

№ у 2010 04680; заявл. 20.04.2010; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.

6. Пат. на корисну модель 56101 Україна, МПК-2011.01 E21C 41/00 E21F 15/00. Спосіб рекультивациі земель, порушених відкритими гірничими роботами / І. Х. Узбек, П. В. Волох, А. С. Кобець [та ін.]. – № у 2010 08342; заявл. 05.07.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 24.

УДК 69.059.2.004.18

ВПЛИВ ВИБОРУ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ НА ЇХ ТЕПЛОВІ ВИТРАТИ

*здоб. Коваль О.О., д.т.н., проф. Савицький М.В.,
к.т.н., доц. Юрченко Є.Л., студент Луценко Ю.О.*

ДВНЗ “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”

Постановка проблеми. Проблема підвищення теплової ефективності будівель та економії паливно-енергетичних ресурсів в житлових будівлях є актуальною, однак складною як в нашій державі, так і за кордоном. Виступаючи по своїй суті більшою мірою соціальною проблемою, ніж науково-технічною, вона й вирішується в різних країнах по-різному.

На даний час близько 40% усього палива, яке видобувається в нашій країні, витрачається на теплозабезпечення будівель, при цьому рівень витрат енергії в нових будівлях збільшується, також як і зріст собівартості добування, виробітки та транспортування традиційного природного пального (вугілля, нафти, газу), запаси якого поступово вичерпуються в усьому світі.

В більшості країн світу розроблені національні енергетичні програми та створені спеціальні адміністративні органи для активного проведення їх у життя. В рамках системи ООН міжнародним співтовариством в області енергетики займаються такі організації, як Європейська економічна комісія (ЄЕК ООН), Організація з питань освіти, науки та культури (ЮНЕСКО) та ін.

Енергоефективність проектних рішень в нашій державі оцінюється за ступенем їх відповідності нормативним питомим показникам витрати тепла на одиницю загальної площі житлових будівель.

Енергозбереження в будівлях при рішенні практичних завдань скорочення загальних витрат невідновлюваних енергоресурсів (вугілля, газу, нафти та ін.) реалізується шляхом оптимізації об'ємно-планувальних та архітектурно-конструктивних рішень, застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів, енергоекономічних конструкцій зовнішніх стін, значного збільшення теплозахисту фонду, що експлуатується і т.п [1]. Енергоспоживання будівель, котре не було визначальним показником у минулому, стало домінуючим критерієм якості проекту [2].

Аналіз вишукувань та публікацій. Досліджуючи проблему енергозбереження закордонні та вітчизняні спеціалісти цієї галузі встановили, що теплові витрати будівель багатоскладовим показником, на який впливає ряд

факторів: об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення, температура зовнішнього та внутрішнього повітря, теплотехнічні властивості будівельних конструкцій, наявність теплопровідних включень, процент зашклення фасадів та інше. Діючі державні норми [3], враховуючи всі ці залежності, приводять метод розрахунку тепловитрат житлових будівель та оцінки класу їх енергоефективності.

Залежність тепловитрат будівель від їх геометричних розмірів, об'ємно-планувальних рішень та орієнтації у просторі була досліджена у роботах [4, 5]. Геометричні розміри будівлі в площині та по висоті дають можливість оцінити компактність будівлі. Умовним індикатором компактності є показник компактності будівлі A_k , що розраховується згідно з [3]. За допомогою цього показника можна зробити порівняльний аналіз теплових витрат будівлі: чим більший показник компактності будівлі, тим більші тепловитрати, та навпаки - чим менше показник компактності, тим менші витрати тепла будівлею.

Крім того для проектувальників діють нормативи стосовно мінімально допустимих значень опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, що встановлюються залежно від температурної зони експлуатації будинку.

Однак на практиці, при проектуванні малоповерхових житлових будинків згідно вищенаведених норм, їх рівень енергоспоживання не завжди відповідає нормативному максимальному рівню, що регламентується ДНБ В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель" (див. табл. 4).

Таблиця 1

Нормативні максимальні тепловитрати малоповерхових будинків, E_{max} , кВт·год/м²

Площа будинку, що опалюється, м ²	Кількість поверхів															
	1				2				3				4			
	Значення E_{max} , кВт·год/м ² , для температурної зони															
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
до 60	146	126	107	87	-				-				-			
від 60 до 150	130	113	95	78	141	122	103	84	-				-			
від 151 до 250	115	99	84	69	125	108	92	75	135	117	99	81	-			
від 251 до 400	104	90	76	62	109	95	80	66	115	99	84	69	120	104	88	72
від 401 до 600	-			94	81	69	56	99	86	73	59	104	90	76	62	
від 601 до 1000	-			83	72	61	50	89	77	65	53	94	81	69	56	
більше 1000	-			73	63	53	44	78	68	57	47	83	72	61	50	

Примітка: прямокутником окреслено діапазон для розрахункового моделювання у цій статті – житлові будинки з кількістю поверхів від 1 до 4, площею від 50 до 400 кв.м.

Метою даної роботи є аналіз енергоспоживання малоповерхових будинків в залежності від об'ємно-планувальних та архітектурно-

конструктивних рішень. Згідно з метою поставлено практичне завдання - з'ясування, чи забезпечують діючі вимоги ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель" стосовно огорожувальних конструкцій, належний клас енергоефективності при проектуванні малоповерхових будівель.

Основна частина. До розрахунку тепловитрат були прийняті моделі будинків із опалювальною площею 50 м², 100 м², 150 м², 200 м², 250 м², 300 м², 350 м² та 400 м² з різними конфігураціями у площині та кількістю поверхів від 1 до 4. Розрахунок проводився згідно вимог ДНБ В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель". Згідно з [3] питомі тепловитрати на опалення будинків повинні відповідати умові:

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}}$$

де $q_{\text{буд}}$ – розрахункові або фактичні питомі тепловитрати, кВт·год/м²

Для проведення розрахунків були прийняті такі обмеження:

1) розрахунок проводився для житлових будинків, розташованих у I — IV температурних зоні України. Для I температурної зони розрахункові дані було взято за м. Київ, для II — за м. Дніпропетровськ, для III — за м. Одеса, для IV — за м. Ялта (див. табл. 2)

Таблиця 2

	I	II	III	IV
$t_{\text{вн}}, ^\circ\text{C}$	20	20	20	20
$t_{\text{овн}}, ^\circ\text{C}$	-22	-20	-6	1
$z_{\text{овн}}, \text{дїб}$	187	175	165	157
$t_{\text{овн}}, ^\circ\text{C}$	-1,3	-1	1	5,2
$D_{\text{д}}, ^\circ\text{C}\cdot\text{дїб}$	3750	3250	2750	2250

Розрахункові параметри для різних температурних зон України

2) опір теплопередачі огорожувальних конструкцій був прийнятий згідно з [3];

3) відношення площі скління фасадів до площі підлоги будівлі було прийнято згідно норм [6] від 1/5,5 до 1/8;

4) наявність теплопровідних включень не враховується в розрахунках – будівля якісно утеплена;

5) висота поверху $h = 3$ м;

6) середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год⁻¹, прийнята за нормами проектування будинків - $n_{\text{об}} = 1$ год⁻¹

Під час розрахунку було поставлено два основних завдання: 1 — визначити мінімальний показник компактності для кожного типу будівлі, 2 — оцінити теплові витрати найбільш компактним будинком в порівнянні з нормативними показниками максимальних тепловитрат (табл. 4).

За отриманими даними можна провести таке розподілення будинків за класами (табл. 3):

Таблиця 3

Розподілення будівель за класами енергоефективності, %

Темп. зона	I				II				III				IV			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A																
B			8,3													
C		66,3	88,2	99,3		33,7	79,4	85,5		1,9	29,9	31,2			13,7	16
D	41,8	33,7	3,5	0,7	26,3	66,3	20,6	14,5		95,5	70,1	68,8		81,5	85,3	84
E	58,2				73,7					100	2,6			100	18,5	1,0
F																

Загалом показники компактності будівель змінюються в таких межах (табл. 4):

Таблиця 4

Показник компактності будівлі, A_k , в залежності від кількості поверхів

Кількість поверхів	Показник компактності, A_k
1	0,87 — 1,29
2	0,62 — 0,93
3	0,57 — 0,77
4	0,57 — 0,7

Характерними графіками розподілення теплових витрат для будинків з різною кількістю поверхів в залежності від проценту скління фасадів є наступні.

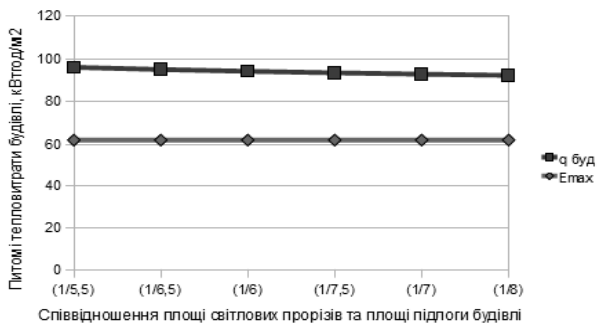


Рис. 1. Залежність теплових витрат 1-поверхового будинку від коефіцієнта скління фасадів ($A_k=0,87$)

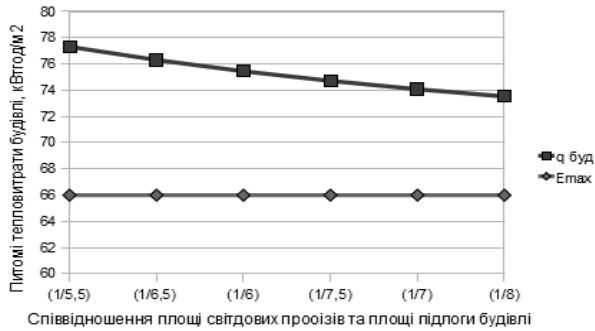
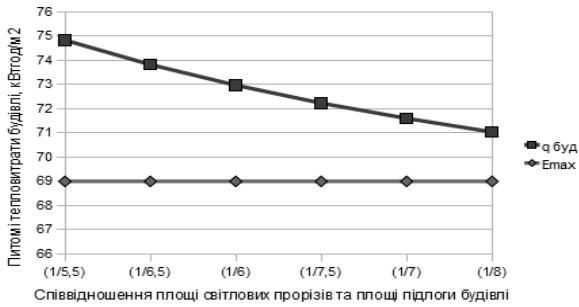


Рис. 2. Залежність теплових витрат 2-поверхового будинку від коефіцієнта



скління фасадів ($A_k=0,62$)

Рис. 3. Залежність теплових витрат 3-поверхового будинку від коефіцієнта скління фасадів ($A_k=0,57$)

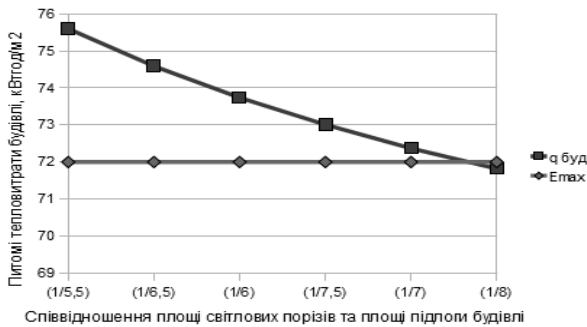


Рис. 4. Залежність теплових витрат 4-поверхового будинку від коефіцієнта скління фасадів ($A_k=0,57$)

Тут приведені будинки з найменшим показником компактності. Зрозуміло, що всі інші варіанти мають графіки, що відрізняються в сторону збільшення фактичних тепловитрат будівлями та більшого розриву між нормативними та фактичними тепловитратами.

Загалом всі значення теплових витрат будівель можна представити таблицею (табл. 5).

Таблиця 5

Фактичні значення тепловитрат на опалення малоповерхових будинків, кВт·год/м²

Площа будинку, що опалюється, м ²	Кількість поверхів															
	1				2				3				4			
	Значення E _н , кВт·год/м ² , для температурної зони															
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
50	184,44 — (146,67)	170,03 — (126)	158,3 — (107)	138,8 — (87)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	196,67 (146,67)	181,48 (113)	168,9 (95)	148,1 (78)	146,83 (141)	134,84 (122)	123,9 (103)	105,69 (84)	—	—	—	—	—	—	—	—
150	146,91 — (113)	134,03 — (95)	124,2 — (78)	107,5 — (59)	131,52 (141)	120,06 (122)	106,83 (84)	89,91 — (64)	—	—	—	—	—	—	—	—
200	140,48 (115)	127,82 (99)	118,3 (84)	102,2 (69)	122,93 (125)	111,76 (108)	101,93 (92)	86,73 (75)	123,01 (135)	112,16 (117)	102,01 (99)	86,57 (81)	—	—	—	—
250	156,45 (115)	129,84 (90)	114,6 (84)	105,4 (69)	117,11 (125)	106,13 (108)	96,56 (92)	81,86 (75)	116,57 (135)	105,93 (117)	96,06 (99)	81,18 (81)	—	—	—	—
300	133,56 (104)	120,95 (90)	111,75 (76)	96,22 (62)	112,99 (108)	102,15 (95)	92,75 (80)	78,42 (66)	111,23 (115)	100,88 (99)	91,21 (84)	76,79 (69)	113,67 (120)	103,29 (104)	93,4 (88)	78,63 (72)
350	131,0 (104)	118,57 (90)	109,6 (76)	94,35 (62)	109,76 (108)	99,28 (95)	89,77 (80)	75,71 (66)	107,63 (115)	97,08 (99)	87,6 (84)	73,52 (69)	109,15 (120)	98,91 (104)	89,21 (88)	74,85 (72)
400	138,75 (104)	125,65 (90)	116,0 (76)	99,85 (62)	121,53 (108)	109,9 (95)	99,97 (80)	84,69 (66)	121,08 (115)	109,79 (99)	104,1 (84)	84,08 (69)	125,38 (120)	114,13 (104)	103,59 (88)	83,79 (72)
	140,85 (104)	127,69 (90)	118,0 (76)	101,6 (62)	121,72 (108)	110,1 (95)	100,18 (80)	84,86 (66)	108,13 (115)	97,98 (99)	92,84 (84)	82,04 (69)	123,48 (120)	112,24 (104)	101,79 (88)	83,95 (72)

* В дужках зазначено нормативне максимальне значення питомих тепловитрат малоповерхових будівель E_н, кВт·год/м²

Тут в дужках показані нормативні максимальні значення тепловитрат. Сірим кольором позначено тепловитрати, які набагато більші за нормативні. Останні — ті, які в залежності від проценту скління фасадів або показника компактності будинку можуть задовольняти нормам.

Висновки

Об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні особливості будівлі мають вплив на її енергоспоживання. Однак енергозберігаючі заходи, спрямовані на ефективну теплоізоляцію огорожувальної оболонки, разом з оптимальною компоновкою будівлі, не гарантують виконання норм стосовно максимальних тепловитрат будинків (згідно ДБН В.2.6.-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"), а також стандартів будинку з низьким енергоспоживанням.

Рішення про підвищення енергетичної ефективності будівель має прийматися на основі комплексної оцінки будинку як енергоспоживаючої системи. Основні фактори енергоефективності: об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення, якість теплового захисту огорожуючої конструкції, забезпечення вимог теплового комфорту приміщень, а також використання енергозберігаючих систем, технологій та заходів.