

УДК 699.86

*В.Г. ГАГАРИН, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
В.В. КОЗЛОВ, канд. техн. наук, НИИСФ РААСН (Москва)*

Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий»

Описаны требования к теплозащитным характеристикам отдельных ограждающих конструкций, всей совокупности ограждающих конструкций и к показателю энергетической эффективности здания.

Ключевые слова: *тепловая защита зданий, сопротивление теплопередаче, удельная теплозащитная характеристика, энергосбережение, энергоэффективность.*

Более полугодом проходит публичное обсуждение редакции актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий». Около полувека он был известен как СНиП «Строительная теплотехника» и содержал требования и методы теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий. В этой главе СНиП были сконцентрированы результаты разработок русских и советских ученых В.А. Сокольского, В.Д. Мачинского, В.М. Чаплина, А.К. Говве, О.Е. Власова, Г.А. Селиверстова, К.Ф. Фокина, Р.Е. Брилинга, А.У. Франчука, В.М. Ильинского, А.М. Шкловера, Ф.В. Ушкова и многих других. Однако с ужесточением требований к энергосбережению в 1995 г., затем в 1998–2000 гг. в измененной главе СНиП II-3–79* основной акцент переместился с комплексной оценки теплотехнических свойств ограждающих конструкций на повышение их сопротивления теплопередаче.

С введением повышенных требований к теплозащите зданий ряд стеновых конструкций был вытеснен из практики строительства (легкобетонные панели). Зато появились новые – многослойные ограждающие конструкции с применением эффективных утеплителей. Однако изменение методов для оценки новых ограждающих конструкций старая редакция СНиП не содержала. В 2003 г. Госстрой России ввел в действие новую редакцию данного СНиП, эта глава стала называться «Тепловая защита зданий». К сожалению, форма СНиП была существенно изменена в худшую сторону: из ряда разделов СНиП были удалены методы расчета и остались только требования; в индексах русские буквы были изменены на латинские. Нововведением стал альтернативный так называемый потребительский подход: в раздел теплозащиты были добавлены требования к «удельному расходу тепловой энергии на отопление здания». Если эти требования выполняются, то поэлементные требования к теплозащите ограждающих конструкций (неоправданно завышенные до этого) разрешается понизить. Методика расчета «удельного расхода тепловой энергии на отопление здания» помещена в приложение. Суть всех остальных требований, кроме требований к теплозащите, не изменилась.

Методы расчета теплотехнических показателей ограждающих конструкций, которые нормировались СНиП 23-02–2003, были сведены в Свод правил СП 23-101–2004 «Проектиро-

вание тепловой защиты зданий», без которого пользоваться СНиПом оказалось невозможно. Методы оценки и расчета теплотехнических показателей (приведенного сопротивления теплопередаче и влажностного режима) новых ограждающих конструкций, таких как навесные фасадные системы с вентилируемой воздушной прослойкой, системы скрепленной теплоизоляции с тонким штукатурным слоем и др., в СНиП и СП предложены не были. К сожалению, после утверждения СНиП 23-02–2003 и СП 23-101–2004 строительное нормотворчество вообще прекратилось до 2010 г., а Госстрой России был ликвидирован.

Актуализация СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий», начатая в 2010 г., выполнялась на основе редакции этого документа 2003 г. [1]. Период работы над СНиП совпал с очередным обострением борьбы за экономию энергии. Кроме того, наше время характеризуется очередным приступом «европейничанья» (термин введен Н.Я. Данилевским в XIX в.), конкретное выражение которого заключается в существенной перестройке отечественной нормативной системы и попытке прямой замены российских норм зарубежными. В связи с этим при проведении актуализации СНиП необходимо было решить несколько задач, в том числе:

- сохранить преемственность, т. е. основные понятия и базовые требования редакции СНиП 23-02–2003;
- повысить энергоэффективность проектируемых зданий за счет неиспользованных резервов, которые актуализированный СНиП должен раскрыть;
- провести гармонизацию СНиП с зарубежными нормами;
- включить в СНиП наиболее необходимые методики расчета нормируемых теплофизических показателей ограждающих конструкций;
- по возможности устранить выявленные недостатки СНиП 23-02–2003;
- возвратиться к русским индексам в обозначениях;
- создать предпосылки для возможности использования СНиП для проектирования новых ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными свойствами;
- заложить основы для дальнейшего развития нормирования теплофизических свойств ограждающих конструкций.

Такое обилие задач, в том числе и противоречащих друг другу, не могло не вызвать неоднозначного отношения специалистов и бизнес-сообщества к разрабатываемому документу.

Основное внимание специалистов при разработке и обсуждении редакции СНиП было обращено на нормирование теплозащиты зданий и расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий. Краткому изложению этих вопросов и обоснованию принятых решений посвящена данная статья, чтение которой предполагает знакомство с [1].

В актуализированной редакции СНиП нормирование теплозащиты и расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий осуществляется посредством трех видов требований: требования к теплозащите отдельных ограждений; требования к теплозащите оболочки здания (к совокупности всех наружных ограждающих конструкций) и требования к показателю энергоэффективности здания, в качестве которого принята *удельная энергетическая характеристика здания*. Такая же структура, обеспечившая гармонизацию требований актуализированного СНиП с зарубежными нормами, принята, например, в нормах Дании [2].

Поэлементные требования к ограждающим конструкциям

Поэлементные требования в СНиП с точки зрения энергосбережения являются вспомогательными, поскольку не только они обеспечивают снижение теплопотерь. Эти требования должны быть защитой от попыток использования ограждающих конструкций со слишком низким значением сопротивления теплопередаче, поскольку в таком случае будут нарушены комфортные условия в помещениях. **Практикой доказано, что для выполнения комфортных условий достаточны требования к теплозащите ограждающих конструкций на уровне тех, которые были до 1995 г. Однако не прекращаются попытки повысить требуемые значения сопротивления теплопередаче.** Особенно болезненно это повышение отражается на конструкциях стен. В литературе отсутствуют корректные данные, подтверждающие экономическую целесообразность повышения сопротивления теплопередаче стен, не только вышеуказанных в табл. 4 из [1], но и выше величин в два раза меньших. В то же время для окон повышение сопротивления теплопередаче может быть вполне оправданным. Существенно и различие региональных подходов при решении данной проблемы. Поэтому в актуализированном СНиП поэлементные требования к ограждающим конструкциям представлены табл. 4 из [1] с учетом п. 5.13 из [1]. Согласно п. 5.13 требуемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций R_o^{TP} из указанной таблицы допускается корректировать. В актуализированном СНиП коррекция нормируемого значения сопротивления теплопередаче учитывает особенности регионов при помощи коэффициента m_p :

$$R_o^{НОРМ} = R_o^{TP} \cdot m_p, \quad (1)$$

где R_o^{TP} – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, принимаемое в зависимости от градусо-суток отопительного периода; $R_o^{НОРМ}$ – нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$; m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, принимаемый для стен не менее $m_p = 0,63$, для светопрозрачных конструкций не менее $m_p = 0,95$, для

остальных ограждающих конструкций не менее $m_p = 0,8$. Повышение значений коэффициента m_p для конкретного региона должно быть обосновано экономическим расчетом.

В [1] требования к «удельному расходу тепловой энергии на отопление здания» были альтернативными (необязательными), при их выполнении допускалось понижение требуемого сопротивления теплопередаче (для стен до $0,63 R_o^{TP}$). Это понижение также было альтернативным. В актуализированной редакции СНиП соответствующие требования энергоэффективности представлены в специальном разделе 10 и стали безальтернативными (обязательными), поэтому и снижение нормативных значений сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций стало безальтернативным. Если в каком-либо регионе будет доказана экономическая целесообразность повышения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, на региональном уровне допускается повысить данное требование.

Требование экономического обоснования такого решения основано на законе 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», согласно ст. 9 которого государственное регулирование осуществляется путем установления требований к энергоэффективности. А энергетическая эффективность определяется в п. 4 ст. 2 как «характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта...». Таким образом, поэлементные требования сохранились на прежнем уровне, но введена возможность обоснованного повышения этих требований путем проведения энергоэффективного решения.

Фактическое ужесточение поэлементных требований заключается в том, что в качестве обязательного приложения в актуализированной редакции СНиП представлен значительно модернизированный метод расчета **приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**. Дело в том, что метод расчета приведенного сопротивления теплопередаче, представленный в СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», является по существу полуэмпирическим и зачастую дает завышенные результаты, вследствие неполного учета всех теплопроводных включений, имеющихся в современных ограждающих конструкциях. Проверка расчетов по этому методу органами экспертизы затруднена вследствие его нечеткости. Теоретическое обоснование модернизированного метода расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждений (давно применяемого в НИИСФ и некоторых других организациях) приведено в [3]. Согласно данному методу приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания рассчитывается по формуле:

$$R_o^{НОРМ} = \frac{1}{\frac{1}{R_o^{УСН}} + \sum I_j \Psi_j + \sum n_k K_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum I_j \Psi_j + \sum n_k K_k}, \quad (2)$$

где $R_o^{УСН}$ – среднее по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания либо выделенной ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$; I_j – протяженность линейной неоднородности j -го вида, приходящаяся на $1 m^2$ фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции, m/m^2 ; Ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j -го вида, $Вт/(m \cdot ^\circ C)$; n_k – количество точечных неоднородностей k -го

вида, приходящихся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции, шт./ м^2 ; K_k – удельные потери теплоты через точечную неоднородность k -го вида, $\text{Вт}/^\circ\text{C}$; a_i – площадь однородной i -й части фрагмента конструкции i -го вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции, $\text{м}^2/\text{м}^2$; U_i – коэффициент теплопередачи однородной i -й части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент i -го вида), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Удельные потери теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности определяются на основании расчетов плоских и объемных температурных полей. Расчет, основанный на формуле (2), гармонизирован с методами, применяемыми в ФРГ [4].

К поэлементным требованиям в актуализированной редакции СНиП относятся также санитарно-гигиенические требования невыпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций в местах расположения теплопроводных включений и ограничения температуры на поверхностях заполнения световых проемов.

Требование к оболочке здания

Требование к оболочке здания в актуализированной редакции СНиП является основным, поскольку именно оно ограничивает тепловые потери через совокупность всех ограждающих конструкций [5]. Следующий вывод обосновывает, что потери теплоты через оболочку здания пропорциональны величине удельной теплозащитной характеристики.

Потери теплоты через оболочку здания описываются при определенном упрощении формулой:

$$Q = \left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right) \cdot \text{ГСОП} \cdot 24 / 1000, \quad (3)$$

где Q – потери теплоты зданием за отопительный период, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$; A_i – площади наружных ограждений, м^2 ; $R_{o,i}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче соответствующих наружных ограждений, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, $^\circ\text{C} \text{ сут}/\text{год}$; V – отапливаемый объем здания, ограниченный рассматриваемой совокупностью ограждающих конструкций, м^3 ; A_H^{cym} – суммарная площадь всех наружных ограждающих конструкций, м^2 .

Преобразование уравнения (3) дает:

$$Q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot \left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right) = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V \cdot \frac{A_H^{cym}}{V} \cdot \frac{\left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right)}{A_H^{cym}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V \cdot k_{об}. \quad (4)$$

Из (4) следует:

$$k_{об} = K_{комп} \cdot K_{общ}, \quad (5)$$

$$\text{где } K_{комп} = \frac{A_H^{cym}}{V}; \quad K_{общ} = \frac{\left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right)}{A_H^{cym}}. \quad (6)$$

Величина $k_{об}$ – удельная характеристика, которую предложено называть теплозащитной, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$. **Физический смысл удельной теплозащитной характеристики заключается в том, что она численно равна количеству**

тепловой энергии, теряемой теплопередачей через оболочку здания 1 м^3 отапливаемого объема здания в единицу времени (в секунду), при перепаде температуры воздуха в 1°C . Если умножить удельную теплозащитную характеристику на ГСОП и на размерный коэффициент 0,024, то получится количество тепловой энергии в $\text{кВт} \cdot \text{ч}$, которое теряется через оболочку здания 1 м^3 отапливаемого объема за отопительный период; если это количество разделить на высоту этажа, то получится «удельный расход тепловой энергии на отопление здания», обусловленный теплопотерями через оболочку здания, измеряемый в $\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Удельную теплозащитную характеристику здания (под другим названием) было предложено использовать для нормирования теплопотерь через оболочку здания еще в 30-х гг. XX в [6]. Отметим, что попытки нормировать общий коэффициент теплопередачи оболочки здания $K_{общ}$ или коэффициент компактности здания $K_{комп}$, например в МГСН 2.01–99, как следует из (4)–(6), нельзя признать самостоятельными, поскольку они не полностью характеризуют теплозащитные свойства оболочки здания в отличие от удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}$. Пример, подтверждающий это положение, приведен в [5].

В актуализированной редакции СНиП введено нормирование удельной теплозащитной характеристики здания. Нормирование осуществляется путем сравнения: расчетная величина должна быть не больше нормируемой (требуемой):

$$k_{об} \leq k_{об}^{TP}. \quad (7)$$

Требуемая удельная теплозащитная характеристика рассчитывается по формуле:

$$k_{об}^{TP} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}} & V_{от} \leq 960 \\ 0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}} & V_{от} > 960 \end{cases} \quad (8)$$

Эта формула представляет собой аппроксимацию значений удельной теплозащитной характеристики набора зданий определенной, эталонной формы при минимально допустимых поэлементных значениях приведенного сопротивления теплопередаче всех ограждающих конструкций. В [5] была представлена другая формула для расчета нормируемых значений удельной теплозащитной характеристики зданий, которая была в дальнейшем скорректирована в результате обсуждения первой редакции актуализированного СНиП. Для удобства использования в СНиП представлена таблица (табл. 1) нормируемых значений $k_{об}^{TP}$, табулированных по формуле (8).

Методика расчета удельной теплозащитной характеристики здания представлена в обязательном приложении к СНиП. Если здание имеет форму, близкую к эталонной, и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, близкие к нормируемым значениям, то его теплозащитная характеристика не превысит требуемого значения, определенного по формуле (8). Если же здание будет иметь более сложную форму, например развитую поверхность стен, то его теплозащитная характеристика может превосходить требуемое значение, вычисленное по формуле (8). В последнем случае для удовлетворения рассматриваемого тре-

Таблица 1
Нормируемые значения удельной теплозащитной характеристики здания

Отапливаемый объем здания, $V_{от}, \text{м}^3$	Значения $k_{об}^{TR}$, Вт/($\text{м}^3 \cdot \text{°C}$), при значениях ГСОП, $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$				
	1000	3000	5000	8000	12000
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,36	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200000	0,269	0,182	0,145	0,111	0,084

бования необходимо будет увеличить сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций здания. Причем выбор этих ограждающих конструкций остается за проектировщиком. Осуществить этот выбор можно при помощи метода «Оптимизации оболочки здания по окупаемости энергосберегающих мероприятий», который представлен в необязательном приложении к СНиП.

Поскольку удельная теплозащитная характеристика вычисляется с использованием значений сопротивления теплопередаче, нормируемые значения которых зависят от ГСОП, то и нормируемые значения этой характеристики также зависят от ГСОП.

Еще раз следует отметить, что именно удельная теплозащитная характеристика определяет теплопотери через совокупность ограждающих конструкций здания, а не сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций. Поэтому требование ограничения $k_{об}$ является основным требованием, обеспечивающим снижение расхода тепловой энергии на отопление здания.

Требование к показателю энергоэффективности здания

В актуализированной редакции СНиП 23–02 выполнено совершенствование расчета показателя энергоэффективности здания. Необходимость совершенствования вытекает из нескольких причин, главные из которых следующие.

1. В СНиП 23-02–2003 нормирование «удельного расхода тепловой энергии на отопление здания» было включено в раздел «Тепловая защита зданий». Такое строение СНиП создавало иллюзию, что расход тепловой энергии на отопление здания полностью определяется тепловой защитой здания. На самом деле характеристики тепловой защиты здания являются частью набора характеристик, требующихся для расчета расхода тепловой энергии на отопление здания. По своему содержанию раздел по нормированию расхода тепловой энергии на отопление здания должен выходить за рамки раздела, в котором нормируются характеристики тепловой защиты ограждающих конструкций.
2. Название «удельный расход тепловой энергии на отопление здания» не является адекватным тому понятию, которое оно в данном случае обозначает. Обычно под этим названием подразумевается количество энергии, затрачиваемой на отопление единицы полезной площади здания (или единицы отапливаемого объема) в течение года. Простой анализ показывает, что в СНиП 23-02–2003 использовалась величина, означающая количество энер-

гии, затрачиваемой на отопление единицы полезной площади здания (или единицы отапливаемого объема) в единицу времени при перепаде температуры в 1°C . Такой параметр носит название «удельная характеристика».

3. Методика расчета нормируемой величины в СНиП 23-02–2003 неоправданно усложнена. Например, в процессе расчета происходит умножение, а затем деление на величину ГСОП. В окончательной формуле не разделены теплопотери через оболочку здания и теплопотери, обусловленные вентиляцией и т. д. Такая методика затрудняет выполнение анализа влияния того или иного изменения проекта здания на нормируемую величину.
4. «Удельный расход тепловой энергии на отопление здания» нормируется в табл. 9 СНиП как на 1 м^2 , так и на 1 м^3 . Соответствующие нормируемые значения могут совпадать только при определенной высоте этажа, в остальных случаях они будут различаться, что создает неоднозначность нормирования.

Анализ методики расчета «удельного расхода тепловой энергии на отопление здания», используемой в СНиП 23-02–2003, показал, что расчетная величина $q_{от}^p$ фактически измеряется в Вт/($\text{м}^3 \cdot \text{°C}$) и представляется в виде:

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_h, \quad (9)$$

где $k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/($\text{м}^3 \cdot \text{°C}$), определяемая по формулам (5) и (6); $k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/($\text{м}^3 \cdot \text{°C}$); $k_{быт}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/($\text{м}^3 \cdot \text{°C}$); $k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/($\text{м}^3 \cdot \text{°C}$); β_h , v , ζ – коэффициенты, которые определены в приложении Г СНиП 23-02–2003 и которые характеризуют систему отопления и не связаны со свойствами ограждающих конструкций; ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических данных фактического снижения $\xi = 0,1$ (данный коэффициент предложен В.И. Ливчаком).

Расчетные формулы для $k_{вент}$, $k_{быт}$ и $k_{рад}$ получаются из методики расчета в приложении Г [1] (в данной статье не приводятся).

Параметр $q_{от}$ назван в актуализированной редакции СНиП «удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания». Этот параметр и принят в актуализированной редакции СНиП в качестве показателя энергетической эффективности здания. Требование к показателю энергетической эффективности здания выглядят традиционно: расчетное значение должно быть не больше нормируемой величины:

$$q_{от}^p \leq q_{от}^{TR}. \quad (10)$$

Таблица нормируемых значений удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания (табл. 2) получена умножением на 0,0116 соответствующих значений табл. 9 из [1]. Пересчет осуществлялся исходя из следующего соотношения единиц измерения:

$$\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут}) = \frac{1000}{24 \cdot 3600} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{°C}} = 0,0116 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

По рассчитанному значению удельной характеристики расхода тепловой энергии вычисляется удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию по формулам:

Таблица 2

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период, Вт/(м³·°С)

Тип здания	Этажность здания							
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1. Жилые многоквартирные, гостиницы, общежития	0,455	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,29
2. Общественные, кроме перечисленных в строках 3–6 таблицы	0,487	0,44	0,417	0,371	0,359	0,342	0,324	–
3. Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	0,394	0,382	0,371	0,359	0,348	0,336	0,324	–
4. Дошкольные учреждения, хосписы	0,521	0,521	0,521	–	–	–	–	–
5. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой деятельности, технопарки, склады	0,266	0,255	0,243	0,232	0,232	–	–	–
6. Административного назначения (офисы)	0,417	0,394	0,382	0,313	0,278	0,255	0,232	0,232

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год}); \quad (11)$$

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p \cdot h, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (11a)$$

где h – высота этажа, м.

Расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию зависят от климатического параметра региона строительства – ГСОП в отличие от удельной характеристики, которая не зависит от ГСОП. Поэтому если бы нормировался удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (как декларировано в СНиП 23-02–2003), то нормируемая величина должна была бы зависеть от ГСОП. Таким образом, представленный в актуализированной редакции СНиП подход позволил избежать логических просчетов в [1] при расчете удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию и в то же время сохранить базовые нормы энергетической эффективности зданий.

Равенство (9) показывает, что удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания является линейной комбинацией четырех удельных характеристик здания. При этом используются четыре коэффициента, значения которых назначены с неизвестной погрешностью и из соображений, практически не связанных с ограждающими конструкциями. Кроме того, три из четырех удельных характеристик в правой части (9) существенно зависят от особенностей эксплуатации здания и не могут быть адекватно рассчитаны на стадии проектирования. Рассчитываются лишь некоторые модели теплопотерь вследствие вентиляции, теплопотуплений от бытовых источников и теплопотуплений от солнечной радиации. Эти модели далеки от реальных процессов, происходящих в здании. На этом фоне удельная теплозащитная характеристика здания может быть достаточно точно спрогнозирована на стадии проектирования, поскольку в расчет этой характеристики не входят климатические показатели, особенности поведения жильцов дома, надежность работы системы отопления и т. д. Это обстоятельство явилось предпосылкой для отдельного нормирования удельной теплозащитной характеристики здания, что и было реализовано в актуализированной редакции СНиП.

Следует еще раз подчеркнуть, что методика оценки энергетической эффективности здания фактически сохранена такой же, как в [1]. Она только приведена в соответствии с аналогичной методикой СП 23-101–2004 и более грамотно оформлена, что сделало ее более прозрачной.

Заключение

В проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» повышение требований к энергетической эффективности зданий осуществляется за счет:

- нормирования метода расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;
- нормирования удельной теплозащитной характеристики здания.

Эти мероприятия позволят задействовать резервы повышения теплозащиты зданий:

- повысить теплотехническую однородность конструкций;
- оптимизировать архитектурно-планировочные решения.

В то же время они не вызовут существенного удорожания стоимости строительства.

Методика расчета показателя энергетической эффективности зданий по своему содержанию практически соответствует методике в СНиП 23-02–2003 (с небольшими изменениями), но по форме видоизменена с целью удобства использования ее в практических расчетах и анализах показателя энергетической эффективности.

Представленная в актуализированном СНиП система нормирования обладает потенциалом для развития. Наиболее важным при этом представляется переход от нормирования показателя энергетической эффективности в зависимости от этажности к нормированию в зависимости от объема здания.

Список литературы

1. СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий». М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004.
2. Bygningsreglementet 2010 (<http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/forside/0/2>).
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 4–12.
4. DIN 4108 Beiblatt 2. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele.
5. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О комплексном показателе тепловой защиты оболочки здания // Журнал АВОК. 2010. № 4. С. 52–60.
6. Нормы определения теплопотерь через ограждения зданий и расчетных температур. ОСТ 90008-39. Комитет по делам строительства при СНК Союза ССР. М.–Л. 1939.

Разработчики актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» будут благодарны за конструктивные замечания и предложения по совершенствованию этого важного для строительного комплекса документа.

**Адрес: 127238, Москва, Локomotивный пр., 21. НИИСФ РААСН.
Телефон/факс: (495)-482-39-73
e-mail: gagarinvg@yandex.ru**