

Ю.С. Юркевич, О.О. Савченко, О.В. Омельчук, О.В. Дейнека  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

## АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ЧИННИКІВ УТЕПЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ ЗАХИЩЕНЬ

© Юркевич Ю.С., Савченко О.О., Омельчук О.В., Дейнека О.В., 2011

Наведено порівняння техніко-економічних показників під час утеплення зовнішніх стін пінопластом за різних характеристик огорожувальних конструкцій та визначено групу об'єктів, для яких проведення таких робіт є першочерговим.

**Ключові слова:** термореновація, теплова ізоляція, опір теплопередачі, тепла енергія, термін окупності.

**In this article there are presented comparisons of technical and economical indexes at external walls renewal by polystyrol at the different characteristics of enclosure constructions and objects group is determined for which realisation of such works is urgent.**

**Key words:** renewal, thermal isolation, resistance of heat transfer, thermal energy, pay back time.

**Вступ.** Сьогодні Україна залишається одним з найбільших споживачів теплової енергії в житлово-комунальному секторі. Попри те, що необхідність проведення термореновації житлового фонду є цілком очевидною, дійсний стан мало чим відрізняється від стану 80–90 років ХХ ст. [1]

Основними заходами при термореновації будівель є утеплення зовнішніх захищень та заміна вікон. В реалізації другого з перелічених методів є очевидний прогрес. В Україні діє велика кількість підприємств, які виготовляють металопластикові вікна належної якості за сучасними технологіями, діють програми з кредитування під час купівлі таких вікон.

Що ж стосується утеплення захищаючих конструкцій і приведення їх термічних опорів до нормативного значення [2], то тут ситуація є значно гіршою. Це зумовлено, на нашу думку, насамперед економічними чинниками, які характеризують цей термореноваційний захід.

**Мета роботи** – проаналізувати техніко-економічні чинники, які визначають економічну доцільність утеплення зовнішніх захищень пінопластом.

Спробуємо проаналізувати ці чинники, заклавши в техніко-економічне порівняння величини, які є реальними для м. Львова на початок опалювального сезону 2010 року.

У місті діє близько десяти невеликих підприємств, які виконують роботи з утеплення фасадів будинків. Пропонована ними вартість робіт різниться в межах 10 %, а середні величини становлять 142 грн./м<sup>2</sup> під час утеплення пінопластом, та 230 грн./м<sup>2</sup> – під час утеплення фасаду мінеральною ватою.

Для аналізу приймемо дешевший з пропонованих варіантів, а саме – утеплення пінопластом. З'ясуємо, з яких величин складається запропонована вартість утеплення, прийнявши товщину пінопласту 8 см, яка є найхарактернішою у м. Львові. Середня ціна пінопласту становить 270 грн./м<sup>3</sup>. Вартість додаткових матеріалів (армувальної сітки, дюбелів, клеїв та декоративного шару) становить 27 грн./м<sup>2</sup>, середня вартість робіт – 70 грн./м<sup>2</sup>, у цю суму входять заробітна плата робітників, оренда рихтування. Решта вартості – це прибуток підприємства та витрати, пов'язані з оподаткуванням. Як бачимо з наведених цін, вартість самого утеплювача становить незначний відсоток від загальної ціни цього термореноваційного заходу (рис. 1).

Слід звернути увагу також на те, що вартість робіт та додаткових матеріалів фактично не залежить від товщини шару утеплювача, у зв'язку з чим частка вартості шару пінопласту зі зменшенням його товщини також знижується.

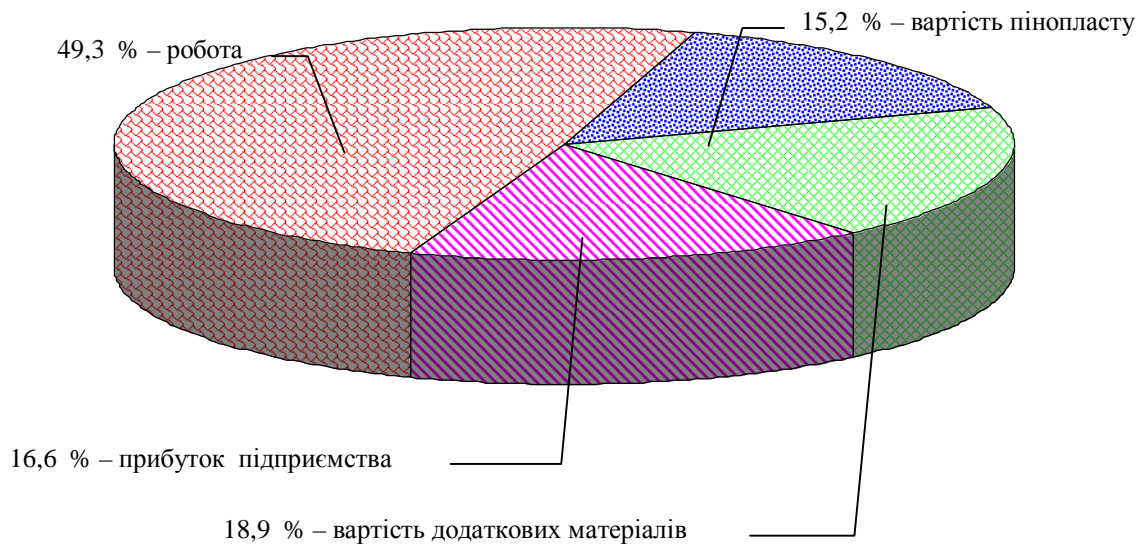


Рис. 1. Розподіл вартості окремих складових утеплення фасаду будинку за товщини пінопласту 0,08 м

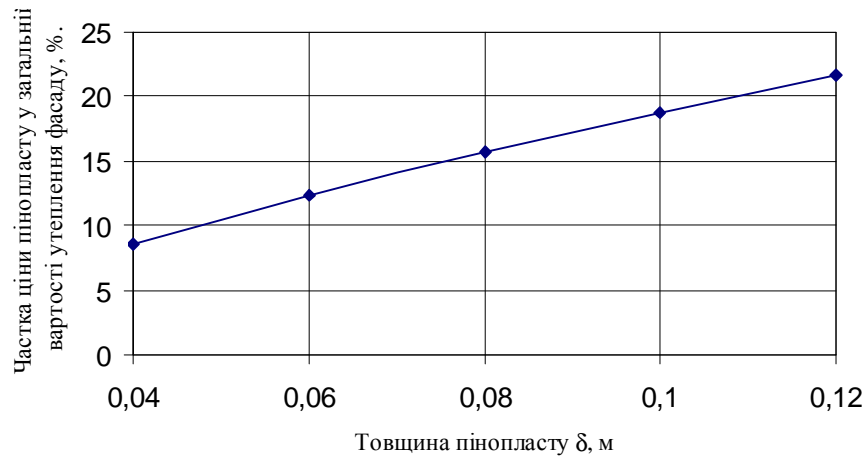


Рис. 2. Залежність частки вартості ціни пінопласту у загальній вартості утеплення фасаду від його товщини

Розрахуємо економічний ефект від утеплення фасаду будинку. Кількість теплоти, яка економиться після утеплення  $DQ$ , Вт/м<sup>2</sup>, становить

$$DQ = Q' - Q^{ym}, \quad (1)$$

де  $Q'$  – тепловтрати через 1 м<sup>2</sup> поверхні стіни до проведення робіт з термореновації, Вт/м<sup>2</sup>;

$Q^{ym}$  – тепловтрати через 1 м<sup>2</sup> поверхні стіни після проведення робіт з термореновації, Вт/м<sup>2</sup>.

$$Q' = k'FDt_p, \quad (2)$$

де  $k'$  – коефіцієнт теплопередачі захищення до термореновації, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $Dt_p$  – розрахункову різницю температур, для м. Львова прийемо  $Dt_p = t_e - t_{x5} = 20 - (-19) = 39^{\circ}\text{C}$ .

$$Q^{ym} = k^{ym}FDt_p, \quad (3)$$

де  $k^{ym}$  – коефіцієнт теплопередачі захищення після термореновації, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Тоді величину  $DQ$ , Вт/м<sup>2</sup>, можна подати у вигляді

$$DQ = (k' - k^{ym}) F D t_p. \quad (4)$$

Коефіцієнт теплопередачі захищення до термореновації можна подати у вигляді  $k' = \frac{1}{R'}$ , а коефіцієнт теплопередачі захищення після термореновації

$$k^{ym} = \frac{1}{R' + R^{ym}},$$

де  $R'$  – опір теплопередачі захищаючої конструкції до термореновації,  $\frac{m^2 \cdot K}{Bm}$ , а  $R^{ym}$  – опір теплопередачі шару утеплювача,  $\frac{m^2 \cdot K}{Bm}$  (для пінопласту марки 25 з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda = 0,032 \frac{Bm}{m \cdot K}$ ), тоді

$$DQ = \frac{R_{ym}}{R'(R' + R^{ym})} F D t_p. \quad (5)$$

З наведеної залежності зрозуміло, що кількість заощадженої теплової енергії залежить не лише від опору теплопередачі шару утеплювача (відповідно і його товщини), але й від початкового опору теплопередачі захищення, яке утеплюється.

Розглянемо три характерні захищаючі конструкції з різними опорами теплопередачі:

1. Одношарова керамзито-бетонна панель завтовшки 350 мм,  $R = 0,67 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$ .
2. Стіна з силікатної цегли завтовшки 400 мм,  $R = 0,82 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$ .
3. Стіна зі звичайної цегли завтовшки 525 мм,  $R = 1,09 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$ .

Для кожного з захищень визначимо кількість теплової енергії, яка заощаджується протягом опалювального періоду за різних товщин шару теплової ізоляції, та пов'язану з цим економію коштів. Економія коштів визначається для двох груп споживачів: для населення та споживачів, що фінансуються з бюджету будь-якого рівня. Для розрахунку приймемо тарифи по ЛМКП «Львівтеплоенерго», який для першої групи споживачів становить 163,37 грн./Гкал, а для другої – 393,63 грн./Гкал. [3, 4]. Для кожного з розглянутих варіантів визначено також термін окупності термореноваційного заходу, який визначаємо як відношення затрат, пов'язаних з реалізацією термореноваційного заходу до річної економії коштів, отриманих за рахунок цього термореноваційного заходу. Для загальнобудівельних робіт нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (величина обернена до терміну окупності) становить 0,12, що відповідає терміну окупності 8,3 року.

Як бачимо з результатів, наведених у таблиці, у переважній більшості для споживачів, що фінансуються з бюджету, утеплення зовнішніх стін вже зараз є привабливим термореноваційним заходом, оскільки термін окупності за товщини пінопласту 0,12 м не перевищує 8,0 років. Однак за оплати за теплоносії по тарифу для населення термін окупності цього термореноваційного заходу залишається великим і коливається в межах від 8,8 до 22,8 років.

Як показує досвід попередніх років, підвищення цін на газ призводить до подальшого підвищення тарифів на теплову енергію, тому з великою вірогідністю можна очікувати в найближчому майбутньому збільшення тарифу для населення на 50 %. У цьому випадку тариф

становитиме близько 245 грн./Гкал, а утеплення стін з одношарових керамзитобетонних панелей стає рентабельним, а для інших конструкцій термін окупності залишається доволі високим.

**Економічні показники утеплення зовнішніх стін (віднесені до 1 м<sup>2</sup> поверхні захищення)  
за різних характеристик огорожувальних конструкцій.**

№ з/п	Техніко-економічні показники для різних типів огорожувальних конструкцій.		Товщина шару пінопласту, м, (чисельник) та його опір теплопередачі R, м <sup>2</sup> К/Вт (знаменник)					
			0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	
			1,25	1,875	2,5	3,125	3,75	
1	Одношарова керамзитобетонна панель R=0,67 м <sup>2</sup> К/Вт	Економія теплової енергії, Гкал/рік	0,075	0,086	0,0918	0,0958	0,099	
		Економія коштів, грн./рік	По тарифу для населення	12,25	14,05	15,0	15,6	16,17
			Для споживачів, що фінансуються з бюджету	29,52	33,8	36,13	37,71	38,97
		Простий термін окупності, рік	По тарифу для населення	11,6	10,1	9,5	9,1	8,8
Для споживачів, що фінансуються з бюджету	<b>4,8</b>		<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>		
2	Цегляна стіна з опором теплопередачі R=0,82 м <sup>2</sup> К/Вт	Економія теплової енергії, Гкал/рік	0,057	0,066	0,071	0,075	0,078	
		Економія коштів, грн./рік	По тарифу для населення	9,31	10,76	11,66	12,28	12,73
			Для споживачів, що фінансуються з бюджету	22,46	29,23	31,73	33,41	34,63
		Простий термін окупності, рік	По тарифу для населення	15,2	13,20	12,17	11,56	11,48
Для споживачів, що фінансуються з бюджету	<b>6,3</b>		<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>		
3	Цегляна стіна з опором теплопередачі R=1,09 м <sup>2</sup> К/Вт	Економія теплової енергії, Гкал/рік	0,038	0,045	0,049	0,053	0,055	
		Економія коштів, грн./рік	По тарифу для населення	6,20	7,35	8,00	8,66	8,98
			Для споживачів, що фінансуються з бюджету	14,95	17,71	19,3	20,9	21,65
		Простий термін окупності, рік	По тарифу для населення	22,8	19,30	17,7	16,4	15,8
Для споживачів, що фінансуються з бюджету	9,5		<b>8,0</b>	<b>7,4</b>	<b>6,8</b>	<b>6,6</b>		

Тому цілком очевидно, що зниження терміну окупності повинно досягатися не за рахунок підвищення тарифу на теплову енергію, але й за рахунок зниження вартості термомодернізаційного заходу. Зниження вартості можна досягнути за багатьма заходами. Насамперед слід створити в місті велике підприємство, що дасть змогу зменшити витрати, пов'язані з орендою будівельного риштування. Іншим заходом є заміна дорогих імпортних клеїв на матеріали вітчизняного виробництва. Для підприємств, які займаються термомодернізацією, необхідно створити сприятливий податковий клімат.

Впровадження усіх цих заходів за попередніми розрахунками дасть змогу знизити вартість термомодернізації приблизно на 25–30%. У такому разі за вартості термомодернізації 100 грн./м<sup>2</sup> і тарифу 245 грн./Гкал термін окупності становитиме 4,9 року.

**Висновки:**

1. Першочергово потрібно проводити утеплення зовнішніх захисень споруд, збудованих з одношарових керамзитобетонних панелей.

2. Для споживачів, що фінансуються з бюджетів будь-якого рівня, коефіцієнт ефективності капіталовкладень під час утеплення зовнішніх стін пінопластом відповідає чинними нормативним показникам.

3. Для підвищення економічної доцільності утеплення зовнішніх стін усіх інших груп споживачів необхідно знизити собівартість термомодернізаційного заходу шляхом застосування вітчизняних будівельних матеріалів, зменшення рівня оподаткування цих робіт та укрупнення підприємств, що виконують такі роботи.

1. Тімпе К., Люкінг Г., Меессен Г., Чопик Я. Теплоенергоощадний потенціал у житловому господарстві Львова // Ринок інсталяцій. – 1998. – № 9. 2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 71 с. 3. Скориговані тарифи на гаряче водопостачання та теплову енергію на опалення: Рішення виконавчого комітету Львівської міської ради № 107 від 13.02.2009. Додаток 2. 4. Скориговані тарифи на гаряче водопостачання та теплову енергію на опалення для населення: Рішення виконавчого комітету Львівської міської ради № 1433 від 29.12.2008. Додаток 1.

УДК 624.012

І.В. Васільєв

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра будівельних конструкцій та мостів

## ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ЗА ДІЇ НАВАНТАЖЕННЯ ОБОЙМОЮ З БЕТОНУ

© Васільєв І.В., 2011

**Наведені результати досліджень згинальних залізобетонних елементів, підсилених за дії навантаження. На підставі отриманих результатів проведено порівняння експериментальних та теоретичних величин міцності балок.**

**Ключові слова:** залізобетонні елементи, міцність, підсилення.

**The results of research reinforced-concrete bending elements reinforced under loading are presented. Based on these results the comparison of experimental and theoretical values of strength is conducted.**

**Key words:** reinforced concrete element, strength, reinforcing.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах для багатьох промислових підприємств, а інколи й громадських будівель виникає необхідність в проведенні робіт з реконструкції (планованої чи аварійної). Зазначені роботи часто пов'язані з необхідністю відновлення та підсилення несучих конструкцій будівлі. Важливою особливістю проведення таких робіт є наявність певного залишкового навантаження конструкцій, оскільки досягти їх абсолютного розвантаження на час виконання робіт з підсилення чи відновлення є, як правило, надзвичайно складним завданням.

Сьогодні проблема ефективного виконання підсилення конструкцій, що експлуатуються або перебувають під певним залишковим навантаженням, недостатньо вивчена і тому є актуальною і потребує дослідження.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженням ефективних методів підсилення залізобетонних конструкцій займалося багато учених [1–3]. Це дало змогу розробити конструктивні рішення підсилення залізобетонних конструкцій. Однак недостатньо висвітлені питання ефективності використання конструктивних елементів підсилення під час їх влаштування під дією навантаження, прогнозування їх ефективності за допомогою теоретичного розрахунку, особливо згідно з чинними нормами проектування.

**Мета та задачі дослідження.** Мета роботи – дослідити міцність нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених обоймою з бетону за дії навантаження різного рівня, а також