

Оценка энергоэффективности жилых зданий

Вавуло Н. М., Добрычин В. Н., Соловых К. А.

Государственное унитарное предприятие «Академия коммунального хозяйства
им. К. Д. Памфилова», Россия, г. Москва

Приведены результаты натуральных теплофизических исследований различных ограждающих конструкций зданий

Принятый в 1996 г федеральный закон «Об энергосбережении», а также постановления Правительства РФ определили главным направлением жилищно-коммунальной реформы экономию и учет энергоресурсов. Решение этой задачи не возможно только за счет строительства новых энергоэффективных зданий, необходима реконструкция уже действующих.

Чтобы предложить действенные мероприятия по повышению эффективности использования тепловой энергии в эксплуатируемом здании требуется грамотно составить и рассчитать тепловой баланс здания и произвести оценку его энергоэффективности. Эта задача может быть решена с помощью натуральных исследований фактических теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций зданий, которые проводятся на основе общероссийских нормативных документов.

Проведены натурные исследования теплотехнических характеристик наружных стен зданий. Натурные теплофизические исследования были посвящены определению приведенного сопротивления теплопередаче наружных стеновых конструкций, в условиях эксплуатации Севера. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен определялось в натуральных условиях эксплуатации зданий, в зимний период (декабрь 2001 г., январь-февраль 2002 г), в соответствии с методикой ГОСТ 26254—84.

При натуральных исследованиях использовались следующие приборы и оборудование:

- портативный термограф «ИРТИС-200»;
- портативный компьютер «NOTEBOOK»;
- штатив для термографа;
- измеритель плотности теплового потока «ИПП-2»;
- электронный термометр «ТК-5М»;
- бесконтактный термометр (пирометр) «ФАВОРИТ»;
- сосуд «Дьюара» для хранения жидкого азота»;
- стальная рулетка 5 м.

Оценка фактических теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций обследуемых зданий, производилась на основе тепловизионной съемки внутренней поверхности ограждения. Температурные поля на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций исследованы с помощью тепловизора российской фирмы «ИРТИС». Температурные поля различаются по яркости и цвету, соответствующим различным температурам. Термографирование ограждающих конструкций производилось следующим образом: обследуемые ограждающие конструкции разбивали на участки, удобные для термографирования, с тем, чтобы при последующей обработке можно было воспроизвести целостную картину наружного ограждения.

Для определения приведенного сопротивления теплопередаче наружного ограждения, преобразователи тепловых потоков, не менее чем два раза, располагались в центре термически однородных зон фрагментов ограждающей конструкции, равномерной по температуре поверхности и соответственно имеющей одинаковый цвет на термограмме. Далее, исходя из средней зафиксированной температуры наружного и внутреннего воздуха и средней плотности теплового потока, проходящего через наружное ограждение, вычислялось приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции.

Непременным атрибутом наружных теплофизических исследований является тепловизионная съемка, выполненная снаружи здания (в зимний период, при температуре наружного воздуха ниже -10°C выполняется из автомобиля). В этом случае, термографирование участков ограждающих конструкций здания выявляет дефекты теплоизоляции наружного ограждения — это обычно стыки панелей, швы крупноблочных зданий, полное отсутствие или просадка утеплителя в многослойном ограждении, инородные включения и т. д. Позволяет также определить нарушения в функционировании системы отопления, например, возникшие, за счет установки дополнительных отопительных приборов на закрытых лоджиях.

Возможность определения полей температур на поверхности тел, их изменений во времени позволяет не только контролировать тепловое состоя-

ние этих тел, но и выявлять различного рода нарушения однородности из структуры, приводящие к изменению процессов теплообмена тел с окружающей средой. Такого рода нарушения могут быть расположены как на поверхности тел, так и внутри их. И если эти нарушения не связаны с конструктивными особенностями исследуемых объектов, то они могут быть отнесены к классу дефектов.

Для натуральных исследований выбраны следующие наружные стеновые конструкции:

- крупнопанельные, с утеплителем — пенополистиролом (объемная масса теплоизоляционного материала 100 кг/м^3);
- мелкоблочные, с утеплителем — пенополиуретаном (объемная масса теплоизоляционного материала 80 кг/м^3);
- щитовые, с минераловатным утеплителем (объемная масса теплоизоляционного материала 125 кг/м^3);
- кирпичные, из глиняного кирпича;
- крупноблочные, керамзитобетонные (объем 1300 кг/м^3);
- деревянные, собранные из деревянного бруса.

Исследованы теплотехнические характеристики тридцати стеновых панелей жилых зданий однотипового конструктивного решения разных годов постройки (1998, 1995, 1994, 1992, 1991 и 1989 г.г.).

Стеновые панели зданий состоят из трех слоев:

- наружного толщиной 100 мм (керамзитобетон, объемная масса 1200 кг/м^3);
- среднего, утепляющего слоя толщиной 160 мм (пенополистирол, объемная масса 100 кг/м^3);
- внутреннего несущего слоя толщиной 140 мм (объемная масса 1200 кг/м^3).

Связь наружного и внутреннего слоя осуществляется соединительными ребрами толщиной 80 мм. Теплоизоляционные плиты уложены в два слоя общей толщиной 80 мм с перекрытием швов. В панелях предусматривается наружный фактурный слой толщиной 30 мм из раствора объемной массой 1800 кг/м^3 марки 50.

Натурные исследования показали, что теплозащитные свойства утепляющего слоя внутри наружной ограждающей конструкции со временем снижаются, особенно интенсивно в первые несколько лет эксплуатации здания. Математически эта зависимость может быть представлена экспоненциальной функцией с отрицательным степенным показателем:

$$R_{o(TH)} = R_{oe}^{-T_n},$$

где R_{oT_n} — текущее значение сопротивления наружных стен здания, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

R_o — первоначальное сопротивление теплопередаче наружных стен здания, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

e — показатель, характеризующий комплексное влияние эксплуатационных факторов на снижение во времени физико-механических и теплозащитных свойств слоя тепловой изоляции, 1/год;

T_n — продолжительность эксплуатации наружных стен, лет.

По результатам натурных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче однослойных наружных стен из кирпича и деревянного бруса не соответствует проектным требованиям по теплозащите.

Анализ полученных данных показывает, что основными причинами несоответствия проектного и фактического сопротивления теплопередаче крупноблочных наружных стен является:

- дефекты швов, нарушение герметичности и связанное с этим снижение их теплоизолирующих свойств;
- дефекты керамзитобетонных блоков, к которым можно отнести заводской брак (керамзитобетонные блоки могут иметь значительно повышенный объемный вес, по сравнению с проектным) и (или) повреждения при транспортировке, монтаже.

2. Фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче мелкоблочных наружных стен с пеноуретановым утеплителем, в среднем, меньше проектного на 59,1%, щитовых наружных стен, с минераловатным утеплителем, на 47,5%. Фактические изменения приведенного сопротивления теплопередачи стеновых панелей ниже проектных значений (в скобках указана величина максимального сопротивления теплопередаче панели):

- для зданий 1998 года постройки на 34,2...38,2%;
- для зданий 1995 года постройки на 39,1...48,4%;
- для зданий 1994 года постройки на 39,1...56,0%;
- для зданий 1992 года постройки на 45,8...55,6%;
- для зданий 1991 года постройки на 50,7...55,1%;
- для зданий 1989 года постройки на 49,3...53,3%

В данном случае, такое несоответствие связано, в основном, с ухудшением теплотехнических показателей утеплителя с течением времени.

3. Старение эффективного утеплителя трехслойной стеновой панели и ухудшение его теплотехнических показателей, в первые несколько лет эксплуатации здания, происходит по экспоненциальной зависимости с отрицательным степенным показателем. Натурные исследования фактических теплотехнических характеристик стеновых панелей, продолжительность эксплуатации которых 15 лет, показали, что ранее установленная экспоненциальная зависимость не подтверждается. После интенсивного уменьшения величины термического сопротивления утеплителя (в первые несколько лет эксплуатации панелей) отмечается резкое замедление уменьшения и в дальнейшем величина термического сопротивления практически остается на одном уровне.

Отсюда ясно, что величина теплопотерь, а, следовательно, и эксплуатационные затраты на отопление здания со временем увеличиваются, что в основном связано со старением эффективного утеплителя в многослойном ограждении и ухудшением его теплотехнических характеристик с течением времени.

Поэтому при технико-экономической оценке вариантов наружных ограждающих конструкций необходимо учитывать увеличение затрат тепловой энергии на возмещение трансмиссионных тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции, с течением времени.