

рами при оценке прогрессирующего разрушения являются изгибающие моменты и поперечные силы в направлениях у и z.

1.Перельмутер А.В. О расчетах сооружений на прогрессирующее обрушение // Вестник. – МГСУ, 2008. – Вып.1. – С.119-129.

2.Алмазов В.О., Плотноков А.И., Расторгуев Б.С. Проблемы сопротивления зданий прогрессирующему обрушению // Вестник. – МГСУ, 2011. – Вып. 2. – С. 15-20.

3.Скорук Л.И., Орлиогло А.А. Расчет высотных зданий и сооружений с учетом сопротивления прогрессирующему обрушению // Материалы научно-технической конференции. Киев, 2009. – С. 1-15.

4.ДБН В 1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.

Получено 10.01.2013

УДК 624.016

Т.А.ГАЛІНСЬКА, канд. техн. наук, Д.М.ОВСІЙ

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ П'ЯТИПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ
1960-1975 РОКІВ ЗАБУДОВИ МІКРОРАЙОНУ “АЛМАЗНИЙ”
В м. ПОЛТАВІ**

Теоретично досліджено конструктивні рішення зовнішньої теплоізоляції п'ятиповерхових житлових будинків 1960-1975 років забудови мікрорайону “Алмазний” в м. Полтаві з використанням тонко- і товстослоистої ізоляційної штукатурки з підвищеними теплозахисними властивостями, які притаманні відповідно ізоляційній штукатурці “Тепловер Штукатурка” і розчину “ТепловерПреміум”. Виконано розрахунки загальних і питомих тепловтрат через зовнішні стіни п'ятиповерхових житлових будинків до і після їх термомодернізації залежно від їх об'ємно-конструктивного вирішення. Проведена оцінка ефективності використання запропонованих різних конструктивних рішень при термомодернізації зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків типових серій та визначена загальна вартість тепловтрат через зовнішні стіни за сезон усіх п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”. Визначено терміни мінімальної окупності інвестиційних витрат на проведення термомодернізації зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” в м. Полтава.

Теоретически исследовано конструктивные решения внешней теплоизоляции пятиэтажных жилых домов 1960-1975 годов застройки микрорайона “Алмазний” в г. Полтаве с использованием тонко- и толстослойной изоляционной штукатурки “Тепловер Штукатурка” и раствора “Тепловер Премиум”. Выполнены расчёты общих и удельных теплопотерь через наружные стены пятиэтажных жилых домов до и после их термомодернизации в зависимости от их объёмно-планировочного решения. Проведена оценка эффективности использования предложенных разных конструктивных решений при термомодернизации наружных стен пятиэтажных жилых домов типовых серий и определена общая стоимость теплопотерь через наружные стены за сезон всех пятиэтажных жилых домов микрорайона “Алмазний”. Определены сроки минимальной окупаемости инвестиционных вложений на проведение термомодернизации наружных стен пятиэтажных жилых домов микрорайона “Алмазний” в г. Полтава.

A theoretical study designs outer insulation five-story apartment buildings Built up period 1960-1975's microdistrict "Diamond" in Poltava with thin- and thick-layered insulating plaster

"Teplover plaster" and stucco slurry "Teplover Premium". Made calculations of general and specific heat loss through the exterior walls of five-storey apartment buildings before and after thermo-modernization depending on their space-planning decisions. Done assess the effectiveness of the proposed the various design solutions of thermo-modernizations of the exterior walls five-storey buildings typical series and determined the total cost of the seasonal heat loss through exterior walls of five-story apartment houses neighborhood "Diamond". Are defined a time frame of the minimum return investments on thermo-modernize an exterior walls for a five-story residential buildings the neighborhood "Diamond" in Poltava.

Ключові слова: термомодернізація, конструктивні вирішення, зовнішні стіни, п'ятиповерхові житлові будинки.

Енергоресурсозбереження є одним із основних напрямків розвитку будівельної галузі України, реалізація якого може здійснюватися завдяки утепленню зовнішніх стін фасадними системами із застосуванням ефективних теплоізоляційних матеріалів. Через огороджувальні конструкції житлових будинків відбувається близько 65...70% тепловтрат, з них через стіни, горища і підлоги – до 60...75%, а через вікна і двері – 25...40%. Підвищення теплозахисних якостей стінових огороджувальних конструкцій полягає в збільшенні їх опору теплопередачі до нормативних значень, що діють в даний час [9, 10].

Найбільш ефективним способом термомодернізації зовнішніх стін житлових будинків є спосіб додаткового їх теплозахисту з розташуванням утеплювача із зовнішнього боку. Цей спосіб гарантує відсутність появи вогкості між конструктивними прошарками зовнішньої теплоізоляції і несучими елементами стін, яка призводить з часом до зниження теплозахисних властивостей матеріалів і несприятливого температурно-вологого режиму з санітарно-гігієнічної точки зору.

Застосування додаткового теплозахисту безпосередньо пов'язане з проблемою реконструкції і зменшенням тепловтрат існуючого житлового фонду, зокрема житлових будинків 1950-1970-х років. На даний момент при енергетичній кризі, що загострилась, в Україні необхідне своєчасне проведення робіт з утеплення їх приміщень. Це завдання може бути вирішено шляхом розробки і впровадження ефективних енергозберігаючих технологій, одними з яких є фасадні конструктивні рішення зовнішньої теплоізоляції житлових будинків.

В даний час житлово-комунальне господарство є найбільш енергоємною галуззю, яка споживає приблизно третю частину палива, що спалюється в Україні для теплопостачання житлових будинків і громадських будівель. Існуючі житлові будинки були побудовані в той час, коли паливні ресурси здавалися безмежними, і на сьогодні вимагають так багато енергії, що їх експлуатація лягає важким тягарем на паливно-енергетичний комплекс держави, а темпи будівництва нових будівель ще більш посилюють вище зазначену проблему. Разом з тим, досвід роз-

винених країн доводить, що на нинішньому рівні розвитку техніки, витрата тепла в будівлях може бути зменшена більше, ніж на третину, і цим визначаються значні резерви енергозбереження [18]. Реалізувати ці резерви повною мірою можна шляхом термомодернізації будівель, яка включає в себе комплекс ремонтно-будівельних робіт за двома основними напрямками:

- утеплення огорожуючих конструкцій будівель;
- модернізація систем теплопостачання.

Термомодернізація огорожуючих конструкцій існуючих будівель направлена на відновлення до початкового рівня їх теплотехнічних якостей, які втрачені в процесі фізичного зносу, та підвищення їх теплозахисних якостей (опору теплопередачі) шляхом улаштування раціональних конструктивних рішень їх зовнішньої теплоізоляції відповідно вимог нині діючих нормативних документів [9, 10]. Рішення цієї задачі неможливе без застосування багатошарових огорожуючих конструкцій з використанням ефективних теплоізоляційних матеріалів. На вибір конструктивного рішення фасадної теплоізоляції впливає конструктивна схема та умови експлуатації будівлі, ступінь фізичного і морального зносу її зовнішніх огорожуючих конструкцій та рівень опору теплопередачі, положення об'єкта в міському середовищі.

Проведений аналіз конструктивних рішень [1, 14, 15, 21, 23, 25, 26, 29-31] систем зовнішньої теплоізоляції та їх матеріалів показав наявність значної кількості варіантів фасадної теплоізоляції, що в повній мірі задовольняє існуючий на сьогодні попит в реалізації проектів з термомодернізації зовнішніх стін житлових будинків.

Існуючі наукові розробки, які безпосередньо стосуються процесу термомодернізації зовнішніх стін житлових будинків, здійснювалися вітчизняними і зарубіжними вченими за наступними напрямками:

- теоретико-експериментальні дослідження енергоефективних огорожуючих багатошарових конструкцій будівель в різних умовах їх експлуатації були проведені вченими А.М. Бутенко [2], В.Г. Гагаріним [3], О.А. Гнезділовою [5], А.Н. Дмитрієвим [12], М.С. Гур'яновим [7], Р.Ю. Кличніковим [16], Ю.М. Леонтьєвою [17], В.И. Леденьовим, И.В. Матвеевою і А.М. Макаровим [38], Ю.А. Матросовим [32], П.В. Монастирєвим [20], Н.О. Орловою [22], Е.Є. Семьєною [27], М.П. Сігачьовим [28], Ю.А. Табунщиковим [32], Г.Г. Фаренюком [35, 36] та ін.;
- дослідження в області енергозбереження та енергоефективності в будівництві провели наступні вчені Горшков О.С. [6], Дамаскін Б.С. [8], Мица Н.В. [19], Ратушняк Г.С. [24], Торкатюк В.І. [33], Фаренюк Г.Г. [34, 37], а також колективи авторів монографій [13, 18].

Аналіз публікацій, норм і технічної документації показав, що теплова ефективність житлових будівель може бути покращена за рахунок підвищення нормативних вимог до опору теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій, обмеження розмірів світлових прорізів і удосконаленню конструкцій їх заповнення, раціональних об'ємно-планувальних вирішень будівель, автоматизації центрального, місцевого та індивідуального регулювання тепlopостачання системами опалення.

Виходячи з цього, можна стверджувати, що вибраний напрямок роботи дослідження співпадає з одним із основних завдань державної [11] та галузевої [4] програм в області ефективності та енергозбереження, які на сьогодні діють в Україні, а саме із завданням по термоізоляції зовнішніх стін будівлі, підвалу та фундаменту.

Метою дослідження є розробка ефективних енергозберігаючих конструктивних рішень п'ятиповерхових житлових будинків 1960-1975 років забудови мікрорайону "Алмазний" в м. Полтава. Задачі дослідження:

1. Провести аналіз конструктивних вирішень п'ятиповерхових житлових будинків 1960-1975 років забудови мікрорайону "Алмазний" в м. Полтава.

2. Розробити варіанти конструктивних рішень термомодернізації зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону "Алмазний" в м. Полтава.

3. Визначити та проаналізувати загальні і питомі тепловтрати через зовнішні стіни п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону "Алмазний" в м. Полтаві до і після проведення їх термомодернізації залежно від їх об'ємно-конструктивного вирішення.

4. Провести економічний аналіз ефективності застосування різних конструктивних рішень при улаштуванні зовнішньої теплоізоляції п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону "Алмазний" в м. Полтаві.

Будівництво мікрорайону "Алмазний" було розпочато на початку 60-х років минулого сторіччя на півдні міста Полтави, водночас з початком спорудження заводу штучних алмазів. В основному житловий фонд мікрорайону "Алмазний", який обмежений вулицями Велико-Тирнівська, Київське шосе, Грушевського, Цюлковського і Героїв Сталінграду, складається із п'ятиповерхових житлових будинків (рис. 1), які були збудовані за типовими всесоюзними проектами перших масових типових серій: серії I – 464, по якій будувалися п'ятиповерхові панельні житлові будинки з товщиною зовнішньої стіни $t=300...350$ мм; серії I – 447 – для п'ятиповерхових житлових будинків із цегляними несучими і самонесучими стінами товщиною $t=510$ мм; серії I – 510, яка була взята

за основу при проектуванні п'ятиповерхових житлових будівель з несучими і самонесучими стінами з крупних блоків товщиною стіни $t=400$ мм. Загальна класифікація п'ятиповерхових житлових будинків, які відносяться до мікрорайону “Алмазний”, залежно від їх об'ємно-конструктивного рішення приведена в табл. 1.



а)



б)



в)

Рис. 1 – Типи п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” залежно від конструктивних вирішень зовнішніх стін:

а – цегляний п'ятиповерховий житловий будинок за серією І-447;

б – панельний п'ятиповерховий житловий будинок за серією І-464;

в – крупноблочний п'ятиповерховий житловий будинок за серією І-510

Таблиця 1 – Класифікація п'ятиповерхових житлових будинків, що розглядаються, в мікрорайоні “Алмазний” м. Полтави залежно від їх об'ємно-конструктивного рішення

Показник		Чисельність житлових будинків в мікрорайоні			
		Загальна кількість	У тому числі:		
			4-секційний	6-секційний	8-секційний
Цегляні п'ятиповерхові житлові будинки		26	10	7	9
Блочні п'ятиповерхові житлові будинки		50	21	26	3
Панельні п'ятиповерхові житлові будинки	Тип 1	22	2	12	3
	Тип 2		1	4	
Разом		98	34	49	15

В результаті візуального і інструментального обстеження п'ятиповерхових житлових будівель мікрорайону “Алмазний” були встановлені їх основні об'ємно-конструктивні характеристики залежно від конструкції зовнішніх стін. Результати досліджень приведені в табл. 2-4.

Загальні розміри житлових будівель із зовнішніми цегляними стінами становлять відповідно: $B \times L = 12,5 \times 72,2$ м (4-секційна); $B \times L = 12,5 \times 101,4$ м (6-секційна); $B \times L = 12,5 \times 130,6$ м (8-секційна). Середня висота до верха карнизу будівель становить $H = 15,2 \dots 15,6$ м.

Загальні розміри житлових будівель із зовнішніми стінами із крупних блоків становлять $B \times L = 12,5 \times 67,4$ м (4-секційна); $B \times L = 12,5 \times 95,6$ м (6-секційна); $B \times L = 12,5 \times 126,5$ м (8-секційна). Середня висота до верха карнизу будівель також становить $H = 15,2 \dots 15,6$ м.

Розміри секцій панельних житлових будівель склалися з двох типів: тип I – довжина рядової секції становила $L_p = 16,8$ м, торцевої – $L_p = 17,7$ м; тип II – довжина рядової і торцевої секцій становила $L_p = L_p = 14,4$ м. Загальні розміри панельних житлових будинків за типом I становлять $B \times L = 11,92 \times 69,0$ м (4-секційна); $B \times L = 11,92 \times 102,6$ м (6-секційна); $B \times L = 11,92 \times 136,2$ м (8-секційна). Загальні розміри панельних житлових будинків за типом II становлять $B \times L = 11,92 \times 57,6$ м (4-секційна); $B \times L = 11,92 \times 86,4$ м (6-секційна); $B \times L = 11,92 \times 115,2$ м (8-секційна). Середня висота до верха карнизу будівель також становить $H = 15,2 \dots 15,6$ м.

За існуючою в нормах [10] методикою розрахунку був визначений опір теплопередачі ($R_{0, \text{іст}}, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) нині існуючих огорожуючих конструкцій зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону.

Таблиця 2 – Основні об'ємно-конструктивні характеристики цегляних п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Показник	Цегляні п'ятиповерхові житлові будинки		
	4-секційний	6-секційний	8-секційний
Загальна площа зовнішніх огорожень, м^2 , із них:	2577,9	3465,6	4353,3
- непрозорих стінових конструкцій	1945,7	2592,7	3239,9
- світлопрозорих конструкцій	632,2	872,8	1113,4
Площа забудови будинку, м^2	909,7	1277,6	1645,6
Опалований об'єм будинку, м^3	13827,7	19420,1	25012,5
Розрахункові питомі тепловитрати, $\text{Вт год}/\text{м}^2$	47,87		
Головні тепловитрати, Вт год	93111,7	124118,6	155101,6

Таблиця 3 – Основні об’ємно-конструктивні характеристики крупноблочних п’ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Показник	Блочні п’ятиповерхові житлові будинки		
	4-секційний	6-секційний	8- секційний
Загальна площа зовнішніх огорожень, м ² , із них:	2479,4	3378,8	4281,2
- непрозорих стінових конструкцій	1847,2	2506	3167,8
- світлопрозорих конструкцій	632,2	872,8	1113,4
Площа забудови будинку, м ²	850	1215	1581,3
Опалюваний об’єм будинку, м ³	13090	18711	24351,3
Розрахункові питомі тепловитрати, Вт год/м ²	48,39		
Головні тепловтрати, Вт год	89380,6	121258,1	153280,1

Таблиця 4 – Основні об’ємно-конструктивні характеристики панельних п’ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Показник	Панельні п’ятиповерхові житлові будинки				
	4-секційний		6-секційний		8-секційний
	Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2	
Загальна площа зовнішніх огорожень, м ² , із них:	1968,1	2402,6	2950,8	3513,1	3757,3
-непрозорих стінових конструкцій	1523,7	1797,2	2187,4	2614,5	2749,5
-світлопрозорих конструкцій	444,4	605,4	763,4	898,6	1007,8
Площа забудови будинку, м ²	683,1	865,1	1094,8	1330,4	1432,8
Опалюваний об’єм будинку, м ³	9699,5	12284,8	15546,2	18892	20345,2
Розрахункові питомі тепловитрати, Вт год/м ²	63,38				
Головні тепловтрати, Вт год	96572,5	113907	138638,3	165707,7	174264,1

Також були визначені питомі ($q^{\text{існ}}$, Вт×год/м²) та загальні ($Q_{\text{буд}}^{\text{існ}}$, Вт×год) тепловтрати існуючих огороджуючих конструкцій зовнішніх стін п’ятиповерхових житлових будинків, використовуючи залежності:

$$q^{\text{існ}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \times n / R_{0,\text{існ}}, \quad (1)$$

$$Q_{\text{буд}}^{\text{існ}} = S / R_{0,\text{існ}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \times n, \quad (2)$$

де $\Delta T = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$ – різниця температур відповідно внутрішнього і зовнішнього повітря, яка була прийнята рівною $\Delta T = 45^{\circ}\text{C}$; $R_{0,\text{існ}}$ – опір теплопередачі існуючої огороджуючої конструкції будинку; S – площа зовнішніх поверхонь суцільного непрозорого огородження будинку; n – коефіцієнт, який враховує умови стикання зовнішнього огородження з при-

міщеннями з різними температуро-вологими режимами повітря (для зовнішніх стін $n=1$).

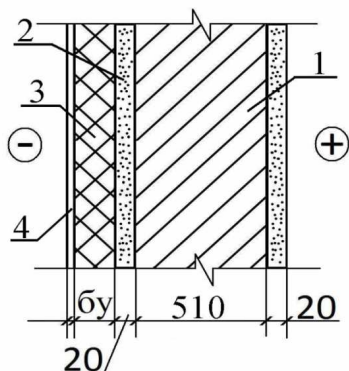
Результати розрахунків питомих (q^{icn} , Вт×год/м²) та загальних ($Q_{буд}^{icn}$, Вт×год) тепловтрат існуючих огорожуючих конструкцій зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових приводяться в табл.2-4.

Авторами роботи були запропоновані нові конструктивні рішення зовнішньої теплоізоляції з використанням тонко- чи товстошарової ізоляційної штукатурки з підвищеними теплозахисними властивостями (табл. 5 і рис. 2), які притаманні відповідно ізоляційній штукатурці “Тепловер Штукатурка” і розчину “Тепловер Преміум”. Розрахунок необхідної товщини утеплювача, а у варіанті №5 і товщини товстошарової штукатурки здійснювався за методикою нині діючих норм [9, 10]. Товщина тонкошарової штукатурки приймалася рівною значенню $t=5...10$ мм. В результаті теплотехнічних розрахунків були отримані для варіанта утеплення №5 наступні відповідні товщини утеплювача і штукатурки з розчину “Тепловер Преміум”: 60 мм і 40 мм; 70 мм і 15 мм; 80 мм і 5 мм.

Таблиця 5 – Варіанти конструктивних рішень зовнішньої теплоізоляції стін п'ятиповерхових житлових будинків

№ варіанту	Тип стіни	Опоряджувальний шар		Теплоізоляційний шар
1	Цегляна кладка (Ц) Панелі одношарові з керамзитобетону (П) Крупні блоки з керамзитобетону(Б)	Тонкошарова штукатурка t=5...10 мм	Розчин Ceresit СТ 190	Пінополістирольні плити Υ=35 кг/м³
2				Мінераловатні плити Υ=90 кг/м³
3			Теплоізоляційна шпаклівка “Тепловер Шпаклівка”	Пінополістирольні плити Υ=35 кг/м³
4				Мінераловатні плити Υ=90 кг/м³
5		Товстошарова штукатурка “Тепловер Преміум”		Мінераловатні плити Υ≥110 кг/м³

Порівняння нових конструктивних рішень здійснювалося разом з уже існуючими і найбільш поширеними за їх теплофізичними властивостями, загальними і питомими тепловтратами, витратами коштів, терміном їх окупності.

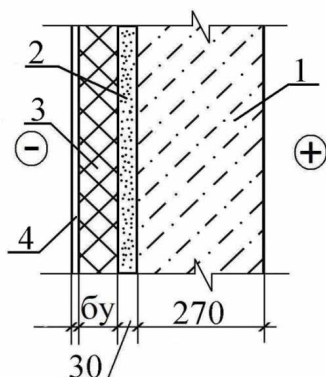


1 – Зовнішня цегляна стіна
($t=510$ мм) п'ятиповерхових житлових будинків за серією І-447

2 – Захисний шар цементно-піщаного розчину товщиною
 $t=20$ мм

3 – Теплоізоляційний шар мінераловатних чи пінополістерольних плит (t – за розрахунком)

4 – Опоряджувальний шар тонкошарової ($t=6$ мм) чи товстошарової штукатурки ($t=15$ мм)

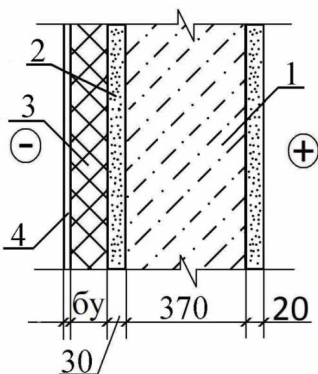


1 – Зовнішня стінова панель
 $t=270$ мм п'ятиповерхових житлових будинків за серією І-464

2 – Захисний шар цементно-піщаного розчину товщиною
 $t=30$ мм

3 – Теплоізоляційний шар мінераловатних чи пінополістерольних плит (t – за розрахунком)

4 – Опоряджувальний шар тонкошарової ($t=6$ мм) чи товстошарової штукатурки ($t=15$ мм)



1 – Зовнішня стіна із крупних блоків п'ятиповерхових житлових будинків за серією І-510
($t=370$ мм)

2 – Захисний шар цементно-піщаного розчину товщиною
 $t=30$ мм

3 – Теплоізоляційний шар мінераловатних чи пінополістерольних плит (t – за розрахунком)

4 – Опоряджувальний шар тонкошарової ($t=6$ мм) чи товстошарової штукатурки ($t=15$ мм)

Рис. 2 – Конструктивні рішення зовнішньої теплоізоляції стін п'ятиповерхових житлових будинків, які були прийняті при порівнянні тепловтрат через їх бокове огородження

В результаті теплотехнічних розрахунків було отримано величини загальних і питомих (на 1 м^3 об'єму будинку) тепловтрат за сезон через зовнішні стіни п'ятиповерхових житлових будинків до і після їх термомодернізації залежно від об'ємно-конструктивного їх вирішення. Результати розрахунків приведено в табл.6-11. За результатами розрахунків будувалися гістограми загальних і приведених витрат для кожного із типів об'ємно-конструктивного вирішення п'ятиповерхових житлових будівель, а також порівняльні гістограми для одноманітних секцій п'ятиповерхових житлових будинків, які приводяться на рис. 3,4.

Таблиця 6 – Розрахункові значення загальних тепловитрат на опалення блочних п'ятиповерхових житлових будинків, $Q_{\text{буд}}$, та їх відповідне зниження відносно початкового стану, Δ (%)

Варіант конструктивно-го рішення зовнішньої теплоізоляції	Блочні п'ятиповерхові житлові будинки					
	4-секційний житловий будинок		6-секційний житловий будинок		8-секційний житловий будинок	
	Початкове значення $q_{\text{буд}}=48,39, \text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ (згідно табл.3)					
	$Q_{\text{буд}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$\Delta, \%$	$Q_{\text{буд}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$\Delta, \%$	$Q_{\text{буд}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$\Delta, \%$
Існуюче вирішення	89380,6	0	121258,1	0	153280,1	0
Варіант 1	26388,6	70,5	35800	70,5	45254,3	70,5
Варіант 2	28369,9	68,3	38488,1	68,3	48652,2	68,3
Варіант 3	26388,6	70,5	35800	70,5	45254,3	70,5
Варіант 4	28369,9	68,3	38488,1	68,3	48652,2	68,3
Варіант 5	29581,5	66,4	40131,6	66,4	50729,9	66,9

Таблиця 7 – Розрахункові значення загальних тепловитрат на опалення цегляних п'ятиповерхових житлових будинків, $Q_{\text{буд}}$, та їх відповідне зниження відносно початкового стану, Δ (%)

Варіант конструктивного рішення зовнішньої теплоізоляції	Цегляні п'ятиповерхові житлові будинки					
	4-секційний житловий будинок		6-секційний житловий будинок		8-секційний житловий будинок	
	Початкове значення $q_{\text{буд}}=47.87, \text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ (згідно табл.2)					
	$Q_{\text{буд}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$\Delta, \%$	$Q_{\text{буд}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$\Delta, \%$	$Q_{\text{буд}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$\Delta, \%$
Існуюче вирішення	93111,7	0	124118,6	0	155101,6	0
Варіант 1	27707,7	70,3	36921,4	70,3	46137,8	70,3
Варіант 2	29781,1	68	39684,2	68	49590,3	68
Варіант 3	27707,7	70,3	36921,4	70,3	46137,8	70,3
Варіант 4	29781,1	68	39684,2	68	49590,3	68
Варіант 5	31037,2	66,4	413723,8	66,4	52069,8	66,4

Теплові втрати через зовнішні стіни житлових будинків до та після їх термо модернізації
Цегляні за серією І-447 Кирпично-блочные за серією І-510 Панельні за серією І-644

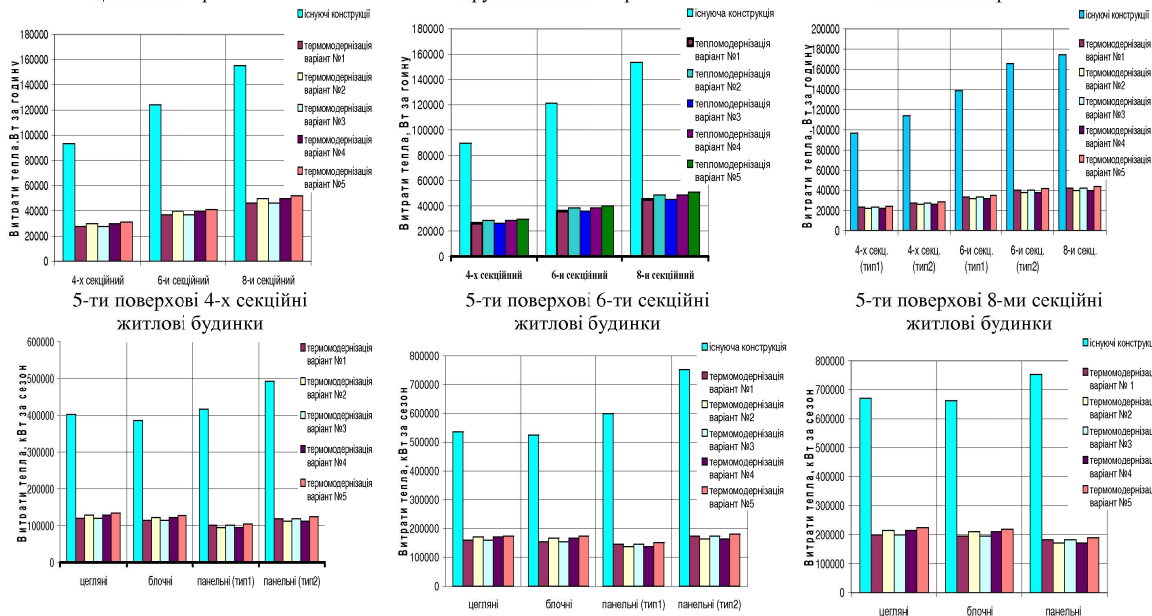
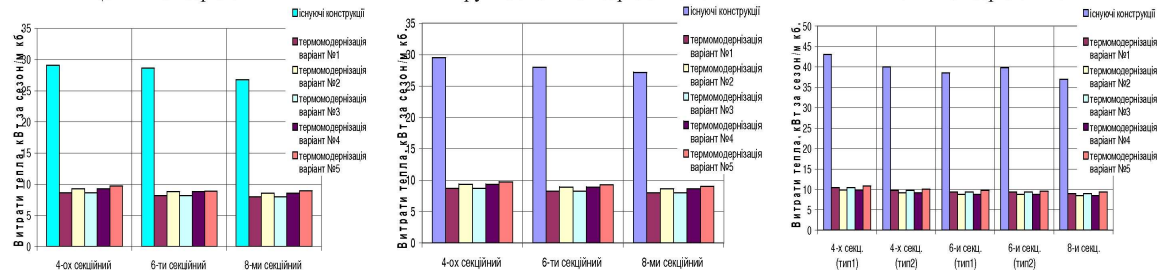


Рис. 3 – Порівняння загальних тепловтрат через зовнішні стіни житлових будинків залежно від їх об'ємно-планувального та конструктивного рішення зовнішніх стін до та після їх термо модернізації

Питомі теплові втрати через зовнішні стіни житлових будинків до та після їх термо модернізації
Цегляні за серією І-447 Кирпично-блочные за серією І-510 Панельні за серією І-464



Питомі теплові втрати через зовнішні стіни 5-ти поверхових житлових будинків

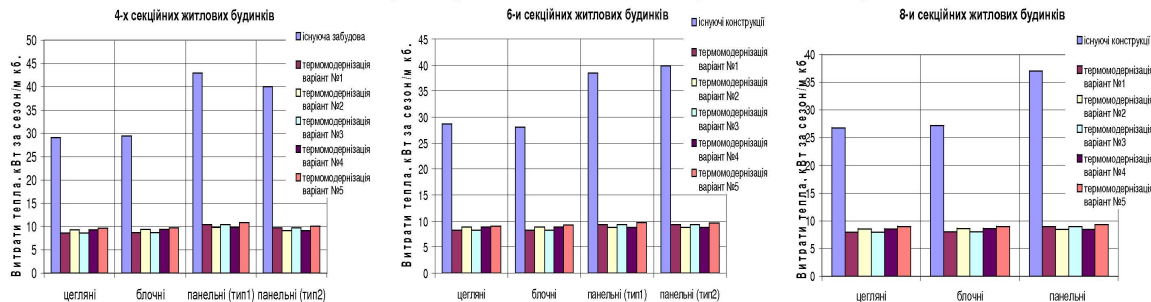


Рис. 4 – Питомі теплові втрати (на м³ об'єму) через зовнішні стіни житлових будинків залежно від їх об'ємно-планувального та конструктивного рішення зовнішніх стін до та після їх термо модернізації

Таблиця 8 – Тепловтрати через зовнішні стіни панельного п'ятиповерхового житлового будинку, $Q_{\text{буд}}$ (Вт·год) до і після термомодернізації її зовнішнього огороження та їх відповідне зниження відносно початкового стану, Δ (%)

Варіант констру- ктивного рішення зовніш- ньої теп- лоізоля- ції	Панельний п'ятиповерховий житловий будинок									
	4-секційний				6-секційний				8-секційний	
	Тип 1		Тип 2		Тип 1		Тип 2			
	Початкове значення $q_{\text{буд}} = 63,38 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ (згідно табл.4)									
	$Q_{\text{буд}},$ кВт·год/ м ²	Δ, %	$Q_{\text{буд}},$ кВт·год /м ²	Δ, %	$Q_{\text{буд}},$ кВт·год/ м ²	Δ, %	$Q_{\text{буд}},$ кВт·год/ м ²	Δ, %	$Q_{\text{буд}},$ кВт·год/ м ²	Δ, %
Існуюче вирішен- ня	96572,5	0	113907	0	138638,3	0	165707,7	0	174264,1	0
Варіант 1	23401,5	75,8	27602,1	75,8	33594,8	75,8	40154,4	75,8	42227,8	75,8
Варіант 2	22047,1	77,2	26004,5	77,2	31650,4	77,2	37830,1	77,2	39783,7	77,2
Варіант 3	23401,5	75,8	27602,1	75,8	33594,8	75,8	40154,4	75,8	42227,8	75,8
Варіант 4	22047,1	77,2	26004,5	77,2	31650,4	77,2	37830,1	77,2	39783,7	77,2
Варіант 5	24314,4	74,8	28678,7	74,8	34905,3	74,8	41720,7	74,8	43875	74,8

Таблиця 9 – Питомі тепловтрати через зовнішні стіни п'ятиповерхового панельного житлового будинку до і після модернізації його зовнішнього огороження, кВт за сезон

Варіант термомодернізації зовнішніх стін	Питомі тепловтрати на один панельний житловий будинок, $Q_{\text{буд}}$									
	4-секційні житлові будинки				6-секційні житлові будинки				8-секційні житлові будинки	
	Тип 1		Тип 2		Тип 1		Тип 2			
	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/ м^3	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/ м^3	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/ м^3	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/ м^3	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/ м^3
До модернізації:	417193,2	43,01	492078,2	40,06	598917,5	38,53	751857,3	39,80	752820,9	37,00
Після модернізації:										
Варіант 1	101094,5	10,45	119241,1	9,71	145129,5	9,34	173467,0	9,34	182424,1	8,97
Варіант 2	95243,5	9,82	112339,4	9,15	136729,7	8,79	163426,0	8,79	171865,6	8,45
Варіант 3	101094,5	10,45	119241,1	9,71	145129,5	9,34	173467,0	9,34	182424,1	8,97
Варіант 4	95243,5	9,82	112339,4	9,15	136729,7	8,79	163426,0	8,79	171865,6	8,45
Варіант 5	105038,2	10,83	123892,0	10,09	150790,9	9,70	180233,4	9,54	189540,0	9,32

Таблиця 10 – Питомі тепловтрати через зовнішні стіни п'ятиповерхових цегляних житлових будинків до і після модернізації, кВт за сезон/м³

Варіант термо-модернізації зовнішніх стін	Питомі тепловтрати через зовнішні стіни житлових будинків					
	4-секційний		6-секційний		8-секційний	
	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/м ³	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/м ³	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/м ³
До модернізації:	402242,5	29,09	536192,4	28,64	670038,9	26,79
Після модернізації:						
Варіант 1	119697,3	8,66	159500,5	8,21	199315,3	7,97
Варіант 2	128654,4	9,30	171435,7	8,83	214230,1	8,56
Варіант 3	119697,3	8,66	159500,5	8,21	199315,3	7,97
Варіант 4	128654,4	9,30	171435,7	8,83	214230,1	8,56
Варіант 5	134080,7	9,70	173368,5	8,93	224941,5	8,99

Таблиця 11 – Питомі тепловтрати через зовнішні стіни п'ятиповерхових крупноблочних житлових будинків до і після модернізації, кВт за сезон/м³

Варіант термо-модернізації зовнішніх стін	Питомі тепловтрати через зовнішні стіни житлових будинків					
	4-секційний		6-секційний		8-секційний	
	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/м ³	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/м ³	Загальні витрати за сезон	кВт за сезон/м ³
До модернізації:	386124,2	29,50	523835,0	27,99	662170,0	27,19
Після модернізації:						
Варіант 1	113998,8	8,71	154656,0	8,27	195498,6	8,03
Варіант 2	122558,0	9,36	166268,6	8,89	210177,5	8,63
Варіант 3	113998,8	8,71	154656,0	8,27	195498,6	8,03
Варіант 4	122558,0	9,36	166268,6	8,89	210177,5	8,63
Варіант 5	127792,1	9,76	173368,5	9,27	219153,2	9,00

Аналіз результатів дослідження дозволив зробити наступні висновки:

- різниця загальних тепловтрат (кВ×год) через зовнішні стіни за сезон у п'ятиповерхових панельних житлових будинках значно більша від тепловтрат через зовнішні стіни блочних і цегляних і становить для: 8-секційного – 12%; 6-секційного – 10...30%; 4-секційного – 7...21%;
- різниця питомих тепловтрат (кВ×год/м³) через зовнішні стіни за сезон у п'ятиповерхових панельних житлових будинках значно більша від тепловтрат через зовнішні стіни блочних і цегляних і становить для: 8-секційного – 27%; 6-секційного – 26%; 4-секційного – 32%.

Економічний аналіз і оцінка конструктивних рішень зовнішньої теплоізоляції стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” в м. Полтаві здійснювалося в наступній послідовності:

- визначення значень техніко-економічних показників (вартості 1 м² матеріалу утеплювача, вартості 1 м² матеріалу опоряджувального шару, вартості будівельно-монтажних робіт на 1 м² конструкції, приведеної (загальної) вартості 1 м²) конструктивних рішень зовнішньої теплоізоляції стін, що застосовуються при термомодернізації п'ятиповерхових житлових будинків. Розрахункові техніко-економічні показники стінових конструкцій визначалися як усереднені значення для окремого підкласу систем та несучих стінових конструкцій за даними певних виробників, що виготовляють та виконують відповідні роботи;

- розрахунок терміну окупності заходів по термомодернізації за рахунок зовнішнього утеплення для кожного типу огорожуючої конструкції п'ятиповерхових житлових будинків залежно від кількості їх секцій, результати якого приведено в табл.12-14;

- визначення значень сумарних тепловтрат через зовнішні стіни за сезон для усіх житлових будинків мікрорайону “Алмазний” до і після проведення термомодернізації стін залежно від типу огорожуючої конструкції і кількості секцій. В табл.15-17 наведено результати розрахунків;

- розрахунок вартості тепловтрат (в тис. грн.) та їх сумарної вартості тепловтрат через зовнішні стіни усіх п'ятиповерхових житлових будинків, розташованих в мікрорайоні “Алмазний” до і після проведення робіт з термомодернізації. Результати розрахунків приведено в табл.18-20;

- розрахунок вартості робіт з улаштування зовнішньої теплоізоляції за конструктивним рішенням варіанту №3, що є найбільш ефективним, для житлових будинків мікрорайону “Алмазний”, результати якого приведено в табл. 21.

При проведенні аналізу термін окупності визначався за наступним відношенням:

$$T = \frac{B_{\text{ут}}}{\Delta K_{\text{оп}}}, \quad (3)$$

де $B_{\text{ут}}$ – вартість робіт з улаштування конструкції додаткового зовнішнього утеплення стін житлових будинків, приймається відповідно даних табл. 12-14; $\Delta K_{\text{оп}}$ – економія коштів на опалення за сезон після проведення заходів по термомодернізації зовнішніх стін будинків, приймається відповідно даних табл. 12-14.

Величина $\Delta K_{\text{оп}}$ є різниця між витратами коштів на опалення до і після термомодернізації зовнішніх стін житлових будинків за сезон при економічно обґрунтованому тарифі. Але при існуючих тарифах на теплову енергію впровадження енергоефективних заходів в житловому фонді не завжди є інвестиційно привабливим.

Таблиця 12 – Розрахунок терміну окупності заходів по термомодернізації за рахунок зовнішнього утеплення для блочних п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Показник	Одиниці виміру	4-секційний житловий будинок	6-секційний житловий будинок	8-секційний житловий будинок
Розрахункові значення питомих тепловитрат на опалення, $q_{\text{буд}}$:	кВт за сезон			
- початкові		386124,2	523835,0	662170,0
- після термомодернізації				
Варіант 1		113998,8	154656,0	195498,6
Варіант 2		122558,0	166268,6	210177,5
Варіант 3		113998,8	154656,0	195498,6
Варіант 4		122558,0	166268,6	210177,5
Варіант 5		127792,1	173368,5	219153,2
Економія енергії на опалення за сезон, $\Delta Q_{\text{буд}}$		272125,4	369179	466671,4
Вартість теплової енергії	грн./кВт за сезон	0,58		
Економія коштів на опалення за сезон, $\Delta K_{\text{оп}}$	тис. грн.	157,83	214,12	270,67
Площа зовнішніх непрозорих стін, $F_{\text{нп}}$	м ²	2479,4	3378,8	4281,2
Сумарна вартість додаткового утеплення, $B_{\text{ут}}$:	тис. грн.			
- збірна система типу Б1		765,22	1030,52	1305,77
- збірна система типу Б3		632,25	861,59	1091,06
Термін окупності за рахунок утеплення:	років			
- збірна система типу Б1		4,79	4,81	4,82
- збірна система типу Б3		4,01	4,02	4,03

В даному випадку існує ряд факторів, які не враховуються у вартість робіт з улаштування утеплення стін ($B_{\text{ут}}$), а саме не враховують ні експлуатаційні витрати, ні кредитні зобов'язання при інвестуванні робіт, ні будь-які інші ризики тощо.

Тому, даний термін окупності є величиною наближеною до реального, що не враховує походження інвестиційних коштів та інших супутніх факторів. Для визначення фактичного терміну окупності необхідно проводити більш реальні економічні розрахунки, які будуть враховувати усі фактори, що впливають.

Таблиця 13 – Розрахунок терміну окупності заходів по термомодернізації за рахунок зовнішнього утеплення для цегляних п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Показник	Одиниці виміру	4-секційний житловий будинок	6-секційний житловий будинок	8-секційний житловий будинок
Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення, $q_{\text{буд}}$:	кВт за сезон			
- початкові		402242,5	536192,4	670038,9
- після термомодернізації				
Варіант 1		119697,3	159500,5	199315,3
Варіант 2		128654,4	171435,7	214230,1
Варіант 3		119697,3	159500,5	199315,3
Варіант 4		128654,4	171435,7	214230,1
Варіант 5		134080,7	173368,5	224941,5
Економія енергії на опалення за сезон, $\Delta Q_{\text{буд}}$		282545,2	376691,9	470723,6
Вартість теплової енергії	грн./кВт за сезон	0,58		
Економія коштів на опалення за сезон, $\Delta K_{\text{оп}}$	тис. грн.	163,87	218,48	273,02
Площа зовнішніх непрозорих стін, $F_{\text{нп}}$	м²	2577,9	3465,6	4353,3
Сумарна вартість додаткового утеплення, $B_{\text{ут}}$:	тис. грн			
- збірна система типу Ц1		786,25	1057,00	1327,76
- збірна система типу Ц3		657,36	883,73	1110,09
Термін окупності за рахунок утеплення:	років			
- збірна система типу Ц1		4,78	4,84	4,86
- збірна система типу Ц3		4,01	4,05	4,07

Таблиця 14 – Розрахунок терміну окупності заходів по термомодернізації за рахунок зовнішнього утеплення для панельних п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Показник	Од. виміру	4-секційний житловий будинок		6-секційний житловий будинок		8-секційний житловий будинок
		Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2	
1	2	3	4	5	6	7
Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення, $q_{\text{буд}}$:	кВт за сезон					
- початкові		417193,2	492078,2	598917,5	751857,3	752820,9
- після термомодернізації						
Варіант 1		101094,5	119241,1	145129,5	173467,0	182424,1
Варіант 2		95243,5	112339,4	136729,7	163426,0	171865,6
Варіант 3		101094,5	119241,1	145129,5	173467,0	182424,1
Варіант 4		95243,5	112339,4	136729,7	163426,0	171865,6
Варіант 5		105038,2	123892,0	150790,9	180233,4	189540

Продовження таблиці 14

1	2	3	4	5	6	7
Економія енергії на опалення за сезон, $\Delta Q_{\text{буд}}$						
Варіант 1 чи 3		316098,7	372837,1	453788,0	578390,3	570396,8
Варіант 2 чи 4		321949,7	379738,8	462187,8	588431,3	580955,3
Вартість теплової енергії	грн./кВт за сезон	0,58				
Економія коштів на опалення за сезон, $\Delta K_{\text{оп}}$	тис. грн.					
Варіант 1 чи 3		183,34	216,25	263,20	335,17	330,83
Варіант 2 чи 4		186,73	220,25	268,07	341,29	336,95
Площа зовнішніх непрозорих стін, $F_{\text{шт}}$	м ²	1968,1	2402,6	2950,8	3513,1	3757,3
Сумарна вартість додаткового утеплення, $V_{\text{ут}}$:	тис. грн					
- система типу П1		629,79	768,83	944,26	1124,19	1202,34
- система типу П2		678,99	828,90	1018,03	1212,02	1296,27
- система типу П3		531,39	648,70	796,72	948,54	1014,47
- система типу П4		570,75	696,75	885,73	1018,80	1089,62
Термін окупності за рахунок утеплення:	років					
- система типу П1		3,44	3,56	3,59	3,35	3,63
- система типу П2		3,64	3,76	3,79	3,55	3,85
- система типу П3		2,89	3,00	3,03	2,83	3,07
- система типу П4		3,06	3,16	3,30	2,99	3,23

Таблиця 15 – Сумарні тепловтрати через зовнішні стіни цегляних п'ятиповерхових житлових будинків до і після модернізації в мікрорайоні «Алмазний», кВт за сезон

Варіант термомодернізації	Сумарні тепловтрати через зовнішні стіни житлових будинків			
	4-секційні	6-секційні	8-секційні	Разом
до модернізації:	4022425,0	3753346,8	6030350,1	13806121,9
після модернізації:				
Варіант 1	1196973	1116503,5	1793837,7	4107314,2
Варіант 2	1286544	1200049,9	1928070,9	4414664,8
Варіант 3	1196973	1116503,5	1793837,7	4107314,2
Варіант 4	1286544	1200049,9	1928070,9	4414664,8
Варіант 5	1286544	1213579,5	2024473,5	4524597,0

Таблиця 16 – Сумарні тепловтрати через зовнішні стіни крупноблочних п'ятиповерхових житлових будинків до і після модернізації в мікрорайоні «Алмазний», кВт за сезон

Варіант термомодернізації	Сумарні тепловтрати через зовнішні стіни житлових будинків			
	4-секційні	6-секційні	8-секційні	Разом
до модернізації:	81085608,2	136139710,0	1986510,0	219211828,2
після модернізації:				
Варіант 1	2393974,8	4021056,0	586495,8	6473680,6
Варіант 2	2573718,0	4322983,6	630532,5	7527234,1
Варіант 3	2393974,8	4021056,0	586495,8	6473680,6
Варіант 4	2573718,0	4322983,6	630532,5	7527234,1
Варіант 5	2683634,1	4507581,0	657459,6	7848674,6

Таблиця 17 – Тепловитрати через стіни п'ятиповерхових житлових будинків до і після модернізації в мікрорайоні «Алмазний» кВт за сезон

Розрахункове значення тепловитрат на опалення, $Q_{\text{Буд}}$, кВт за сезон	Цегляні	Блочні	Панельні	Разом
до модернізації:	13806121,9	219211828,2	13779366,5	246797316,6
після модернізації:				
Варіант 1	4107314,2	6473680,6	3304124,4	13885119,2
Варіант 2	4414664,8	7527234,1	3011783,6	14953682,5
Варіант 3	4107314,2	6473680,6	3304124,4	13885119,2
Варіант 4	4414664,8	7527234,1	3011783,6	14953682,5
Варіант 5	4524597,0	7848674,6	3433012,8	15806284,4

Наочність терміна окупності інвестицій в проведення робіт з термомодернізації зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону «Алмазний» показано на графіку зміни процесу інвестування та економії тепловитрат залежно від об'єму капіталовкладень, який приведений на рис. 5: криві «а» – відповідно зміна величин тепловитрат від $B_{\text{max}}^{\text{TB}}$ до $B_{\text{min}}^{\text{TB}}$ (згори) та вкладень і повернення коштів $B_1^{\text{інв}}$ (знизу) при повному фінансуванні об'єму робіт за один рік (термін окупності становить $T_1^{\text{окуп}}=5$ років); криві «б» – відповідно зміна величин тепловитрат від $B_{\text{max}}^{\text{TB}}$ до $B_{\text{min}}^{\text{TB}}$ (згори) та вкладень і повернення коштів $B_5^{\text{інв}}$ (знизу) при фінансуванні робіт за один рік на 20% від необхідного об'єму, загальний термін окупності робіт становить $T_5^{\text{окуп}}=9$ років; криві «в» – відповідно зміна величин тепловитрат від $B_{\text{max}}^{\text{TB}}$ до $B_{\text{min}}^{\text{TB}}$ (згори) та вкладень і повернення коштів $B_{10}^{\text{інв}}$ (знизу) при фінансуванні робіт за один рік на 10% від необхідного об'єму (термін окупності становить $T_{10}^{\text{окуп}}=14$ років).

Таблиця 18 – Сумарні тепловитрати через зовнішні стіни панельних п'ятиповерхових житлових будинків в мікрорайоні «Алмазний» до і після їх модернізації, кВт за сезон

Варіант термомодернізації зовнішніх стін	Сумарні тепловитрати панельних п'ятиповерхових житлових будинків, $\sum Q_{\text{Буд}}$					
	4-секційні		6-секційні		8-секційні	Разом
	Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2		
До модернізації:	834386,4	492078,2	7187010,0	3007429,2	2258462,7	13779366,5
Після модернізації:						
Варіант 1	202189,0	119241,1	1741554,0	693868,0	547272,3	3304124,4
Варіант 2	190487,0	112339,4	1640756,4	653704,0	515596,8	3011783,6
Варіант 3	202189,0	119241,1	1741554,0	693868,0	547272,3	3304124,4
Варіант 4	190487,0	112339,4	1640756,4	653704,0	515596,8	3011783,6
Варіант 5	210076,4	123892,0	1809490,8	720933,6	568620,0	3433012,8

Таблиця 19 – Вартість тепловтрат через зовнішні стіни п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” в м. Полтава, тис. грн.

Варіант термомодернізації зовнішніх стін за типами конструктивних рішень		Вартість тепловтрат на опалення, $\Sigma B_{\text{тв}}$			
		4-секційні будинки	6-секційні будинки	8-секційні будинки	Разом
цегляні	до модернізації:	2333,01	2176,94	3497,60	8007,55
	після модернізації:				
	Варіант 1	694,24	647,57	1040,43	2382,24
	Варіант 2	746,20	696,03	1118,28	2560,51
	Варіант 3	694,24	647,57	1040,43	2382,24
	Варіант 4	746,20	696,03	1118,28	2560,51
	Варіант 5	746,20	703,88	1174,19	2624,27
блочні	до модернізації	4702,99	7899,43	1152,18	13754,60
	після модернізації:				
	Варіант 1	1388,51	2332,21	340,17	3754,73
	Варіант 2	1492,76	2507,33	365,71	4365,80
	Варіант 3	1388,51	2332,21	340,17	3754,73
	Варіант 4	1492,76	2507,33	365,71	4365,80
	Варіант 5	1556,51	2614,40	381,33	4552,23
панельні	до модернізації				
	Тип 1	483,95	4168,47	1309,91	7992,03
	Тип 2	285,41	1744,31		
	після модернізації:				
	Варіант 1 Тип 1	117,26	1010,10	317,42	1916,39
	Тип 2	69,16	402,44		
	Варіант 2 Тип 1	110,48	951,64	299,05	1746,83
	Тип 2	65,16	379,15		
	Варіант 3 Тип 1	117,26	1010,10	317,42	1916,39
	Тип 2	69,16	402,44		
	Варіант 4 Тип 1	110,48	951,64	299,05	1746,83
	Тип 2	65,16	379,15		
	Варіант 5 Тип 1	121,84	1049,51	329,80	1991,15
	Тип 2	71,86	418,14		

Таблиця 20 – Сумарна вартість тепловтрат через зовнішні стіни п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” до і після термомодернізації їх огорожуючих конструкцій, тис. грн.

Варіант термомодернізації зовнішніх стін	Цегляні		Блочні		Панельні		Разом	
	$\Sigma B_{\text{тв}}$	$\Delta, \%$	$\Sigma B_{\text{тв}}$	$\Delta, \%$	$\Sigma B_{\text{тв}}$	$\Delta, \%$	$\Sigma B_{\text{тв}}$	$\Delta, \%$
до модернізації:	8007,55		13754,60		7992,03		29754,18	
після модернізації:								
Варіант 1	2382,24	70,2	3754,73	72,7	1916,39	76,0	8053,36	72,9
Варіант 2	2560,51	68,0	4365,80	68,3	1746,83	78,1	8673,14	70,9
Варіант 3	2382,24	70,2	3754,73	72,7	1916,39	76,0	8053,36	72,9
Варіант 4	2560,51	68,0	4365,80	68,3	1746,83	78,1	8673,14	70,9
Варіант 5	2624,27	67,2	4552,23	66,9	1991,15	75,1	9167,65	69,2

Таблиця 21 – Вартість робіт з улаштування зовнішньої теплоізоляції за конструктивним рішенням варіанту №3 для житлових будинків мікрорайону “Алмазний”

Тип житлового будинку за конструктивним вирішенням стін	Вартість встановлення додаткового утеплення, $\Sigma V_{\text{теп}}$, млн. грн.			
	4-секційні житлові будинки	6-секційні житлові будинки	8-секційні житлові будинки	Разом
Цегляні	6,574	6,186	9,991	22,751
Блочні	13,284	22,401	3,273	38,958
Панельні				
Тип 1	1,062	9,561	3,043	18,109
Тип 2	0,649	3,794		
Разом				79,818

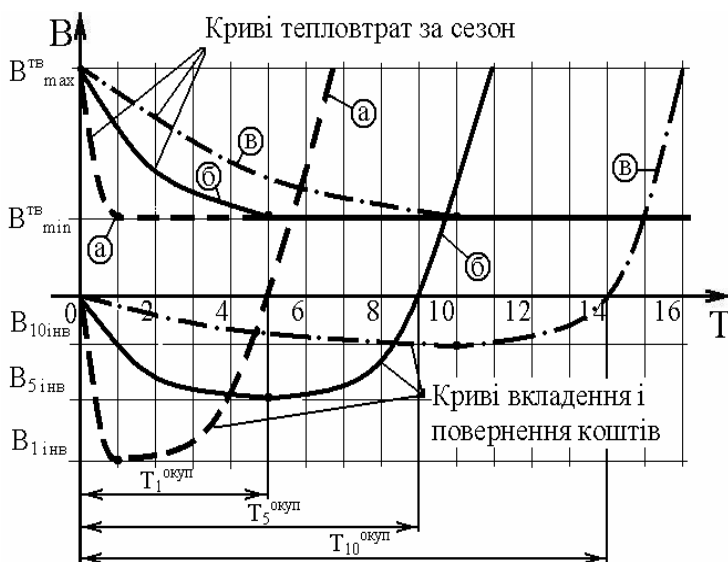


Рис. 5 – Графік зміни інвестицій в тепло модернізацію зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” залежно від їх об'єму та періоду вкладення

Проведений аналіз щодо визначення економічно-ефективного конструктивного рішення зовнішньої теплоізоляції стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” дозволив констатувати наступне:

а) під час проведення термомодернізації існуючих п'ятиповерхових житлових будинків найбільш привабливими, з економічної

точки зору, є використання конструкцій фасадної теплоізоляції з опорядженням мінеральною тонкошаровою штукатуркою Ceresit (варіант №1) та теплоізоляційною тонкошаровою шпаклівкою “Тепловер Шпаклівка” (варіант №3). Так, вартість таких робіт залежно від типу утеплювача може складати від 245 до 305 грн. на 1 м² зовнішньої теплоізоляції. При цьому, початкові інвестиції є найменшими для фасадної теплоізоляції на основі пінополістиролу низької густини, що за своїми показниками надійності не відповідає сучасним вимогам і має обмежену галузь застосування. Таким чином, використання таких, на перший погляд, економічно привабливих конструкцій в подальшому призводитиме до значних капіталовкладень в поточні та періодичні ремонти, що потребує перегляду техніко-економічних показників таких конструкцій з урахуванням їх життєвого циклу.

При використанні в якості утеплювача вказаних конструкцій матеріалів на основі органічних речовин (екструдованого пінополістиролу, бісерного пінополістиролу більш високої густини), що мають достатні показники довговічності, вартість збірної системи зростає і складає близько 290÷320 грн./м². Однак, такі системи мають обмеження до застосування і можуть використовуватись лише на будинках висотою до 26,5 м.

Таким чином, найбільш перспективним, з точки зору можливої сфери застосування, показників надійності та економічних показників, є застосування при термомодернізації збірних систем з опорядженням тонкошаровими штукатурками та мінераловатною теплоізоляції. Вартість таких систем становить близько 245÷305 грн./м²;

б) в результаті розрахунків встановлено, що найбільш ефективним, з точки економії тепловтрат, є конструкція фасадної теплоізоляції з опорядженням мінеральною тонкошаровою штукатуркою Ceresit (варіант №1) та теплоізоляційною тонкошаровою шпаклівкою “Тепловер Шпаклівка” (варіант №3). Окупність вкладення інвестицій при улаштуванні теплоізоляції за варіантом №3 при термомодернізації зовнішніх стін житлових будинків становить 3-5 років. Період окупності капіталовкладень в термомодернізацію зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” залежно від об'єму щорічних витрат коштів може становити:

- при повному фінансуванні робіт за один рік – 5 років;
- при фінансуванні робіт за рік об'ємом 20% від необхідного – 9 років;
- при фінансуванні робіт за рік об'ємом 10% від необхідного – 14 років.

Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Основним фактором тепловтрат в житлових будинках є трансмісія (термодинаміка) тепла через зовнішні стіни, які є огорожуючими їх конструкціями. Суттєве зменшення втрат тепла може досягатися за рахунок використання багат шарових огорожуючих конструкцій. Впровадження в практику нових зовнішніх теплоізоляційних конструкцій утеплення стін порівняно з ефективністю збереження тепловтрат має ряд недоліків, основні з них пов'язані зі збільшенням кількості вологості в утеплювачі на протязі річного циклу зміни кліматичних умов, що призводить до накопичення вологи на межі шарів утеплювача і несучого конструктивного елемента, і як наслідок, поперемінне циклічне їх замерзання і відтаювання та втрата з часом теплофізичних і міцносних властивостей матеріалів. Тому, авторами роботи були запропоновані нові конструктивні рішення зовнішньої теплоізоляції з використанням тонкошарової і товстошарової ізоляційної штукатурки з підвищеними теплозахисними властивостями (рис.2), які притаманні відповідно ізоляційній штукатурці “Тепловер Штукатурка” і розчину “Тепловер Преміум”. Порівняння нових конструктивних рішень здійснювалося разом з уже існуючими і найбільш поширеними за їх теплофізичними властивостями, загальними і питомими тепловтратами витратами коштів, терміном їх окупності.

2. В результаті розрахунків були отримані величини загальних і питомих (на 1 м^3 об'єму будинку) тепловтрат за сезон через зовнішні стіни п'ятиповерхових житлових будинків до і після їх термомодернізації залежно від об'ємно-конструктивного їх вирішення. Аналіз результатів дослідження дозволив зробити наступні висновки:

- різниця загальних тепловтрат ($\text{кВ} \times \text{год}$) через зовнішні стіни за сезон у п'ятиповерхових панельних житлових будинках значно більша від тепловтрат через зовнішні стіни блочних і цегляних і становить для: 8-секційного – 12%; 6-секційного – 10...30%; 4-секційного – 7...21%;

- різниця питомих тепловтрат ($\text{кВ} \times \text{год} / \text{м}^3$) через зовнішні стіни за сезон у п'ятиповерхових панельних житлових будинках значно більша від тепловтрат через зовнішні стіни блочних і цегляних і становить для: 8-секційного – 27%; 6-секційного – 26%; 4-секційного – 32%.

3. Використовуючи існуючі апробовані методики була проведена оцінка ефективності використання запропонованих різних конструктивних рішень при термомодернізації зовнішніх стін п'ятиповерхових житлових будинків типових серій, які розташовані в мікрорайоні “Алмазний” в місті Полтава. В результаті розрахунків встановлено, що інвестиційні витрати на улаштування зовнішньої теплової ізоляції для існуючих п'ятиповерхових житлових будинків окупляться протягом 3-5 років за рахунок зниження витрат на їх опалення. Так:

- при улаштуванні зовнішньої теплоізоляції за варіантом №3 (утеплювач – пінополістирольні плити товщиною $t=100$ мм, а опоряджувальний шар – тонкошарова теплоізоляційна шпаклівка “Тепловер Шпаклівка”, товщиною $t=6$ мм) інвестиційні витрати окупляться для цегляних і блочних житлових будинків – за 4 роки, а для панельних – за 3 роки незалежно від їх об’ємно-конструктивного рішення;

- при улаштуванні зовнішньої теплоізоляції за варіантом №1 (утеплювач – пінополістирольні плити товщиною $t=100$ мм, а опоряджувальний шар – тонкошарова теплоізоляційна шпаклівка Ceresit СТ-190, товщиною $t=6$ мм) інвестиційні витрати окупляться для цегляних і блочних житлових будинків – за 5 років, а для панельних – за 4 роки незалежно від їх об’ємно-конструктивного рішення.

4. Оцінка вартості тепловтрат через зовнішні стіни будівель (табл.19) виявила найбільш ефективний, з економічної точки зору, варіант термомодернізації їх зовнішнього огородження. Їм виявився варіант конструктивного рішення зовнішньої теплоізоляції №3 – а саме: утеплювач – пінополістирольні плити товщиною $t=100$ мм, а опоряджувальний шар – тонкошарова теплоізоляційна шпаклівка “Тепловер Шпаклівка”, товщиною $t=6$ мм. Аналіз сумарної вартості тепловтрат через зовнішні стіни усіх п’ятиповерхових житлових будинків мікрорайону “Алмазний” до і після модернізації їх огорожуючих конструкцій показав наступне:

- найбільша економія 75,1...78,1% витрат коштів може бути отримана в результаті термомодернізації панельних п’ятиповерхових житлових будинків, загальна кількість яких в мікрорайоні “Алмазний” становить 22 (21,4% від загальної кількості будинків);

- найбільша економія коштів може бути отримана при реконструкції усіх 98-п’ятиповерхових житлових будинків в мікрорайоні “Алмазний” при проведенні термомодернізації їх зовнішніх стін за конструктивним рішенням №3 (табл.19): вартість економії становить $B=21700,8$ тис. грн. за сезон.

1. BOLIX®. Справочник. Продукты и строительные решения. Фасадные системы. – 61 с. [Електронний ресурс] – www.bolix.ru.

2. Бутенко А.Н. Моделирование тепловлажностных режимов в ограждающих конструкциях с повышенными теплозащитными свойствами: автореф. дисс.... к.т.н. по спец. 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Бутенко Андрей Николаевич. – Воронеж, 2010. – 20 с.

3. Гагарин В.Г. Совершенствование методик определения влажностных характеристик строительных материалов и метода расчета влажностного режима ограждающих конструкций: автореф. дисс.... к.т.н. по спец. 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Гагарин Владимир Геннадьевич. – Москва, 1984. – 20 с.

4. Галузева програма підвищення енергоефективності у будівельній галузі на 2010-2014 роки була розроблена під керівництвом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України на виконання Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.12.2008 № 1567-р "Про програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів".

5. Гнездилова О.А. Энергосберегающие конструкции наружных стен с литыми композитами: автореф. дисс... к.т.н. по спец. 05.23.03 -Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Гнездилова Ольга Анатольевна. – Иркутск, 2010. – 20 с.

6. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления здания / А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – №1. – С. 9-13.

7. Гурьянов Н.С. Оценка и обеспечение тепловой надёжности наружных стен эксплуатируемых зданий: автореф. дисс... к.т.н. по спец. 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Гурьянов Николай Сергеевич. - Нижний Новгород, 2003. – 21 с.

8. Дамаскін Б.С. Щодо перспективних напрямків енергозбереження в житлових будинках / Б.С. Дамаскін // Реконструкція житла. – 2008. – Вип.9. – С. 229-232.

9. ДБН В.2.6.-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Затв. наказ Міністерством будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 09.09.2006 №301. – К.: Мінбуд України. – 67 с.

10. ДБН В.2.6.-33:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. Затв. наказом Мінрегіонбуду України від 01.12.2008 р. №553; Чинні з 01.07.2009 р. – 21 с.

11. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлювальних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки. Затв. постановою КМУ від 01.03.2010 р. №243. – 45 с.

12. Дмитриев А.Н. Энергосберегающие ограждающие конструкции гражданских зданий с эффективными утеплителями: автореф. дисс... д.т.н. по спец. 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения / Дмитриев Александр Николаевич. – М., 1999. – 40 с.

13. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. – Рівне: видавець О.Зень, 2011. – 48 с.

14. ISOVER. Штукатурные фасадные системы, 2004. – 7 с. [Електронний ресурс] – www.isover.ru.

15. Инструкция по применению систем внешней теплоизоляции зданий Артисан тепло "М" и Артисан тепло "П"// ООО "Артель", 2005. – 68 с.

16. Клычников Р.Ю. Оценка целесообразности и оптимизация термомодернизации жилых зданий градостроительного образования: автореф. дисс... к.т.н. по спец. 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения / Клычников Роман Юрьевич. – Пенза, 2011. – 19 с.

17. Леонтьева Ю.Н. Прогнозирование динамики тепловлажностного состояния ограждающих конструкций жилых зданий Санкт-Петербурга и повышение их энергоэффективности: автореф. дисс... к.т.н. по спец. 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Леонтьева Юлия Николаевна. – Санкт-Петербург, 2002. – 19 с.

18. Методичні рекомендації щодо практики застосування міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва на територіях Львівщини / Під ред. М.А.Саницького. – 134 с. [Електронний ресурс]: http://cestei.lviv.ua/upload/pub/Energio/1259276548_34.pdf.

19. Мица Н.В. Сутність та проблеми енергозбереження в Україні / Н.В. Мица// Сталій розвиток економіки. – 2011. – №4. – С.40-48.
20. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий / П.В. Монастырев. – М.: АСВ. – 156 с.
21. Наружные стены, стены подвала, покрытия, чердачные перекрытия, перегородки, ограждающие конструкции мансард и полы с теплоизоляцией из минераловатных плит «ROCKWOOL» Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов / Шифр М24.22/05 // ОАО ЦНИИПромзданий, ЗАО “Минеральная вата”, 2005. – 87 с.
22. Орлова Н.А. Влияние внешних возмущений на тепловые режимы зданий: автореф. дисс... к.т.н. по спец. 05.14.06 – Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика / Орлова Наталья Александровна. – Харьков, 2007. – 20 с.
23. PAROC®. Insulateforlife. Системы внешнего утепления фасадов. – 32 с. [Электронный ресурс] – www.poroc.ru. або www.poroc.com.
24. Ратушняк Г.С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель / Г.С. Ратушняк, О.Г. Ратушняк // Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 106 с.
25. Рекомендации по проектированию и монтажу многослойных систем наружного утепления фасадов зданий, 2001. – 119 с.
26. Руководство по применению в покрытиях, стенах и полах теплоизоляционных плит из пеностекла “НЕО ТИМ” / Шифр М27.20/07 // ОАО ЦНИИПромзданий, 2007. – 41 с.
27. Семёнова Э.Е. Формирование микроклимата жилых зданий старой застройки при их модернизации: автореф. дисс... к.т.н. по спец. 05.23.03 –Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Семенова Эльвира Евгеньевна. – Воронеж, 2006. – 20 с.
28. Сигачёв Н.П. Энергосбережение в зданиях с управляемыми тепло-воздухообменными режимами: автореф. дисс... д.т.н. по спец. 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Сигачев Николай Петрович. – Чита, 2001. – 41 с.
29. Системы теплоизоляции фасадов CeresitWM CeresitVMP // Bautechnik Russia, 2003. – 158 с. [Электронный ресурс] – www.ceresit.ru.
30. Стены, покрытия, полы, перегородки, ограждающие конструкции мансард и чердачные перекрытия с применением минераловатных плит “Термо”. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов/ Шифр№24.10 / 07 // ОАО ЦНИИПромзданий, ОАО “Термостепс”, 2007. – 69 с.
31. СТО 58239148-001-2006. Системы наружной теплоизоляции стен зданий с отделочным слоем из тонкослойной штукатурки “CERESIT” / Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. Инструкция по монтажу. Технические описания // ООО “Хенкель Баутехник”, 2007. – 188 с.
32. Табунщиков Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений / Ю.А.Табунщиков, Д.Ю. Хромец, Ю.А. Матросов. – М.: Стройиздат, 1986. – 380 с.
33. Торкатюк В.И. Совершенствование стратегии формирования системы энергосбережения в строительной отрасли / В.И. Торкатюк, Л.Г. Бойко, М.К. Сухонос// Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2004. – Вип.58. – С.3-16.
34. Фаренюк Г.Г. Совершенствование ограждающих конструкций и повышение энергоэффективности зданий / Фаренюк Г.Г. // Вісник Академії будівництва України, Київ, 1998. – С. 38-40.

35. Фаренюк Г.Г. Методические принципы оптимизации затрат на термореновацию зданий при их реконструкции / Фаренюк Г.Г. // Будівельні конструкції. – 2001. – Вип.54. – С.714-721.

36. Фаренюк Г.Г. Составляющие теплопотерь зданий первых массовых серий и возможности изменения их структуры / Фаренюк Г.Г. // Реконструкція житла. – 2003. – №4. – С.99-102.

37. Фаренюк Г.Г. Енергетична ефективність підвищення теплотехнічних показників основних елементів теплоізоляційної оболонки будинків / Фаренюк Г.Г. // Будівництво України. – 2008. – № 8. – С.12-14.

38. Физико-технические основы повышения защитных качеств ограждений при капитальном ремонте: методические указания /сост.: В.И. Леденёв, И.В. Матвеева, А.М. Макаров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 40 с.

Отримано 14.01.2013

УДК 624.011.1:620.193

Ж.Н.ВОЙТОВА, канд. техн. наук

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЦЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СООТВЕТСТВИИ С НОВЫМИ НОРМАТИВНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ

Рассматриваются вопросы использования коэффициентов надежности для учета влияния влажности и времени нагружения деревянных конструкций применительно к старым и новым отечественным строительным нормам.

Розглядаються питання використання коефіцієнтів надійності для урахування впливу вологості та часу навантаження дерев'яних конструкцій стосовно до старих та нових вітчизняних будівельних норм.

In article questions the use of safety factors to account for the effect of humidity and time of loading timber structures in relation to the old and new domestic construction standards.

Ключевые слова: расчет деревянных конструкций, европейские строительные нормы, отечественные строительные нормы, система коэффициентов надежности.

В процессе интеграции Украины в европейское сообщество большое значение имеет корректное обновление строительных норм таким образом, чтобы они не противоречили европейским. На протяжении последних десятилетий Украина является активным участником процесса обновления строительных норм с учетом требований европейских стандартов.

Основные задачи гармонизации национальных и европейских норм могут быть сформулированы на следующих четырех уровнях: близость научных основ; идентичность расчетных методов; совпадение требований к конструкциям; соответствие результатов расчетов при проектировании и строительстве.

В 2010 году в Украине был введен в действие ДБН В.2.6-161:2010 «Дерев'яні конструкції. Основні положення», разработанный на основа-