

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ЗАХОДІВ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

© Ярослав В.Ю., Четербок А.О., 2009

Дано кількісну оцінку споживання теплової енергії в існуючій житловій забудові. Визначено ефективність заходів з термомодернізації, які розглядаються під час проведення енергоаудиту.

In this article the quantitative estimation of heat consumption for civil buildings is presented. Ways of thermorenewal process needed for consideration at energy audit carrying out are proposed.

Постановка проблеми. Питання енергозаощадження, обліку енергоресурсів, ефективного їх споживання сьогодні стоять, як ніколи, гостро. Доведено, що в структурі енергоспоживання понад 40 % енергоресурсів використовується на потреби систем забезпечення мікроклімату, 30 % – на транспорт і тільки 27 % – на індустріальні потреби [1]. Отже, необхідно економити насамперед енергоносії, що витрачаються на опалення, вентиляцію, забезпечення гарячою водою та електричним струмом житлових, адміністративних та соціальних об'єктів, тобто місць, де людина створює собі сприятливі умови перебування.

В умовах дефіциту та постійного підвищення цін на енергоресурси, гострої залежності від країн – постачальників енергоносіїв, питання ефективного використання теплової енергії в житлово-комунальному господарстві, зокрема в системах теплопостачання житлових будинків, є надзвичайно актуальним.

Аналіз досліджень і публікацій. Енергетична стратегія Євросоюзу передбачає до 2020 р. за рахунок альтернативних джерел на 20 % скоротити споживання основних енергоносіїв [1]. І в Україні розроблено власну програму енергозаощадження. Але реальних механізмів для її запровадження на місцевому рівні у сфері житлово-комунального господарства недостатньо. Необхідно використати досвід Польщі, Чехії, Словаччини, Естонії, де активно впроваджується програма термомодернізації будинків. Сьогодні завдяки комплексу новацій на обігрівання європейського будинку потрібно майже вчетверо менше енергії, ніж у нас.

Питанню впровадження енергоощадних заходів під час реконструкції житлової забудови розглядаються у [2, 3], в яких описана методика оптимізації сукупних заходів з термомодернізації будинків.

Оцінюючи позитивно цю методику оптимізації, необхідно зазначити, що набір заходів з термомодернізації, запропонований в цих роботах, побудований стихійно, без врахування системних зв'язків в сучасній централізованій системі теплопостачання, яка будується зі структурних ланок: джерело теплопостачання – транспортна ланка – вузол приєднання системи споживання теплоти (тепловий пункт) – система споживання теплоти (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання будинків). Важливо підкреслити, що збільшення рівня теплозахисту будинків приводить не просто до економії енергоресурсів, відповідно і до звільнення коштів за опалення і до зменшення теплової потужності джерела теплопостачання (групових і районних котельень, ТЕЦ), що значно здешевлює заходи з модернізації обладнання джерела теплоти та теплових пунктів, зменшує кількість обслуговуючого

персоналу по системі теплопостачання та капіталовкладення під час заміни теплопроводів теплової мережі. Так само зменшуються і сукупні експлуатаційні витрати усієї системи теплопостачання.

Мета роботи – оцінити споживання теплової енергії в існуючій житловій забудові та визначити ефективність впровадження енергоощадних заходів, які є можливими під час термомодернізації.

Для проведення оцінкових розрахунків величин теплового навантаження автори використали проектну документацію Державного проектного інституту Містопроєкт (м. Львів) з дозволу авторів проектів для житлової забудови Сихівського масиву м. Львова у 1983–1986 рр. У цій житловій забудові використовуються дев'ятиповерхові крупнопанельні будинки, які складаються з окремих блок-секцій (рядових, кутових та торцевих) на 36 квартир за серією 84. Рівень теплозахисту житлових будинків визначався згідно з існуючими на той час будівельними нормами (СНиП II-3-79), відповідно в проектах опалення будинків коефіцієнти теплопередачі зовнішніх огорожень, ккал/(год·м²·°C) мають такі значення: зовнішні стіни – 0,95; вікна, балконні двері – 2,5; перекриття горища – 2,36; перекриття підвалу – 1,53. Під час визначення теплової потужності систем опалення в проектних даних тепловтрати на інфільтрацію зовнішнього повітря фактично враховані не були, що призвело до заниження розрахункової теплової потужності існуючих систем опалення житлових будинків масиву.

Для визначення розрахункової теплової потужності систем опалення, Вт, до та після впровадження енергоощадних заходів з термомодернізації будинків автори статті використовували формулу

$$Q_{o\max} = a \cdot q_o \cdot V_3 \cdot (t_g - t_{po}) + Q_{inf}, \quad (1)$$

де a – коефіцієнт врахування району будівництва будинку, $a = 0,54 + 22/(t_g - t_{po})$; q – питома тепла характеристика будинку, Вт/(м³·К); V_3 – об'єм частини будинку, що опалюється, за зовнішнім обміром, м³; t_g – внутрішня розрахункова температура будинку, у цьому випадку $t_g = 18$ °C; t_{po} – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, для умов м. Львова $t_{po} = -19$ °C; Q_{inf} – тепловтрати на інфільтрацію зовнішнього повітря, Вт, ця величина визначається за умови компенсації об'єму повітря, яке видаляється назовні, в розмірі однієї кратності повітрообміну приміщень житлового будинку за формулою [4]

$$Q_{inf} = 0,278 \cdot L_{inf} \cdot \rho_n \cdot c_n \cdot (t_g - t_{po}), \quad (2)$$

де ρ_n – густина повітря, кг/м³; c_n – питома теплоємність повітря, кДж/(кг·°C); L_{inf} – витрата інфільтраційного повітря, м³/год.

Питома тепла характеристика житлового будинку, Вт/(м³·К), визначається за формулою М.С. Єрмолаєва [5]:

$$q_o = 1,08 \cdot \left[\frac{p}{S} (k_{zc} + d(k_{vik} - k_{zc})) + \frac{1}{H} (0,9k_{zn} - 0,6k_{nn}) \right], \quad (3)$$

де p , S , H – периметр, площа в плані та висота будинку; k_{zc} , k_{vik} , k_{zn} , k_{nn} – коефіцієнти теплопередачі відповідно зовнішніх стін, вікон та балконних дверей, перекриття горища, перекриття підвалу, Вт/(м²·К); d – показник, який дорівнює відношенню сумарної площі вікон та балконних дверей до сумарної площі вертикальних огорожень будинку.

До переліку енергоощадних заходів під час реконструкції будинків, які прийняті до уваги в оцінкових розрахунках, включені такі:

- утеплення зовнішніх стін;
- утеплення горищного та підвального перекриття;
- заміна вікон та балконних дверей;
- утеплення горищного та підвального перекриття разом з заміною вікон;

– утеплення усіх зовнішніх огорожень будинку разом з заміною вікон.

У розрахунках теплових навантажень систем опалення у випадку впровадження заходів з термомодернізації будинків враховані рекомендації пп.2.2 та 2.3 [6], які стосуються мінімальних допустимих значень опору огорожувальних конструкцій, відповідно розрахункові коефіцієнти теплопередачі, $Wt/(m^2 \cdot K)[kcal/(год \cdot m^2 \cdot ^\circ C)]$ становлять: для зовнішніх стін – 0,5(0,43); для вікон та балконних дверей – 2,5(2,15); для перекриття горища 0,417(0,358); для перекриття підвалу – 0,481(0,414). Важливо вказати на такий момент: оскільки за термомодернізації мінімальний опір теплопередачі вікон становить $0,5 m^2 \cdot K/Wt$, що вимагає застосування склопакетів з потрійним заскленням, які мають значну різницю у вартості порівняно зі звичайними склопакетами з подвійним заскленням у спарених перепліотах, автори зупинилися на дешевшому варіанті заміни вікон. Результати досліджень наведено у табл. 1, 2.

Таблиця 1

Розрахункові теплові навантаження систем опалення

№ з/п	Характеристика будинку	Розрахункові теплові навантаження систем опалення, кВт					
		до реконструкції	з утепленням перекриттів горища та підвалу	з заміною вікон	з утепленням перекриттів горища, підвалу та із заміною вікон	з утепленням фасадів	з утепленням усіх зовнішніх огорожень та заміною вікон
1	2 секції (2р)	368,6	308,7	351,1	291,1	316,5	239,0
2	3 секції (3р)	533,8	445,1	509,6	420,8	458,5	345,5
3	3 секції (1к,1р,1т)	543,0	453,0	516,6	426,6	469,3	353,0
4	3 секції (2к,1р)	570,4	475,4	542,6	447,5	493,6	370,8
5	5 секцій (2к,3р)	882,6	733,8	840,5	691,7	765,4	574,5

Примітка: к – кутова секція; р – рядова секція; т – торцова секція.

Таблиця 2

Річні витрати теплової енергії на опалення будинків

№ з/п	Характеристика будинку	Річні витрати теплової енергії систем опалення, Гкал					
		до реконструкції	з утепленням перекриттів горища та підвалу	з заміною вікон	з утепленням перекриттів горища, підвалу та із заміною вікон	з утепленням фасадів	з утепленням усіх зовнішніх огорожень та заміною вікон
1	2 секції (2р)	639,8	535,7	609,3	505,2	549,4	414,7
2	3 секції (3р)	926,5	772,4	884,5	730,4	795,8	599,7
3	3 секції (1к,1р,1т)	942,4	786,2	896,6	740,4	814,6	612,6
4	3 секції (2к,1р)	989,9	825,0	941,6	776,7	856,7	643,5
5	5 секцій (2к,3р)	1531,8	1273,6	1458,7	1200,5	1328,3	997,1

Під час визначення річних витрат теплової енергії на опалення будинків використовувалися дані про тривалість стояння температур зовнішнього повітря [7]. Тривалість опалювального періоду для м. Львова – 4392 годин. Дані табл. 1 та 2 використані для побудови графіка зміни теплових навантажень опалення за тривалістю опалювального періоду на прикладі 5-секційного будинку. Річні витрати теплової енергії на опалення будинків визначалися сумуванням прямокутних трапецій з графіка з основами Q_i і Q_{i-1} та висотою $n_i - n_{i-1}$. Такий підхід дає змогу точніше визначити величини річних теплових навантажень порівняно з традиційною методикою, за якою річні теплові навантаження визначаються за величиною середнього теплового потоку протягом опалювального періоду.

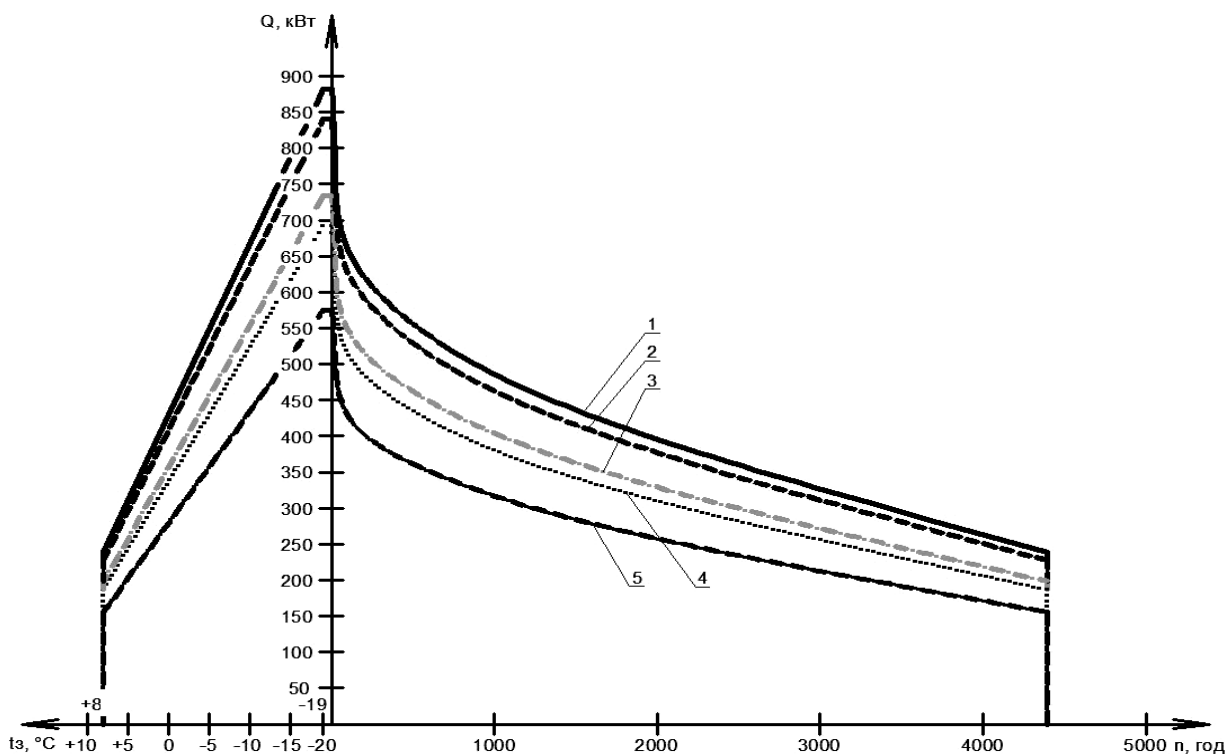


Рис. 1. Графік зміни теплових навантажень опалення за тривалістю опалювального періоду:
 1 – до реконструкції; 2 – з заміною вікон; 3 – з утепленням фасадів;
 4 – з утепленням перекриттів горища та підвалу та заміною вікон;
 5 – з утепленням усіх зовнішніх огорожень та із заміною вікон

Вартість теплової енергії, яка споживається системами опалення будинків за опалювальний період за величини тарифу на теплову енергію 163,37 грн./Гкал, наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Вартість теплової енергії на опалення будинків за опалювальний період

№ з/п	Характеристика будинку	Вартість теплової енергії на опалення будинків, тис. грн.					
		до реконструкції	з утепленням перекриттів горища та підвалу	з заміною вікон	з утепленням перекриттів горища, підвалу та із заміною вікон	з утепленням фасадів	з утепленням усіх зовнішніх огорожень та із заміною вікон
1	2 секції (2р)	104,5	87,5	99,5	82,5	89,7	67,8
2	3 секції (3р)	151,4	126,2	144,5	119,3	130,0	98,0
3	3 секції (1к,1р,1т)	154,0	128,4	146,5	121,0	133,1	100,1
4	3 секції (2к,1р)	161,7	134,8	153,8	126,9	140,0	105,1
5	5 секцій (2к,3р)	250,2	208,1	238,3	196,1	217,0	162,9

Висновки. Проведення заходів з термомодернізації житлових будинків забудови Сихівського масиву м. Львова дає значну економію теплової енергії, яка іде на опалення, коштів за надані послуги, зменшення встановленої потужності джерела тепlopостачання, можливість підключення додаткових споживачів теплоти. Відносно зменшення споживання теплової енергії під час утеплення тільки перекриттів горищ і підвалу становить 15–17 %, за утеплення фасадів – 13–16 %, за заміни вікон – 5 %, за повного утеплення всіх зовнішніх огорожень та заміни вікон – 34–36 %.

1. За повідомленням Мінжитлокомунгоспу. Політика енергозбереження: від концепції до реальних справ // Комунальна практика. – 2008. – №4. – С.23–25. 2. Возняк О., Довбуш О., Юркевич Ю., Желих В. Особливості енергетичного аудиту житлових і громадських будинків //

*Ринок інсталяцій. – 2003. – № 1. – С. 6–7. 3. Возняк О., Юркевич Ю., Желих В. Теоретичні передумови оптимізації сукупних термореновацій при проведенні енергетичного аудиту будинку // Вісн. НУ “Львівська політехніка” “Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація”. – 2003. – № 476. – С. 140–145. 4. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991. 5. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. – Ч. I: Отопление / Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – М., 1990. 6. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель // Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України. – К., 2006. 7. Наладка и эксплуатация водных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хижи и др. – М.: Стройиздат, 1988. 8. Матвієвський О., Умнякова Н. Утеплення огороджувальних конструкцій // Ринок інсталяцій. – 2003. – № 12. – С. 18–19.*

УДК 624.012:620.193

M. Kušnír, P. Kapalo

University of Košice, Civil Engineering Faculty,
Institute of Building and Environmental Engineering

MODEL EXAMPLE OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM APPLICATION

© *Kušnír M., Kapalo P., 2009*

Розглядається питання використання відновлювальних джерел енергії в період фінансової кризи. Наведено результати експериментальних досліджень сонячних панелей для сумісного виробництва теплової та електричної енергії.

In the period of simultaneous energy and financial crises are increasingly coming to the forefront of renewables energy. One of the perspective energy production, is the production of electricity through photovoltaic cells. The article discussed a model example of the application of electricity generation by photovoltaic panels and its use in the administration building. In the contribution is remitted the effectiveness of the current conditions and is outlined anticipated development in the future.

Introduction. The sun is an inevitable part of our everyday life. The sun is the source of all energy on Earth and is a practically inexhaustible source of clean energy. It is assumed that the sun has for burning hydrogen to helium supplies for the following 15 billion years. At the sun's core are in progress thermonuclear reactions (fusions). When these processes are releasing huge amounts of energy, which exceeds 11 000 times the current energy needs of mankind. The simplicity may be said, that the sun can emission energy during one hour, that humanity is able to consume over one year.

In the transition of solar radiation the Earth's atmosphere becomes the first obstacle to be overcome on the path to the surface. The amount of solar energy that enters Earth's atmosphere, is largely influenced by several factors: the size and position of the sun, air pollution and clouds.

Solar radiation can be used in several ways. One possibility is passive solar architecture, where the sunlight is used as efficiently as possible, using the actual architectural design of the building. Another of the possibilities of using solar radiation are solar collectors that convert solar energy to thermal energy, and last but not least, is the conversion of solar energy to electrical energy through photovoltaic cells, which will be detailed addressed in this contribution.

Photovoltaic system classification. In terms of application the photovoltaic systems can be divided into autonomous, hybrid and directly connected to the electricity network.

Autonomous System (grid-off) - This application of PV system is used in places where it is not possible or is not appropriate to connect them directly to the electricity network. Autonomous system can be with or without the accumulation of electricity storage (Fig. 1):