

# ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ НОРМАТИВНЫХ, ПРОЕКТНЫХ И ФАКТИЧЕСКИХ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ МОСКВЫ

Сергей Иванович Крышов

ГБУ ЦЭИИС, начальник лаборатории строительной физики, к.т.н.

С января 2013 г. лабораторией строительной физики ГБУ «ЦЭИИС» осуществляется государственная работа № 836002 «Выполнение работ по оценке соответствия проектным требованиям показателей энергоэффективности объектов капитального строительства государственной собственности города Москвы».

В период с 2013 г. по настоящее время проведены комплексные инструментальные обследования 82 зданий различных типов (жилых домов, детских садов, школ, больниц и т.д.). В числе обследованных зданий представлены объекты с конструкциями стен и покрытий практически всех наиболее распространенных и применяемых решений в современной строительной практике застройки Москвы (табл.1).

Таблица 1

Список объектов, обследованных в 2013-2015 гг.

№ п/п	Здания	Число объектов	Конструкция стен				
			панель-ные	вент. фасад	мокрый фасад	монолит-кирпич	кирпич
1	ДОУ	17	9	5	3		
2	Школы	4		4			
3	Жилые дома	52	32	14	1	4	1
4	Учреждения здравоохранения	7		6	1		
5	Общественные	1		1			
6	Историко-архитектурные	1					1
Всего:		82	41	30	5	4	2

На каждом обследованном объекте проводилось определение теплотехнических показателей ограждающих конструкций путем проведения прямых контактных измерений температуры и плотности тепловых потоков, включая следующие основные работы:

- наружная и внутренняя тепловизионная съемка ограждающих конструкций, фиксация температурных полей, выявление зон теплотехнических неоднородностей, обнаружение скрытых дефектов строительства;
- расстановка датчиков и запись температуры и плотности тепловых потоков на выбранных фрагментах ограждающих конструкций (стен, покрытий, светопрозрачных заполнений) непрерывно за период от 5 до 20 суток;

- определение приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций по данным натурных измерений;
- оценка соответствия фактических теплотехнических параметров ограждающих конструкций требованиям проекта и нормативной документации.

Вне зависимости от строительного объема обследуемого объекта отбиралось не менее 10-12 фрагментов наружных ограждающих конструкций для определения приведенного сопротивления теплопередаче.

На каждый фрагмент устанавливалось от 7 до 20 датчиков теплового потока и около 15-20 датчиков температуры, что определило необходимость установки около 250-300 датчиков на каждом обследуемом объекте. Схема расстановки индивидуальна для каждого испытываемого фрагмента, определяется с учетом характера теплотехнических процессов, протекающих в конструкциях и по результатам тепловизионной съемки.

В результате прямых контактных измерений на фрагментах наружных конструкций формируется массив данных (около полумиллиона замеров на объекте), для которого разработаны специальные программы обработки, позволяющие снизить вычислительную работу до 2-4 рабочих дней.

Натурные испытания светопрозрачных конструкций (оконных блоков, витражей, балконных дверей) показали в большинстве случаев хорошее совпадение измеренных величин с проектными значениями сопротивлений теплопередаче. Статистика результатов испытаний окон жилых домов отражена на рис.1.

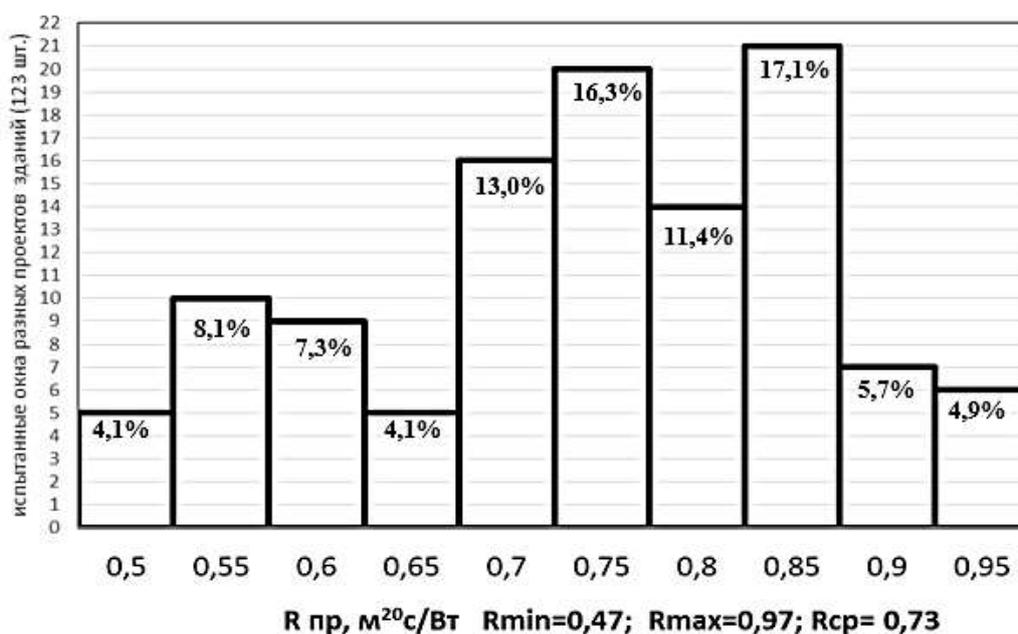


Рис.1. Гистограмма результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче окон. Обследовано 123 оконных блока в 45 жилых домах.

Следует отметить значительный прогресс в повышении теплозащитных свойств стеклопакетов, приведенное сопротивление теплопередаче которых достигает  $1,0 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$  (при нормативе для окон  $0,54 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$ ). При таких качествах стеклопакетов «слабым звеном» светопрозрачных конструкций при тепловизионной съемке и контактных измерениях уже выглядят профили оконных блоков и витражных систем.

По результатам испытаний стен обследованных зданий значения приведенного сопротивления теплопередаче в большинстве случаев оказались в интервале от  $1,5$  до  $2,5 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$  при проектных значениях от  $3,0$  до  $3,8 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$  (рис. 2, 3).

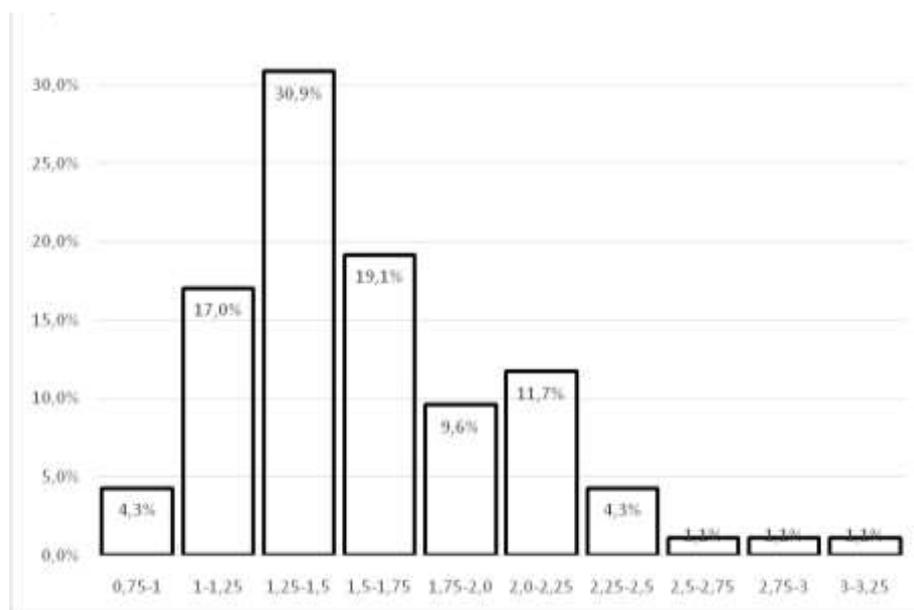


Рис. 2. Гистограмма результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче панельных стен. Обследовано 94 фрагмента в 25 жилых домах. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче панельных стен  $1,59 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$ .

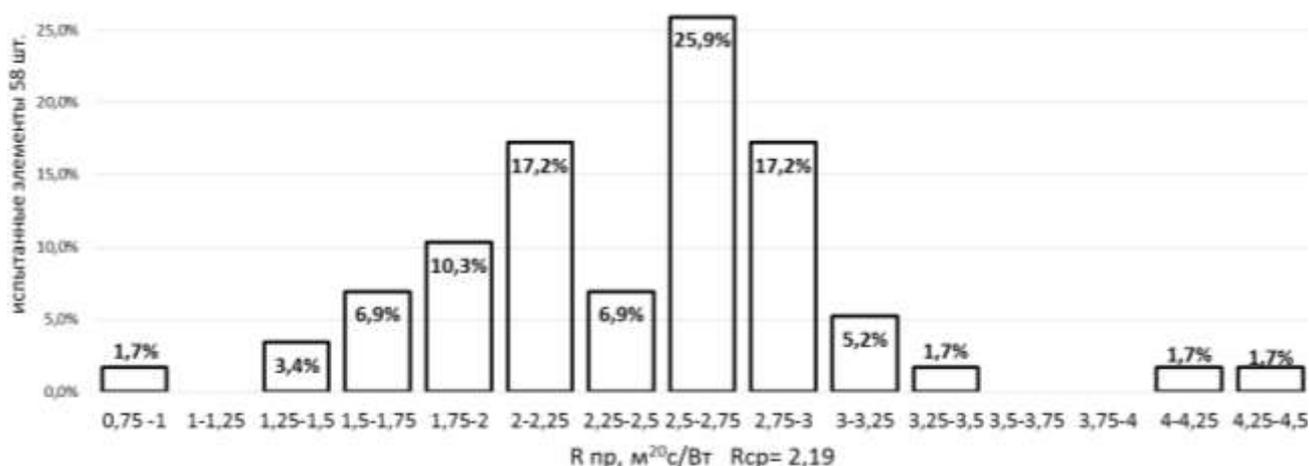


Рис. 3. Гистограмма результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче стен с вентилируемым фасадом. Обследовано 58 фрагментов стен в 12 зданиях. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче стен  $2,19 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$ .

Подобная ситуация наблюдалась и по результатам измерений приведенного сопротивления теплопередаче конструкций совмещенных покрытий, чердачных и эркерных перекрытий, перекрытий над подвалами и проездами.

Первопричиной несоответствия проектных и фактических теплотехнических показателей является очень упрощенный подход к определению приведенного сопротивления теплопередаче, изложенный в редакции СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Приведенное сопротивление теплопередаче определяется как сумма термических сопротивлений отдельных слоев и сопротивлений теплоотдаче и тепловосприятию, умноженная на коэффициент теплотехнической однородности. Причем для панельных стен коэффициент теплотехнической однородности принимают равным около 0,70, для стен с вентилируемым фасадом – 0,90-0,95.

Если же следовать актуализированной редакции, обязательной к применению с 01 июля 2015 г., то с учетом теплотехнических неоднородностей расчетное приведенное

сопротивление теплопередаче стен с вентилируемым фасадом получается примерно в 1,5-2 раза ниже, чем по СНиП 23-02-2003.

Для двадцати двух обследованных зданий сотрудниками ГБУ «ЦЭИИС» выполнены расчеты приведенных сопротивлений теплопередаче стен по актуализированной редакции СП 50.13330.2012. Сравнение усредненных экспериментальных и расчетных результатов показало, что расхождения измеренных и рассчитанных приведенных сопротивлений теплопередаче стен находятся в основном в интервале погрешностей измерений (10-15%).

В качестве примера в табл. 2 дана выборка результатов измерений приведенного сопротивления теплопередаче стен пяти зданий с вентилируемым фасадом, а также заявленных в проектах и рассчитанных по методике актуализированной редакции СП 50.13330.2012.

Необходимо учитывать, что значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций (стен, покрытий и др.), полученные по результатам обследования в построечных условиях перед вводом объекта в эксплуатацию, могут существенно отличаться от значений, получаемых через 3-5 лет эксплуатации, когда в здании установится температурно-влажностный режим, характерный для эксплуатационных условий. На теплозащитные свойства материалов и конструкций значительное влияние оказывает влага. В конструкциях возведенного здания, не прошедшего эксплуатацию в течение нескольких лет, как правило, присутствует избыток влаги, что снижает его теплозащитные свойства. Снижение сопротивления теплопередаче вследствие повышенной влажности по некоторым оценкам может достигать 30%.

Фактором, оказывавшим наибольшее влияние на точность измерений, являлось качество работы систем отопления обследуемых зданий. Режим прогрева помещений на многих обследованных объектах был нестабилен и не соответствовал планируемому режиму при эксплуатации.

Таблица 2

Результаты обследований и расчетные показатели стен зданий с вентилируемым фасадом согласно двум нормативным документам

Наименование объекта	Приведенное сопротивление теплопередаче стен $R_{пр}$ , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$		
	По проекту	По приложению Е, СП 50.13330.2012	По результатам испытаний
Дошкольное образовательное учреждение на 350 мест ЮАО, Загорье, микрорайон 3 (РЖС), район Бирюлево Восточное	3,48	1,93	2,0 – 2,43
Дошкольное образовательное учреждение на 80 мест, ЗАО, Мичуринский проспект, квартал 5-6, корп.23.	3,27	1,91	1,52 – 2,98
Девятиэтажный трехсекционный жилой дом со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения СЗАО, ул. Мневники, квартал 74, вл. 15,11	3,79	2,03	2,39 – 2,87

Девятнадцатизэтажный одно-секционный жилой дом башенного типа со встроено-пристроенными помещениями общественного назначения СЗАО, ул. Демьяна Бедного, вл. 5	3,79	1,83	1,99 – 2,15
Здание родильного дома (корпус Б) инфекционной клинической больницы №2, ВАО, Восьмая улица Соколиной Горы, владение № 15	3,28	1,61	1,82 – 2,58

Для повышения достоверности и точности результатов испытаний, и в целях разработки методик по оценке показателей удельного энергопотребления зданий, целесообразно проведение испытаний после завершения всех строительных работ, а также на введенных в эксплуатацию объектах.

По результатам наших обследований реальные величины удельного энергопотребления вводимых в эксплуатацию гражданских зданий будут в 1,5-2 раза превышать заявленные в проектах значения (табл. 3, т4).

Таблица 3

Удельный расход на отопление жилых зданий П44Т с учетом измеренных значений приведенных сопротивлений теплопередаче

Адрес	Дата обследования	Серия здания	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания		
			Проектное значение	Фактическое значение	Превышение
			$q_h^{des}$ (кВт ч/м <sup>2</sup> )		%
Москва, Северное Медведково, мкр. 11-11А, корпус 64	18.11.13-23.11.13	17-этажный 3-секционный жилой дом, скомпонованный из типовых блок-секций П44Т	60,7	98,2	61,78
Москва, ул. Авиаторов, пересечение с ул. Волынской, корпус 1, район Солнцево, ЗАО	9.12.13-14.12.13	17-этажный 4-секционный жилой дом серии П44Т-1/17Н1	57,8	91,4	58,13
Москва, ул. Авиаторов, пересечение с ул. Волынской, корпус 6, район Солнцево, ЗАО	19.12.13-24.12.13	17-этажный 2-секционный жилой дом серии П44Т-1/17Н7	65,2	108,5	66,41

Удельный расход на отопление жилых зданий с вентилируемым фасадом с учетом измеренных значений приведенных сопротивлений теплопередаче стен

Наименование объекта	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания, $q_h^{des}$		
	Проектное значение, кВт·ч/м <sup>2</sup>	Фактическое значение, кВт·ч/м <sup>2</sup>	Превышение, %
24-этажный 2-секционный жилой дом, выполненный по индивидуальному проекту, район Левобережный, мкр. 2, корп. 5, САО.	70,7	102	44,2
9-этажный 3-секционный жилой дом со встроено-пристроенными помещениями общественного назначения без подземной стоянки, корпус 14, район Хорошево-Мневники, ул. Мневники, квартал 74, вл. 15,11, ул. Демьяна Бедного, вл. 5, СЗАО.	78,9	111,66	41,5
19-этажный 1-секционный жилой дом башенного типа со встроено-пристроенными помещениями общественного назначения без подземной стоянки, корпус 13, район Хорошево-Мневники, ул. Мневники, квартал 74, вл. 15,11, ул. Демьяна Бедного, вл. 5, СЗАО.	67,5	98,06	45,2

Массовое несоответствие показателей удельного энергопотребления требованиям норм и проектной документации вводимых в эксплуатацию зданий ведет к весьма негативным последствиям.

Во-первых, проектирование систем отопления зданий, основывающееся на завышенных теплозащитных характеристиках наружных ограждений, не обеспечит необходимую мощность систем в момент пиковых нагрузок и может привести к отказу в наиболее холодные периоды года. Это вопрос энергетической безопасности городской застройки.

Во-вторых, органы строительного надзора не должны допускать к вводу в эксплуатацию зданий, не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов. Из приведенной статистики испытаний (рис. 2, 3) проекту и нормативным требованиям не соответствуют 99% панельных стен и более 90% стен с вентфасадом (при нормативном значении приведенного сопротивления теплопередаче стен  $3,13 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ).

В-третьих, в массовом порядке в процессе эксплуатации выясняется, что заявленные в проектах, подтвержденные экспертизой и органами стройнадзора классы энергетической эффективности жилых домов не соответствуют реальному энергопотреблению. Это может быть причиной массовых судебных исков граждан.

Требуется скорейшее изменение нормативной базы в области энергосбережения и энергоэффективности, исходя из реально достигнутого на сегодняшний момент уровня теплозащитных характеристик зданий.

Сведения об авторе:

Крышов Сергей Иванович, начальник лаборатории строительной физики государственного бюджетного учреждения «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» ([www.ceiis.ru](http://www.ceiis.ru), [www.ceiis.mos.ru](http://www.ceiis.mos.ru)), e-mail: [skryshov@yandex.ru](mailto:skryshov@yandex.ru), моб. т. 915-281-73-70.