

УДК 631.8.036

Минеев С.П., д.т.н., проф., Феськова Л.В., студ. БДб-09-1, Брагунцова Ю.П., студ. БДб-09-1, Государственный ВУЗ «НГУ», Днепрпетровск, Украина

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ТЕПЛОЭНЕРГИИ ОДИНОЧНО СТОЯЩЕГО ЗДАНИЯ

Потери тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции жилого дома являются весьма значительными в структуре затрат энергопотребления. Чем выше уровень теплоизоляции стен, тем меньшими окажутся потери тепловой энергии через оболочку здания и, соответственно, меньшими затраты на эксплуатацию здания.

Теплопотери напрямую зависят от уровня теплоизоляции наружных ограждающих конструкций (стен, окон и балконных дверей, наружных дверей, полов по грунту, покрытий). Во всех странах существуют нормативные требования к уровню теплоизоляции наружных ограждающих конструкций, которые отличаются в зависимости от климатических условий страны и ее государственной политики в области энергосбережения. В связи с постоянным ростом цен на энергоресурсы в большинстве развитых стран мира нормативы потребления зданиями энергии постоянно уменьшаются, а требования к уровню теплоизоляции ограждающих конструкций повышаются. Поэтому оценка теплопотерь одиночно стоящего здания в рамках существующих нормативов в сравнении с другими странами является достаточно интересной задачей.

Рассмотрим нормативные требования к уровню теплоизоляции ограждающих конструкций жилого здания, действующие на Украине, России и Финляндии. В Украине действует ДБН В-2.6-31-2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель». В России - СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». В Финляндии действует стандарт National Building Code of Finland, Part D3. Несмотря на близость расчетных климатических условий, требования к уровню теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в этих стандартах значительно отличаются. Следует отметить, что в Финляндии отопительный период немного короче, чем России, однако требования к уровню теплоизоляции стен, покрытий и т.п. выше.

Рассмотрим, как влияет на структуру потерь тепловой энергии через оболочку здания степень утепления наружных ограждающих конструкций. С этой целью произведем расчет трансмиссионных потерь тепловой энергии (теплопотерь через наружные ограждающие конструкции — стены, окна, выходные наружные двери, покрытия и т. д.) для одноквартирного жилого дома в течение отопительного периода, приняв минимальные требования к уровню тепловой защиты наружных ограждающих конструкций, согласно представленным стандартам рассматриваемых стран.

Для расчета потерь тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции здания используем следующие исходные данные (см. табл. 1).

Исходные данные для расчета возьмем средние по условиям Днепрпетровской области. Ниже приведем расчетные климатические и теплоэнергетические параметры, принятые согласно ДБН В-2.6-31-2006 и приведенные в табл. 2.

Необходимую площадь наружных ограждающих конструкций отапливаемого объема рассматриваемого дома возьмем из проекта и приведем ниже в табл. 3.

С использованием полученных исходных данных произведем расчет трансмиссионных потерь тепловой энергии, используя минимальные требования к уровню теплоизоляции из различных стандартов и температурные условия эксплуатации здания. Расчет тепловой энергии приведем ниже.

Таблица 1

Минимальные требования к уровню теплозащиты наружных ограждающих конструкций жилого дома согласно нормативным требованиям различных стандартов

Тип наружной ограждающей конструкции	Требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче R^{TP}_0 , $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$, рассчитанные по стандартам		
	ДБН В-2.6-31-2006, $R^{TP}_{СНиП}$, $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$	СНиП 23-02-2003, $R^{TP}_{СНиП}$, $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$	National Building Code of Finland, Part D3, R^{TP}_{D3*} , $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$
Наружные стены	2,5	3,23	5,88
Окна	0,56	0,54	1,0
Входные наружные двери	0,56	0,83	1,0
Совмещенное покрытие	4,5	4,81	11,11
Полы по грунту	3,3	Не нормируется	6,25

Таблица 2

Расчетные условия для жилой части здания

Показатель	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
Расчетная температура наружного воздуха	t_n	$^\circ C$	-20
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	$^\circ C$	-1,1
Продолжительность отопительного периода	$t_{от}$	сут./год	182
Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	$^\circ C \cdot сут./год$	3250
Расчетная температура внутреннего воздуха	t_v	$^\circ C$	20

Таблица 3

Площадь наружных ограждающих конструкций здания

Тип наружной ограждающей конструкции	Площадь конструкций A_i , m^2
Наружные стены - $A_{ст}$	207,3
Окна, включая мансардные - $A_{ок}$	75,8
Входные наружные двери - $A_{дв}$	5,4
Совмещенное покрытие (без учета свесов) - $A_{покp}$	156,0
Полы по грунту - $A_{под}$	144,0
Суммарная площадь наружных ограждающих конструкций отапливаемого объема здания - $A^{сум}_H$	588,5

Расчет трансмиссионных потерь тепловой энергии на отопление $Q_{огp}^c$, кВт·ч/год, рассматриваемого жилого здания за отопительный период произведем по формуле:

$$Q_{озр}^2 = 0,024 \cdot ГСОП \cdot \sum_1^n \frac{A_i}{R_i}, \quad (1)$$

где 0,024 – переводной коэффициент потерь тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции из Вт·сут, в кВт·ч (1 сут.=24ч, 1Вт=0,001 кВт, Вт·сут.=0,024кВт·ч); ГСОП – градусо-сутки отопительного периода согласно табл. 2; A_i – площадь i -го типа наружных ограждающих конструкций (стен, окон, покрытий и т.д.), принимаемая для рассматриваемого дома по табл.3; R_i – приведенное сопротивление i -го типа наружной ограждающей конструкции, принятый по табл.1;

- по ДБН В-2.6-31-2006 - $Q_{озр(ДБН)}^2$ кВт·ч/год:

$$\begin{aligned} Q_{озр(ДБН)}^2 &= 0,024 \cdot 3250 \cdot \left(\frac{A_{ст}}{R_{ст}^{mp}} + \frac{A_{ок}}{R_{ок}^{mp}} + \frac{A_{дв}}{R_{дв}^{mp}} + \frac{A_{покр}}{R_{покр}^{mp}} + \frac{A_{пол}}{R_{пол}^{mp}} \right) = \\ &= 0,024 \cdot 3250 \cdot \left(\frac{207,3}{2,5} + \frac{75,8}{0,56} + \frac{5,4}{0,56} + \frac{156}{4,5} + \frac{144}{3,3} \right) = 23886 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}; \end{aligned}$$

- по СНиП 23-02-2003 - $Q_{озр(СНиП)}^2$ кВт·ч/год:

$$\begin{aligned} Q_{озр(СНиП)}^2 &= 0,024 \cdot 3250 \cdot \left(\frac{A_{ст}}{R_{ст}^{mp}} + \frac{A_{ок}}{R_{ок}^{mp}} + \frac{A_{дв}}{R_{дв}^{mp}} + \frac{A_{покр}}{R_{покр}^{mp}} + \frac{A_{пол}}{R_{пол}^{mp}} \right) = \\ &= 0,024 \cdot 3250 \cdot \left(\frac{207,3}{3,23} + \frac{75,8}{0,54} + \frac{5,4}{0,83} + \frac{156}{4,81} + \frac{144}{2,82} \right) = 22932 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}; \end{aligned}$$

- по стандарту National Building Code of Finland, Part D3- кВт ч/год:

$$\begin{aligned} Q_{озр(D3)}^2 &= 0,024 \cdot 3250 \cdot \left(\frac{A_{ст}}{R_{ст}^{mp}} + \frac{A_{ок}}{R_{ок}^{mp}} + \frac{A_{дв}}{R_{дв}^{mp}} + \frac{A_{покр}}{R_{покр}^{mp}} + \frac{A_{пол}}{R_{пол}^{mp}} \right) = \\ &= 0,024 \cdot 3250 \cdot \left(\frac{207,3}{5,88} + \frac{75,8}{1,0} + \frac{5,4}{1,0} + \frac{156}{11,11} + \frac{144}{6,25} \right) = 11975 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}; \end{aligned}$$

Из представленных расчетов видно, что теплопотери через оболочку здания, построенного по минимальным требованиям к уровню теплоизоляции наружных ограждающих конструкций по финскому стандарту, окажутся практически в 2 раза меньше по сравнению со зданием, запроектированным согласно минимальным требованиям украинского стандарта (ДБН В-2.6-31-2006).

Результаты приведенного расчета в различных единицах измерения тепловой энергии сведены в табл. 4.

Далее рассмотрим эту же задачу с экономической точки зрения. Примем стоимость 1 Гкал тепловой энергии на отопление равной 227 грн. Умножим эту величину на годовой расход тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции, рассчитанный по

разным нормативам (см. данные из табл. 4). Результаты экономического расчета для рассматриваемого многоквартирного жилого дома приведем в табл. 5.

Таблица 4

Годовой расход потерь тепловой энергии за отопительный период в зависимости от минимальных требований к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций

Результат расчета по стандарту	Годовой расход тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции (трансмиссионные потери тепловой энергии)		
	кВт · ч/год	МДж/год*	Гкал/год **
ДБН В-2.6-31-2006	23886	85990	20,5
СНиП 23-02-2003	22932	82555	19,7
National Building Code of Finland, Part D3	11975	43110	10,3

Примечания: *Расход тепловой энергии в Мдж/год вычислен исходя из следующего соотношения 1 Мдж/год = 3,6 кВт · ч/год;
 **Расход тепловой энергии в Гкал/год вычислен исходя из следующего соотношения 1 Гкал/год=86 · 10⁻⁵ кВт · ч/год.

Как следует из данных, представленных в табл. 5, при строительстве здания по минимальным нормативам требованиям Украины (ДБН В-2.6-31-2006) за год эксплуатации набегает дополнительно 2315 грн по сравнению со зданием, построенным в соответствии с минимальными требованиями стандарта Финляндии. При отопительном периоде примерно 6 мес. в первый год эксплуатации затрачивается дополнительно по 386 грн. в месяц. Кроме того, как все понимают, тарифы энергоносители не являются постоянной величиной.

Таблица 5

Годовая стоимость тепловой энергии на отопление здания при учете только потерь тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции

Результаты расчета по стандарту	Годовой расход тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции, Гкал/год	Годовая стоимость тепловой энергии на отопление здания при условии только трансмиссионных потерь, грн
ДБН В-2.6-31-2006	20,5	4653,5
СНиП 23-02-2003	19,7	4471,9
National Building Code of Finland, Part D3	10,3	2338,1

Примечание: Стоимость 1 Гкал тепловой энергии может существенно отличаться в зависимости от теплоснабжающей организации и удаленности объекта. Стоимость 1 Гкал тепловой энергии в размере 227 грн/Гкал принята усредненной для Днепропетровской области по данным 2013г.

Произведем расчет стоимости тепловой энергии, отопление рассматриваемого здания только при наличии трансмиссионных потерь тепловой энергии на 2016 год эксплуатации здания при различном уровне теплозащиты ограждающих конструкций (по стандартам Украины, России и Финляндии). Результаты последовательного суммирования расходов жителей рассматриваемого дома за тепловую энергию при учете только трансмиссионных потерь тепловой энергии представлены в табл. 6.

Таким образом, получаем, что например, в 2016 г эксплуатации жителей дома,

построенного по Украинских требованиям к уровню теплоизоляции, дополнительные затраты составят по сравнению с жителями аналогичного строения, построенного по минимальным требованиям финского стандарта, дополнительно 5788 грн. И в случае, если после 2016 года тарифы на тепловую энергию по каким то причинам останутся неизменными, то за 10 лет переплата составит 57885 грн, а за 20 лет – 115770 грн. Поэтому более целесообразно эти средства потратить на более полезные мероприятия по уменьшению теплопотерь. Кроме этого, необходимо отметить очевидную необходимость для Украины пересмотра существующих нормативных документов в плане повышения энергозащищенности жилых зданий.

Таблица 6

Результаты последовательного суммирования расходов жителей частного загородного дома за тепловую энергию при учете только трансмиссионных потерь тепловой энергии (через наружную оболочку здания — стены, покрытия, окна и т. п.)

Расчет по стандарту	За 2013г эксплуатации	За 2016г эксплуатации
ДБН В-2.6-31-2006	4653,5	11633,75
СНиП 23-02-2003	4471,9	11179,75
National Building Code of Finland, Part D3	2338,1	5845,25

Одной из целей данной работы является пропаганда необходимости усиления требований существующих нормативов по теплоизоляции строящихся зданий. При этом необходимо иметь в виду, что существующие цены на энергоносители с учетом перспективы их роста значительно превысят затраты на качественную теплоизоляцию зданий.

Учитывая, что существующие нормативы по теплоизоляции зданий на Украине не оказывают практически никакого стимулирующего действия на разработку новых технических решений в строительстве и созданию новых дешевых, и технологичных теплоизоляционных материалов, то строящиеся здания в большинстве своем являются высоко энергозатратными. Поэтому основным выводом, вытекающим из данного доклада, является необходимость переработки имеющихся на Украине ДБН в плане ужесточения теплоизоляционных требований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.6-31:2006 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель, НДІБК, Мінбуд, ввести з 1.03.2007р, вимоги пунктів 1.15, 2.14, 5.5, позицій 2а, 5а і 6а таблиці 1 та розділу 7 ДБН В.2.6-31:2006 рекомендовані та набувають обов'язкової чинності з 1.01.2008 долі, наказ від 9.09.2006 р. № 301
2. СНиП 23-02-2003 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ (THERMAL PERFORMANCE OF THE BUILDINGS), Москва 2004, УДК 697.1 с 1 октября 2003 г. постановлением Госстроя России от 26.06.2003 г. N 113
3. National Building Code of Finland, Part D3
4. Ватич М. И. Немова Д.В. Горошков А.С. "название оригинальной статьи"//Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века - 2013, №1. - с. 36-39