

А.С. Максимов,
завідувач відділу енергозбереження і
термомодернізації в будівництві
ORCID: 0000-0001-7029-5690
ДП «НДІБВ» ім. В.С. Балицького

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ БУДІВНИЦТВА ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

Розглянуто особливості термомодернізації, які вимагають розробки окремих організаційних рішень серед яких: термомодернізація може бути здійснена під час різних видів будівництва (реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення), проте на відміну від цих видів будівництва може бути здійснена без призупинення експлуатації об'єктів, прийняті організаційні та конструктивні рішення з підвищення енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій будівлі визначають технологію виконання робіт і навпаки, прийняті технологічні рішення часто впливають на організацію будівельного процесу, окупність забезпечується шляхом економії коштів від запровадження енергоефективних заходів, перелік вихідних даних для проектування ширший ніж для звичайного будівельного проекту та не обмежується даними старого проекту чи даними БТІ, відсутні нормативно встановлені вимоги до завдання на проектування та виконання розділу проекту «Енергоефективність» тощо. Аналіз найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, що використовуються при термомодернізації, показав неможливість здійснення вибору оптимального рішення для окремої огорожувальної конструкції лише за прямою оцінкою фізико-механічних та техніко-економічних характеристик.

Запропоновано здійснювати вибір оптимального конструктивно-технологічного рішення в проектах термомодернізації з усіх можливих у два етапи. На першому етапі необхідно відкинути ті рішення, реалізація яких для даного типу будівлі технічно неможлива або економічно чи технічно недоцільна. На другому – здійснюється оцінка конструктивно-технологічних рішень на основі таких глобальних критеріїв як надійність, екологічність, економічність та відповідних підкритеріїв. Вага критеріїв та підкритеріїв визначена методом експертних оцінок з урахуванням призначення будівлі, для якої відбираються рішення.

Наведено приклад впровадження запропонованого підходу на прикладі типового проекту термомодернізації школи. В результаті узагальнення найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, характеристик проектів термомодернізації, вимог до енергоефективності будівель, та тих які пред'являються до конструктивно-технологічних рішень визначено набір можливих критеріїв для вибору оптимальних рішень.

Ключові слова: *термомодернізація, організація будівництва, оцінка проектних рішень, вибір організаційних рішень.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Низькі показники енергоефективності будівель України можна пояснити відсутністю необхідності використання сучасних енергоощадних технологій через низькі показники вартості енергоресурсів, які були чи не найменші в Європі. Через це будівлі та енергогенеруючі підприємства оснащені застарілим та зношеним технологічним обладнанням, мають низькі показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, суттєві втрати енергії при виробництві, транспортуванні та споживанні, неощадне та не ефективне використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі України.

За останні 10 років умови значно змінились, вартість природного газу (та інших основних енергетичних ресурсів) збільшилася більше ніж в 5 разів, а житлово-комунальне господарство України характеризується їх високим рівнем споживання.

Таким чином питання підвищення енергоефективності будівельних об'єктів, нових та вже збудованих, стає стратегічним напрямом розвитку економіки країни. Але якщо нове будівництво розвивається за рахунок нормування (підвищення показників енергоефективності для нових будівель, що будуються), то термомодернізація є засобом оптимізації енергоефективності старого фонду будівель, що і визначає актуальність дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення питань щодо забезпечення енергетичної ефективності будівель і споруд промислового і цивільного будівництва в останні роки є перспективним напрямком досліджень в Україні і світі. Питання планування та реалізації організаційно-технологічних рішень та управління інвестиціями в енергоефективні проекти займалися такі вчені як О.М. Галінський, П.Є. Григоровський, В.О. Плоский, В.А. Ушацький, А.Ф. Гойко, І.В. Вахович, С.Г. Чигасов, О.Ю. Чертков та інші. Незважаючи на достатню кількість публікацій щодо розв'язання окремих питань щодо термомодернізації існуючих та нових об'єктів, в області організації та управління процесами термомодернізації існуючих об'єктів необхідні подальші дослідження. Аналіз найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, які використовуються при термомодернізації, показав, що неможливо здійснити вибір оптимального рішення для окремої огорожувальної конструкції лише за прямою оцінкою фізико-механічних та техніко-економічних характеристик.

В результаті узагальнення цих характеристик, вимог, які пред'являються до конструктивно-технологічних рішень визначено набір можливих критеріїв для вибору оптимальних рішень.

Мета статті. Розглянути особливості термомодернізації, які вимагають розробки окремих організаційних рішень для подібних проектів, запропонувати методичний підхід до оцінювання проектів термомодернізації та навести приклад впровадження запропонованого підходу на прикладі типового проекту.

Виклад основного матеріалу. У відповідності до ДСТУ-Н «Термомодернізація житлових будинків» [2]: «термомодернізація – це комплекс будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення рівня енергетичної ефективності будівель не нижче мінімальних нормативних вимог».

До основних особливостей термомодернізації, які визначають відповідно необхідності окремого підходу до її організації, можна віднести наступні:

1. Термомодернізація може бути здійснена під час різних видів будівництва – реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення, проте на відміну від цих видів будівництва (у відповідності до їх визначення згідно з ДБН А.2.2-3) може бути здійснена без відселення мешканців житлових будинків чи призупинення експлуатації об'єктів іншого призначення на час виконання будівельних робіт або його частин (за умови їх автономності). Здійснення будівельних робіт без зупинки експлуатації потребує розробки додаткових (компенсаційних) заходів з організації та технології робіт.

2. Прийняті організаційні та конструктивні рішення з підвищення енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій будівлі визначають технологію виконання робіт і навпаки, прийняті технологічні рішення часто впливають на організацію будівельного процесу на будівельному майданчику.

3. Термомодернізація спрямована на зменшення витрат енергоспоживання, її окупність забезпечується за рахунок економії коштів від запровадження енергоефективних заходів. Це породжує необхідність здійснення таких організаційно-технологічних заходів як енергоаудит, вибір з маси існуючих технічних рішень переліку заходів з термомодернізації та його обґрунтування за технічними, екологічними та економічними критеріями.

4. Одним із перших етапів термомодернізації є обстеження технічного стану об'єкту в результаті якого визначається перелік заходів, необхідних для відновлення його нормальної експлуатаційної придатності. Значні витрати на ці заходи можуть стати причиною для відмови від ідеї здійснення термомодернізації або залучення інших ніж економія витрат на енергоспоживання об'єкта.

5. Перелік вихідних даних для проектування заходів та оцінки ефективності проекту ширший ніж для звичайного будівельного проекту та не обмежується даними старого проекту чи даними БТІ. Так, зокрема необхідні результати енергоспоживання та опис режимів експлуатації об'єкту за останні 3 роки.

6. Відсутні нормативно встановлені вимоги до завдання на проектування та виконання розділу проекту «Енергоефективність».

7. Організація підготовки проектів з підвищення енергоефективності в першу чергу повинна забезпечити достовірність розрахунків екологічної та економічної ефективності проекту, що залежать від достовірності технічних даних та розрахунків, зібраних та визначених на різних стадіях його підготовки що залежить від систематизації та їх послідовного збору.

8. Для реалізації термомодернізації може бути залучено низку суб'єктів – учасників проекту, взаємодія яких потребує побудови організаційно-економічного механізму, оцінки ризиків проекту та розробки відповідних запобіжних заходів, зокрема організаційно-технічних.

У результаті аналізу літературних джерел та методичного забезпечення можливості реалізації цих етапів визначено, що потребує вдосконалення:

- організаційна модель реалізації термомодернізації в частині організації підготовки термомодернізації – деталізації представлених в літературі етапів, визначення їх черговості, зв'язків, забезпечення інформацією.
- методика з вибору оптимальних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації для окремих огорожувальних конструкцій;

- методика оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації теплової оболонки будівлі.

Запропоновано здійснювати вибір оптимального конструктивно-технологічного рішення в проектах термомодернізації з усіх можливих у два етапи. На першому етапі необхідно відкинути ті рішення, реалізація яких для даного типу будівлі технічно неможлива або економічно чи технічно недоцільна.

На другому етапі здійснюється оцінка конструктивно-технологічних рішень на основі таких глобальних критеріїв як надійність, екологічність, економічність та відповідних підкритеріїв. Вага критеріїв та підкритеріїв визначена методом експертних оцінок з урахуванням призначення будівлі, для якої відбираються рішення.

В результаті застосування такої методики визначають принципові конструктивно-технологічні рішення для термомодернізації кожної окремо огорожувальної конструкції будівлі.

Методика оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації теплової оболонки будівлі складається з наступних етапів:

1. Визначаються конструктивно-технологічні рішення, що можуть бути застосовані для кожної огорожувальної конструкції;

2. Визначаються можливі варіанти модифікації кожного конструктивно-технологічного рішення за опором теплопередачі, який може бути в результаті забезпечений для конструкції. Така модифікація може бути досягнута, наприклад, зміною товщини утеплювача.

3. Визначається вартість застосування кожної модифікації кожного конструктивно-технологічного рішення.

4. Визначаються всі можливі варіанти сполучення обраних варіантів модифікацій конструктивно-технологічних рішень.

5. Для кожного з варіантів визначаються питомі втрати теплової енергії з 1 кв.м. площі будівлі, економія теплової енергії, що може бути досягнута, вартість сукупності заходів.

6. Варіанти, які не забезпечують досягнення «базисної лінії енергоефективності» відсіюються.

7. Варіанти, що залишились, оцінюються одночасно за критеріями «економія теплової енергії» та «вартість заходів». Для цього всі варіанти поділяються на групи, в залежності від вартості. В кожній групі обирається той варіант, який забезпечує найбільшу економію теплової енергії. Серед обраних варіантів остаточно обирається той варіант, який в залежності від поставленої мети оптимізації:

a. забезпечує найбільшу економію теплової енергії (проте він є найбільш витратним);

b. забезпечує найменшу вартість заходів (у випадку обмеженого бюджету);

c. при заданому рівні бюджету забезпечує найбільшу економію теплової енергії;

d. має найменше значення показника «вартість економії 1 Гкал теплової енергії».

Запропонований методичний підхід апробований на прикладі проекту термомодернізації загальноосвітньої школи серії серії Т-8740 (Т-8189).

В результаті оцінки наявних конструктивно-технологічних рішень за Методикою з вибору оптимальних конструктивно-технологічних рішень

термомодернізації для окремих огорожувальних конструкцій та інженерних систем були обрані наступні рішення:

Для фасадів (рис.1-2):

- Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошаровими штукатурками Ceresit MB.

- Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна система із облицюванням індустріальними елементами Техно-Ніколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент);

Для покрівлі:

- вентильована суміщена покрівля Вент;

- теплогідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТГГ»;

Для Підлог (перекриття):

- система теплоізоляції, улаштована на підлозі по ґрунту із застосуванням жорстких базальтових теплоізоляційних плит,

- система теплоізоляції, улаштована зі сторони неопалювального підвального приміщення, на перекритті із багатопустотних плит із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит;

Для вікон (та дверей):

- вікна ПВХ з профільною системою Internova_4000 та двокамерним склопакетом із м'яким напильням;

- вікна ПВХ з профільною системою Internova_6000 та двокамерним склопакетом із м'яким напильням.

Для оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації теплової оболонки будівлі обрані такі модифікації конструктивно-технологічних рішень за опором теплової передачі:

Утеплення зовнішніх стін передбачено в 3 варіантах:

до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $2,64 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $R_{\text{норм}}$, тобто до $3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $1,3 \cdot R_{\text{норм}}$, тобто до $4,29 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Утеплення покриття (даху) технічного поверху:

до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $4,28 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $R_{\text{норм}}$, тобто до $5,35 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $1,3 \cdot R_{\text{норм}}$, тобто до $6,96 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Модернізація віконного скління:

до $0,75R_{\text{норм}}$, тобто до $0,56 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $R_{\text{норм}}$, тобто до $0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Утеплення перекриття над підвалом:

до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $R_{\text{норм}}$, тобто до $3,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

до $1,3 \cdot R_{\text{норм}}$, тобто до $4,88 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Передбачене зовнішнє утеплення стін підвалу до перекриття шва між панелями (відмітка 0.000) та внутрішнє утеплення перекриття підвалу.

Утеплення дверей входу в будинок та дверей на сходових клітинах:

до $R_{\text{норм}}$, тобто до $0,44 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Техніко-економічні критерії оцінки системи теплоізоляційної огорожувальних конструкцій (хКв. *)		Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система	
Схема улаштування системи теплоізоляції		ТехноНіколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент)	
	Показники за критерієм мінеральна вата	Експертна оцінка за обраними критеріями	
Тип утеплювача	так	5 (5*0,04=0,2)	
1. Теплотехнічна однорідність	так	4 (4*0,04=0,16)	
2. Дифузія і конденсація водної пари	-	4 (4*0,01=0,04)	
2.1. Гігроскопічність	-	4 (4*0,01=0,04)	
2.2. Паропроникність, мг/(м ч. Па)	>0,3	3 (3*0,01=0,03)	
2.3. Вологість по масі, %	<0,5	2 (2*0,01=0,02)	
2.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1,5	4 (4*0,04=0,16)	
3. Опір повітропроникненню	-	4 (4*0,2=0,8)	
4. Екологічність	-	5 (5*0,12=0,6)	
4.1. Вогнетривкість	НГ	2 (2*0,02=0,04)	
4.2. Хімічна стійкість	-	2 (2*0,03=0,06)	
4.3. Біологічна стійкість	-	5 (5*0,03=0,15)	
4.4. Шкідливість	не шкідливий	4 (4*0,2=0,8)	
5. Надійність і стабільність	-	4 (4*0,03=0,12)	
5.1. Вплив власної ваги системи	середній	4 (4*0,03=0,12)	
5.2. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	середній	4 (4*0,03=0,12)	
5.3. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок шпелених і сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря	мінімальний	4 (4*0,03=0,12)	
5.4. Вплив деформації при усадці	мінімальний	3 (3*0,02=0,06)	
5.5. Вплив сонячної радіації	мінімальний	2 (2*0,05=0,1)	
5.6. Ударна міцність	середня	3 (3*0,02=0,06)	
5.7. Міцність на розрив, кПа	не менше 15	4 (4*0,04=0,16)	
6. Ремонтопридатність	середня	5 (5*0,04=0,2)	
7. Сезонність виконання робіт	весь рік	3 (3*0,1=0,3)	
8. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи	-	4 (4*0,01=0,04)	
8.1. Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	-	3 (3*0,02=0,06)	
8.2. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	так	4 (4*0,01=0,04)	
8.3. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	ні	2 (2*0,02=0,04)	
8.4. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту	ні	5 (5*0,01=0,05)	
8.5. Трудомісткість робіт	висока	4 (4*0,01=0,04)	
8.6. Необхідна кваліфікація виконавців	так	3 (3*0,03=0,09)	
9. Економічний (економічна ефективність)	-	2 (2*0,1=0,2)	
9.1. Вартість улаштування 100 м2 системи, грн.:	55000	4 (4*0,05=0,2)	
9.2. Витрати на експлуатацію системи в розрахунок на 25 років, в розрахунок на 100 м2 системи:	-	4 (4*0,05=0,2)	
9.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару теплоізоляційного матеріалу, а отже і його вартості на 10%:	10%	4 (4*0,05=0,2)	
10. Художньо-естетичний	-	3 (3*0,04=0,12)	
10.1. Яскравість:	-	4 (4*0,008=0,032)	
10.2. Кольоровість:	-	3 (3*0,008=0,024)	
10.3. Тональність:	-	3 (3*0,008=0,024)	
10.4. Фактурність:	-	4 (4*0,008=0,032)	
10.5. Колір	-	3 (3*0,008=0,024)	
11. Звукоізоляція	-	4 (4*0,02=0,08)	
12. Теплопровідність тепло ізолюючого шару	0,046 Вт/м ² С	3 (3*0,04=0,12)	
Узагальнена оцінка		3,70	

Рис. 1. Перелік оптимальних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації для окремих огорожувальних конструкцій та інженерних систем

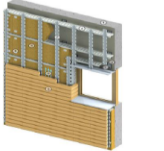
Техніко-економічні критерії оцінки системи теплоізоляції огорожувальних конструкцій (хКв.)*	Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система	
Схема улаштування системи теплоізоляції	Слайс	
	 <div data-bbox="638 276 912 379" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Конструкція системи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стіле будівлю 2. Кінсьоль 3. Теплоізоляційна прокладка 4. Горизонтальний профіль 5. Утеплювач* 6. Вертикальній добуль* 7. Вертикальний профіль 8. Пластичний канал 9. Фасадний камінь SCANROC (600 мм) або SCANROC collage (300 мм) </div>	
	Показники за критерієм	Експертна оцінка за обраними критеріями
Тип утеплювача	мінеральна вата	
1. Теплотехнічна однорідність	так	0,2
2. Дифузія і конденсація водяної пари		0,17
2.1. Гігроскопічність	-	1
2.2. Паропроникність, мг/(м ч. Па)	>0,3	1,25
2.3. Вологість по масі, %	-	1
2.4. Вологоплення по обсягу, %	<1	1
3. Опір повітропроникненню	-	0,16
4. Екологічність		0,48
4.1. Вогнетривкість	НГ	3
4.2. Хімічна стійкість	-	0,4
4.3. Біологічна стійкість	-	0,4
4.4. Шкідливість	не шкідливий	1
5. Надійність і стабільність		0,525
5.1. Вплив власної ваги системи	середній (власна вага – 50 кг/м ²)	0,6
5.2. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	середній	0,6
5.3. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря	мінімальний	0,6
5.4. Вплив деформації при усадні	мінімальний	0,6
5.5. Вплив сонячної радіації	мінімальний	0,4
5.6. Ударна міцність	середня	0,4
5.7. Міцність на розрив, кПа	-	0,3
6. Ремонтопридатність	середня	0,15
7. Сезонність виконання робіт	весь рік	0,25
8. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи		0,29
8.1. Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	-	0,6
8.2. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	так	0,4
8.3. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	ні	0,3
8.4. Обсяг доплаткових витрат на виконання індивідуального проекту	ні	0,5
8.5. Трудомісткість робіт	висока	0,4
8.6. Необхідна кваліфікація виконавців	так	0,7
9. Економічність (економічна ефективність)		0,875
9.1. Вартість влаштування 100 м ² системи, грн.	67000	0,5
9.2. Витрати на експлуатацію системи в розрахунку на 25 років, в розрахунку на 100 м ² системи.		1
9.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплюючого матеріалу, а отже і його вартості на 10%.		1
10. Художньо-естетичний		0,16
11. Звукоізоляція	-	0,15
12. Теплопровідність тепло ізолюючого шару	0,048 Вт/м ⁰ С	0,4
Узагальнена оцінка		3,81

Рис. 2. Перелік оптимальних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації для окремих огорожувальних конструкцій та інженерних систем

В результаті отримали 81 варіант всіх можливих варіантів сполучення цих модифікацій конструктивно-технологічних рішень (таблиця 1).

Таблиця 1

Варіанти сполучення конструктивних рішень утеплення огорожувальних конструкцій в проекті комплексної термомодернізації

варіант	Опір теплопередачі стін*вікон* покрівлі*перекриття	варіант	Опір теплопередачі стін*вікон* покрівлі*перекриття	варіант	Опір теплопередачі стін*вікон* покрівлі*перекриття
Rн	3,3*0,75*5,35*3,75	28	2,64*0,75*5,35*3,75	55	4,29*0,75*5,35*3,75
2	3,3*0,75*5,35*3,0	29	2,64*0,75*5,35*3,0	56	4,29*0,75*5,35*3,0
3	3,3*0,75*5,35*4,875	30	2,64*0,75*5,35*4,875	57	4,29*0,75*5,35*4,875
4	3,3*0,6*5,35*3,75	31	2,64*0,6*5,35*3,75	58	4,29*0,6*5,35*3,75
5	3,3*0,6*5,35*3,0	32	2,64*0,6*5,35*3,0	59	4,29*0,6*5,35*3,0
6	3,3*0,6*5,35*4,875	33	2,64*0,6*5,35*4,875	60	4,29*0,6*5,35*4,875
7	3,3*0,56*5,35*3,75	34	2,64*0,56*5,35*3,75	61	4,29*0,56*5,35*3,75
8	3,3*0,56*5,35*3,0	35	2,64*0,56*5,35*3,0	62	4,29*0,56*5,35*3,0
9	3,3*0,56*5,35*4,875	36	2,64*0,56*5,35*4,875	63	4,29*0,56*5,35*4,875
10	3,3*0,56*4,28*3,75	37	2,64*0,56*4,28*3,75	64	4,29*0,56*4,28*3,75
11	3,3*0,56*4,28*3,0	38	2,64*0,56*4,28*3,0	65	4,29*0,56*4,28*3,0
12	3,3*0,56*4,28*4,875	39	2,64*0,56*4,28*4,875	66	4,29*0,56*4,28*4,875
13	3,3*0,56*6,955*3,75	40	2,64*0,56*6,955*3,75	67	4,29*0,56*6,955*3,75
14	3,3*0,56*6,955*3,0	41	2,64*0,56*6,955*3,0	68	4,29*0,56*6,955*3,0
15	3,3*0,56*6,955*4,875	42	2,64*0,56*6,955*4,875	69	4,29*0,56*6,955*4,875
16	3,3*0,6*4,28*3,75	43	2,64*0,6*4,28*3,75	70	4,29*0,6*4,28*3,75
17	3,3*0,6*4,28*3,0	44	2,64*0,6*4,28*3,0	71	4,29*0,6*4,28*3,0
18	3,3*0,6*4,28*4,875	45	2,64*0,6*4,28*4,875	72	4,29*0,6*4,28*4,875
19	3,3*0,6*6,96*3,75	46	2,64*0,6*6,96*3,75	73	4,29*0,6*6,96*3,75
20	3,3*0,6*6,96*3,0	47	2,64*0,6*6,96*3,0	74	4,29*0,6*6,96*3,0
21	3,3*0,6*6,96*4,875	48	2,64*0,6*6,96*4,875	75	4,29*0,6*6,96*4,875
22	3,3*0,75*4,28*3,75	49	2,64*0,75*4,28*3,75	76	4,29*0,75*4,28*3,75
23	3,3*0,75*4,28*3,0	50	2,64*0,75*4,28*3,0	77	4,29*0,75*4,28*3,0
24	3,3*0,75*4,28*4,875	51	2,64*0,75*4,28*4,875	78	4,29*0,75*4,28*4,875
25	3,3*0,75*6,96*3,75	52	2,64*0,75*6,96*3,75	79	4,29*0,75*6,96*3,75
26	3,3*0,75*6,96*3,0	53	2,64*0,75*6,96*3,0	80	4,29*0,75*6,96*3,0
27	3,3*0,75*6,96*4,875	54	2,64*0,75*6,96*4,875	81	4,29*0,75*6,96*4,875

4. ДБН В.2.6–31:3006 «Теплова ізоляція будівель». К.: Мінрегіонбуд, 2006.
5. Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / Максимов А.С. та інші. – AMU, USAID, 2015. –184 с.
6. Беленкова О.Ю. Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності./ О.Ю. Беленкова, Т.Ю. Цифра, О.В. Мацапура, І.О. Остапенко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип.36, 2018 – С.78–82.
7. Максимов А.С. Техніко-економічне обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності об'єктів неvirобничого призначення. «Зелена» економіка – шлях до сталого розвитку: зб. матеріалів / А.С. Максимов, В.М. Довганюк, І.В. Вахович, Т.Ю. Цифра. – К.: 2013. 113–117.
8. Ізмайлова К.В. Екологічний супровід запасів як чинник ефективності використання оборотних засобів будівельного підприємства [Текст] /К.В. Ізмайлова //Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, 2018. – № 36. – С. 3 – 7.
9. Беленкова О.Ю. Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності/ О.Ю. Беленкова, І.О. Остапенко // Будівельне виробництво. – 2013. – Вип. 55. – С.28 – 31.
- 10.Абашкина К.О. Ізмайлова К.В. Обґрунтування економічної доцільності встановлення сонячних батарей на замських житлових будинках/ К.В. Ізмайлова, К.О. Абашкина // Будівельне виробництво. 2017 № 62 / 2
- 11.Звіт про науково-дослідну роботу "Дослідження та розробка науково-обґрунтованої методології щодо вибору заходів з підвищення енергетичної ефективності житлових і громадських будівель та розрахунку обсягу збалансованих енергетичних ресурсів і коштів в результаті їх впровадження" договір № Н-6/447-2012 від 07.12.2012 р. – К.:ДП НДІБВ, 2013
- 12.Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення аналітичних досліджень та розробка принципових будівельно-технічних рішень щодо проведення комплексної термомодернізації будинків загальноосвітніх шкіл бюджетного утримання (на прикладі 6 проєктів) з обґрунтуванням доцільності для повторного застосування» договір № Н-14/296-2012 від 24.10.2012.-К.:ДП НДІБВ, 2013
- 13.Підготовка проєктних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. – К.:ТОВ «Поліграф плюс», 2015. 176 с.
- 14.Eric Woodroof, Ph.D., and Albert Thumann, P.E., C.E.M. How to finance energy management projects. – Fairmont Press, 2014. – 390 p.

References

1. Law of Ukraine "On Energy Efficiency of Buildings" of 22.06.2017 No. 2118-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>.
2. DSTU-N B V.3.2-3:2014 (2015) Nastanova z vykonannya termomodernizatsii zhytlovykh budynkiv K.: DP «Arkhbudinform».
3. DSTU-N B A.2.2-13: 2015 "Energy efficiency of buildings. Guidelines for the energy assessment of buildings. URL: https://thermomodernisation.org/wp-content/uploads/2017/11/1783_-_2.2-13_2015.pdf.
4. DBN B.2.6 - 31: 3006 "Thermal insulation of buildings" (2006), Minregionbud, Kyiv.

5. Enerhoefektyvnist v munitsypalnomu sektori. Navchalnyi posibnyk dlia posadovykh osib mistsevoho samovriaduvannia (2015) / Maksymov A.S. ets. – AMU, USAID.
6. Bielienkova O.Iu., Tsyfra T.Iu., Matsapura O.V. & Ostapenko I.O. (2018) Ekonomichna otsinka zakhodiv z pidvyshchennia enerhoefektyvnosti. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn.* 36. 78–82.
7. Maksymov, A.S., Dovhaniuk, V.M., Vakhovych, I.V., Tsyfra T.Iu. (2013) Tekhniko-ekonomichne obruntuvannia zakhodiv z pidvyshchennia enerhoefektyvnosti ob'ektiv nevyrobnychoho pryznachennia. «Zelena» ekonomyka – shliakh do staloho rozvytku: zb. Materialiv /uporiad.O.S. Chmyr. – K.
8. Izmailova, K.V. (2018) Ekolohichni suprovid zapasiv yak chynnyk efektyvnosti vykorystannia oborotnykh zasobiv budivelnogo pidpriemstva. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn.* 36. 3 – 7.
9. Bielienkova, O.Yu., Ostapenko, I.O. (2013) Ekonomichna otsinka zakhodiv z pidvyshchennia enerhoefektyvnosti. *Budivelve vyrobnytstvo.* 55. 28 – 31.
10. Abashkina, K.O. & Izmailova, K.V. (2017) Obruntuvannia ekonomichnoi dotsilnosti vstanovlennia soniachnykh batarei na zamiskykh zhytlovykh budynkakh/ *Budivelve vyrobnytstvo.* 62 / 2
11. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu "Doslidzhennia ta rozrobka naukovo-obgruntovanoi metodolohii shchodo vyboru zakhodiv z pidvyshchennia enerhetychnoi efektyvnosti zhytlovykh i hromadskykh budivel ta rozrakhunku obsiahu zekonomlenykh enerhetychnykh resursiv i koshtiv v rezultati yikh vprovadzhennia" (2013). – K.:DP NDIBV.
12. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Provedennia analitychnykh doslidzhen ta rozrobka pryntsyropykh budivelno-tekhnichnykh rishen shchodo provedennia kompleksnoi termomodernizatsii budynkiv zahalnoosvitnikh shkil biudzhetnoho utrymannia (na prykladi 6 proektiv) z obruntuvanniam dotsilnosti dlia povtornoho zastosuvannia» (2013). – K.:DP NDIBV.
13. Tormosov, R.Iu., Romaniuk, O.P., Safiulina, K.R. (2015) Pidhotovka proektnykh propozytsii iz chystoi enerhii: praktychni posibnyk. – K.:TOV «Polihraf plius».
14. Eric Woodroof, and Albert Thumann, P.E. (2014). How to finance energy management projects. – Fairmont Press.

A.C. Максимов

Совершенствование подходов к организации термомодернизации на примере строительства общеобразовательной школы

Рассмотрены особенности термомодернизации, которые требуют разработки отдельных организационных решений среди которых: термомодернизация может быть осуществлена при различных видах строительства (реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения), однако в отличие от этих видов строительства может быть осуществлена без приостановления эксплуатации объектов, принятые организационные и конструктивные решения по повышению энергетической эффективности ограждающих конструкций здания определяют технологию выполнения работ и обратно, принятые технологические решения часто влияют на организацию строительного процесса, окупаемость обеспечивается за счет

экономии средств от внедрения энергоэффективных мероприятий, перечень исходных данных для проектирования шире чем для обычного строительного проекта и не ограничивается данными старого проекта или данными БТИ, отсутствуют нормативно установленные требования к заданию на проектирование и выполнение раздела проекта «Энергоэффективность» и другие. Анализ наиболее распространенных конструктивно-технологических решений, используемых при термомодернизации, показал невозможность осуществления выбора оптимального решения для отдельной ограждающей конструкции только по прямой оценке физико-механических и технико-экономических характеристик.

Предложено осуществлять выбор оптимального конструктивно-технологического решения в проектах термомодернизации из всех возможных в два этапа. На первом этапе необходимо отбросить те решения, реализация которых для данного типа здания технически невозможна или экономически или технически нецелесообразно. На втором – осуществляется оценка конструктивно-технологических решений на основе таких глобальных критериев как надежность, экологичность, экономичность и соответствующих подкритериев. Вес критериев и подкритериев определена методом экспертных оценок с учетом назначения здания, для которого отбираются решения.

Приведен пример внедрения предложенного подхода на примере типового проекта термомодернизации школы. В результате обобщения наиболее распространенных конструктивно-технологических решений, характеристик проектов термомодернизации, требований к энергоэффективности зданий, и тех, которые предъявляемые к конструктивно-технологических решений определен набор возможных критериев для выбора оптимальных решений.

Ключевые слова: термомодернизация, организация строительства, оценка проектных решений, выбор организационных решений.

A.S. Maksimov

Improvements of the approaches to the organization of thermomodernization on the example of building of the general education school

Features of thermo-modernization which require development of separate organizational decisions are considered, among which: thermo-modernization can be carried out during different types of construction (reconstruction, major repairs, technical re-equipment), but unlike these types of construction can be carried out without suspension of operation of objects, adopted organizational and structural decisions to improve the energy efficiency of building envelope structures determine the technology of work execution and vice versa Ongoing decisions often affect the organization of the construction process, payback is provided by cost savings from the implementation of energy efficient measures, the list of output data for the design is wider than for a regular construction project and is not limited to the data of the old project or BТИ data, there are no regulatory requirements for the design task and implementation of the section "Energy Efficiency", etc. The analysis of the most widespread structural and technological solutions used in thermo-modernization showed that it is impossible to make the choice of the optimal solution for an individual enclosure structure only by a direct evaluation of the physical, mechanical and technical and economic characteristics.

It is proposed to choose the optimum structural and technological solution in

thermo-modernization projects from all possible in two stages. In the first stage, it is necessary to reject those decisions, the implementation of which for this type of building is technically impossible or economically or technically inappropriate. The second is the assessment of structural and technological solutions on the basis of such global criteria as reliability, environmental friendliness, economy and relevant sub-criteria. The weight of the criteria and sub-criteria is determined by the method of expert judgment, taking into account the purpose of the building for which the decisions are selected.

An example of the implementation of the proposed approach is given on the example of a typical project of school thermo-modernization. As a result of generalization of the most widespread structural and technological solutions, characteristics of thermo-modernization projects, requirements for energy efficiency of buildings, and those that are applied to structural and technological solutions, a set of possible criteria for selecting the optimal solutions is determined.

Key words: *thermo-modernization, organization of construction, evaluation of design decisions, choice of organizational decisions.*

Посилання на статтю

APA: Maksimov, A.S. (2019). Vdoskonalennia pidkhodiv do orhanizatsii termomodernizatsii na prykladi budvnytstva zahalnoosvitnoi shkoly. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 41, 106–118.

ДСТУ: Максимов А.С. Вдосконалення підходів до організації термомодернізації на прикладі будвництва загальноосвітньої школи [Текст] / А.С. Максимов // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2019. – № 41. – С. 106–118.