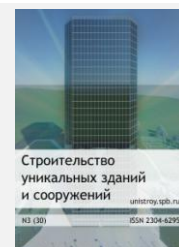


Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям

А.С. Горшков¹, В.И. Ливчак²

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

²Некоммерческое Партнерство «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике»

Информация о статье

УДК 697.1

Аналитический обзор

История

Подана в редакцию 13 марта 2015
Принята 30 марта 2015

Ключевые слова

здания, ограждающие конструкции, теплоизоляция, сопротивление теплопередаче, тепловая защита, строительные нормы и правила, строительные стандарты, энергосбережение, энергетическая эффективность

АННОТАЦИЯ

В работе представлен экскурс в историю эволюции нормативных требований к ограждающим конструкциям. Представлено краткое описание нормативных документов, которые устанавливали такие требования в дореволюционный период, в период существования Советского Союза, периода современного российского государства. Показано, как менялись и трансформировались расчетные формулы, термины, размерности физических величин. Приведена дискуссия по вопросу резкого повышения требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, осуществленного в 1995 году по инициативе заведующего лабораторией НИИСФ Матросова Ю.А. в СНиП II -3-79*, что нашло отражение в работах Табунщикова Ю.А., Гагарина В.Г., Васильева Г.П., авторов настоящей статьи и других специалистов. На основании проведенного исторического экскурса, а также обзора последних публикаций, авторами предложены конкретные механизмы дальнейшего совершенствования нормативных требований. Представлено обоснование предложенных механизмов регулирования нормативных требований к ограждающим конструкциям.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 8 |
| Урочное положение | 8 |
| Т.У и Н. 1929 года | 8 |
| СНиП II-В.3 – СП 50.13330.2012 | 9 |
| Метод аналогий | 22 |
| Основное нормативное требование | 23 |
| Нормативно-технические решения по повышению энергетической эффективности и теплозащиты зданий | 26 |
| Стандарт СТО НОП 2.1-2014 | 28 |
| Приказ Министерства энергетики № 400 | 29 |
| О разделе «Энергоэффективность» в составе разделов проектной документации | 30 |
| Предложения к проекту Изменений, которые вносятся в постановление Правительства РФ от 16.02.2008 №8731 | 32 |
| Слова благодарности | 32 |
| Заключение | 32 |

1

Контактный автор:

+7 (921) 388 4315, alsgor@yandex.ru (Горшков Александр Сергеевич, к.т.н., доцент)

2

+7 (963) 639 7768, vlivchak@gmail.com (Ливчак Вадим Иосифович, к.т.н., член НП «АВОК»)

Введение

В последние годы активное внимание специалистов посвящено вопросам выбора оптимального уровня теплоизоляции наружных ограждающих конструкций. Более подробно этот вопрос рассмотрен в работах [1-3].

Как всегда, в данном вопросе существуют несколько диаметрально противоположных позиций. Некоторые авторы настаивают на дальнейшем повышении требований к уровню теплоизоляции ограждающих конструкций [1], особенно в свете последних законодательных инициатив государства в области энергосбережения, другие считают избыточными существующие нормативные требования [2], третьи предлагают некоторые оптимизационные модели, основанные на соблюдении ряда экономических и экологических требований [3].

Где же здесь золотая середина и есть ли она в этом вопросе? Для более детального его изучения рассмотрим предысторию вопроса с позиции эволюции нормативных требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям зданий. Мы увидим, что на этом пути, в основном, преобладал эволюционный подход к нормированию, но находили место и революционные изменения.

Урочное положение

Первые нормативные требования к уровню теплоизоляции были обоснованы в работе [4] и отражены в Урочном положении [5]. Согласно [5] для северной и средней климатических зон (полос), к которым была отнесена подавляющая часть европейской территории дореволюционной России, наименьшая толщина наружных стен из кирпича была узаконена, вследствие климатических условий, в размере 2,5 кирпича, т.е. примерно 640 мм. Следует отметить, два немаловажных обстоятельства: во-первых, требование это было отнесено к разделу «Устойчивость стен»; во-вторых, было введено исключительно для наружных стен, выполненных кладкой из кирпича.

Т.У и Н. 1929 года

Первыми нормами в СССР по теплозащите зданий и строительным конструкциям были Т.У и Н. 1929 г. В них, в частности, указывалось, что «Степень теплозащиты, обеспечиваемая ограждением, определяется её сопротивлением теплопередаче и устойчивостью теплового режима внутри здания при периодическом отоплении последнего».

В качестве эталона для сравнительной оценки различных ограждающих конструкций зданий в предположении одной топки печи в сутки была установлена кирпичная стена с толщиной для среднего климатического района России в 2,5 кирпича (640 мм) с сопротивлением теплопередаче $0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Нормы состояли из трех частей:

- 1) теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
- 2) расчет тепловых потерь;
- 3) расчет системы отопления.

Документ был разработан в Теплотехническом институте В.М. Чаплиным, О.Е. Власовым и Т.Ф. Максимовым [6].

В 70-х годах и позже делались попытки повышения уровня теплозащиты за счет включения экономических условий обоснования выбора теплозащиты наружных ограждений, но как видим до 1995 г. сопротивление теплопередаче стен было таким же, как и в 1929 г.

Следующие изменения нормативных требований произошли только в 1955 году. Раздел, посвященный строительной теплотехнике, составил основу главы 3 раздела В части II Строительных норм и правил СССР.

СНиП II-В.3

Согласно п. 7 § 3 СНиП II-В.3 величина сопротивления теплопередаче ограждения должна быть не менее требуемого. Аналитически это требование выражается следующим образом:

$$R_0 \geq R_0^{mp}, \quad (1)$$

где R_0 – величина сопротивления теплопередаче многослойных ограждений;

R_0^{mp} – величина требуемого сопротивления теплопередаче ограждений.

Величину сопротивления теплопередаче R_0 многослойных ограждений следовало рассчитывать по формуле:

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_H, \quad (2)$$

где R_B, R_H – сопротивление теплопереходу (в терминах СНиП II-В.3) соответственно у внутренней (ϵ) и наружной (η) поверхностей;

R_1, R_2, \dots – термические сопротивления отдельных слоев ограждения, вычисляемые по известной формуле:

$$R = \delta / \lambda, \quad (3)$$

где δ – толщина слоя;

λ – коэффициент теплопроводности материала, принимаемый по таблице 1 СНиП II-В.3.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждения R_0^{mp} следовало рассчитывать по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_B - t_H) \cdot n \cdot m}{\alpha_B \cdot \Delta t^H}, \quad (4)$$

где t_B – расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая для жилых помещений равной 18 °С (см. табл. 1 СНиП II-В.10);

t_H – расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимаемая при теплотехнических расчетах наружных ограждений равной средней температуре наиболее холодной пятидневки;

α_B – коэффициент теплоперехода (в терминах СНиП II-В.3);

Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, принимаемый равным 2,5 °С – для полов, 6 °С – для наружных стен и 4,5 °С – для бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, и учитывающий в ряде случаев то обстоятельство, что температура у наружной поверхности рассматриваемого ограждения, например, перекрытия над подвалом или техподпольем, может отличаться от температуры наружного воздуха;

m – коэффициент, зависящий от степени массивности ограждения и принимаемый равным: 1,0 – для массивных ограждений, 1,1 – для ограждений средней массивности, 1,15 – для легких ограждений.

Следует дополнить, что массивность определялась в зависимости от величины характеристики тепловой инерции ограждения D . Массивными считались ограждения с величиной D от 7,1 и выше, средней массивности от 4,1 до 7,0, легкими – от 0 до 4,0.

Формулу (4) условно можно трактовать следующим образом: сопротивление теплопередаче наружных ограждений должно быть выбрано таким образом, чтобы обеспечить поддержание в здании расчетной температуры внутреннего воздуха не менее 18 °С при расчетной зимней температуре наружного воздуха и при этом обеспечить недопущение выпадения конденсата на внутренней поверхности полов, наружных стен и потолков (см. условие по нормированию температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения Δt^H). Впоследствии данное требование получило название «санитарно-гигиенического».

В качестве важного дополнения следует отметить, что размерность для сопротивлений теплопередаче (R_0, R_0^{TP}), термического сопротивления (R) и сопротивления теплопереходу (R_B, R_H), принималась $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$, т.е. внесистемная.

СНиП II-A.7-62

Аналогичный подход был принят в следующей редакции СНиП по строительной теплотехнике, – СНиП II-A.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования», который вступил в действие с 1 июля 1963 года.

Формула (4) претерпела два незначительных изменения.

Во-первых, из нее был убран коэффициент, учитывающий степень массивности ограждения m . Однако он стал учитываться при выборе расчетной зимней температуры наружного воздуха t_H . Для «массивных» ограждений в качестве расчетной зимней температуры наружного воздуха, как и ранее, следовало принимать среднюю температуру наиболее холодной пятидневки; для «легких» ограждений – среднюю температуру наиболее холодных суток; для ограждений «средней массивности» – среднюю из указанных выше средних температур (наиболее холодной пятидневки и наиболее холодных суток).

Во-вторых, в числитель формулы (4) еще один коэффициент b , учитывающий качество теплоизоляции в составе наружного ограждения. Формула (4), таким образом, стала выглядеть следующим образом:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_B - t_H) \cdot n \cdot b}{\alpha_B \cdot \Delta t^H}, \quad (5)$$

где $t_B, t_H, \alpha_B, \Delta t^H, n$ – то же, что и в формуле (4);

b – коэффициент качества теплоизоляции наружного ограждения, принимаемый:

а) для наружных ограждений, утепленных материалами, уплотнению, деформации при усадке (например, стиропор, минераловатные плиты, войлок и т.п.) независимо от их объемного веса, равным 1,2;

б) для наружных ограждений, утепленных теплоизоляционными материалами с объемным весом менее 400 кг/м^3 (за исключением материалов, указанных в подпункте «а») равным 1,1;

в) для всех прочих наружных ограждений равным 1,0.

Введение нового коэффициента в формулу расчета требуемого сопротивления теплопередаче ограждения учитывало возможность изменения со временем первоначальных теплотехнических показателей (теплопроводности) новых на тот момент времени и еще неусовершенствованных видов теплоизоляционных материалов.

Формула для расчета сопротивления теплопередаче многослойных ограждений изменений не претерпела. Единственное замечание, которое может быть достойно упоминания, касается значений сопротивлений теплопереходу. Сопротивление теплопереходу R_B стало называться сопротивлением тепловосприятию у внутренней поверхности, сопротивление теплопереходу, обозначенное в формуле (2) символом R_H – сопротивлением теплоотдаче у наружной поверхности.

Размерности всех тепловых сопротивлений ($R_0, R_0^{TP}, R_B, R_H, R$) оставались неизменными, – $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$, несмотря на то, что в 1960 году СССР подписал протокол XI Генеральной конференции по мерам и весам (CGPM) и страна перешла таким образом на международную систему единиц физических величин СИ. С 1 января 1963 года с введением в действие ГОСТ 9867-61 «Международная система единиц» система единиц СИ была официально утверждена в СССР во всех отраслях науки, техники и народного хозяйства, а также при преподавании технических дисциплин в школах и ВУЗах. Однако, строительная теплотехника продолжала пользоваться внесистемными единицами.

СНиП II-A.7-71

27 октября 1971 года Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства была утверждена следующая редакция СНиП по строительной теплотехнике, – СНиП II-A.7-71.

Изменения в части нормирования теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций, исходя из обеспечения санитарно-гигиенических условий, были минимальными. По сравнению с прежней редакцией стандарта в формуле (5) перестал фигурировать коэффициент качества теплоизоляции b . Видимо качество выпускаемых промышленностью теплоизоляционных изделий не вызывало больше сомнений. Или была подвергнута сомнению достоверность принятых численных значений этого коэффициента. Сейчас причины его отмены доподлинно неизвестны.

Таким образом, формулы (4) и (5) приобрели современный вид:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_B - t_H) \cdot n}{\alpha_B \cdot \Delta t^H}, \quad (6)$$

где $t_B, t_H, \alpha_B, \Delta t^H, n$ – то же, что и в формулах (4) и (5).

Для промышленных элементов ограждающих конструкций, изготавливаемых по действующим каталогам, а также для сплошных каменных стен из штучных материалов (кирпичей, камней и т.п.) расчетное сопротивление теплопередаче R_0 допускалось принимать на 5 % меньше требуемого значения R_0^{TP} .

Были и другие изменения, например, увеличился выбор численных значений коэффициента n , зависящего от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху. Впервые были введены нормативные требования для заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей).

Однако, появилось и одно существенное дополнительное требование. Согласно требованиям п. 2.1 СНиП II-A.7-71 сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть не менее сопротивления теплопередаче R_0^{TP} , требуемого из санитарно-гигиенических условий, и $R_0^{ЭК}$, определяемого экономическим расчетом в соответствии с указаниями раздела 6 данного стандарта. Таким образом, впервые появляется требование, связанное с экономическим обоснованием требуемого уровня теплоизоляции ограждающих конструкций. Аналитически требования СНиП II-A.7-71 могут быть выражены следующей формулой:

$$R_0 \geq \max\{R_0^{mp}, R_0^{ЭК}\}. \quad (7)$$

Исходя из обеспечения экономических условий сопротивление теплопередаче $R_0^{ЭК}$ определенных типов ограждающих конструкций (наружных стен, покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий над проездами, неотапливаемыми подвалами и подпольями) следовало определять по формуле:

$$R_0^{ЭК} = \sqrt{\frac{B_K + B_Э \cdot T_H}{\lambda \cdot K_{огр}}}, \quad (8)$$

где B_K – удельные капитальные вложения в устройство системы теплоснабжения;

$B_Э$ – годовые удельные эксплуатационные затраты на отопление;

T_H – нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;

λ – коэффициент теплопроводности материала однослойной ограждающей конструкции или теплоизолирующего слоя многослойной ограждающей конструкции;

$K_{огр}$ – стоимость 1 м³ однослойной ограждающей конструкции или теплоизолирующего слоя многослойной ограждающей конструкции.

Следует отметить, что в подавляющем большинстве случаев, при проектировании нормирование уровня теплоизоляции ограждающих конструкций производилось исходя из обеспечения санитарно-гигиенических условий. Этому способствовал ряд дополнительных требований и примечаний, которые имели место в тексте стандарта, сложность методики расчета сопротивления теплопередаче исходя из обеспечения экономических условий, отсутствие экономических условий и стимулирующих факторов для его внедрения.

В то время как во всем мире бушевал первый энергетический кризис (нефтяной кризис 1973 года), когда стоимость барреля нефти за короткий промежуток времени выросла в несколько раз (с трех до двадцати долларов за баррель) и все мировые экономики были вынуждены перейти к режиму экономии энергоресурсов ввиду значительного роста стоимости энергетических ресурсов, в Советском Союзе эти изменения никак не отразились на структуре плановой экономики. Стоимость тепловой энергии оставалась неизменной, а стоимость энергии в составе себестоимости конечной продукции – незначительной. Все это никоим образом не стимулировало к энергосбережению и, как следствие, к внедрению законодательных инициатив и стандартов, направленных на энергосбережение.

Ввиду того, что стоимость тепловой энергии в Советском Союзе была незначительной, ежегодного роста тарифов на тепловую энергию, как это наблюдается в современной российской экономике, не происходило, а также ввиду того, что нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений T_H ограничивался 8 и 12 годами (при том, что расчетный срок эксплуатации новых зданий составлял от 50 до 100 лет), экономически-целесообразный уровень сопротивления теплопередаче $R_0^{ЭК}$ в подавляющем большинстве случаев оказывался меньше санитарно-гигиенического уровня R_0^{TP} .

нормативных требований, а применение экономических расчетов при выборе оптимальных проектных решений для ограждающих конструкций носило крайне ограниченный характер.

Формула для расчета сопротивления теплопередаче многослойных ограждающих конструкций стала выглядеть следующим образом:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_1 + R_2 + R_{вп} + R_n \cdots \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (9)$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

$R_1, R_2, R_{вп}, R_n$ – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции (R_1, R_2, R_n) и замкнутых воздушных прослоек ($R_{вп}$), если они имеются в ограждающих конструкциях.

Размерности тепловых характеристик оставались внесистемными ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} / \text{ккал}$).

Следует также отметить, что с введением в действие СНиП II-A.7-71 утратил силу не только СНиП II-A.7-62, но и СНиП II-B.6-62 «Ограждающие конструкции. Нормы проектирования».

В семидесятые годы XX столетия вышло несколько изменений к СНиП II-A.7-71. В частности:

- изменения №8 от 01.07.1974 года, когда произошла расширенная детализация ограждающих конструкций по степени массивности;

- изменения №5 от 01.07.1976 года, среди которых следует отметить появление пункта следующего содержания: «Величину сопротивления теплопередаче многослойных стеновых панелей, имеющих теплопроводные включения в виде ребер и обрамлений, следует определять на основании расчета температурного поля», а также появление новых видов материалов в таблице теплотехнических величин строительных материалов и изделий;

- изменение № 7 от 01.07.1978 года, в котором в таблицу теплотехнических величин строительных материалов и изделий были добавлены новые испытанные конструкционные и теплоизоляционные строительные материалы.

И как следствие, ввиду большого количества изменений и дополнений, Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства с 14.03.1979 года взамен СНиП II-A.7-71 был утвержден СНиП II-3-79.

СНиП II-3-79

По сравнению с редакцией СНиП II-A.7-71 в новой редакции стандарта по строительной теплотехнике не произошло принципиальных изменений при выборе нормативных требований.

Формулы для определения требуемого и расчетного значений сопротивлений теплопередаче остались практически неизменными. Из документа исчезло требование экономического обоснования при выборе уровня теплоизоляции (т.е. $R_0^{\text{ЭК}}$). Из значительных изменений стоит выделить появление нового термина, – приведенное сопротивление теплопередаче. При выборе уровня теплоизоляции ограждающих конструкций следовало руководствоваться следующим правилом: приведенное сопротивление теплопередаче должно было быть не менее требуемых значений, определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий, т.е. не менее $R_0^{\text{ТР}}$. Таким образом, нормативное требование при выборе уровня теплоизоляции ограждающих конструкций вернулось к виду (1).

СНиП II-3-79*

Существенные изменения произошли в практике проектирования ограждающих конструкций в 1995 году, когда была переиздана редакция СНиП II-3-79 79-го года. Этому предшествовало появление известных изменений № 3 к СНиП II-3-79, утвержденных Постановлением министерства строительства Российской Федерации № 18-81 от 11 августа 1995 года, согласно которым п. 2.1 СНиП II-3-79 следовало изложить в новой редакции:

«Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 следует принимать в соответствии с заданием на проектирование, но не менее требуемых значений, $R_0^{\text{ТР}}$, определяемых, исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий - по формуле (1) и табл.2* и условий энергосбережения - по табл.1а (первый этап) и табл.1б (второй этап).

В табл. 2* понижен нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, принимаемый для жилых зданий равным для наружных стен на 2 °С – с 6 до 4 °С, для полов – до 2 °С и для бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий – до 3 °С;

В табл. 1а (первый этап) приведены минимальные значения сопротивления теплопередаче, которые должны приниматься в проектах с 1 октября 1995 г. и обеспечиваться в строительстве начиная с 1 июля 1996 г., кроме зданий высотой до 3-х этажей со стенами из мелкоштучных материалов. В заданиях на проектирование могут быть установлены более высокие показатели теплозащиты, в том числе соответствующие нормам табл. 1б.

В табл. 1б (второй этап) приведены минимальные значения сопротивления теплопередаче для зданий, строительство которых начинается с 1 января 2000 г. При этом для вновь строящихся зданий высотой до 3-х этажей со стенами из мелкоштучных материалов, а также реконструируемых и капитально ремонтируемых независимо от этажности, сроки введения в действие требований табл. 1б устанавливаются как для первого этапа».

Новая редакция стандарта стала отмечаться звездочкой (СНиП II-3-79*), которая показывала таким образом, что документ имеет существенные изменения и дополнения. Пункты, таблицы и приложения, в которые были внесены изменения, также стали отмечаться звездочкой. Этот документ действительно заложил новые принципы нормирования теплозащитной оболочки зданий. Новое условие при выборе уровня теплоизоляции стало выглядеть следующим образом:

$$R_0 \geq \max\{R_{0(\text{сан-гиг})}^{mp}, R_{0(\text{эн.сб.})}^{mp}\} \quad (10)$$

где R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции;

$R_{0(\text{сан-гиг})}^{TP}$ – требуемое сопротивление теплопередаче, определяемое исходя из обеспечения санитарно-гигиенических и комфортных условий;

$R_{0(\text{эн.сб.})}^{TP}$ – требуемое сопротивление теплопередаче, определяемое исходя из условий энергосбережения.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), определяемое исходя из обеспечения санитарно-гигиенических и комфортных условий $R_{0(\text{сан-гиг})}^{TP}$, как и прежде, рассчитывалось по формуле (6).

Требуемое сопротивление теплопередаче, определяемое исходя из условий энергосбережения $R_{0(\text{эн.сб.})}^{ЭК}$, определялось по таблицам 1а и 1б в зависимости от градусо-суток отопительного периода:

$$ГСОП = (t_e - t_{от.пер}) Z_{от.пер} \quad (11)$$

где t_e – расчетная температура внутреннего воздуха, которая примерно в тоже время с введением в практику проектирования СНиП 2.08.01-89*, для жилых помещений при теплотехническом проектировании ограждающих конструкций стала приниматься 18 °С или 20 °С в зависимости от температуры наиболее холодной пятидневки в районе проектирования;

$t_{от.пер}, Z_{от.пер}$ – соответственно средняя температура и продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_0 следовало рассчитывать по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n} \quad (12)$$

где α_e, α_n – то же, что и в формуле (9);

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, определяемое:

- для однородной (однослойной) по формуле (3);

- для многослойной с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{сп} \quad (13)$$

где $R_1, R_2, R_n, R_{сп}$ – то же, что и в формуле (9);

Для неоднородной ограждающей конструкции приведенное сопротивление теплопередаче следовало рассчитывать по формуле:

$$R_0 = \frac{(t_B - t_H)}{q^{\text{расч}}}, \quad (14)$$

где t_B, t_H – то же, что и в формулах (4) и (11);

$q^{\text{расч}}$ – величина теплового потока, которая должна быть вычислена по результатам расчета температурного поля.

Для наружных панельных стен жилых зданий приведенное сопротивление теплопередаче R_0 допускалось определять по формуле:

$$R_0 = R_0^{\text{учл}} \cdot r, \quad (15)$$

где $R_0^{\text{учл}}$ – сопротивление теплопередаче панельных стен, условно определяемое по формулам (12) и (13) без учета теплопроводных включений;

r – коэффициент теплотехнической однородности по приложению 13* СНиП II-3-79*, но не менее значений, приведенных в таблице 6а* этого СНиП, но в этой таблице коэффициент теплотехнической однородности приводится без учета откосов оконного проема и влияния балконной плиты.

Следует отметить, что ввиду того, что большинству проектировщиков, в основе своей – выпускников строительных ВУЗов, были неведомы методы расчета температурных полей, в подавляющем большинстве случаев для панельных стен принимались значения коэффициентов теплотехнической однородности из таблицы 6а*, а для остальных типов наружных ограждений расчет сопротивлений теплопередаче производился по формулам (12) и (13).

Следует особо отметить, что при рассмотрении условия (10) оказывалось, что требуемое сопротивление теплопередаче, определяемое исходя из условий энергосбережения $R_{0(\text{эн.сб.})}^{\text{ТР}}$ практически всегда было выше требуемого сопротивления теплопередаче, определяемого исходя из обеспечения санитарно-гигиенических и комфортных условий $R_{0(\text{сан-гиг.})}^{\text{ТР}}$. Особенно заметной разница была при необходимости выполнения нормативных требований согласно нормам таблицы 1б. Логика внедрения данного (энергосберегающего) требования в практику проектирования была следующей. Чем выше сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций, тем меньшими становятся трансмиссионные потери тепла через них, соответственно, тем меньше тепловой энергии требуется подвести к зданию. Отметим, что это требование появилось до появления в нашей стране Федерального закона об энергосбережении от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ.

Внедрение этого стандарта повлекло за собой существенное изменение структуры всей строительной отрасли. В практике проектирования ограждающих конструкций появились новые конструктивные решения: многослойные фасадные стеновые конструкции с вентилируемым фасадом, с тонким штукатурным слоем по слою утеплителя, трехслойные стены с облицовочным слоем из лицевого кирпича. Изменилась номенклатура стеновых панелей, в составе которых широко стали применяться эффективные теплоизоляционные материалы и изделия. Произошла существенная перестройка предприятий, связанных с производством строительных материалов и изделий. Широкое распространение в практике проектирования получили теплоизоляционные материалы, ячеистобетонные изделия, на смену полнотелому кирпичу пришли поризованные керамические изделия, увеличилась пустотность применяемых в практике строительства каменных материалов. Внедрение в практику строительства издания СНиП II-3-79* показало, как изменение нормативных требований может способствовать внедрению инноваций в строительную отрасль. Те предприятия, которые стали внедрять новые технологии, остались на рынке, те, кто продолжал выпускать стандартную продукцию, рано или поздно был вынужден уйти с рынка.

Менялась страна, менялись принципы экономического взаимодействия между отраслями и предприятиями, менялось сознание людей. Страна перестраивалась, страна становилась открытой и открывала для себя весь мир. Все это способствовало появлению изменений и в такой консервативной области, как нормотворчество.

Необходимо отметить, что в среде проектировщиков, а также производителей строительных материалов и изделий, изменения, отраженные в СНиП II-3-79*, получили неоднозначную реакцию. Многие специалисты упрекали разработчиков этих изменений в отсутствии технико-экономического обоснования представленных в таблицах 1а и 1б нормируемых значений сопротивлений теплопередаче. Многие производители, чьи интересы в той или иной степени оказались ущемленными, обвиняли разработчиков нововведений вговоре с другими производителями, получившими, по их мнению, с введением новых нормативных требований толчок в развитии за счет расширения рынков сбыта. Сейчас бессмысленно об этом спорить, но нельзя не отметить появление бурных дискуссий вокруг этого

документа, которые всегда сопровождают передовые идеи и инновации. Отметим, что дискуссии вокруг новых численных значений нормируемых сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций продолжаются до сих пор и неизвестно еще доподлинно, когда будут закончены. На этом главу, посвященную появлению измененной редакции СНиП II-3-79, будем считать закрытой.

Размерность сопротивлений теплопередаче и термического сопротивления перестала быть внесистемной, – $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, но продолжала оставаться вне системы единиц СИ.

СНиП 23-02-2003

Итак, постепенно мы приходим к современным реалиям проектирования ограждающих конструкций.

В 2003 году на смену переработанной редакции СНиП II-3-79 (СНиП II-3-79*) с 1 октября 2003 года постановлением Госстроя России от 26.06.2003 № 113 был принят и введен в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Этот документ, по сути, закрепил все нововведения, которые были отражены в СНиП II-3-79*, но добавил к ним и дополнительные требования, имеющие существенное значение.

Согласно требованиям п. 5.1 СНиП 23-02 нормами были установлены три показателя тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

При этом требования тепловой защиты здания считались выполненными, если в жилых и общественных зданиях при проектировании будут соблюдены требования показателей "а" и "б" либо "б" и "в". В зданиях производственного назначения необходимо было соблюдать только требования показателей "а" и "б".

Согласно первому требованию норм (показатель «а»), приведенное сопротивление теплопередаче R_0 ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°) следовало принимать не менее нормируемых значений R_{req} , определяемых по таблице 4 СНиП 23-02-2003 в зависимости от градусо-суток района строительства, которые в отличие от предыдущей редакции стандарта стали обозначаться новым символом: D_d . Данную формулировку нормативных требований можно представить в следующем виде:

$$R_0 \geq R_{req}. \quad (16)$$

Численные значения R_{req} были представлены в таблице 4 СНиП 23-02-2003, соответствовали нормам табл. 16 СНиП II-3-79* и таким образом узаконивали их для проектирования ограждающих конструкций при выборе требуемого уровня их теплоизоляции.

Для производственных зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м и зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°C и ниже приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных) следовало принимать не менее значений, определяемых по формуле (6) за исключением того небольшого изменения, согласно которому, все подстрочные и надстрочные индексы стали обозначаться латинскими буквами (вместо индекса «в» появился индекс «int», вместо «н» – «ext» и т.д.).

Согласно второму требованию норм (показатель «б»), расчетный температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n :

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n. \quad (17)$$

Расчетный температурный перепад следовало рассчитывать по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{(t_{int} - t_{ext}) \cdot n}{\alpha_{int} \cdot R_0}, \quad (18)$$

где t_{int} – так стала обозначаться расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, которую следовало принимать для расчета ограждающих конструкций:

- для группы зданий по поз. 1 таблицы 4 – согласно СП 50.13330 по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20-22 °С);

- для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21 °С),

- для зданий по поз. 3 таблицы 4 - по нормам проектирования соответствующих зданий;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

n – то же, что и в формуле (4);

α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций;

R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций.

Нормируемые величины температурного перепада Δt_n были представлены в таблице 5 СНиП 23-02-2003.

Согласно третьему требованию норм (показатель «в»), удельный (на 1 м² отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений [или на 1 м³ их отапливаемого объема]) расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} , определяемый по приложению Г СНиП 23-02-2003, должен быть меньше или равен нормируемому значению q_h^{req} , и определяется путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, ориентации здания и типа, эффективности и метода регулирования используемой системы отопления до удовлетворения условия:

$$q_h^{req} \geq q_h^{des}. \quad (19)$$

Здесь следует сделать важное примечание.

Согласно требованиям п. 5.13 СНиП 23-02-2003 если в результате расчета удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} окажется меньше нормируемого значения q_h^{req} , то допускается уменьшение сопротивления теплопередаче R_0 отдельных элементов ограждающих конструкций здания (светопрозрачных согласно примечанию 4 к таблице 4) по сравнению с нормируемым по таблице 4, но не ниже минимальных величин R_{min} :

- для стен групп зданий, указанных в поз.1 и 2 таблицы 4, по формуле:

$$R_{min} = R_{req} \cdot 0,63; \quad (20)$$

- для остальных ограждающих конструкций по формуле:

$$R_{min} = R_{req} \cdot 0,8, \quad (21)$$

т.е. допускалось некоторое снижение (до 37 % и 20 % соответственно) нормативных требований по показателю «а» требований тепловой защиты.

Таким образом, был реализован так называемый «потребительский подход» при проектировании тепловой защиты зданий, когда проектировщику был предоставлен выбор правил проектирования в формате «либо-либо»: он мог либо принять базовые значения нормативных требований к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций по таблице 4 СНиП и затем проверить их на удовлетворение условию (17), либо принять нормируемые значения в качестве базовых, произвести расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания и в случае выполнения условия (19) принять ограждающие конструкции с более низкими значениями приведенного сопротивления теплопередаче, но не меньше минимально-допустимых значений (R_{min}), проверить конструкции на выполнение условия (17) и произвести повторную проверку выполнения условия (19). Если все у него сходилось, то проект можно было смело сдавать в экспертизу.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 для наружных стен следовало рассчитывать для фасада здания либо для одного промежуточного этажа с учетом откосов проемов без учета их заполнений. Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, фонарей) следовало принимать на основании сертификационных испытаний; при отсутствии результатов сертификационных испытаний следовало принимать значения по своду правил.

Свод правил по проектированию тепловой защиты зданий – СП 23-101-2004, был утвержден и введен в действие только с 1 июня 2004 года. В СНиП 23-02-2003 отсутствовали формулы для расчета приведенного сопротивления теплопередаче. По этой причине проектировщики продолжали пользоваться методиками расчета, изложенными в СНиП II-3-79*. В СП 23-101-2004 методике проектирования тепловой защиты зданий был посвящен целый раздел (раздел 9), в котором отдельно описывалась методика расчета несветопрозрачных ограждающих конструкций, ограждающих конструкций теплых чердаков и технических подвалов, светопрозрачных ограждающих конструкций, а также ограждающих конструкций остекленных лоджий и балконов. В рамках данной статьи не будут более рассматриваться расчетные формулы из СП 23-101-2004, т.к. большинство специалистов хорошо с ними знакомы. Отметим лишь, что несколько приложений данного свода правил было посвящено примерам расчета приведенного сопротивления теплопередаче: фасада жилого здания (Приложение К), окон, балконных дверей и фонарей (Приложение Л с табличными значениями), ограждающих конструкций на основе расчета температурных полей (Приложение М), коэффициента теплотехнической однородности ограждающих конструкций по табличным значениям (Приложение Н), неоднородных участков трехслойных панелей из листовых материалов (Приложение П). Однако, то ли ввиду сложности представленных методов расчета, то ли ввиду недостаточной их проработки, при проектировании ограждающих конструкций сложилась следующая практика: проектировщик рассчитывал сначала так называемое «условное» сопротивление теплопередаче по классическим известным ему с институтской скамьи, формулам типа (12), затем умножал полученное значение условного сопротивления теплопередаче на коэффициент теплотехнической однородности γ (при этом в основном применял его только при расчете наружных стен зданий) и получив таким образом, приведенное сопротивление теплопередаче, сравнивал его с нормируемым значением R_{req} из таблицы 4 СНиП 23-02-2003 и в случае выполнения условия (16) считал свою работу выполненной.

В СНиП 23-02-2003 впервые появился раздел, посвященный методике расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий за отопительный период, основанный на составлении уравнения баланса тепловой энергии в рассматриваемом здании. Также впервые появился раздел, посвященный контролю нормируемых показателей и раздел, посвященный методике заполнения энергетического паспорта.

Исходя из этих нововведений, документ поменял свое название. Вместо устоявшегося словосочетания «Строительная теплотехника» в его заглавии стало фигурировать новое название: «Тепловая защита зданий». Это название стало обозначать стандарт не только на русском языке, но и на английском: «Thermal performance of the building». Справедливости ради позволю себе заметить, что английское слово «performance» на русский язык правильно переводится в значениях: «представление, эффективность, производительность», и в общем случае, понимается как некая «характеристика» рассматриваемой системы или объекта, но никак не «защита». Слову «защита» в английском языке есть несколько значений на русском языке, например, «protection», «defense», «security» (в смысле обеспечения безопасности), но точно не «performance».

Следует добавить, что в конце 2009 года в России был утвержден новый Федеральный Закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении...». Согласно требованиям данного закона, Указа Президента Российской Федерации от 04 июня 2008 года № 889, а также Постановлению Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 года № 18 в целях снижения к 2020 году энергоемкости ВВП Российской Федерации не менее, чем на 40 % по сравнению с 2007 годом, должны быть установлены базовые требования энергетической эффективности зданий, после утверждения которых, требования энергетической эффективности должны предусматривать уменьшение показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, не реже 1 раза в 5 лет:

- с 1 января 2011 г. (на период 2011–2015 годов) – не менее чем на 15 процентов по отношению к базовому уровню;

- с 1 января 2016 г. (на период 2016–2020 годов) – не менее чем на 30 процентов по отношению к базовому уровню;

- с 1 января 2020 г. - не менее чем на 40 процентов по отношению к базовому уровню.

Размерность сопротивлений теплопередаче и термического сопротивления, по сравнению с предыдущей редакцией СНиП (т.е. СНиП II-3-79*), осталась без изменений, – $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Размерность удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, отнесенная к 1 м^2 отапливаемой площади квартир или полезной площади помещений [или к 1 м^3 их объема] в $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$ [$\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$].

СП 50.13330.2012

Так, постепенно, мы приходим к последней трансформации стандарта, посвященного проектированию ограждающих конструкций, – СП 50.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003) «Тепловая защита зданий».

Появлению этого стандарта способствовало изменение в федеральном законодательстве, а именно утверждение двух федеральных законов: Федерального Закона Российской Федерации от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и Федерального Закона Российской Федерации от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Согласно статье 13 Федерального Закона «О техническом регулировании» к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации;
- предварительные национальные стандарты.

Как видно из представленного перечня, в нем нет места традиционным строительным нормам и правилам (сокращенно СНиП). Долгое время это обстоятельство создавало неопределенность в области проектирования. Стали появляться различного рода стандарты организаций (сокращенно – СТО), территориальные строительные нормы (ТСН, МГСН), региональные методические документы (РМД) и прочие документы, замещающие или дополняющие частично или полностью требования традиционных нормативных документов (СНиП, ГОСТ). В данной работе авторы не будут подробно акцентировать внимание на этом этапе существования нормативных требований.

Согласно требованиям статьи 6 Федерального Закона Российской Федерации от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ Правительство Российской Федерации должно утвердить перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований настоящего Федерального закона.

Все участники строительного рынка ожидали появления такого Постановления. И в 2010 году было утверждено Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 года № 1047-р, согласно которому был утвержден перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального Закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и в этот перечень вошел упомянутый ранее СНиП 23-02-2003 (более конкретизировано, – разделы 4-12, Приложения В, Г, Д).

Далее была проведена работа по актуализации национальных стандартов и сводов правил, вошедших в перечень распоряжения Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 года № 1047-р, и после ее завершения в конце 2014 года вышло Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года № 1521 был утвержден новый перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального Закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В новый перечень обязательных национальных стандартов и сводов правил под номером 35 включен СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (раздел 1, пункты 4.3 и 4.4 раздела 4, пункты 5.1, 5.2, 5.4-5.7 раздела 5, пункт 6.8 раздела 6, пункт 7.3 раздела 7, подпункты «а» и «б» пункта 8.1 раздела 8, пункт 9.1 раздела 9 и Приложение Г). Все остальные разделы и Приложения данного свода правил, таким образом, имеют статус добровольного применения. Прилагаемый в Постановлении

Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года № 1521 перечень национальных стандартов и сводов правил вступает в силу с 1 июля 2015 года и с этой даты распоряжения Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 года № 1047-р признается утратившим силу.

Согласно требованиям п. 5.1 СП 50.13330.2012 теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

- а) приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);
- б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);
- в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

При этом требования тепловой защиты здания считаются выполненными при одновременном выполнении требований а), б) и в).

Таким образом, вводятся три обязательных требования, при этом второе из них («б») является совершенно новым в практике проектирования тепловой защиты.

Требования «а» (поэлементные требования) аналитически можно выразить в виде следующего условия:

$$R_0^{np} \geq R_0^{норм}. \quad (22)$$

При этом нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0^{норм} = R_0^{mp} \cdot m_p, \quad (23)$$

где R_0^{mp} – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, которое следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) региона строительства и определять по таблице 3 СП 50.13330.2012;

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

В расчете по формуле (23) m_p принимается равным 1. При этом допускается снижение значения коэффициента m_p в случае если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике Приложения Г выполняются требования п.10.1 к данной удельной характеристике. Значения коэффициента m_p при этом должны быть не менее: $m_p=0,63$ – для стен, $m_p=0,95$ – для светопрозрачных конструкций, $m_p=0,8$ – для остальных ограждающих конструкций.

По сути, с введением коэффициента m_p копируется принцип нормирования, заложенный в СНиП 23-02-2003 (см. формулы (20) и (21)).

Далее в таблице 3 приводятся базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и таблица эта снова полностью копирует требования СНиП 23-02-2003, отраженные в таблице 4 этого стандарта.

Несмотря на практически полную идентичность таблицы 4 СНиП 23-02-2003 и таблицы 3 СП 50.13330.2012, нормируемые требования к уровню тепловой защиты в СП 50.13330.2012 оказались ниже аналогичных требований СНиП 23-02-2003.

Дело в том, что вместе с актуализацией стандарта по тепловой защите (СНиП 23-02-2003) был актуализирован и стандарт по строительной климатологии (СНиП 23-01-99*). В СНиП 23-02-2003 при определении климатических параметров отопительного периода последние принимаются по СНиП 23-01-99*, в СП 50.13330.2012 – по СП 131.13330.2012.

И тут оказывается, что согласно актуализированной редакции стандарта по строительной климатологии (СП 131.13330.2012) в Москве резко «потеплело», а продолжительность отопительного периода сократилась. Так в СНиП 23-01-99* средняя температура наружного воздуха за отопительный период для жилых зданий принималась равной минус 3,1 °С, а в СП 131.13330.2012 стала минус 2,2 °С. Аналогично, продолжительность отопительного периода согласно СНиП 23-01-99* принималась равной 214 суткам, в СП 131.13330.2012 стала равной 205 суткам. Неизменной в формуле расчета градусо-суток

отопительного периода осталась лишь принимаемая для жилых зданий температура внутреннего воздуха, которая как была, так и осталась равной плюс 20 °С.

В результате изменений расчетных климатических параметров изменилось расчетное значение ГСОП для жилых зданий, проектируемых в Москве, которое до введения СП 50.13330.2012 принималось равным 4943 °С·сут, а с введением актуализированной редакции с 1 июня 2015 года будет приниматься равным 4551 °С·сут.

Ввиду изменения ГСОП изменились нормативные требования к уровню нормируемого сопротивления теплопередаче. В таблице 1, для сравнения, представлены требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче согласно редакции стандарта по тепловой защите 2003 года (СНиП 23-02) и 2012 года (СП 50.13330) применительно для старых и новых климатических условий города Москвы [7].

Таблица 1. Требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче согласно стандартам СНиП 23-02-2003 и СП 50.13330.2012

| Тип наружной ограждающей конструкции | Требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче R_o^{mp} , м ² ·°С/Вт, рассчитанные по стандартам: | |
|---|---|--|
| | СНиП 23-02* $R_{СНиП}^{mp}$, м ² ·°С/Вт | СП 50.13330** $R_{СП}^{mp}$, м ² ·°С/Вт |
| Наружные стены | 3,13 | 2,99 |
| Окна и балконные двери | 0,52 | 0,49 |
| Входные наружные двери | 0,83 | 0,78 |
| Совмещенное покрытие | 4,67 | 4,48 |
| Перекрытия над проездами и под эркерами | 4,67 | 4,48 |
| Перекрытие над неотапливаемым подвалом (подпольем) | 4,12 | 3,95 |
| <i>Примечания:</i> | | |
| * Требуемые значения сопротивлений теплопередаче в СНиП 23-02 рассчитаны по ГСОП согласно СНиП 23-01-99*. | | |
| ** Требуемые значения сопротивлений теплопередаче в СП 50.13330 приняты по ГСОП согласно СП 131.13330. | | |

После утверждения требований федерального законодательства в области энергосбережения от актуализированной редакции стандарта по тепловой защите логично было ожидать появления каких-то регулирующих механизмов их реализации. В частности, пункта 15 Постановления Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 года № 18, согласно которому должны быть предусмотрены механизмы для поэтапного уменьшения базовых показателей энергопотребления зданий. Специалистами выдвигались конкретные предложения для реализации данного механизма в рамках разрабатываемого свода правил. В частности, здесь следует отметить работы [1, 8]. Однако, все предложения были проигнорированы.

Таким образом, как следует из данных, представленных в таблице 1, нормативные требования к уровню тепловой защиты хоть и незначительно, но оказались ниже требований стандартов не только 2003 года (СНиП 23-02-2003), но и 1995 года (табл. 16 СНиП II-3-79*). А в связи с тем, что в СП 50.13330 удельный расход тепловой энергии на отопление, характеризующий энергоэффективность здания, отнесен к отапливаемому объему здания, а не к площади квартир или полезной площади помещений общественного здания (или их объема), как принято в СНиП 23-02-2003 и указано в ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности», требуемый удельный расход тепловой энергии на отопление оказался завышенным, по меньшей мере, еще на 35 %, что позволяет снизить значения коэффициента m_p , а соответственно и требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен на 37 % и т.д.».

Это положение обосновывается в [9]. Отнесение расчетного теплотребления к отапливаемому объему здания равнозначно отнесению к площади отапливаемых этажей, которая получается делением отапливаемого объема на высоту типового этажа от пола до пола. Но площадь отапливаемых этажей

измеряется в пределах внутренних поверхностей наружных ограждений и включает, помимо площади квартир, и площадь ЛПУ, и внутренних стен, что вместе на 36-67 % больше площади квартир (см. табл. 1 в [9], последняя колонка – отношение $A_{\text{в}}/A_{\text{н}}$). Соответственно, при делении на большую площадь получится настолько же ниже удельная величина теплотребления.

Подтвердим это следующим примером: в табл. 9 СНиП 23-02-2003 приводятся в соответствии с п. 5.12 удельный (на 1 м² отапливаемой площади квартир или полезной площади помещений [или на 1 м³ их объема]) расход тепловой энергии на отопление здания $q_{\text{h}}^{\text{des}}$, кДж/(м²·°C·сут) или [кДж/(м³·°C·сут)].

Примечание: курсивом добавлено, как записано в терминах, что подтверждается делением значений кДж/(м²·°C·сут) на кДж/(м³·°C·сут) для жилых зданий 12 и выше этажей из табл. 9: 70/25 = 2,8 м, что составляет высоту этажа и подтверждает, что в табл. 9 приводятся удельные значения по отношению к единице объема квартир, а не отапливаемого объема здания.

Разработчики СП 50.13330 приняли табл. 9, но при пересчете в табл.14 СП 50 произвели только преобразование размерности кДж в Вт·ч, переведя сутки в часы и сократив их, и отнесли удельный годовой расход теплоты к отапливаемому объему здания: 25 кДж/(м³·°C·сут) = 25·1000/3600/24 = 0,29 Вт/(м³·°C), что завысило требуемый удельный расход тепловой энергии на отопление по меньшей мере на 35%, а посему получили на бумаге повышение энергоэффективности, как минимум на 35%, а на практике, как было показано в расчетах, приведенных в [9] – в 1,5 раза увеличение фактически израсходованной энергии на отопление по сравнению с требованиями СНиП 23-02-2003.

Это же подтверждается примером расчета энергоэффективности жилого дома, приведенного в Приложении Р СП 50.13330. При соответствии сопротивления теплопередаче наружных ограждений только базовым требованиям, расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период по расчету составила 0,219 Вт/(м³·°C), в то время, как нормируемое базовое значение согласно табл. 14 – 0,319 Вт/(м³·°C), т.е. здание уже имеет энергоэффективность на (0,319-0,219)·100/0,319 = 31 % выше нормального, оно не только удовлетворяет требованиям настоящего свода правил, но и выше на 31%, а следовательно, без всяких дополнительных энергосберегающих мероприятий уже соответствует высокому В⁺ классу энергоэффективности!

В этой связи очень сложно понять логику разработчиков актуализированной редакции свода правил по тепловой защите. Безусловно, одним лишь утеплением наружных ограждающих конструкций невозможно решить все проблемы, связанные с избыточным энергопотреблением зданий. Но какие-то шаги в этом направлении были ожидаемыми.

Требование «б» (т.е. комплексное требование) п. 5.1 СП 50.13330.2012 аналитически можно выразить в виде следующего условия:

$$k_{об} \leq k_{об}^{mp}, \quad (24)$$

где $k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, методика расчета которой представлена в Приложении Ж СП 50.13330.2012;

$k_{об}^{mp}$ – нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания, которое следует принимать в зависимости от отапливаемого объема здания и градусо-суток отопительного периода района строительства по таблице 7 СП 50.13330.2012 с учетом примечаний.

Пример расчета удельной теплозащитной оболочки $k_{об}$ представлен в Приложении П СП 50.13330.2012.

И наконец, согласно требованиям «в» (санитарно-гигиеническое требование) п. 5.1 СП 50.13330.2012 температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более):

- в зоне теплопроводных включений,
- в углах и оконных откосах,

а также зенитных фонарей должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха $t_{\text{н}}$, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле (5.4) СП 50.13330.2012.

При этом температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью или по результатам испытаний в климатической камере в аккредитованной лаборатории.

Следует отметить, что пример расчета выполнения данного требования в СП 50.13330.2012 не обнаруживается.

В настоящее время сложно оценивать требования «б» и «в» п. 5.1 СП 50.13330.2012 на предмет их эффективности и степени регулирующего воздействия на строительную отрасль, ввиду ограниченной практики их применимости к настоящему времени. Только время покажет, насколько они оказались необходимы и достаточны для обеспечения нормативных требований к удельному энергопотреблению зданий и обеспечению санитарно-гигиенических и комфортных условий.

Как видно, из приведенных выше формул и обозначений физических величин и характеристик, в СП 50.13330.2012 происходит возврат к написанию подстрочных и надстрочных индексов буквами из кириллицы.

Как и прежде, размерности сопротивлений теплопередаче ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), термического сопротивления ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), теплопроводности ($\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$) остались вне области действия международной системы единиц СИ, а обозначение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период (удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию) – в $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$, то есть в единицах мощности, а не работы (количеству потребленной теплоты, которая обозначается в $\text{Вт} \cdot \text{ч}$), что противоречит законам физики.

Метод аналогий

Метод аналогий имеет применение во многих областях современной науки. Существует, например, электромеханическая аналогия. Система электромеханических аналогий выводится из условия тождественности исходных уравнений и идентичности выражений для кинетической и потенциальной энергий механических и электрических систем. В частности, метод электромеханических аналогий широко применяют для расчета механических и электромеханических колебательных систем. Такие аналогии часто оказываются полезными для лучшего понимания механизмов функционирования сложных систем, а также для описания сложных процессов и явлений.

В основе обеспечения условий надежности строительных конструкций нормами проектирования установлены два предельных состояния:

- 1) наступление полной утраты конструкцией несущей способности, сопровождающейся аварийными состояниями (первое предельное состояние);
- 2) достижение конструкцией таких статических или динамических перемещений, при которых невозможна эксплуатация сооружений (второе предельное состояние).

При проектировании зданий по методу предельных состояний задаются предельно допустимыми значениями основных характеристик строительных конструкций (прочностных, деформационных и пр.).

В самом общем виде условие обеспечения надежности строительной конструкции заключается в выполнении следующего основного условия:

$$N_l \cdot \prod_{l=1}^n K_l \leq R_p \cdot A \cdot \prod_{p=1}^m k_p, \quad (25)$$

где N_l – нормативная нагрузка;

K_l – коэффициенты перегрузки (повышающие нормативную нагрузку);

R_p – нормативный предел прочности конструкции;

A – геометрическая характеристика сечения конструкции;

k_p – коэффициенты условий работы (уменьшающие предел прочности).

Различают коэффициент надежности по нагрузке, коэффициент надежности материала, коэффициент точности, коэффициент условий работы и некоторые другие. Они могут различаться, например, в зависимости от группы предельных состояний.

Таким образом, сущность расчетного метода обеспечения надежности строительной конструкции по прочности заключается в выполнении следующего условия: наиболее вероятные максимальные нагрузки, полученные в результате произведения нормативной нагрузки на повышающие коэффициенты K_l и рассчитанные с учетом самого неблагоприятного сочетания действующих на конструкцию нагрузок не должны превышать наименее вероятный предел прочности (рассчитанный с учетом комплекса понижающих коэффициентов k_p).

Для обеспечения условия надежной эксплуатации строительной конструкции должен быть обеспечен запас ее прочности. По сути своей, запас прочности представляет собой отношение

произведения повышающих коэффициентов из левой части уравнения (25) к произведению понижающих коэффициентов из правой части уравнения (25).

Принятая в практике проектирования методика прочностных расчетов строительных конструкций, включающая определение действующих усилий и расчетных сопротивлений в отдельных элементах зданий, приводит к необходимости введения больших запасов прочности в конструкциях. С одной стороны, введение больших коэффициентов запаса приводят к удорожанию себестоимости строительства, с другой стороны, тем самым обеспечивается безопасность и долговечность конструкций. Коэффициенты эти как бы страхуют на случай, если строительные работы могут быть выполнены с некоторыми (допустимыми) дефектами. На стадии проектирования сложно заранее предположить, какие виды дефектов могут быть допущены при производстве строительных конструкций, их транспортировке, монтаже и эксплуатации. Именно поэтому вводятся повышающие и понижающие коэффициенты, которые предполагают некоторую вероятность появления дефектов и повреждений, но обеспечивают при этом безопасную эксплуатацию зданий в течение расчетного срока эксплуатации здания. И именно в этом обнаруживается вероятностная природа прочностных расчетов, основанных на понятном инженерном принципе, согласно которому, действующие нагрузки (усилия) не должны превышать несущую способность рассчитываемых строительных конструкций или их элементов.

При чем здесь тогда метод аналогий? Пока его нет. Его место обнаружится только в следующем разделе данной работы.

Основное нормативное требование

Как уже было сказано во введении, в настоящее время нет единой общепринятой точки зрения на предмет установленных нормативных требований к уровню тепловой защиты. Отметим, что санитарно-гигиенический уровень нормативных требований был понятен и объективен. Уровень нормативных требований, установленный 90-х годах XX столетия исходя из условий энергосбережения, имел неоспоримое положительное влияние на строительную отрасль. Эти нововведения опережающими темпами предшествовали законодательным инициативам государства в области энергосбережения. Но также следует признать и тот неоспоримый факт, что до сих пор эти повышенные нормативные требования не были однозначно обоснованы. По всей видимости, в рыночных условиях экономики, когда за несколько месяцев могут измениться резко все макроэкономические показатели, это сделать очень сложно. Сложно прогнозировать каким будет уровень инфляции в стране через 10, 15 и т.д. лет, как быстро будут расти тарифы на энергетические ресурсы, какие процентные банковские ставки по кредитам будут доступны, какую норму дисконтирования будущих денежных потоков следует закладывать в экономические расчеты. Такие прогнозные значения можно сделать, но нужно отталкиваться от какой-то безупречной и научно обоснованной основы.

В работе [10] прозвучало своевременное предложение на этот счет. Автор работы [10] предлагает методологию, в соответствии с которой величина требуемого сопротивления теплопередаче должна определяться на основании следующих двух этапов:

- на первом этапе сопротивление теплопередаче должно удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям;
- на втором – корректироваться на основе экономических расчетов.

Еще одной проблемой является значительное несоответствие между расчетными и фактическими показателями сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций.

В этой связи предлагается следующий принцип нормирования сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, который аналитически можно выразить введением следующего основного условия:

$$k_{\text{квал}} \cdot k_{\text{конв}} \cdot r \cdot R_0 \geq K_{\text{эк}} \cdot K_{\text{рег}} \cdot R_0^{\text{ТР}}, \quad (26)$$

где R_0 – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, рассчитываемое по традиционным и понятным большинству инженеров-строителей формулам типа (12);

$R_0^{\text{ТР}}$ – требуемое сопротивление теплопередаче, определяемое исходя из обеспечения санитарно-гигиенических и комфортных условий, т.е. то же, что и в формулах (4), (5), (6) и (10);

r – коэффициент теплотехнической однородности, численное значение которого может быть рассчитано по методике Приложения Е СП 50.13330.2012 (см. формулу (Е.4)) или иному методу расчета, включая международные, принятые в стандартах ISO;

$k_{\text{квал}}$ – коэффициент, учитывающий возможную квалификацию рабочих, выполняющих работы по теплоизоляции ограждающих конструкций;

$k_{\text{конв}}$ – коэффициент коррекции численных значений расчетного значения сопротивления теплопередаче, учитывающий вероятность появления пустот в составе ограждающих конструкций, которые могут уменьшать расчетное значение сопротивления теплопередаче за счет переноса тепла конвекцией и излучением; степень уменьшения зависит от размеров, ориентации и положении воздушной пустоты в составе ограждающей конструкции, – рекомендуемые значения для коэффициентов коррекции представлены в таблице 2;

$K_{\text{ЭК}}$ – коэффициент, учитывающий экономическую целесообразность повышения санитарно-гигиенических требований, рассчитываемый с учетом региональных и экономических условий района проектирования здания (методики его расчета еще следует разработать и утвердить);

$K_{\text{рег}}$ – коэффициент регулирующего воздействия на этапы проектирования и строительства зданий, численные значения которого могут приниматься на региональном уровне без проведения экономических расчетов, т.е. без обоснования коэффициента $K_{\text{ЭК}}$, численное значение которого в этом случае могут приниматься равным единице.

Таблица 2. Рекомендуемые значения коэффициента коррекции $k_{\text{конв}}$

| Описание | $k_{\text{конв}}$ |
|---|-------------------|
| Воздушные полости в составе слоя теплоизоляции отсутствуют, или имеют место незначительные полости, не оказывающие существенного влияния на изменение расчетного значения коэффициента теплопередачи. | 1,00 |
| Воздушные полости образуют сквозные мостики между теплой и холодной поверхностями слоя теплоизоляции, однако циркуляции воздуха в зоне воздушных пустот не происходит. | 0,98 |
| Воздушные полости образуют сквозные мостики между теплой и холодной поверхностями слоя теплоизоляции и в сочетании с вентилируемыми полостями приводят к циркуляции воздуха в зоне воздушных пустот. | 0,96 |

Ниже представлены некоторые наиболее характерные примеры параметров коррекции на влияние воздушных полостей $k_{\text{конв}}$.

а) Примеры, для которых следует применять параметры коррекции $k_{\text{конв}}=1,00$:

- Непрерывные слои теплоизоляции, без каких-либо разрывов конструктивными элементами, например, стойками, стропилами или брусом, со стыками в-разбежку между матами и плитами в каждом отдельном слое. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

- Более одного слоя теплоизоляции, один из которых непрерывный и без каких-либо разрывов конструктивными элементами, например, стойками, стропилами или брусом, покрывающий другой слой (слои) с проникающими в него (в них) конструктивными элементами. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

- Один слой непрерывной теплоизоляции с соединением внахлест (полу-шпунт), в паз-гребень или с герметизацией стыков. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

- Один слой непрерывной теплоизоляции со стыковым соединением, в котором отклонения по геометрическим размерам длины, ширины и перпендикулярности граней совместно образуют стабильные размеры стыков, ширина которых не превышает 5 мм. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

- Один слой теплоизоляции, термическое сопротивление которого меньше или равно половине от общего сопротивления теплопередаче конструкции. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

б) Примеры, для которых рекомендуется применять параметры коррекции $k_{\text{конв}}=0,98$:

- Один слой теплоизоляции, прерываемый на всю толщину конструктивными элементами, например, стойками, стропилами или брусом. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

- Один слой непрерывной теплоизоляции со стыковым соединением, в котором отклонения по геометрическим размерам длины, ширины и перпендикулярности граней совместно образуют стабильные размеры стыков, ширина которых превышает 5 мм. Теплоизоляция плотно прилегает к конструкциям, без зазора между конструкциями и теплоизоляцией.

в) Примеры, для которых рекомендуется применять параметры коррекции $k_{\text{конв}}=0,96$:

- Один или более слоев теплоизоляции без плотного контакта с теплой стороной конструкции, с полостями между конструкциями и теплоизоляцией, что приводит к движению воздуха между теплой и холодной сторонами теплоизоляции.

Таким образом, коэффициенты в правой части неравенства (26) могут применяться как по отдельности, так и в совокупности. С их введением появляется механизм регулирования нормативных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций на региональном уровне с целью выполнения принятых региональных программ энергосбережения.

Неравенство (26) основывается на классической (традиционной) основе выбора исходных нормативных требований, которая была заложена еще в советских СНиПах (СНиП II-В.3, СНиП II-А.7-62, СНиП II-А.7-71, СНиП II-3-79).

Условие (26) очень похоже на условие (25) из предыдущего раздела. Тем самым обнаруживается метод аналогий, обозначенный в статье ранее. Неравенство (26) выражает требование, согласно которому, наименее неблагоприятное расчетное сопротивление теплопередаче, рассчитанное с учетом влияния мостиков тепла, наличия пустот и иных дефектов, допущенных при монтаже теплоизоляции в составе ограждающих конструкций, не должно быть ниже требуемого сопротивления теплопередаче, определяемого исходя из обеспечения санитарно-гигиенических и комфортных условий с учетом региональных, климатических и экономических условий района строительства. При этом формула типа (10) уже учитывает климатические особенности района проектирования. На этом аналогии исчерпываются, но принцип, предложенный в (26), принят именно из методов расчета по предельным состояниям. На этом основании условие (26) можно условно отнести к третьей группе предельных состояний для наружных ограждающих конструкций.

Коэффициенты в левой части неравенства (26) не могут быть выше единицы, и наоборот, коэффициенты в правой части неравенства (26) не могут быть ниже единицы (поэтому они обозначены заглавными буквами).

Понижающие коэффициенты в левой части неравенства (26) носят корректирующий характер, они закладывают «запас прочности» ограждающих конструкций на предмет их соответствия нормативным требованиям, т.к. учитывают возможное несоответствие выполненных монтажных работ при проведении утепления ограждающих конструкций требованиям проекта.

Коэффициенты в правой части неравенства (26) носят регулирующий характер, они могут учитывать региональные особенности района проектирования, наличие необходимой производственной базы (например, могут вводиться при открытии в регионе крупного производственного предприятия, выпускающего инновационную строительную продукцию). В такой огромной стране как Россия, с большим количеством часовых поясов и климатических зон, могут сложиться и разные экономические условия для реализации энергосберегающих мероприятий и региональных программ повышения энергетической эффективности. В этой связи введение регулирующих коэффициентов позволит регионам более гибко реализовывать региональные программы по повышению энергетической эффективности.

Безусловно, появление некоторых коэффициентов в формуле (26) вызывает много вопросов. Например, как можно заранее введением квалификационного коэффициента $k_{\text{квал}}$ спрогнозировать соответствие квалификации рабочих на строительной площадке определенным требованиям. Его значение может быть принято, например, равным:

- $k_{\text{квал}}=0,9$, если более 90 % рабочих подрядной организации соответствуют определенным квалификационным требованиям для выполнения работ по теплоизоляции ограждающих конструкций, а сама строительная организация имеет полный набор необходимого оборудования для выполнения работ на строительной площадке;

- $k_{\text{квал}}=1,0$, если менее 50 % рабочих удовлетворяют квалификационным требованиям, а строительная организация не имеет полного перечня требуемого оборудования и приспособлений.

Однако, введение коэффициента $k_{\text{квал}}$ может стимулировать Застройщика не искать для выполнения подрядных работ по теплоизоляции ограждающих конструкций строящегося или реконструируемого здания любую компанию, которая готова выполнить работы за наименьшую

стоимость, а делать свой выбор в направлении проверенных и квалифицированных компаний. Тем самым, у Застройщика снизиться стимул экономить на монтажных работах. При согласовании с ним этого коэффициента на этапе проектирования, он заранее будет искать компанию, которая будет соответствовать заданным квалификационным требованиям.

И также, безусловно то обстоятельство, что все коэффициенты, предложенные в неравенстве (26) требуют доработки, обоснования, и быть может, дополнения другими факторами, не учтенными в (26).

В связи с тем, что приведенная методология выбора требуемого сопротивления теплопередаче в части экономического обоснования пока не учитывает такие глобальные факторы, как загрязнение окружающей среды от сжигания топлива, расходуемого на производство тепловой и электрической энергии для отопления, охлаждения, вентиляции, искусственного освещения и работы приборов, механизмов и оборудования, и нанесение вреда последующим поколениям, вследствие интенсивного выкачивания природных невозобновляемых ресурсов России на продажу и на расточительное их использование (в США уже несколько десятков лет запрещен экспорт нефти), а также недостаточную проработку предложенных коэффициентов из основной формулы, следует перенести действие этого метода на 2020 год этого столетия. А в предстоящем пятилетии сконцентрироваться на выполнении поставленных руководством страны задач по повышению энергетической эффективности зданий на 40% до 2020 года (чтобы намного не отстать по этому важному показателю от европейских стран), реализуемое, как и в других странах, преимущественно через повышение тепловой защиты зданий, оптимизацию инженерных систем и управлением режимом подачи теплоты в них и совершенствование нормативно-технической базы проектирования и эксплуатации зданий, чему будут посвящены последующие разделы.

Нормативно-технические решения по повышению энергетической эффективности и теплозащиты зданий

Как было показано в работе [9], требования постановления Правительства России № 18 о повышении энергетической эффективности многоквартирных домов на 15 % с 2011 г. и еще на 15 % с 2016 г. по сравнению с действующим с 2003 г. (СНиП 23-02-2003), удовлетворяются таким же повышением теплозащиты наружных несветопрозрачных ограждений (при этом, не достигая еще показателей в скандинавских странах Европы), переходом на окна с приведенным сопротивлением теплопередаче со дня вступления в силу требований энергетической эффективности не менее $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для районов с величиной показателя градусо-суток более 4000 и $0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для остальных, а с 2016 г. – соответственно, не менее $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для районов с величиной показателя градусо-суток более 4000 и $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для остальных, и применением оптимальных решений по автоматическому регулированию теплоотдачи системы отопления и учету используемой энергии. При этом мероприятия по повышению уровня теплозащиты, осуществляемые для удовлетворения требований энергоэффективности, остаются пока значительно дешевле по сравнению с использованием возобновляемых источников энергии, тепловых насосов и систем утилизации тепла вытяжного воздуха.

Допускается снижение сопротивления теплопередаче несветопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций здания, но не ниже нормируемых значений в предыдущий период требований, когда расчетный удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции здания ниже нормируемого для соответствующего периода времени. То есть в период до 2016 г. сопротивление теплопередаче стен, покрытий и перекрытий не должно опускаться ниже базовых требований; в период с 2016 по 2020 гг. – ниже требований, установленных до 2016 г.; после 2020 г. – ниже требований предыдущего периода (2016 – 2020 гг.). Для светопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций здания допускается снижение сопротивления теплопередаче не более чем на 5% от требований текущего временного периода.

Интересно отметить, что требования постановления № 18 о повышении энергетической эффективности многоквартирных домов еще на 10 % с 2020 г. не вызывают дополнительных мероприятий по энергосбережению, поскольку к этому году предполагается, что средняя норма общей площади квартиры на человека достигнет 25 м^2 (сейчас по статистическим данным $22,5 \text{ м}^2/\text{человека}$, в европейских странах – $45 \text{ м}^2/\text{человека}$, а в США и Канаде – $70 \text{ м}^2/\text{человека}$). Вследствие этого, как показывают расчеты в [9], за счет уменьшения необходимого воздухообмена в квартирах из-за менее плотного заселения, а соответственно и инфльтрационной составляющей теплопотерь, несмотря на некоторое снижение теплопоступлений от внутренних источников (удельные бытовые тепловыделения снизятся с 17 до $15,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$), расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составил $53,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, что ниже требуемого по постановлению – $57,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ и на 44 % ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «В++».

Для реализации этих решений еще в том же 2011 г. в развитие постановления Правительства России № 18 должен был выйти приказ Минрегионразвития РФ «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий», в котором должны быть сформулированы базовые показатели удельного годового теплоснабжения системами отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, в сравнении с которыми оценивается энергетическая эффективность зданий и устанавливается класс их энергетической эффективности. Но этого приказа так и нет до сегодняшнего дня. Как нет уже и самого Министерства, ответственного за исполнение указанного выше Постановления Правительства.

Тем не менее, альтернативой этому приказу стал опубликованный в декабре 2014 г. национальным объединением проектировщиков (НОП) стандарт «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания», СТО НОП 2.1-2014, разработанный НП «АВОК».

В стандарте приводятся не только полный состав и содержание энергетического паспорта, но методики расчета всех составляющих теплового баланса здания и рассчитанные по ним в [11] и вошедшие в стандарт и очередной проект приказа уже Минстроя РФ таблицы базового суммарного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормативный отопительный период и годового на горячее водоснабжение для многоквартирных домов, многоквартирных отдельно стоящих и блокированных домов и общественных зданий различного назначения всех регионов России, по сравнению с показателями которых оценивается энергоэффективность проекта здания.

Поскольку к проектированию допускаются только саморегулируемые организации, входящие в Национальное объединение проектировщиков, и для расчета энергетического паспорта не существуют других нормативных документов, а потому стандарт СТО НОП 2.1-2014 должен быть включен в Техническое задание на разработку проектной документации, то он становится обязательным для применения всеми организациями, осуществляющими проектирование зданий нового строительства и капитального ремонта уже построенных. Таким образом, наконец-то, открыта дорога к строительству энергоэффективных зданий.

Тем не менее, для приведения в соответствие отечественной нормативной и правовой базы современному международному уровню *Постановлением Правительства России, а не готовящимся приказом Минстроя РФ, в редакции, согласованной 25.11.2014 г. Национальным объединением организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ)*, необходимо утвердить «Правила определения класса энергетической эффективности гражданских зданий (а не только многоквартирных домов) и требования энергетической эффективности к этим зданиям».

За базовый уровень, относительно которого повышаются требования энергоэффективности, приняты таблицы 8 и 9 СНиП 23-02-2003 с пересчетом размерности показателей теплоснабжения с кВт·ч на Вт·ч – принятой в ГОСТе 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности». Но в таблицах приводятся значения нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период жилых и общественных зданий, отнесенного на 1 м² отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений [или на 1 м³ их объема при высоте этажа более 3,6 м] и к градусо-суткам отопительного периода (ГСОП), вследствие большого многообразия климатических условий нашей страны. Для того, чтобы складывать этот расход с удельным расходом тепловой энергии на горячее водоснабжение, в сравнении с суммой которых в соответствии с постановлением № 18 устанавливается класс энергетической эффективности зданий, его надо перевести в размерность последнего – кВт·ч/м².

При этом для выбранного региона строительства неправильно проводить умножение нормируемого значения из таблицы на ГСОП в связи с тем, что с повышением ГСОП во столько же раз не увеличивается величина удельного расхода тепловой энергии на отопление. Это объясняется тем, что теплопотери через наружные ограждения, на компенсацию которых расходуется отопление, не могут увеличиваться во столько же раз, во сколько растет ГСОП, поскольку согласно табл.4 СНиП 23-02-2003 с повышением ГСОП возрастает и нормируемое сопротивление теплопередаче этих ограждений, а также в тепловом балансе здания, наряду с составляющими, зависящими от изменения наружной температуры (теплопотери через наружные ограждения и на нагрев воздуха, инфильтрующегося через оконные проемы), входят внутренние (бытовые) тепlopоступления, которые не зависят от разных климатических условий регионов и практически постоянны для всех регионов в диапазоне широт 45÷60 °.

Поэтому из-за приведенных выше обстоятельств базовые удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенные к градусо-суткам нормативного отопительного периода для каждого региона строительства должны пересчитываться с рассчитанным в [11] региональным коэффициентом пересчета по следующей формуле:

$$q_{от+вент}^{год} = \theta_{эн/эф}^{баз} \cdot ГСОП \cdot k_{рег} \cdot 10^3, \quad (27)$$

где $q_{от+вент}^{год}$ – региональный базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м²;

$\theta_{эн/эф}^{баз}$ – базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м²·°С·сут); то же, что q_h^{req} из табл. 8 и 9 СНиП 23-02-2003, пересчитанный из кДж в Вт·ч;

ГСОП – то же, что и в формуле (11);

$k_{рег}$ – региональный коэффициент пересчета удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, при задании показателя базового потребления тепловой энергии в размерности Вт·ч/(м²·°С·сут), следует принимать в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода региона строительства для зданий с ГСОП = 3000 °С·сут и ниже $k_{рег} = 1,1$; с ГСОП = 4900 °С·сут и выше $k_{рег} = 0,91$; с ГСОП = 4000 °С·сут $k_{рег} = 1,0$; в интервале 3000÷4900 °С·сут – по линейной интерполяции.

Результаты расчетов для зданий различного назначения представлены в работе [11].

Стандарт СТО НОП 2.1-2014

Несмотря на то, что в стандарте приводится расчет показателей только для проекта здания, без этого паспорта невозможно правильно оценить результаты энергетического обследования. Очень важно, что при выполнении обследования эксплуатируемых зданий необходимо сопоставлять фактическое теплотребление, измеренное приборами учета и пересчитанное к нормативному отопительному периоду, с рассчитанным по приведенной в стандарте методике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Во-первых, потому что из-за особенностей взаимного влияния теплового и воздушного режимов на человека можно в стремлении к еще большему энергосбережению получить синдром «больного здания», когда для экономии энергии искусственно сокращается воздухообмен в здании, который в определенных пределах не ощущается человеком, а это способствует повышению влажности и появлению плесени на внутренней поверхности наружных ограждений.

Во-вторых, только в сравнении фактического теплотребления с проектными показателями можно оценить правильность режима отопления, причины отклонения фактического теплотребления от расчетного, приоритетность энергосберегающих меро-приятий и потенциал энергосбережения. А посему, и при энергетическом обследовании необходимо иметь или рассчитать энергетический паспорт проекта обследуемого здания по той же методике, но с использованием уже фактических данных по заселенности и, возможно, по теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций.

С учетом европейских стандартов в СТО НОП 2.1-2014 приведена таблица классов энергетической эффективности зданий, повторяющаяся в проекте приказа Минстроя. В ней увеличено против СНиП 23-02-2003 и действующего приказа МРР №161 количество и диапазон классов ниже нормального, приблизив самое низкое значение к показателю СНиП 23-02-2003, подтвержденному результатами измерения фактического теплотребления существующих зданий. Обозначение класса энергетической эффективности многоквартирных домов и зданий общественного назначения осуществляется латинскими буквами по шкале от А до G, нормальное соответствует шкале D, наилучшее – шкале А (таблица 3).

Таблица 3. Классы энергетической эффективности

| Обозначение класса энергетической эффективности | Наименование класса энергетической эффективности | Величина отклонения значения удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, % |
|---|--|---|
| A | Очень высокий | - 40 и менее |
| B | Высокий | от - 30 до - 40 |
| C | Повышенный | от - 15 до - 30 |
| D | Нормальный | от 0 до -15 |
| E | Пониженный | от + 35 до 0 |
| F | Низкий | от + 70 до +35 |
| G | Особо низкий | более + 70 |

Таким образом, стандарт СТО НОП 2.1-2014 позволяет рассчитать энергетический паспорт проекта жилого, общественного и административно производственного здания, а также оценить правильность режима отопления эксплуатируемого здания, причины отклонения фактического теплопотребления от расчетного и составить энергетический паспорт здания по результатам энергетического обследования – заполняется вертикальная шкала паспорта проекта здания «фактическое значение». Наличие в одном документе другой вертикальной шкалы «расчетное проектное значение» позволяет установить энергетический эффект каждого энергосберегающего мероприятия и оценить какому классу энергетической эффективности будет соответствовать данное здание после реализации этого мероприятия. В стандарте приведены примеры расчета энергетической эффективности многоквартирного дома, общественного здания – школы и сверхвысокого (выше 300 м) здания многофункционального использования.

Приказ Министерства энергетики № 400

Стандарт СТО НОП 2.1-2014 является развитием, зарегистрированного 3 декабря 2014 г. Минюстом РФ и вступившего в силу 10 января 2015 года приказа Минэнерго РФ № 400 "Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования". По этому приказу были признаны утратившими силу приказы от 19 апреля 2010 г. № 182 "Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования" и от 8 декабря 2011 г. № 577 "О внесении изменений в требования к энергетическому паспорту... по предыдущему приказу № 182».

В новом приказе устанавливаются требования к проведению энергетического обследования с целью получения данных об объеме используемых энергоресурсов, определения потенциала энергосбережения и разработки перечня мероприятий повышения энергоэффективности объекта обследования, в качестве которых выступают организации, производящие продукцию (работ, услуг), в том числе обособленные подразделения организаций (Приложения 2-10), и получающие энергию от стороннего источника или собственного производства в виде электрической и тепловой энергии, твердого или жидкого топлива, природного, сжиженного, сжатого или попутного нефтяного газа, а также моторного или альтернативных (местных) топлив, с использованием вторичных ресурсов и возобновляемых источников энергии.

Также в качестве объектов энергетического обследования в этом приказе приводятся технологические комплексы и отдельно стоящие здания, входящие в этот комплекс (Приложение 12), системы наружного освещения площадок промпредприятий, населенных пунктов, автомобильных дорог (Приложение 11), линии передачи энергетических ресурсов и воды (Приложения 15-20), предприятия осуществляющие добычу природного газа, его подземное хранение и переработку (Приложения 25-29), газотранспортные организации (Приложения 30-34).

И только в одном последнем Приложении № 35 приведен новый рекомендуемый образец энергетического паспорта отдельного здания, составленного на основании проектной документации, не намного отличающийся от приведенных в предыдущих, отмененных приказах и также не отражающий все показатели теплового баланса здания, что по-прежнему не позволяет рассчитать ожидаемое теплотребление на отопление и вентиляцию за отопительный период.

Следует отметить, что подавляющее большинство многоквартирных домов и общественных зданий в городах и поселках городского типа подключены к централизованным сетям электро-, тепло-, водо-, и газоснабжения, поэтому большая часть списка требований по проведению энергетического обследования, обращенных, как следует из приведенного выше перечня приложений, в основном, к организациям, технологическим комплексам и объектам производственного назначения, для таких отдельных зданий является избыточной, вследствие чего размываются основные задачи, стоящие перед этими зданиями по сокращению излишнего потребления энергетических и водных ресурсов.

В настоящее время оценка энергетической эффективности проекта здания в соответствии с постановлением Правительства РФ № 18 выполняется по удельному годовому расходов тепловой энергии на его отопление и вентиляцию, а эксплуатируемого здания – по суммарному удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Но в стандарте СТО НОП 2.1-2014 помимо методик расчета удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водо-снабжение жилых и общественных зданий, необходимых для оценки энергоэффективности, приводятся методики расчета электрической энергии на общедомовые нужды многоквартирных домов, освещение и пользование электроприборами в квартирах и в общественных зданиях в зависимости от их назначения и плотности заполнения людьми, а также на системы инженерного оборудования, в том числе центрального кондиционирования, что позволит в дальнейшем перейти на нормирование по удельному годовому расходу первичной энергии, как принято в большинстве зарубежных стран.

О разделе «Энергоэффективность» в составе разделов проектной документации

9 декабря 2014 г. Межведомственная рабочая группа при Минстрое России распространила проект изменений в постановление Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 г. "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию", в котором пунктом 3.1 исключается контроль соблюдения требований энергетической эффективности в проектной документации со стороны экспертизы и органов государственного строительного надзора, потому что пунктом 22 изменений исключен сам раздел 10(1), посвященный соблюдению требований энергетической эффективности, что практически ставит под сомнение выполнение этих требований.

«Размазывание» мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности по разделам АР, КД, ОВ, ВК и др. дискредитирует идею целевого повышения энергоэффективности в связи с тем, что этот раздел, как ни какой другой, включая отдельные мероприятия, которые могут быть указаны в специализированных разделах, оценивает их воздействие по суммарному удельному расходу энергетических ресурсов, сравнивая с нормируемыми показателями, на основании чего устанавливается соответствие энергоэффективности запроектированного здания требованиям норм и устанавливается класс энергетической эффективности.

Кроме того, в соответствии с постановлением Правительства РФ № 18 от 25 января 2011 г. и приказом Минэнерго России № 400 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования», согласно приложению № 35 составляется энергетический паспорт проекта здания, включающий теплотехнические и геометрические показатели наружных ограждающих конструкций, объемно-планировочные решения, показатели расходов энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжение, потребления газа, электроэнергии на освещение, на привод насосов, вентиляторов, компрессоров, лифтов и эскалаторов, пользования электрическими приборами и оборудованием.

Где как не в отдельном специализированном разделе энергетический паспорт должно находиться? И раздел этот должен называться так, как он впервые был назван в п.11.1 СНиП 23-02-2003 – «Энергоэффективность».

Необходимо восстановить раздел «Энергоэффективность» в «Составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденных постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 года № 87. Данный раздел следует дополнить энергетическим паспортом проекта с

результатами расчета абсолютных значений и удельных показателей расходов энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, ожидаемых удельных годовых расходов энергии на горячее водоснабжение и кондиционирование, освещение и электроснабжение и объем водопотребления за год.

Предложения к проекту Изменений, которые вносятся в постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87

Предлагается изложить содержание п. 27 Положения более конкретно в следующей редакции (если исключается раздел 10 «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов»):

«27. Раздел 10 «Энергоэффективность» должен содержать:

в текстовой части

а) пояснительную записку с расчетами приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений и приложением протоколов теплотехнических испытаний, подтверждающих принятые расчетные теплофизические показатели строительных материалов, и сертификатов соответствия; с расчетами энергетических показателей здания и оценки энергоэффективности проекта по удельной величине расхода энергетических ресурсов в здании, перечень мероприятий по рациональному использованию тепловой и электрической энергии, расходуемой для теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, освещения, водо- и электропотребления, реализованных в проекте;

б) энергетический паспорт проекта с результатами расчета абсолютных значений и удельных показателей расходов тепловой и электрической энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, по которому судят о классе энергоэффективности проекта данного здания, ожидаемых удельных годовых расходах энергии на горячее водоснабжение и кондиционирование, освещение и электроснабжение и ожидаемого водопотребления за год;

в) соблюдение требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов;

г) обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов;

д) перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности;

в графической части

е) схемы теплового пункта здания с указанием расположения приборов учета и автоматического регулирования используемых энергетических ресурсов».

Кроме этого, предлагаем во вновь вводимые пункты внести следующие изменения:

1) пункт 3.1 - поменять местами подпункты «и» и «з», после «и» включить подпункт «к» следующего содержания: «к) требования по обеспечению энергетической эффективности и оснащенности зданий, строений, сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов», далее по тексту, заменив подпункты «к» и «л» на «л» и «м».

2) пункт 5а - фразу «требований энергетической эффективности...» заменить на «требований по обеспечению энергетической эффективности...», далее по тексту.

3) в пункте 7 настоящего Положения – восстановить, как было в редакции от 26.03.2014 перечень пунктов, в содержании которых устанавливаются требования к разделам 7, 10, 5 и 9 проектной документации: «23, 27 – 31, 38 и 42».

4) в пунктах 17ц и 19у в фразу: «схемы расположения в зданиях, строениях и сооружениях приборов учета используемых энергетических ресурсов» добавить после слова «учета» «и автоматического регулирования».

Слова благодарности

Более подробно экскурс в историю нормирования теплозащитных свойств ограждающих конструкций представлен в работах Ю.А. Матросова и соавторов [12-18].

Из представленного выше экскурса в историю эволюции нормативных требований к ограждающим конструкциям видно, какая огромная и кропотливая работа была проведена десятками ученых, инженеров, специалистов в нашей стране. В этой связи авторы выражают всем этим людям слова благодарности и низкий поклон. И тем, кого уже нет в живых, и тем, кто еще продолжает жить и трудиться.

Авторы намеренно не приводят отдельные фамилии в этой работе, дабы не обидеть тех, кто не будет удостоен такой участи. Все они внесли частичку своих знаний, своего ума и сердца. Фамилии всех можно найти, благо современные информационные технологии позволяют это сделать при наличии компьютера и доступа в глобальные коммуникационные сети.

Авторы полагают, что многие инженеры, специалисты, проектировщики с большим желанием готовы присоединиться к этим словам благодарности и по этой причине, авторы готовы взять на себя смелость и сделать это за них.

Следует отметить и тех специалистов, которые внесли большой вклад в развитие строительной теплотехники, но в силу разных обстоятельств не участвовали в разработке нормативов. Их фамилии лучше сопоставить с представленными ими работами и исследованиями [19-45].

Заключение

В работе представлен экскурс в историю эволюции нормативных требований к ограждающим конструкциям. Представлено краткое описание нормативных документов, которые устанавливали такие требования в дореволюционный период, в период существования Советского Союза, периода современного российского государства. Показано, как менялись и трансформировались расчетные формулы, термины, размерности физических величин. Из представленного исторического экскурса следует, что на пути изменения нормативных требований, в основном, преобладал эволюционный подход, но находили место и революционные изменения.

Наиболее существенные изменения нормативных требований к ограждающим конструкциям были отражены в изменениях № 3 к СНиП II-3-79, когда впервые было введено требуемое сопротивление теплопередаче, определяемое исходя из условий энергосбережения. Данные изменения в наибольшей степени способствовали внедрению инновационных технических решений при строительстве зданий и развитию производств, направленных на выпуск инновационных строительных материалов и изделий. В результате, строительная отрасль в Российской Федерации сегодня является наименее зависимой от поставки импортных строительных материалов и изделий (но не инженерного оборудования).

На основании проведенного исторического экскурса, а также обзора последних публикаций предложено нормативное требование к ограждающим конструкциям, основанное на необходимости выполнения санитарно-гигиенических условий, но позволяющее корректировать базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче с учетом региональных, климатических и экономических условий района строительства. Сущность предложенного метода заключается в следующем: наименее неблагоприятное расчетное сопротивление теплопередаче, рассчитанное с учетом влияния мостиков холода, наличия пустот и иных дефектов, допущенных при монтаже теплоизоляции в составе ограждающих конструкций, не должно быть ниже требуемого сопротивления теплопередаче, определяемого исходя из обеспечения санитарно-гигиенических и комфортных условий с учетом региональных, климатических и экономических условий района строительства, учитываемых введением соответствующих повышающих коэффициентов. Данное требование можно условно отнести к третьей группе предельных состояний для наружных ограждающих конструкций.

Однако, из-за того, что данное предложение находится пока в стадии разработки и поиска комплексной оценки экономической составляющей, в настоящее пятилетие предстоит сконцентрироваться на выполнении поставленных руководством страны задач по повышению энергетической эффективности зданий на 40 % до 2020 года (чтобы намного не отстать по этому важному показателю от европейских стран), реализуемое, как и в других странах, преимущественно через повышение тепловой защиты зданий, оптимизацию инженерных систем и управления режимом подачи теплоты в них, и совершенствование нормативно-технической базы проектирования, изложенные в предыдущем тексте.

Литература

- [1]. Ливчак В.И. Повышать ли уровень теплозащиты зданий? Ответ – «да» // АВОК. 2009. № 7. С. 22-29.
- [2]. Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 8-16.
- [3]. Васильев Г.П., Колесова М.В. Экономически и экологически целесообразный уровень теплозащиты зданий // Вестник МГСУ. 2011. № 8. С. 293-302.
- [4]. Сокольский В.А. Принципы экономичности и их выражение в современном строительстве. – С.-Петербург, 1910 – 538 с.
- [5]. Рошефор Н.И. Иллюстрированное урочное положение. Пособие при составлении и проверке смет, проектировании и исполнении работ. Изд. 6-е исправленное. – Петроград: Склад издания у К.Л. Риккера, 1916. – 694 с.
- [6]. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях, проблема и пути решения. –М., НИИСФ, 2008. – 495 с.
- [7]. Горшков А.С., Рымкевич П.П., Немова Д.В. Экономим или нет? Российские энергосберегающие требования // Энергосбережение. 2014. № 2. С. 27-32.
- [8]. Ливчак В.И. Европейская тенденция повышения теплозащиты зданий: как она реализуется в России? // АВОК. 2011. № 6. С. 64-71.
- [9]. Ливчак В.И. Почему СП 50-13330-2012 «Тепловая защита зданий» приводит к снижению энергоэффективности зданий и как выполнить постановление Правительства России об их повышении // «Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад». 2013. № 3. С. 14-24.
- [10]. Табунщиков Ю.А. В поисках истины // АВОК. 2014. № 6. С. 4-9.
- [11]. Ливчак В.И. Базовый уровень потребления энергетических ресурсов при установлении требований энергетической эффективности зданий. «Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад». 2014. № 1. С. 34-46.
- [12]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N., Norfold L.K., Opitz M.W. Standards For Heating Energy Use In Russian Buildings: A Review And A Report Of Recent Progress // Energy and Buildings. 1997. Т. 25. № 3. С. 207-222.
- [13]. Matrosov Y.A., Chao M., Goldstein D.B. Development, Review And Implementation Of Buildings Energy Codes In Russia: History, Process And Stakeholder Roles // Proceedings ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. 2000. Т. 9. С. 9.275-9.286.
- [14]. Opitz M.W., Norfold L.K., Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. Energy Consumption And Conservation In The Russian Apartment Building Stock // Energy and Buildings. 1997. Т. 25. № 1. С. 75-92.
- [15]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. Concept Of Development Of Building Physics In USSR // Energy and Buildings. 1992. Т. 18. № 1992. С. 25.
- [16]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N., Childs K.V. Results Of Comparing Solutions Of Calculation Problems Of Enclosing Structures With Thermal Bridges By Soviet And American Methods // Energy and Buildings. 1990. Т. 14. С. 401.
- [17]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. USSR Experience In Thermal Design Of Building Envelopes With Improved Thermal Properties // Energy and Buildings. 1989. Т. 14. С. 31.
- [18]. Drozdov V.A., Matrosov Yu.A., Tabunshchikov Yu.A. The Main Trends In Energy Saving In Buildings – Theory and Practice In USSR // Energy and Buildings. 1989. Т. 14. С. 43.
- [19]. Корниенко С.В. Учет формы при оценке теплозащиты оболочки здания // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 5 (10). С. 20-27.
- [20]. Корниенко С.В. Комплексная оценка теплозащиты ограждающих конструкций оболочки здания // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 7 (33). С. 43-49.
- [21]. Корниенко С.В. Тестирование метода расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций на результатах натуральных измерений параметров микроклимата помещений // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 2 (28). С. 18-23.
- [22]. Корниенко С.В. Расчетно-экспериментальный контроль энергосбережения зданий // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 8 (43). С. 24-30.
- [23]. Корниенко С.В. О нормировании тепловой защиты зданий с влажным и мокрым режимами // Энергобезопасность и энергосбережение. 2014. № 5. С. 19-24.

- [24]. Корниенко С.В. Комплексная оценка энергоэффективности и тепловой защиты зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. 11(26). С. 43–58.
- [25]. Корниенко С.В. О применимости методики СП 50.13330.2012 к расчету влажностного режима ограждающих конструкций с мультizonальной конденсацией влаги // Строительство и реконструкция. 2014. № 5 (55). С. 29–37.
- [26]. Кривошеин А.Д., Федоров С.В. К вопросу о расчете приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 8. С. 21-27.
- [27]. Крайнов Д.В., Сафин И.Ш., Любимцев А.С. Расчет дополнительных теплопотерь через теплопроводные включения ограждающих конструкций (на примере узла оконного откоса // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 6. С. 17-22.
- [28]. Васильев Г.П., Личман В.А., Песков Н.В. Моделирование процесса сушки ограждающих конструкций зданий // Жилищное строительство. 2013. № 7. С. 21-26.
- [29]. Vasilyev G.P., Lichman V.A., Peskov N.V., Vpodach M.M., Tabunshchikov Y.A., Kolesova M.V. Simulation Of Heat And Moisture Transfer In A Multiplex Structure // Energy and Buildings. 2014. Vol. 68. pp. 803-807.
- [30]. Васильев Г.П., Личман В.А., Голубев С.С. Результаты определения сопротивления теплопередаче наружных стеновых панелей // АВОК. 2012. № 4. С. 74-81.
- [31]. Васильев Г.П. Эффективная теплозащита – дань моде или экономическая необходимость? // Энергосбережение. 2011. № 6. С. 14-23.
- [32]. Vatin N., Gorshkov A., Rymkevich P., Nemova D., Tarasova D. Nonstationary Thermal Conduction Through The Building Envelope (2014) Applied Mechanics and Materials, Vols. 670-671, pp. 365-369.
- [33]. Vatin N., Gorshkov A., Nemova D., Tarasova D. Energy Efficiency Of Facades At Major Repairs Of Buildings (2014) Applied Mechanics and Materials, Vols. 633-634, pp. 991-996.
- [34]. Gorshkov A., Vatin N., Nemova D., Tarasova D. The Brickwork Joints Effect On The Thermaltechnical Uniformity Of The Exterior Walls From Gas-Concrete Blocks (2015) Applied Mechanics and Materials, Vols. 725-726, pp. 3-8.
- [35]. Perlova E., Karpova S., Rakova X., Bondarenko E., Platonova E., Gorshkov A. The Architectural Concept Of The Building With Energy Consumption (2015) Applied Mechanics and Materials, Vols. 725-726, pp. 1580-1588.
- [36]. Vatin, N., Petrichenko, M., Nemova, D., Kharkov, N., Korsun, A., Numerical modeling of thermogravitational convection in air gap of system of rear ventilated facades (2014) Applied Mechanics and Materials, Vols. 672-674, pp. 1903-1908.
- [37]. Vatin, N., Gorshkov, A., Nemova, D., Urustimov, A., Staritsyna A., Rymkevich P. Calculation Method of Justification of Technical Actions for Prevention of Ice Dams Formation on Buildings with a Pitched Roof (2015) Applied Mechanics and Materials, 725-726, pp. 9-14.
- [38]. Petrichenko M., Vatin N., Nemova D. Improvement of the Double Skin Facades (2015) Applied Mechanics and Materials, 725-726, pp. 41-48.
- [39]. Nemova, D., Murgul, V., Golik, A., Chizhov, E., Pukhkal, V., Vatin N., Reconstruction of administrative buildings of the 70s: the possibility of energy modernization (2014) Journal of Applied Engineering Science, Vol. 12 (1), pp. 37-44.
- [40]. Vatin, N., Petrichenko, M., Nemova, D., Hydraulic methods for calculation of system of rear ventilated facades (2014) Applied Mechanics and Materials, Vols. 633-634, pp. 1007-1012..

History, evolution and development of regulatory requirements for enclosing structures

A.S. Gorshkov¹, V.I. Livchak²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia

² Committee of the State Duma of the Russian Federation on Energy, 1, str. Ohotniy riad, Moscow, 103265, Russia

ARTICLE INFO

Analytical review

Article history

Received 13 March 2015
Accepted 30 March 2015

Keywords

buildings,
enclosing structures,
insulation,
thermal resistance,
thermal protection,
building codes,
building standards,
energy saving,
energy efficiency

ABSTRACT

The paper provides a review of regulatory requirements evolution for building envelope.

It contains a brief description of normative documents of different periods, e.g. the period before 1917, the Soviet period, and modern Russia. The paper presents the evolution and transformation of calculating formulas, terms and variables dimensions. One can find the survey of the discussion regarding dramatic rise of the required heating transition resistance for building envelope. This rise took place in 1995, and was initiated by Head of the Laboratory of NIISF Maatrosov Y.A. The respective adjustment was included in SNIP II -3-79 *, and was reflected in different papers by Tabunshchikovs Y., Livchaka V., Gagarin V., Vasiliev G. et al.

Basing on the historical development survey, as well as on the latest publications review, the authors propose specific measures for further improvements of normative requirements. The paper provides the justification for the suggested ways of building envelope requirements regulation.

¹ Corresponding author:

+7 (921) 388 4315, alsgor@yandex.ru (Aleksander Sergeevich Gorshkov, Ph.D., Associate Professor)

²

+7 (953) 150 8335, vlivchak@gmail.com (Vadim Iosifovich Livchak, Member of the Advisory Board of the State Duma Committee on Energy)

References

- [1]. Livchak V.I. *Whether to raise the level of thermal insulation of buildings? The answer is "yes"* ABOK. 2009. No. 7. Pp. 22-29. (rus)
- [2]. Gagarin V.G. *Macroeconomic aspects of study of energy saving measures by increasing the thermal protection of building envelopes*. Building materials. 2010. No. 3. Pp. 8-16. (rus)
- [3]. Vasilyev G.P., Kolesova M.V. *Economically and environmentally suitable level of thermal performance of buildings*. Bulletin MGSU. 2011. No. 8. Pp. 293-302. (rus)
- [4]. Sokolskiy V.A. *Printsiipy ekonomichnosti i ikh vyrazheniye v sovremennom stroitelstve* [The principles of economy and their expression in modern construction]. Saint-Petersburg, 1910. 538 p. (rus)
- [5]. Roshefor N.I. *Illyustrirovannoye urochnoye polozeniye. Posobiye pri sostavlenii i proverke smet, proyektirovani i ispolnenii rabot* [Illustrated benefit. Manual in the preparation and verification of budget documentation, in the design and execution of works]. Petrograd, 1916. 694 p. (rus)
- [6]. Matrosov Yu.A. *Energoberezheniye v zdaniyakh, problema i puti resheniya* [Energy saving in the buildings, problems and solutions]. Moscow: NIISF, 2008. 495 p. (rus)
- [7]. Gorshkov A.S., Rymkevich P.P., Nemova D.V. *Save or not? Russian energy saving requirements*. Energy Saving. 2014. No. 2. Pp. 27-32. (rus)
- [8]. Livchak V.I. *The European tendency to increase the thermal protection of buildings: how it is implemented in Russia?* AVOK. 2011. No. 6. Pp. 64-71. (rus)
- [9]. Livchak V.I. *Why SD 50-13330-2012 "Thermal Protection of Buildings" reduces the energy efficiency of buildings and how to comply with the decision of the Government of Russia to increase their*. Engineering Systems. 2013. No. 3. Pp. 14-24. (rus)
- [10]. Tabunshchikov Yu.A. *The search of the truth*. ABOK. 2014. No. 6. Pp. 4-9. (rus)
- [11]. Livchak V.I. *Baseline consumption of energy resources in establishing energy efficiency requirements of buildings*. Engineering Systems. 2014. No. 1. Pp. 34-46. (rus)
- [12]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N., Norfold L.K., Opitz M.W. *Standards For Heating Energy Use In Russian Buildings: A Review And A Report Of Recent Progress*. Energy and Buildings. 1997. No. 3. Pp. 207-222.
- [13]. Matrosov Y.A., Chao M., Goldstein D.B. *Development, Review And Implementation Of Buildings Energy Codes In Russia: History, Process And Stakeholder Roles*. Proceedings ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. 2000. No. 9. Pp. 9.275-9.286.
- [14]. Opitz M.W., Norfold L.K., Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. *Energy Consumption And Conservation In The Russian Apartment Building Stock*. Energy and Buildings. 1997. No. 1. Pp. 75-92.
- [15]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. *Concept Of Development Of Building Physics In USSR*. Energy and Buildings. 1992. No. 18. Pp. 25.
- [16]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N., Childs K.V. *Results Of Comparing Solutions Of Calculation Problems Of Enclosing Structures With Thermal Bridges By Soviet And American Methods*. Energy and Buildings. 1990. No. 14. Pp. 401.
- [17]. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. *USSR Experience In Thermal Design Of Building Envelopes With Improved Thermal Properties*. Energy and Buildings. 1989. No. 14. Pp. 31.
- [18]. Drozdov V.A., Matrosov Yu.A., Tabunshchikov Yu.A. *The Main Trends In Energy Saving In Buildings – Theory and Practice In USSR*. Energy and Buildings. 1989. No. 14. Pp. 43.
- [19]. Kornienko S.V. *The accounting of the form at the assessment of the thermal performance of the envelopes*. Construction of Unique Buildings and Structures. 2013. No 5 (10). Pp. 20-27. (rus)
- [20]. Kornienko S.V. *The complex assessment of the thermal performance of the building envelope*. Magazine of Civil Engineering. 2012. No. 7 (33). Pp. 43-49. (rus)
- [21]. Kornienko S.V. *Testing of calculation method of the enclosing structures temperature-humidity conditions on the results of indoor climate in-situ measurements*. Magazine of Civil Engineering. 2012. No. 2 (28). Pp. 18-23. (rus)
- [22]. Kornienko S.V. *Settlement and experimental control of energy saving for buildings*. Magazine of Civil Engineering. 2013. No 8 (43). Pp. 24-30. (rus)
- [23]. Kornienko S.V. *Energy security and energy efficiency*. 2014. No. 5. Pp. 19-24. (rus)
- [24]. Kornienko S.V. *Complex assessment of energy efficiency and thermal performance for buildings*. Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. No. 11(26). Pp. 43–58. (rus)

- [25].Kornienko S.V. *The applicability of the methodology to calculate the SP 50.13330.2012 humidity conditions walling multizone moisture condensation.* Construction and reconstruction. 2014. No. 5 (55). Pp. 29–37. (rus)
- [26].Krivoshin A.D., Fedorov S.V. About the calculation of reduced total thermal resistance of walling. Magazine of Civil Engineering. 2010. No. 8. Pp. 21-27. (rus)
- [27].Krainov D.V., Safin I.S., Luybimtsev A.S. Calculation of additional heat loss through heat-conducting inclusions Magazine of Civil Engineering. 2010. No. 6. Pp. 17-22. (rus)
- [28].Vasilyev G.P., Lichman V.A., Peskov N.V. *Modelling of the drying process of building envelopes.* Residential Construction. 2013. No. 7. Pp. 21-26. (rus)
- [29]. Vasilyev G.P., Lichman V.A., Peskov N.V., Bpodach M.M., Tabunshchikov Y.A., Kolesova M.V. Simulation Of Heat And Moisture Transfer In A Multiplex Structure. Energy and Buildings. 2014. No. 68. Pp. 803-807.
- [30].Vasilyev G.P., Lichman V.A., Golubev S.S. *The results determine the thermal resistance of exterior wall panels.* ABOK. 2012. No. 4. Pp. 74-81. (rus)
- [31].Vasilyev G.P. *Effective thermal protection - a tribute to fashion or economic necessity?* Energy Saving. 2011. No. 6. Pp. 14-23. (rus)
- [32].Vatin N., Gorshkov A., Rymkevich P., Nemova D., Tarasova D. Nonstationary Thermal Conduction Through The Building Envelope. Applied Mechanics and Materials. 2014. No. 670-671. Pp. 365-369.
- [33].Vatin N., Gorshkov A., Nemova D., Tarasova D. Energy Efficiency Of Facades At Major Repairs Of Buildings. Applied Mechanics and Materials. 2014. No. 633-634. Pp. 991-996.
- [34].Gorshkov A., Vatin N., Nemova D., Tarasova D. The Brickwork Joints Effect On The Thermaltechnical Uniformity Of The Exterior Walls From Gas-Concrete Blocks. Applied Mechanics and Materials. 2015. No. 725-726. Pp. 3-8.
- [35].Perlova E., Karpova S., Rakova X., Bondarenko E., Platonova E., Gorshkov A. The Architectural Concept Of The Building With Energy Consumption. Applied Mechanics and Materials. 2015. No. 725-726. Pp. 1580-1588.
- [36].Vatin, N., Petrichenko, M., Nemova, D., Kharkov, N., Korsun, A., Numerical modeling of thermogravitational convection in air gap of system of rear ventilated facades. Applied Mechanics and Materials. 2014. No. 672-674. Pp. 1903-1908.
- [37].Vatin, N., Gorshkov, A., Nemova, D., Urustimov, A., Staritsyna A., Rymkevich P. Calculation Method of Justification of Technical Actions for Prevention of Ice Dams Formation on Buildings with a Pitched Roof. Applied Mechanics and Materials. 2015. No. 725-726. Pp. 9-14.
- [38].Petrichenko M., Vatin N., Nemova D. Improvement of the Double Skin Facades. Applied Mechanics and Materials. 2015. No. 725-726, Pp. 41-48.
- [39].Nemova, D., Murgul, V., Golik, A., Chizhov, E., Pukhkal, V., Vatin N., Reconstruction of administrative buildings of the 70s: the possibility of energy modernization. Journal of Applied Engineering Science. 2014. No. 12 (1). Pp. 37-44.
- [40].Vatin, N., Petrichenko, M., Nemova, D., Hydraulic methods for calculation of system of rear ventilated facades. Applied Mechanics and Materials. 2014. No. 633-634. Pp. 1007-1012.

Горшков А.С., Ливчак В.И. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №3(30). С. 7-37.

Gorshkov A.S., Livchak V.I. History, evolution and development of regulatory requirements for enclosing structures. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 3(30), Pp. 7-37. (rus)