



ОЦЕНКА ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

С. И. Крышов, канд. техн. наук, начальник отдела экспертиз зданий и сооружений на соответствие теплотехническим и акустическим требованиям ГБУ «ЦЭИИС»

И. С. Курилюк, ведущий инженер-эксперт ГБУ «ЦЭИИС»

Ключевые слова: приведенное сопротивление теплопередаче, уровень теплозащитных параметров, испытания в натуральных условиях, измерения, результаты обследований

Программа повышения энергоэффективности и энергосбережения в строительстве проводится около 20 лет¹, что отражено во многих нормативно-правовых актах. Согласно действующей уже много лет норме Градостроительного кодекса, оценку соответствия показателей энергоэффективности возведенных зданий должны осуществлять органы строительного надзора. Здания, не соответствующие требованиям к показателям энергоэффективности, запрещено принимать в эксплуатацию².

Органы госстройнадзора, за редким исключением, не имеют специальных подразделений для проведения подобных работ, с подготовленными и оснащенными оборудованием специалистами. В Москве по заданию Мосгосстройнадзора (см. справку) выполняются работы по определению приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций вводимых в эксплуатацию зданий, характеризующие уровень тепловой защиты современных зданий.

¹ В редакции СНиП II-3-79* от 19 января 1998 года были введены требования второго этапа по минимальным значениям сопротивления теплопередаче для зданий, строительство которых начинается с 1 января 2000 года.

² См. Градостроительный кодекс Российской Федерации (ст. 55, п. 3, подпункт 6), а также федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении...» (ст. 11, п. 6).

Государственная работа по оценке соответствия показателей энергоэффективности зданий

До сих пор отсутствует государственная методика оценки соответствия показателей энергоэффективности. При разработке методики проведения работ ГБУ «ЦЭИИС» было решено осуществлять оценку соответствия показателей энергоэффективности объекта по результатам тепловизионного обследования и определения фактического значения приведенного сопротивления теплопередаче строительных конструкций.

Тепловизионная съемка осуществляется снаружи и изнутри здания, что позволяет выявить зоны повышенных теплопотерь, места возможного конденсатообразования, повышенную воздухопроницаемость, скрытый брак строительных работ, а также, и это наиболее важно, ошибки, допущенные при проектировании.

Определение приведенного сопротивления теплопередаче фрагментов ограждающих конструкций позволяет оценить соответствие значений фактических теплотехнических параметров ограждающих конструкций требованиям норм и значениям, указанным в проектной документации обследуемого объекта.

На каждом обследуемом объекте выбирают около десяти фрагментов наружных ограждающих конструкций (оконных блоков, стен, покрытий и т. д.), на каждый из которых устанавливают, как правило, не менее 10 датчиков измерения плотности теплового потока. Фрагментом стен панельных зданий является вся панель целиком, стен зданий иных конструкций – стена, выполненная из одного материала, в пределах комнаты. Фрагменты стен менее 2 м² в приведенную ниже статистику не включались. Всего на обследуемом объекте в непрерывном режиме в течение около 10 суток проводят измерения около 250 датчиков плотности теплового потока и температуры.

Осуществляя анализ накопленных результатов измерений, можно с достаточной степенью точности (около 10–20%) получить значение приведенного сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции³.

С 2013 года в Москве в рамках осуществления государственной работы по оценке соответствия показателей энергоэффективности обследовано более 180 жилых и общественных зданий различных конструктивных схем. Все обследованные объекты имеют положительное заключение строительной экспертизы и введены в эксплуатацию с 2013 по 2018 годы.

Необходимо отметить, что значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций сильно зависят от условий проведения измерений, параметров испытываемой конструкции, а также других факторов, независимых от экспериментатора. По мнению авторов, с учетом достаточно большой базы результатов измерений можно получить некоторое среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче, с достаточной точностью характеризующее уровень теплозащитных параметров рассматриваемых конструкций.

Приведем основные результаты (статистика) приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций вводимых в эксплуатацию зданий, представив их для полноты картины в виде гистограмм.

Обследование светопрозрачных конструкций

В настоящее время в Москве устанавливаются в основном оконные блоки из ПВХ-профилей и светопрозрачные конструкции из алюминиевых сплавов.

Как видно по результатам определения приведенного сопротивления теплопередаче оконных блоков из ПВХ-профилей по данным испытаний 341 конструкции (рис. 1а), наибольшее количество испытанных конструкций имеет значение приведенного сопротивления теплопередаче, лежащее в диапазоне 0,60–0,85 м²•°С/Вт. Лишь 2 блока обладают сопротивлением теплопередаче от 0,36 до 0,40 м²•°С/Вт. Среднее значение приведенного

СПРАВКА

В 2013 году по распоряжению С.С. Собянина создано подведомственное Мосгосстройнадзору государственное бюджетное учреждение «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»), которому поручено выполнение государственной работы № 836002 «Оценка соответствия показателей энергоэффективности объектов капитального строительства проектным требованиям в рамках государственного строительного надзора». Работа № 836002 выполняется в течение последних пяти лет. Исследования проводятся перед самым вводом объекта в эксплуатацию, практически в построчных условиях, что оказывает существенное влияние на результаты испытаний.

³ Методика проведения работы по оценке соответствия показателей энергоэффективности здания при вводе в эксплуатацию, применяемая ГБУ «ЦЭИИС», будет рассмотрена более подробно в следующем номере журнала «Энергосбережение».

сопротивления теплопередаче испытанных оконных блоков составляет $0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Результаты определения приведенного сопротивления теплопередаче конструкций из профилей из алюминиевых сплавов (включая витражные) по данным испытаний 44 конструкций представлены на рис. 1б. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче испытанных светопрозрачных конструкций составляет $0,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Об уровне теплозащитных характеристик оконных блоков, применяемых в настоящее время в строительстве Москвы, в сравнении с требованиями СП 50.13330 можно судить по рис. 2. В целом значение сопротивления теплопередаче большинства испытанных светопрозрачных конструкций соответствует и превышает требования нормативной документации.

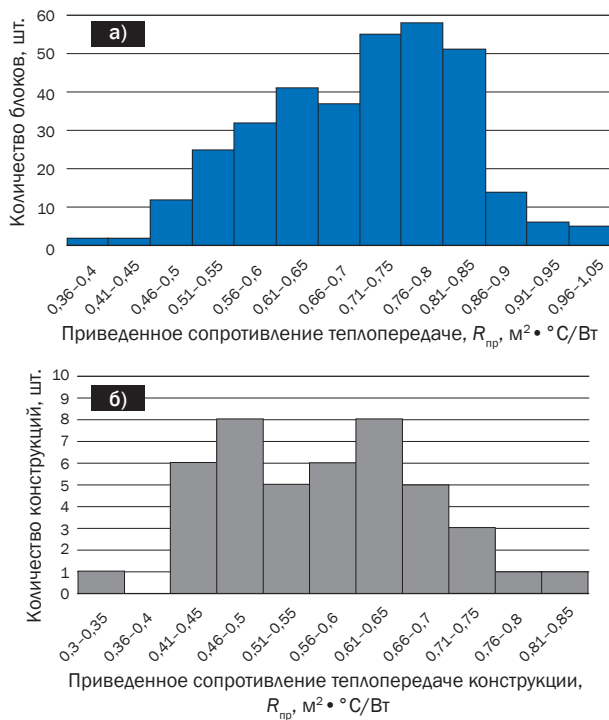


Рис. 1. Результаты испытаний оконных блоков: а) из ПВХ-профилей, б) из алюминиевых профилей

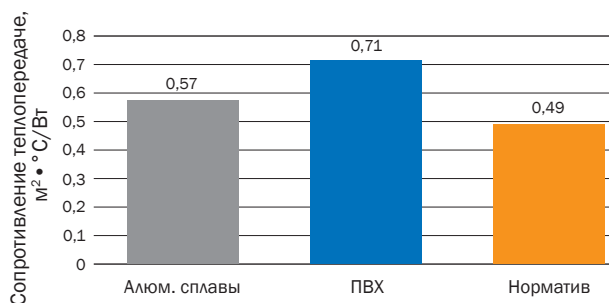


Рис. 2. Сравнение средних значений фактического приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций с требованиями норм

Обследование стен

Результаты определения приведенного сопротивления стен обследованных зданий распределены по трем наиболее часто встречающимся в Московском регионе конструктивным схемам: панельные, с вентилируемым фасадом, монолитно-кирпичные.

Панельные здания

Результаты определения приведенного значения сопротивления теплопередаче стен панельных зданий представлены на примере трех наиболее часто возводимых в Москве серий. Наименования серий в статье не употребляются. Серии 1 и 2 спроектированы более 10 лет назад, серия 3 более современная.

Серия 1. Обследован 31 жилой дом различных модификаций. Средний уровень приведенного сопротивления теплопередаче определен по результатам измерений на 168 панелях домов данной серии.

Серия 2. Обследовано 8 жилых домов различных модификаций. Средний уровень приведенного сопротивления теплопередаче определен по результатам измерений на 34 панелях домов.

Серия 3. Обследовано 10 жилых домов различных модификаций. Средний уровень приведенного сопротивления теплопередаче определен по результатам измерений на 50 панелях домов.

Уровень теплозащитных характеристик стен современных панельных зданий наиболее распространенных в строительстве Москвы серий – ниже нормативных требований СП 50.13330 (рис. 3а). Необходимо отметить значительное расхождение полученных средних значений $R_{пр}$ в разных сериях, что свидетельствует о потенциале развития панельного домостроения при условии проведения работ по повышению теплозащитных качеств ограждающих конструкций.

Здания с вентилируемыми фасадами

Результаты определения приведенного значения сопротивления теплопередаче стен зданий с вентилируемыми фасадами приведены по итогам обследований 48 жилых зданий по данным измерений на 144 фрагментах из монолитного железобетона и на 103 фрагментах кладки из легкогобетонных блоков. Как можно видеть (рис. 4а), фактические значения приведенного сопротивления теплопередаче испытанных фрагментов стен зданий с вентилируемым фасадом лежат в широком диапазоне, что обусловлено конструкцией таких стен. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче стен зданий с вентилируемым фасадом составляет $2,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Здания с каркасом, выполненным из монолитного железобетона, и наружным отделочным слоем из кирпича («монолит-кирпич»)

Результаты определения приведенного сопротивления теплопередаче стен зданий с каркасом, выполненным из монолитного железобетона, и наружным отделочным слоем из кирпича приведены по итогам обследований 22 жилых зданий и измерений на 122 фрагментах стен. Значения приведенного сопротивления теплопередаче испытанных стен зданий «монолит-кирпич» находятся в широком диапазоне 1,0–2,5 м²·°С/Вт (рис. 4б). Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче стен таких зданий составляет 1,9 м²·°С/Вт.

Об уровне теплозащитных характеристик стен современных зданий наиболее распространенных конструктивных схем, возведенных за последние 5 лет в Москве, в сравнении с требованиями СП 50.13330 можно судить по рис. 3б, из которого видно, что среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче стен обследованных зданий значительно ниже нормативных требований. Необходимо отметить, что разница средних значений R_{np} в различных конструктивных схемах меньше, чем разница между нормативными требованиями и определенным по результатам натурных испытаний средним

уровнем теплозащитных характеристик конкретной конструктивной схемы.

Обследование совмещенных покрытий

Результаты определения значения приведенного сопротивления теплопередаче совмещенных покрытий (рис. 5) получены на основании данных измерений 48 фрагментов покрытий. Об уровне теплозащитных характеристик совмещенных покрытий современных зданий в сравнении с требованиями СП 50.13330 можно судить по рис. 6. Как можно видеть (рис. 5), фактические значения приведенного сопротивления теплопередаче испытанных фрагментов совмещенных покрытий зданий лежат в очень широком диапазоне. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче совмещенных покрытий составляет 2,1 м²·°С/Вт, что значительно ниже требований нормативной документации.

Обследование чердачных перекрытий

Результаты определения значения приведенного сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий (перекрытий над последним жилым этажом) и уровня теплозащитных характеристик

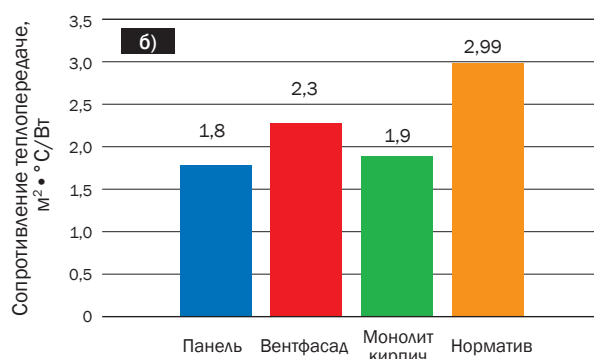
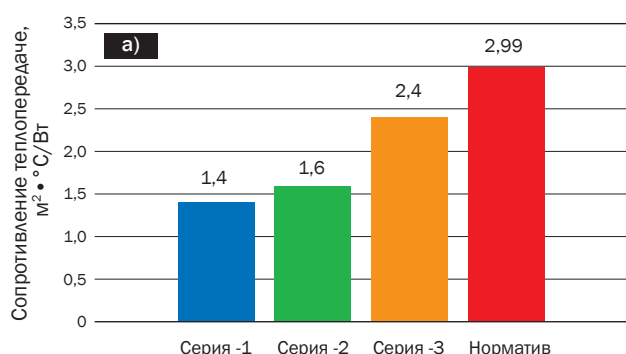


Рис. 3. Сравнение средних значений приведенного сопротивления теплопередаче с требованиями норм: а) для стен панельных зданий; б) для стен зданий различных конструктивных схем

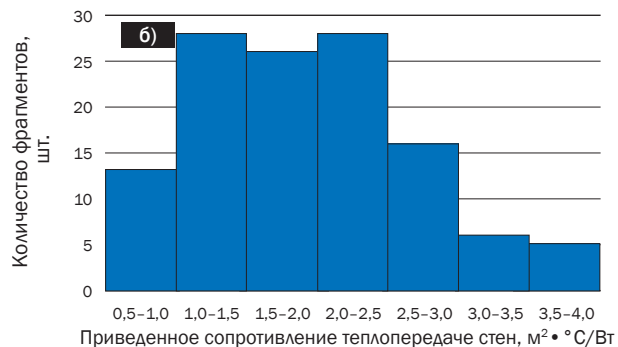
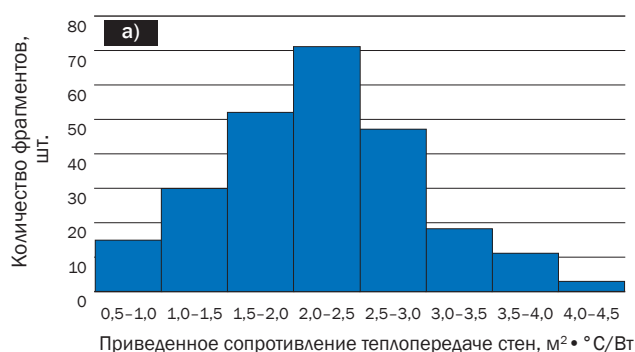


Рис. 4. Распределение результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче стен зданий: а) с вентилируемым фасадом; б) «монолит-кирпич»

основываются на данных измерений на 32 фрагментах перекрытий (рис. 7, 8). Очевидно, что наибольшее количество испытанных конструкций чердачных перекрытий имеет значение приведенного сопротивления теплопередаче, лежащее в диапазоне 1,0–1,5 м²·°С/Вт. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий составляет 1,5 м²·°С/Вт, что значительно ниже требований нормативной документации.

Оценка полученных данных

Значения приведенного сопротивления теплопередаче вводимых в эксплуатацию зданий характеризуют уровень теплозащитных параметров современных зданий, возведенных в Московском регионе с учетом требований по энергоэффективности. Насколько известно авторам, в других регионах нашей страны работа по масштабным исследованиям по определению приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций в натуральных условиях не проводится, но можно с достаточной степенью уверенности утверждать, что с учетом применения подобных технологий и применяемых материалов и изделий принципиальной разницы в теплотехнических параметрах ожидать не приходится.

Результаты натуральных обследований современных зданий, в том числе возведенных в рамках программы реновации, показывают в большинстве случаев несоответствие фактических показателей теплозащитных параметров требованиям проектной и нормативной документации.

Сопротивление теплопередаче оконных блоков, за редким исключением, соответствует и превышает нормативные требования. Значения приведенного сопротивления теплопередаче стен и других несветопрозрачных конструкций (перекрытий, полов подвалов и т.д.) в большинстве случаев значительно ниже норм.

Результаты масштабных измерений, проведенных в натуральных условиях на возведенных за последние пять лет зданиях, позволили определить средний уровень фактических параметров теплозащиты современных наружных ограждающих конструкций, значение которого заметно ниже требований нормативной документации. Данные прямых контактных измерений свидетельствуют об острой необходимости изменения политики в области энергоэффективности и энергосбережения.

О причинах несоответствия фактических значений приведенного сопротивления теплопередаче современных зданий требованиям нормативной документации и путях совершенствования политики в области энергосбережения в строительстве будет рассказано в следующем номере журнала «Энергосбережение». ■

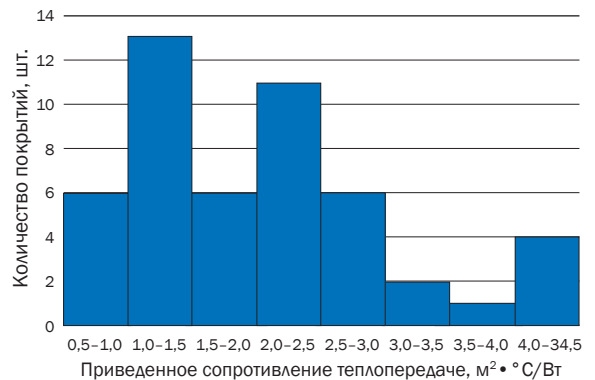


Рис. 5. Распределение результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче совмещенных перекрытий

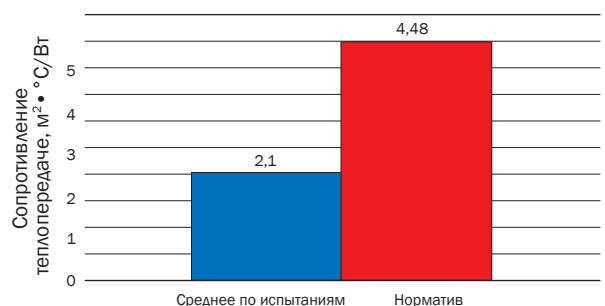


Рис. 6. Сравнение среднего результата измерений приведенного сопротивления теплопередаче совмещенных перекрытий с требованиями норм

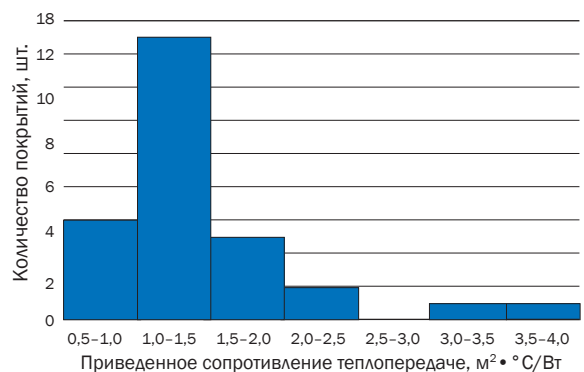


Рис. 7. Распределение результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий

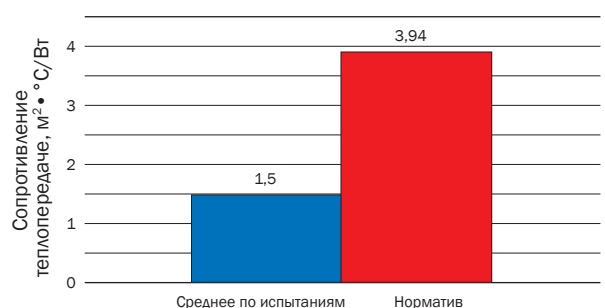


Рис. 8. Сравнение среднего результата измерений приведенного сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий с требованиями норм