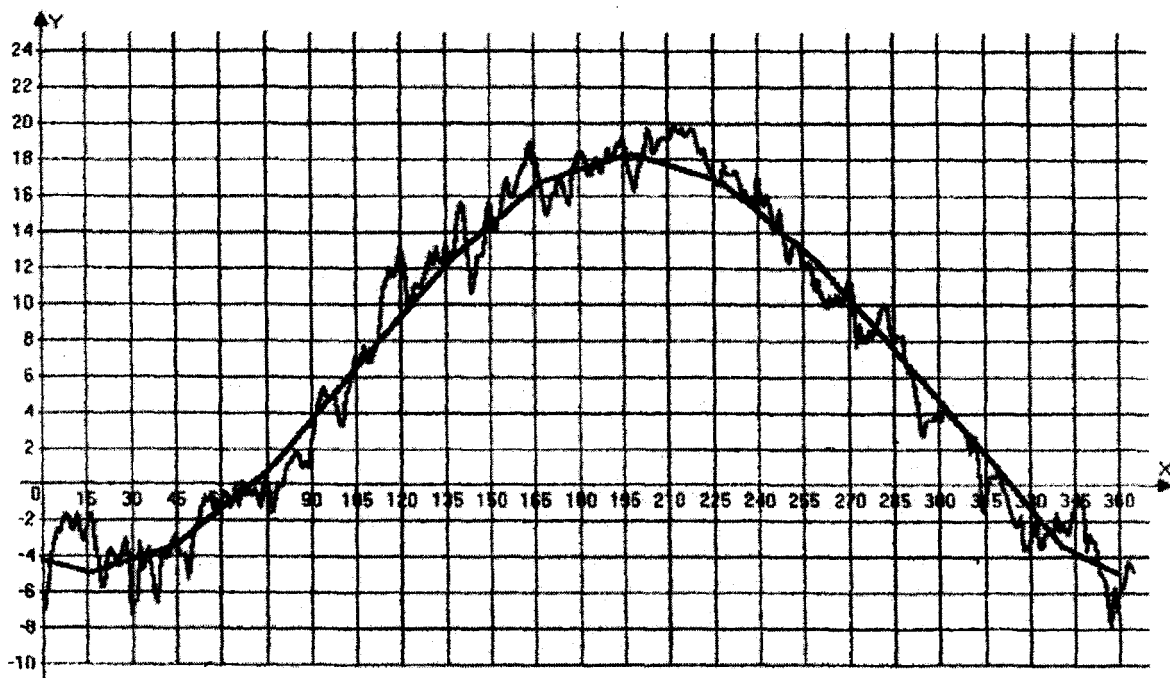


Рис. 1. Кривая годового хода среднемесячных и среднесуточных температур

Таблица 1

Количество заморозков и оттепелей для Минской области по данным метеорологических наблюдений

| Год | Осенне-зимний период (сентябрь – декабрь) | | | Зимне-весенний период (январь – май) | |
|---------------------|---|-----------|-------------------|--------------------------------------|-----------|
| | Количество, m | | Начало заморозков | Количество, m | |
| | заморозков | оттепелей | | заморозков | оттепелей |
| 1991 | 5 | 5 | 22.10 | 4 | 4 |
| 1992 | 8 | 8 | 05.10 | 6 | 6 |
| 1993 | 3 | 3 | 21.09 | 4 | 4 |
| 1994 | 6 | 6 | 05.10 | 5 | 5 |
| 1995 | 3 | 2 | 18.09 | 7 | 6 |
| 1996 | 1 | – | 21.09 | 2 | 3 |
| 1997 | 4 | 3 | 21.10 | 4 | 5 |
| 1998 | 3 | 3 | 02.10 | 9 | 10 |
| 1999 | 6 | 5 | 20.10 | 5 | 5 |
| 2000 | 2 | 2 | 17.09 | 8 | 9 |
| Итого за 10 лет | 41 | 37 | – | 54 | 57 |
| Итого без 1996 года | 40 | 37 | – | 52 | 54 |

Если считать, что чередованию устойчивых заморозков и оттепелей соответствуют периоды замораживания и оттаивания конструктивного материала рассматриваемой системы утепления, то нетрудно установить среднее значение числа циклов «замораживание – оттаивание» за один условный год эксплуатации систем утепления. В табл. 2 эти данные приведены для различных областей Республики Беларусь. При определении среднего значения числа циклов «замораживание – оттаивание» данные по 1996 году не учитывались, так как они существенно отличаются от других лет в меньшую сторону (см. табл. 1).

Таблица 2

Число циклов «замораживание – оттаивание» за один условный год эксплуатации системы утепления (установлено по данным метеорологических наблюдений за период 1991 – 2000 гг.)

| Область | | | | | |
|---|-----------|-------------|-------------|-----------|------------|
| Минская | Витебская | Гродненская | Могилевская | Брестская | Гомельская |
| Число циклов «замораживание – оттаивание» | | | | | |
| 10 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 |

Таким образом, число циклов «замораживание – оттаивание» изменяется от 10 для Минской, Брестской и Гомельской областей до 12 для Витебской области. В среднем по Республике Беларусь одному условному году соответствует 11 циклов «замораживание – оттаивание», а не 75 по [3].

В связи с этим вызывает сомнение долговечность в 35 условных лет штукатурной системы утепления «Термошуба» [4] при морозостойкости в 75 циклов применяемых для нее материалов (клеевая полимерминеральная смесь, защитно-отделочная композиция, микропористая фасадная краска).

Несмотря на то, что число циклов «замораживание – оттаивание» для различных областей Республики Беларусь незначительно отличается друг от друга (на 1 – 2 цикла), оценку долговечности систем утепления рекомендуется производить в зависимости от того, в какой области она будет эксплуатироваться, так как за десятилетний период эта разница составит уже 10 – 20 циклов, за двадцатилетний – 20 – 40 циклов и т.д.

Долговечность систем утепления, установленная расчетным путем, должна подтверждаться экспериментальными исследованиями (климатическими испытаниями). Для проведения климатических испытаний необходимо знать параметры других воздействий окружающей среды на систему утепления. Помимо числа циклов «замораживание – оттаивание», важное значение для проведения сертификационных испытаний имеет число односторонних увлажнений системы утепления.

По данным метеорологических наблюдений в Республике Беларусь и с учетом требований СНБ 2.04.02-2000 «Строительная климатология» было установлено число дней с осадками в виде дождя и соответствующее среднее количество осадков (табл. 3), а также среднее количество (сумма) осадков за год (табл. 4). При этом количество твердых осадков (в процентах от общего количества) определялось по формуле $v = 50 - 5t$, где t – средняя месячная температура воздуха [5].

Таблица 3

Число дней с осадками и соответствующее среднее количество (сумма) осадков (в скобках, мм) в виде дождя

| Область | Число дней с осадками и соответствующее среднее количество (сумма) осадков (в скобках, мм) в виде дождя | | | |
|-------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------|
| | ≥ 5,0 мм, но < 10 мм | ≥ 10,0 мм, но < 20 мм | ≥ 20,0 мм, но < 30 мм | ≥ 30,0 мм |
| Минская | 17 (357) | 13 (273) | 2 (42) | 1 (30) |
| Витебская | 17 (357) | 11 (231) | 2 (42) | 1 (30) |
| Гродненская | 17 (323) | 11 (209) | 2 (38) | 1 (30) |
| Могилевская | 16 (352) | 12 (264) | 2 (44) | 1 (30) |
| Брестская | 19 (323) | 12 (204) | 3 (51) | 1 (30) |
| Гомельская | 14 (294) | 12 (252) | 3 (63) | 1 (30) |

Таблица 4

Среднее количество (сумма) осадков за год

| Область | Ноябрь – март, мм | Апрель – октябрь, мм | Всего, мм |
|-------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Минская | 228 | 470 | 698 |
| Витебская | 202 | 463 | 665 |
| Гродненская | 186 | 410 | 596 |
| Могилевская | 217 | 459 | 676 |
| Брестская | 185 | 423 | 608 |
| Гомельская | 194 | 436 | 630 |

Данные, приведенные в табл. 3, 4, рекомендуется использовать для назначения режимов климатических воздействий на опытные образцы систем утепления при проведении их сертификационных испытаний.

В отечественных нормативных документах, в отличие от Европейских норм, эксплуатационные показатели систем утепления оцениваются по значениям физико-механических параметров отдельных ее составляющих. Дальнейшее совершенствование отечественных нормативных документов предполагает оценку влияния внешней среды на эксплуатационные показатели систем утепления как единой конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработать и исследовать эффективные конструкции наружного утепления стен зданий с максимальным использованием местных строительных материалов, установить методы оценки прочности, долговечности и термического сопротивления конструкций наружного утепления стен зданий для сертификационных испытаний. Выполнить теоретический анализ условий эксплуатации конструкций наружного утепления зданий с учетом реальных силовых и температурно-влажностных воздействий: Отчет о НИР / НИЭП ГП «Институт БелНИИС»; Руководитель В.В. Нестеренко. – Мн., 2001. – 91 с.
2. Строительная климатология / НИИ строит. физики. – М.: Стройиздат, 1990. – 86 с.
3. О методике испытаний на долговечность комплексной системы утепления наружных стен зданий / Г.С. Галузо, А.П. Пашков, Н.Н. Лаптик, Р.В. Кузьмичев // Белорусский строительный рынок. – 2001. – № 7. – С. 11 – 13.
4. П 1–99 к СНиП 3.03.01 – 87. Пособие к строительным нормам и правилам. Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба»: Утв. Приказом Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь 17.06.99. – Мн.: Госкомэнергосбережение Республики Беларусь, 2001. – 56 с.
5. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 302 с.