

ВПЛИВ СТУПЕНЮ УШКОДЖЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ CERESIT НА ВАРТІСТЬ РОБІТ ПО ЇЇ ВІДНОВЛЕННЮ

Василь Шаленний*, Альона Скокова**, Євген Галич**,
Марина Долотій**, Володимир Соха***, Євген Карапузов***

* Національна академія природоохоронного та курортного будівництва
** ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
*** «Хенкель Баутехнік (Україна)»

Анотація. Деталізовано методику та наведено результати обчислювального експерименту із встановлення залежності між відсотком ушкодження теплоізоляції фасаду та витратами на його відновлення. Ці залежності підтверджують висунуту раніше гіпотезу про непропорційне зростання вартості робіт з відновлення теплоізоляції до відсотку її ушкодження. Отримані результати слід враховувати перед прийняттям остаточного рішення щодо ремонту чи заміни всієї існуючої системи теплоізоляції.

Ключові слова: фасадна теплоізоляція, обчислювальний експеримент, ушкодження, відновлення, вартість.

ВСТУП

Сьогодні фасадні системи теплоізоляції з легкою штукатуркою (фасадні системи "мокрого" типу) є одними з найбільш поширених і ефективних систем утеплення та оздоблення фасадів будівель. На будівельному ринку України представлено більше 20 варіантів конструктивно-технологічних систем утеплення та оздоблення будівель за допомогою легких штукатурок вітчизняних та закордонних компаній-виробників. Компанія "Хенкель Баутехнік (Україна)", що комплектно поставляє такі системи торгової марки Ceresit, вирізняється серед всього різноманіття виробників насамперед переконливим стажем роботи на будівельному ринку, а технологія і організація влаштування систем із її продукції нормативно забезпечені в Україні [1]. Окрім цього вона має помірковану ціну.

Метою даної статті є висвітлення результатів обчислювального (пасивного) експерименту з дослідження впливу ступеню ушкодження фасадної системи теплоізоляції з опорядженням легкою штукатуркою торгової марки Ceresit на вартість робіт із її відновлення.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

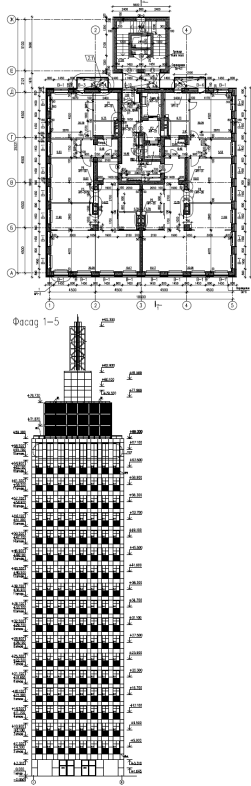
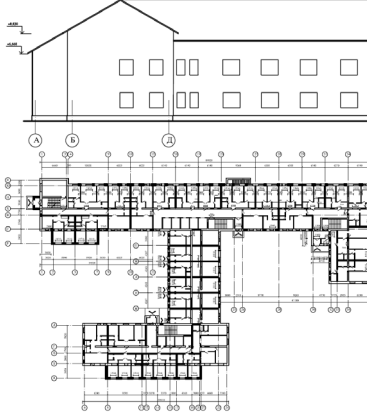
Методика проведення цього експерименту частково вже була опублікована у [9]. Для дослідження обрані 6 об'єктів-представників будівництва, це громадські будинки висотою від 5,4м до 70м (табл. 1). Як можливі, розглядалися варіанти ремонту фасадної системи Ceresit ППС з основним пінополістирольним утеплювачем, поясами з мінеральної вати та полімерцементною штукатуркою.

Перелік матеріалів, що були використані для даної системи при моделюванні можливих витрат ресурсів представлено в табл. 2.

Таблиця 1. Об'єкти-представники будівництва, що обрані для участі в обчислювальному експерименті

Table 1. Objects-building representatives that elected to participate in the computer experiment

№ п/п	Шифр об'єктів	Найменування об'єктів зовнішнього утеплення, їх коротка характеристика	Ескізи	Матеріал зовнішніх стін, товщина та опір теплопередачі до влаштування системи
1	1Фа	Готельно-торговельний комплекс. 1-поверхова будівля (висотою 5,4м), що містить установи торгівлі й службово-побутові приміщення. Габарити будинку в осях – 139х60м		цегла керамічна ($\gamma = 1400 \text{ кг/м}^3$), товщиною 380мм, $R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{1}{23} = 0,82 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
2	1Фб	Готель на 96 місць – 6-поверхова будівля (24м висотою). Габаритні розміри висотної частини в осях 60х15м. Конструктивна система будинку – рамний сталевий каркас		

3	5Ф	<p>Житловий 21-поверховий будинок висотою 92м. Розміри в осях – 18х25,2м. Висота житлових поверхів – 3,3м. Квартири розташовані з 2 по 19 поверхи. На 1-му, 20-му та 21-му поверхах розташовуються допоміжні та технічні приміщення</p>	<p>план типового поверху</p> 	<p>Залізобетон ($\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$), товщиною 300мм,</p> $R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,30}{1,92} + \frac{1}{23} = 0,31 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
4	8Ф	<p>Житловий 2-поверховий будинок з мансардою висотою 12,5м. Будівля має складну форму в плані. Розміри в осях становлять 90х53,6м. Висота першого та другого поверхів складає 3,2м. Третій поверх – мансардний, висота поверху – 4м</p>	<p>Фасад А-С</p> 	<p>цегла силікатна ($\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$), товщиною 510мм,</p> $R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,70} + \frac{1}{23} = 0,84 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$

5	10Ф	<p>Житловий 15-поверховий будинок висотою 50м. Розміри в осях – 18,3х26,1м. Висота поверху – 3м. 15-й поверх – технічний. Стінове огороження виконане із блоків ніздрюватого бетону</p>		<p>блоки з ніздрюватого бетону ($\gamma=1000$ кг/м³), товщиною 400мм,</p> $R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,40}{0,38} + \frac{1}{23} = 1,21 \frac{M^2 \cdot K}{Bm}$
6	11Ф	<p>Житловий 16-поверховий будинок висотою 55м з вбудованими торговими та офісними приміщеннями. Будівля має складну форму в плані, розміри в осях – 30,6х30,6м. Висота першого та другого поверхів, на яких розміщено торгові та офісні приміщення, становить 3,6м. Планування приміщень на поверхах з 3 по 13 є типовим, висота поверху тут становить 2,7м. 14-ий поверх – технічний, а на 15-ому та 16-ому також розташовуються квартири.</p>		<p>залізобетон ($\gamma=2500$ кг/м³), товщиною 200мм,</p> $R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{1,92} + \frac{1}{23} = 0,22 \frac{M^2 \cdot K}{Bm}$

Таблиця 2. Матеріали для системи Ceresit ППС

Table 2. Materials for the system Ceresit EPS

№ п/п	Матеріали для системи Ceresit ППС	Витрата матеріалів на 1м ²	Ціна на 1м ² (станом на 03.2010), грн.
1	Клей для пінополістиролу Ceresit СТ 83	5 кг	13,07
2	Плити з екструдованого пінополістиролу Stygofam 300; $\lambda = 0,032 \text{ Вт} / \text{ м} \cdot \text{ К}$, Г1	1,08 м ²	125,60
3	Дюбелі поліамідні з сердечником з нержавіючої сталі, довжиною 200мм	5 шт.	5,10
4	Клейовий розчин Ceresit СТ 190	5 кг	16,48
5	Мінераловатні плити ROCKWOOL ФАСАД БАТТС; $\lambda = 0,042 \text{ Вт} / \text{ м} \cdot \text{ К}$, НГ	1,08 м ²	151,07
6	Розчин Ceresit СТ 85	2 кг	6,46
7	Сітка зі скловолокна зі спеціальною пропиткою, 5x5мм, 165г/м ²	1,1 м ²	6,38
8	Розчин Ceresit СТ 85	2 кг	6,46
9	Фарба ґрунтуюча Ceresit СТ 16	0,3 л	4,50
10	Полімерцементна штукатурка "коройд" Ceresit СТ 35 БАЗА (зерно 3,5мм)	3,2 кг	11,41
11	Силікатна фарба Ceresit СТ 54	0,2 л	5,70

Як можливі варіанти, для проектування та визначення витрат ресурсів були розглянуті майже всі найпоширеніші засоби підмоцнення відомих в Україні виробників. У загальному вигляді, вони були поділені на групи та представлені в табл. 3.

Для проведення розрахунків вартості виконання отриманих таким чином 26-ти можливих варіантів реалізації проектів відновлення теплозахисних та декоративних властивостей, кожен будинок-представник було розбито на захватки та розроблено графік виконання робіт з урахуванням необхідних технологічних перерв при влаштуванні теплоізоляції згідно [1]. Таким чином стало можливим визначити необхідну кількість кожного різновиду засобів підмоцнення для забезпечення ефективної роботи на об'єкті. Різновид засобів підмоцнення для виконання робіт приймався для кожного конкретного варіанту проекту в залежності від висоти будинку та можливості його розміщення на прибудинковій території.

Показники очікуваної вартості та трудомісткості ремонтних робіт визначались із використанням програмного комплексу для кошторисних розрахунків "АВК-5", редакція 2.10.2. Вартість робіт з влаштування системи теплоізоляції типу Ceresit розраховується у цьому програмному комплексі відповідно до [5] Необхідно відмітити, що визначити вартість оренди засобів підмоцнення в існуючій стандартній базі даних згаданого програмного комплексу не можливо, тому для врахування цих витрат нами було розроблено власний алгоритм. Він, на нашу думку, дещо краще відповідає правилам визначення ринкової орендної вартості засобів підмоцнення.

Таблиця 3. Засоби підмоцвання, що розглядалися в експерименті

Table 3. Scaffoldings participating in the experiment

Засоби підмоцвання	
Мобільні вежі-тури	
Механічні підйомники мономачтові	
Риштування рамні	
Підйомник "люлька"	
Промисловий альпінізм	

Наприклад, вартість оренди веж-тур та механічних підйомників була розрахована за формулою:

$$C_{веж}^{заг.} = C_{вежі} \cdot n_{веж} \cdot P_{оренда}, \quad (1)$$

де: $C_{вежі}$ – вартість оренди однієї вежі (підйомника) на добу, грн.; $n_{веж}$ – кількість веж для забезпечення необхідного фронту робіт; $P_{оренда}$ – тривалість оренди необхідної кількості засобів підмоцвання для виконання робіт з ремонту теплоізоляції, діб.

Тривалість оренди приймалась відповідно до загальної тривалості робіт з установа засобів підмоцвання, ремонту системи теплоізоляції на об'єкті та розбирання засобів підмоцвання, яка розраховувалась шляхом розробки графіку виконання робіт для кожного з шести представлених об'єктів будівництва. Тривалість робіт з установки та розбирання засобів підмоцвання розраховувалась за формулою:

$$P_{підмоц.} = \frac{T_{+підм.} + T_{-підм.}}{N_{чол.}^{підм.} \cdot t_{зм} \cdot n_{зм}}, \quad (2)$$

де: $T_{+підм.}$ – трудомісткість встановлення засобів підмоцвання, л.-год., – за розрахунком АВК-5;

$T_{-підм.}$ – трудомісткість демонтажу засобів підмоцвання, л.-год. – за розрахунком АВК-5;

$N_{чол.}^{підм.}$ – кількість робітників для виконання робіт з монтажу та демонтажу риштувань та веж-тур, згідно §Е6-1 [6], приймалась ланка з 4 робітників;

$t_{зм}$ – тривалість робочої зміни – прийнято $t_{зм} = 8 \text{ год.}$;

$n_{зм}$ – кількість змін роботи в одному робочому дні – прийнято $n_{зм} = 2 \text{ зміни.}$

Тривалість робіт з демонтажу системи на пошкоджених ділянках та влаштування нової розраховувалась за формулою:

$$P_{система} = \frac{T_{-система} + T_{+система}}{N_{чол.}^{система} \cdot t_{зм} \cdot n_{зм}}, \quad (3)$$

де: $T_{-система}$ – трудомісткість демонтажу системи теплоізоляції – розрахована в системі АВК-5 як добуток трудомісткості влаштування системи з понижуючим коефіцієнтом – $H_{15} = 0,4$, люд.-год.: $T_{-система} = T_{+система} \cdot 0,4$; $T_{+система}$ – трудомісткість влаштування системи, люд.-год. – за розрахунком АВК-5;

$N_{чол.}^{система}$ – кількість робітників в комплексній бригаді для робіт з демонтажу та влаштування системи теплоізоляції, чол. Згідно з рекомендованими даними [1], бригада повинна складатися з 19 чоловік відповідних професій та розрядів.

Після складання графіку виробництва робіт, що враховує необхідні технологічні перерви при влаштування системи теплоізоляції, а також можливості суміщення процесів по влаштуванню, переміщенню та розбиранню засобів підмоцвання із

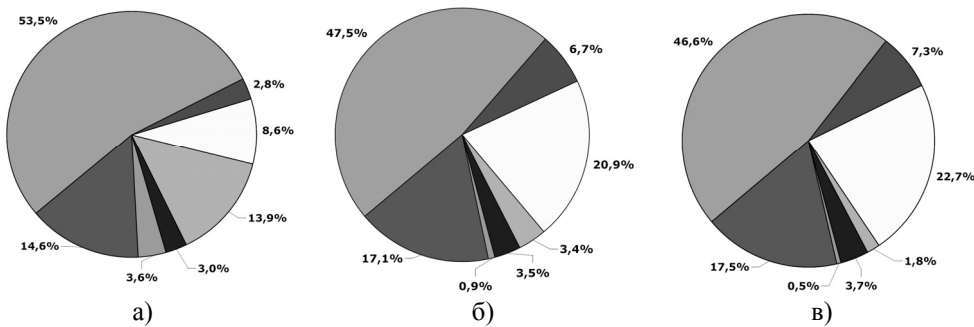
власне ремонтно-будівельними роботами було знайдено тривалість виконання ремонтних робіт на кожному об'єкті та при різному ступені пошкодження теплоізоляції ($P_{оренда}$).

Після чого, вартість оренди риштувань була розрахована за формулою:

$$C_{ришт.}^{заг.} = C_{ришт.} \cdot S_{ришт.} \cdot P_{оренда} \quad (4)$$

де: $C_{ришт.}$ – вартість оренди риштувань за 1м2 на добу, грн.; $S_{ришт.}$ – площа вертикальної проекції риштувань для забезпечення фронту робіт, м².

Попередньо виконаними у АВК-5 розрахунками було встановлено, що найбільший вплив на зміни вартості ремонтних робіт в залежності від загальної площі ремонту теплоізоляції має вартість матеріалів для влаштування системи, а також вартість проведення робіт із ліквідації ушкодженої та влаштування нової теплоізоляційної системи на ушкоджених ділянках (приклад на рис.1).



	вартість матеріалів для ремонту системи, $\frac{грн.}{\%}$	вартість демонтажу системи, $\frac{грн.}{\%}$	вартість влаштування системи, $\frac{грн.}{\%}$	вартість установки та розбирання риштувань, $\frac{грн.}{\%}$	вартість оренди риштувань, $\frac{грн.}{\%}$	вартість забивання гнізд від риштувань, $\frac{грн.}{\%}$	загальновиробничі витрати, $\frac{грн.}{\%}$
а)	259202	13354	41609	67368	14353	17489	70791
	53,5%	2,8%	8,6%	13,9%	3,0%	3,6%	14,6%
б)	475499	67012	208816	33809	34986	8777	171106
	47,5%	6,7%	20,9%	3,4%	3,5%	0,9%	17,1%
в)	851783	132853	413980	33513	66810	8700	318938
	46,6%	7,3%	22,7%	1,8%	3,7%	0,5%	17,5%

Рис. 1. Співвідношення складових вартості ремонту теплоізоляції Ceresit на об'єкті 11Ф із застосуванням рамних риштувань «Піонер» при ушкодженні фасаду на:

а) 5%; б) 50%; в) 100%

Fig. 1. Ratio of cost of repair parts on-site thermal Ceresit for building 11Ф using frame scaffolding «Піонер» damaged facade to:

а) 5%; б) 50%; в) 100%

В свою чергу, величини цих складових залежать від кількості та розмірів ділянок фасадної теплоізоляції, що підлягають ремонту. Для проведення розрахунків, нами була прийнята умова відносно рівномірного розподілу ушкоджень по площі фасаду. Кількість ушкоджених ділянок розраховувалась залежно від загальної площі теплоізоляції об'єкту-представника та площі ушкоджених ділянок. Площа однієї ушкодженої ділянки на фасаді визначалась за формулою:

$$S_{\text{ушкодження}} = \frac{S_{\text{заг. ушкодж.}}}{N_{\text{ушкоджень}}}, \quad (5)$$

де: $S_{\text{заг. ушкодж.}}$ – загальна площа ушкоджених ділянок, м²; $N_{\text{ушкоджень}}$ – кількість ушкоджень на фасаді.

Також припускалось, що геометрично ушкоджені ділянки близькі до кола (рис. 2).

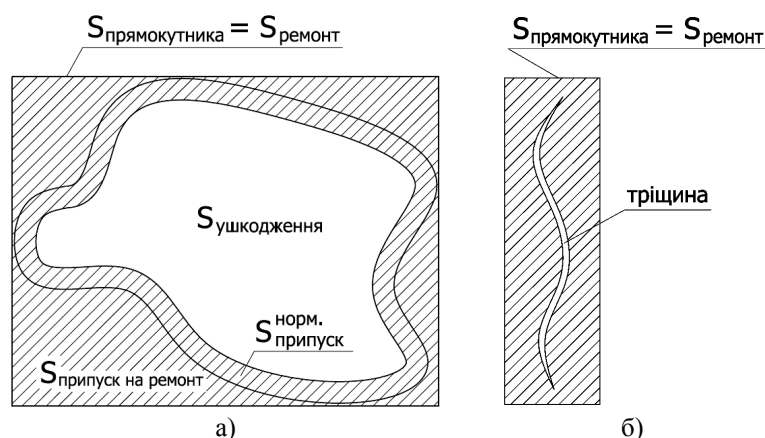


Рис.2. Гіпотетична конфігурація та площа одного ушкодження, припусків та ремонту: а) ушкодження у площині фасаду, б) ушкодження у вигляді тріщини

Fig.2. Hypothetical configuration and area of a damage and repair allowances: а) damage to the facade plane, b) damage as a crack

Загальна площа ремонту для ліквідації всіх ушкоджених ділянок теплоізоляції фасаду :

$$S_{\text{ремон. заг.}} = S_{\text{ремонт}} \cdot N_{\text{ушкоджень}}. \quad (6)$$

Вирахувавши таким чином загальну площу ремонту для різних ступенів ушкодження теплоізоляції фасаду, кожного разу отримували обсяги робіт з ліквідації та влаштування відновленої системи теплоізоляції, а також кількості необхідних для цього матеріалів.

В результаті обробки отриманих таким чином даних щодо очікуваної вартості відновлення теплоізоляції з використанням перерахованих засобів підмошування, були отримані залежності, що представлені на рис.3.

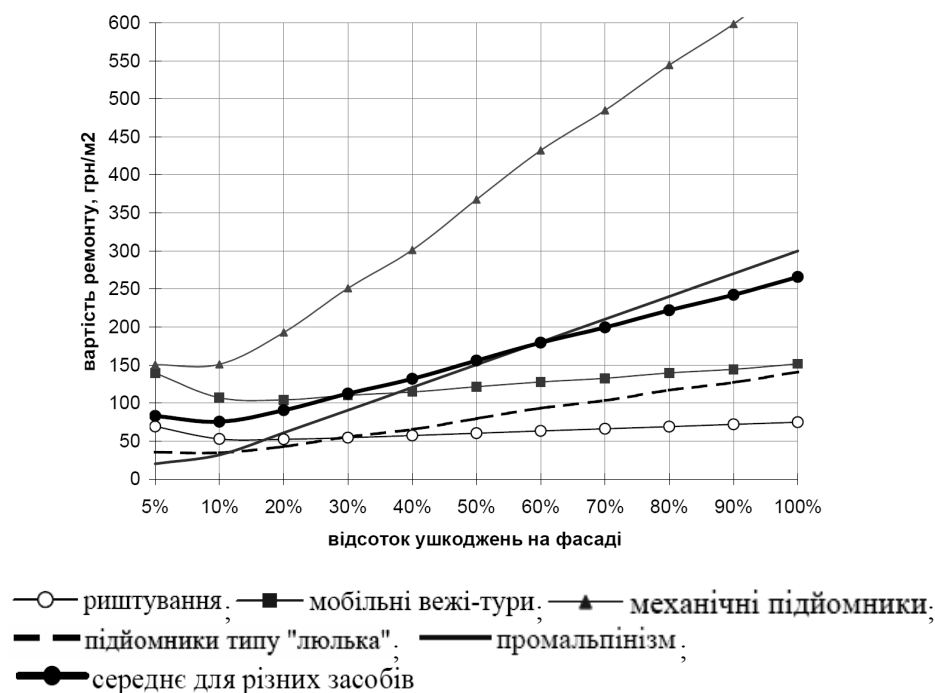


Рис.3. Залежність вартості ремонтних робіт із застосуванням різних засобів підмоцвання від площі ушкодженої теплоізоляції розглянутих будівель-представників
 Fig.3. Dependence of the cost of repairs using various scaffoldings of damaged area insulation of buildings-considered representatives

Аналіз отриманих результатів затверджує наступне:

1. За показником собівартості відновленої поверхні фасаду, вибірковий ремонт окремих ушкоджень із наступним суцільним опорядженням доцільно виконувати при діагностуванні їх не більше, ніж на 10% площі фасаду незалежно від можливості використання того чи іншого засобу підмоцвання.

2. Якщо є можливість використовувати різні засоби підмоцвання, то слід враховувати, що найефективнішим буде використання:

- а) підйомників типу "люлька" (при ушкодженні до 20% фасаду);
- б) при ушкодженні менше 10% фасаду – засобів промальпінізму;
- в) якщо ж ушкодження діагностуються на 30 і більше відсотках поверхні фасаду, то слід проектувати суцільний ремонт всієї площі із застосуванням найпоширеніших різновидів риштувань;

г) використання ж для суцільного ремонту інших розглянутих засобів підмоцвання у порівнянні з традиційними риштуваннями збільшує собівартість робіт майже у два рази.

3. Отримані результати можуть стати основою для розробки відповідної методики проектування технології виробництва робіт із відновлення властивостей системи Ceresit.

ВИСНОВКИ

Деталізовано методику та наведено результати обчислювального експерименту із встановлення залежності між відсотком ушкодження теплоізоляції фасаду та витратами на його відновлення. Результати отримано окремо при розгляді використання для ремонту поширених різновидів засобів підмоцвання, так і в середньому, абстрагуючись від їх різновидів. Ці залежності підтверджують висунуту раніше гіпотезу [10] про непропорційне зростання вартості робіт з відновлення теплоізоляції до відсотку її ушкодження. Отримані результати слід враховувати перед прийняттям остаточного рішення щодо вибіркового ремонту чи заміни всієї існуючої системи теплоізоляції. Окрім того, наведені результати можуть зменшити ступінь невизначеності при виборі технологічно можливих варіантів ліквідації ушкоджень для подовження життєвого циклу будівельних об'єктів з точки зору застосування відомих засобів підмоцвання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bayram P., Deltour D., Demonceau D. et al. – MATERIAUX DE CONSTRUCTION GCIV0184-2 : Le bardage. – Ulg, Faculté des Sciences Appliquées, Département ArGenCo «Architecture, Géologie, Environnement et Constructions», 2007. – 19p.
2. Codes «Régulation thermique – 2010» – Paris : Centre Scientifique et Technique du Batiment, 2010.
3. Fiche technique: «Isolation en façade» – Agence nationale de l'habitat, – 2008. – 7p.
4. Fiche technique: Systeme d'isolation de facade, «StoTherm Classic» – Sto S.A.S., – 2007. – 12p.
5. Thomas Herzog, Roland Krippner, Werner Lang – Construire des façades - Atlas de Construction. Lausanne (Suisse) : Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2007. – 324 p.
6. ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель". – К.: Мінбуд України, 2006. – 68 с.
7. ДБН В.2.6-33:2008 "Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації". – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 23 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. "Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови. " – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 36 с.
9. ДСТУ Б Д.2.2-6:2008. РЕКН (зб. 15) "Облицювання поверхонь та інші оздоблювальні роботи" – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 42 с.
10. ЕНиР на строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях. – М.: Стройиздат, 1986. – 57с.

11. Пінчук С.Й. Організація експерименту при моделюванні та оптимізації технічних систем: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Дніпро-VAL, 2009. – 289 с.
12. Савйовский В.В., Джалалов М.Н. Особенности устройства теплоизоляции наружных стен существующих зданий методом скрепленной теплоизоляции // Научный вестник строительства. – № 51, 2009. – С. 131 – 136.
13. Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції будівель і споруд «Ceresit. 2-ге видання, доповнене і перероблене»: Посібник по проектуванню, монтажу і експлуатації системи / В.Г. Соха, Є.К. Карапузов, О.М. Лівінський, Б.С. Дамаскін, М.Ф. Друкований – К.: МП «Леся», 2009. – 238 с.: іл.
14. Современные фасадные системы / А.И. Менейлюк, В.С. Дорофеев, Л.Э. Лукашенко, В.И. Москаленко, А.Ф. Петровский, В.Г. Соха – К.: «Освета Украины», 2008. – 340 с.
15. Соха В.Г. Научно-методические основы повышения эксплуатационной эффективности технологических систем теплоизоляции фасадов : автореф. дис. на соискание научн. степени докт. техн. наук : спец. 05.23.08 "Технология и организация промышленного и гражданского строительства" / Соха Владимир Георгиевич. – Одесса, 2010. – 46 с.
16. Технологическая карта на устройство системы скрепленной наружной теплоизоляции зданий и сооружений "Будмайстер" FROSTOP" – 2005. – 78с.
17. Фаренюк Г. Г. Теплові аспекти надійності огорожувальних конструкцій // Будівництво України. – 2009. – №8. – С.28–30.
18. Шаленний В.Т., Дікарев К.Б., Скокова А.О. Методика дослідження очікуваних витрат на відновлення фасадної теплоізоляції будинків з опорядженням легкою штукатуркою // MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. – Symferopol – Lublin, 2010. Volume 12D. – P. 101-109
19. Шаленный В.Т., Несеоря П.И., Дикарев К.Б., Скокова А.А. Факторы, влияющие на срок эксплуатации конструкции внешних стен с фасадной теплоизоляцией и отделкой легкой штукатуркой // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА. – Вып. № 56 – С. 593 – 597.
20. Шалённый В.Т., Папирнык Р.Б., Скокова А.А. Восстановление теплозащитных свойств наружных стен как путь продления жизненного цикла гражданских зданий // Збірник наукових праць "Научный вестник строительства". – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вып.58.– С. 203 – 207.

DEGREE'S EFFECT OF EXTERNAL HEAT-INSULATED OF THE DAMAGE CERESIT SYSTEM FOR COST OF WORKS FOR ITS RECOVERY

Summary. Detail the methodology and results of numerical experiment in establishing the relationship between the percentage of damage to the facade thermal insulation and the cost of its restoration. These dependencies confirm the hypothesis put forward earlier about the disproportionate increase in the value of the insulation to recovery percentage of her injuries. The results should be considered before making a final decision to repair or replace the entire existing system of insulation.

Key words: facade insulation, computer experiment, damage, recovery, cost.