

ТЕПЛОЗАЩИТА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ПРОЕКТЕ АКТУАЛИЗИРОВАННОЙ РЕДАКЦИИ СНиП «ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ»

В. Г. ГАГАРИН, д. т. н., член-корр. РААСН,
В. В. КОЗЛОВ, к. т. н., НИИСФ РААСН

Введение

Актуализация СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий» выполнялась на основе редакции этого документа 2003 г. [1]. При проведении актуализации СНиП необходимо было решить несколько задач, главные из которых заключаются в следующем:

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

Основное внимание специалистов при разработке и обсуждении актуализированной 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.

В актуализированной редакции СНиП нормирование теплозащиты зданий и расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий осуществляется тремя видами требований: требованиями к теплозащите отдельных ограждений, требованиями к теплозащите оболочки здания (к совокупности всех наружных ограждающих конструкций) и требованиями к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, в качестве которого принята удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.

Поэлементные требования к ограждающим конструкциям

Во-первых, следует отметить, что подход к повышению энергоэффективности зданий исключительно за счет повышения требуемого сопротивления теплопередаче стен является тупиковым и экономически необоснованным. Ссылка на зарубежный опыт в данном вопросе не является убедительной, поскольку в зарубежных нормах нормируются коэффициенты теплопередаче только по глади конструкции, т. е. без учета теплопроводных включений. Этим и объясняются те высокие значения, которые там представлены. Например, в нормах Дании [2] отсутствуют какие бы то ни было данные о влиянии теплопроводных включений, кроме двух видов (из более чем десяти) — оконных откосов и заделки фонарей, а также сопряжения стены с цоколем. В России же нормируется приведенное сопротивление теплопередаче, отражающее влияние всех «мостиков холода».

Также при решении данной проблемы следует учитывать и региональные особенности. Поэтому поэлементные требования к ограждающим конструкциям в актуализированном СНиП представлены в таблице 4 (СНиП 23-02-2003 [1]) с учетом п. 5.13. Согласно этому пункту требуемые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций R_o^{mp} (из указанной таблицы) допускается корректировать. В актуализированном СНиП коррекция нормируемого значения сопротивления теплопередаче учитывает особенности регионов:

$$R_o^{норм} = R_o^{mp} \cdot m_p,$$

где: R_o^{mp} — 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, $m^2 \cdot ^\circ C / \text{Вт}$; — 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 $m_p = 0,80$. Повышение данных значений коэффициента m_p для конкретного региона должно быть обосновано экономическим расчетом.

Фактическое ужесточение поэлементных требований актуализированной редакции СНиП заключается в том, что в качестве обязательного приложения 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, имеющих в современных ограждающих конструкциях. Теоретическое обоснование модернизированного метода расчета (давно применяемого в НИИСФ) приведено в [3]. Также этот метод расчета гармонизирован с методами, применяемыми в ФРГ [4].

К поэлементным требованиям 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 светопроемов.

Требование к оболочке здания

Это требование ограничивает тепловые потери через оболочку здания [5], т. е. через совокупность всех ограждающих конструкций, и обосновано следующим выводом.

Потери теплоты через оболочку здания описываются при небольшом упрощении формулой:

$$Q = \left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right) \cdot ГСОП \cdot 24 / 1000, \quad (1)$$

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

Преобразование уравнения (1) дает:

$$\begin{aligned} Q &= 0,024 \cdot ГСОП \cdot \left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right) = \\ &= 0,024 \cdot ГСОП \cdot V \cdot \frac{A_n^{сум}}{V} \cdot \left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right) / A_n^{сум} = \\ &= 0,024 \cdot ГСОП \cdot V \cdot K_{комн} \cdot K_{общ} = \\ &= 0,024 \cdot ГСОП \cdot V \cdot k_{об}, \quad (2) \end{aligned}$$

где: $k_{об} = K_{комн} \cdot K_{общ}$

$$K_{комн} = \frac{A_n^{сум}}{V}, \quad K_{общ} = \left(\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{np}} \right) / A_n^{сум}$$

Величина $k_{об}$ — удельная характеристика, которую предложено называть «теплозащитной», $\text{Вт} / (m^3 \cdot ^\circ C)$. Физический смысл этого параметра заключается в том, что он численно равен количеству тепловой энергии, теряемой теплопередачей через оболочку здания 1 m^3 отапливаемого объема здания в единицу времени (в секунду) при перепаде температуры воздуха в 1 $^\circ C$.

Если умножить удельную теплозащитную характеристику на ГСОП и на размерный коэффициент 0,024, то получится количество тепловой энергии в кВт·ч, которое теряется через оболочку здания 1 m^3 отапливаемого объема за отопительный период; если это количество умножить на высоту этажа, то получится «удельный расход тепловой энергии на отопление здания», обусловленный теплопотерями через оболочку здания, измеряемый в кВт·ч/($m^2 \cdot \text{год}$).

Удельную теплозащитную характеристику здания (под другим названием) было предложено использовать для нормирования теплопотерь через оболочку здания еще в 30-х гг. XX в. [6]. Можно отметить, что попытки нормировать общий коэффициент теплопередачи оболочки здания $K_{общ}$ или коэффициент компактности здания $K_{комн}$ (например, в МГСН 2.01-99) нельзя признать состоятельными, поскольку они не полностью характеризуют теплозащитные свойства оболочки здания, в отличие от удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}$.

В актуализированной редакции СНиП введено нормирование удельной теплозащитной характеристики здания. Нормирование осуществляется путем сравнения: расчетная величина должна быть не больше нормируемой (требуемой): $k_{об} \leq k_{об}^{mp}$.

Требуемая удельная теплозащитная характеристика рассчитывается по формуле:

$$k_{об}^{mp} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}} & (a) \\ 0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}} & (b) \\ \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} & \end{cases}, \quad (3)$$

$$(a) V_{от} \leq 960 \quad (b) V_{от} > 960$$

Формула (3) была слегка скорректирована в результате обсуждения первой редакции СНиП (первоначальная версия была представлена в [5]). Для удобства использования в СНиП представлена таблица (табл. 1) нормируемых значений $k_{об}^{mp}$, табулированная по формуле (3). Методика расчета удельной теплозащитной характеристики здания представлена в обязательном приложении к СНиП.

Табл. 1. Нормируемые значения удельной теплозащитной характеристики здания

Отапливаемый объем здания, $V_{от}, m^3$	Значения $k_{об}^{mp}, \text{Вт} / (m^3 \cdot ^\circ C)$ при значениях ГСОП, $^\circ C \cdot \text{сут.} / \text{год}$				
	1 000	3 000	5 000	8 000	12 000
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1 200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2 500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6 000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15 000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50 000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200 000	0,269	0,182	0,145	0,111	0,084



Если здание имеет форму, близкую к эталонной, и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций близки к нормируемым значениям, то его теплозащитная характеристика не превысит требуемое значение, определенное по формуле (3). Если же здание будет иметь более сложную форму, например, развитую поверхность стен, то его теплозащитная характеристика может превосходить требуемое значение. Тогда для удовлетворения рассматриваемого требования необходимо будет увеличить сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций здания.

Литература

1. СНиП 23-02-2003. «Тепловая защита зданий».
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», №12, 2010 г.
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», №4, 2010 г.
6. Нормы определения теплопотерь через ограждения зданий и расчетных температур. ОСТ 90008-39. Комитет по делам строительства при СНК Союза ССР. — М.-Л. 1939 г.
7. Котин В. Я. «Об использовании показателей объемов и площадей жилых зданий в удельных эксплуатационных расходах энергоносителей». // «Промышленное и гражданское строительство», № 12, 2010 г.
8. Energiesparverordnung (EnEV) 2009. Energiesparverordnung Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden.
9. Гагарин В. Г., Козлов В. В. «Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий». // «Жилищное строительство», №8, 2011 г.

Окончание в следующем номере ■

15-18 МАЯ 2012

ВЫСТАВКА КРАСНОЯРСК

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- МАЛОЭТАЖНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ
- ЖКХ И ЭКОЛОГИЯ

Организатор – ВК «Красноярская ярмарка»

Официальная поддержка:

МВДЦ «СИБИРЬ» г. Красноярск, ул. Авиаторов, 19,
тел.: (391) 22-88-611 (круглосуточно) www.krasfair.ru