

УДК 620.91:697.2

КУЗНЄЦОВА О.О.¹, ЖУКІНСЬКА І.С.²

Київський національний університет технологій та дизайну

² Інститут газу НАНУ

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ОПАЛЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Мета. Розроблення та техніко-економічне порівняння енергозберігаючих рішень для 5-поверхового житлового будинку типового проекту, опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій якого не відповідає сучасним вимогам.

Методика. Для визначення енергетичних показників будинку використано методологію складання енергетичного паспорта будинків згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007.

Результати. Термомодернізація будівель призводить до значної економії коштів на опалення. Так, при впровадженні енергозберігаючих рішень для аналізованого будинку типового проекту, який обраний у якості об'єкту дослідження, можна досягти таких показників: заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення на 14,7%; утеплення зовнішніх стін із доведенням опору теплопередачі до нормативного значення призводить до зменшення теплоспоживання на 40,4 %; найбільшій економії теплової енергії (на 76,8 %) досягають при комплексному підході (утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на вводі та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів). При цьому, якщо розглядати структуру тепловтрат, то найбільші тепловтрати у будинку до термомодернізації відбуваються через зовнішні стіни – до 37,5 %; після проведення термомодернізації найбільші витрати теплоти припадають на нагрівання інфільтраційного та вентиляційного повітря – 42,7 %.

Знаючи вартість інвестицій в енергозберігаючі заходи, можна розрахувати термін окупності таких заходів та визначити найбільш оптимальне енергозберігаюче рішення.

Наукова новизна. Досліджено та проаналізовано варіанти підвищення енергоефективності житлового будинку типового проекту та визначено структуру теплових витрат будинку до впровадження термомодернізації та після.

Практична значимість. Результати аналізу та порівняння варіантів енергозберігаючих рішень при термомодернізації будинків дозволяє визначити найбільш оптимальний варіант та визначити шляхи для подальшого підвищення енергоефективності будинків.

Ключові слова: термомодернізація, опір теплопередачі, тепла ізоляція, енергозбереження, енергоефективність.

Вступ Значне зростання цін на теплову та електричну енергію, що спостерігається за останній час, робить особливо актуальною проблему теплового захисту огорожувальних конструкцій будівель з ціллю економії енергетичних ресурсів.

Переважає більшість будівель України має низькі показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, що призводить до значних втрат теплової енергії. Теплозахисні вимоги за старими будівельними нормами до стін, горищного перекриття тощо в кілька разів нижче сучасних вимог. Тому через будівельні конструкції старих будівель втрачається у кілька разів більше теплової енергії, ніж в сучасних будівлях.

Другою, не менш важливою причиною високого теплоспоживання є низька енергоефективність старих систем опалення. Морально і технічно застарілі теплові пункти, гідравлічно розрегульовані системи через несанкціоноване втручання користувачів (заміна радіаторів, трубопроводів тощо), відсутність теплоізоляції в неопалюваних підвалах – це далеко не повний перелік недоліків старих систем опалення. З такими системами, навіть утеплити будівлю, неможливо економити енергію і створювати комфортні умови для проживання. Третя причина: велике споживання теплової енергії у деякій мірі також викликано відсутністю її обліку у кожного споживача (квартири/користувача), що не стимулює індивідуальне економне теплоспоживання. Отже, у всіх будівлях, побудованих за старими будівельними нормами (введених в експлуатацію до 1993 року), а також в значній кількості будівель, що введені в експлуатацію пізніше, для зниження вартості комунальних платежів необхідна термомодернізація. Дослідженню питань термомодернізації житлових будинків старої забудови присвячена низка наукових робіт. Питання підвищення енергоефективності будівель розглянуто у роботах Фаренюка Г.Г. [1, 2]; Табунщикова Ю.А., Бродача М.М. [3, 4]; Горшков А.С. [5, 6]; Самарина О.Д. [7, 8] та інших. Поряд із вирішенням проблем підвищення ефективності будівель не менш важливим завданням є вибір найбільш оптимального рішення з підвищення енергоефективності будівлі. Для цього необхідно виконувати техніко-економічний аналіз пропонованих заходів з енергозбереження і обирати найбільш доцільне за конкретних умов рішення.

Постановка завдання. Мета роботи полягає у розробці та енергетичному і економічному порівнянні енергозберігаючих рішень для житлового будинку типового проекту, опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій якого не відповідає сучасним вимогам, а також визначенні структури теплових втрат будинку до та після впровадження термомодернізації. Задачі дослідження при цьому такі:

1. Розроблення варіантів термомодернізаційних рішень для житлового будинку типового проекту.
2. Визначення та аналіз витрат теплоти на опалення будинку до термомодернізації та у разі його термомодернізації за відповідним варіантом.
3. Аналіз економії коштів на опалення будинку у разі застосування відповідних заходів з підвищення енергоефективності будинку.
4. Визначення структури втрат теплової енергії до проведення термомодернізації будинку та після; визначення шляхів для подальшого підвищення енергоефективності будинків.

Результати дослідження. Сучасні тенденції у сфері експлуатації існуючого житлового фонду спрямовані на впровадження різноманітних енергозберігаючих заходів. Ціль таких заходів полягає у зменшенні витрат на опалення будівель. При цьому доцільність застосування тих чи інших енергозберігаючих заходів має бути обґрунтована величиною передбачуваного зниження витрати теплоти та техніко-економічними розрахунками. На практиці через брак коштів, технічних особливостей будівель або через деякі інші причини іноді немає можливості виконати увесь комплекс енергозберігаючих заходів. Тому виникає проблема вибору найбільш оптимального варіанту енергозберігаючого заходу (що підтверджується результатами техніко-економічного

аналізу). Для аналізу розглянемо 5-поверховий 70-квартирний житловий будинок. В якості вихідних даних для розрахунку енергетичних показників будинку використано звіт з енергетичного обстеження будинку, виконаного ТОВ «ЕСКО Україна». Будинок розташований у м. Києві. Зовнішні стіни будинку виконані з керамічної цегли. При цьому товщина цегляної кладки становить 370 мм, товщина вапняно-піщаного розчину – 30 мм. Горище будинку – неопалюване. Конструкція перекриття між останнім поверхом і горищем – залізобетонна плита товщиною 300 мм, керамзитовий утеплювач товщиною 150 мм, розчин піщано-цементний товщиною 40 мм та шлаковий утеплювач товщиною 40 мм. Світлопрозорі огорожувальні конструкції будинку: варіант скління відповідно до [9] - 3М₁-16-3М₁. Тип рам – спарене плетіння. Рами – дерев'яні та з ПВХ. Підвал будинку – неопалюваний. Конструкція перекриття на підвалом – залізобетонна плита товщиною 220 мм з цементно-піщаним шаром завтовшки 20 мм. Розрахункові параметри температур, тривалості опалювального періоду та кількості градусо-днів опалювального періоду наведені у табл. 1 [10]. Геометричні показники розглядуваної будівлі наведені у табл. 2. Теплотехнічні та енергетичні показники наведені у табл. 3. При цьому енергетичні показники визначено згідно з методологією, що наведена у [9].

Таблиця 1

Розрахункові параметри

| Найменування розрахункових параметрів | Позначення | Одиниця виміру | Величина |
|--|------------|----------------|----------|
| Розрахункова температура внутрішнього повітря | $t_{в}$ | °С | 20 |
| Розрахункова температура зовнішнього повітря | $t_{з}$ | °С | -22 |
| Розрахункова температура теплого горища ¹ | $t_{вг}$ | °С | 5 |
| Розрахункова температура техпідпілля | $t_{ц}$ | °С | 5 |
| Тривалість опалювального періоду | $z_{оп}$ | доба | 187 |
| Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період | t | °С | -1,1 |
| Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду | D_d | °С · доба | 3750 |

Таблиця 2

Геометричні показники житлового будинку

| Показники | Розмірність показника | Розрахункове (проектне) значення показника |
|--|-----------------------|--|
| Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку, у тому числі: | m^2 | 3855,8 |
| Стін | m^2 | 1973,5 |
| Вікон і балконних дверей | m^2 | 486,1 |
| Вхідних дверей | m^2 | 12 |
| Горищних перекриттів (холодного горища) | m^2 | 692,1 |
| Перекриттів на техпідпіллями | m^2 | 692,1 |
| Площа опалюваних приміщень | m^2 | 3460,5 |
| Коефіцієнт скління фасадів будинку | - | 0,19 |
| Показник компактності будинку | m^{-1} | 0,44 |

Розглянемо різні варіанти заходів з підвищення енергоефективності будинку та визначимо теплові витрати на опалення у разі впровадження таких заходів. Результати розрахунку енергетичних показників будинку при реалізації відповідних варіантів енергоефективних заходів наведені у табл. 4. Для розрахунку використана методика, наведена у [9, 12]. Нормативний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій визначено у відповідності з [9].

Таблиця 3

Теплотехнічні та енергетичні показники житлового будинку до проведення енергозберігаючих заходів

| Показники | Розмірність показників | Значення |
|---|--|----------|
| Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій: | | |
| Стін | $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ | 0,68 |
| Вікон і балконних дверей | $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ | 0,32 |
| Вхідних дверей | $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ | 0,25 |
| Горищних перекриттів | $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ | 1,22 |
| Перекриттів над техпідпіллями | $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ | 0,46 |
| Розрахункові питомі тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період | $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ | 189,4 |

Таблиця 4

Результати розрахунку енергетичних показників будинку при реалізації варіантів енергоефективних заходів

| Варіант енергоефективного заходу | Витрати теплоти на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год | Питомі тепловитрати будинку за опалювальний період, кВт·год./м ² | Клас енергетичної ефективності будинку | Відносне зменшення витрат теплоти на опалення в порівнянні із вихідним варіантом, % |
|--|---|---|--|---|
| Вихідний | 655430,9 | 189,4 | F | – |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін до нормативного значення (3,3 $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$) | 390632,7 | 112,9 | F | 40,4 |
| Доведення опору теплопередачі перекриття над техпідпіллям до нормативного значення (3,75 $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$) | 601275,3 | 173,8 | F | 8,3 |
| Доведення опору теплопередачі перекриття неопалюваного горища до нормативного значення (4,95 $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$) | 637892,9 | 184,3 | F | 2,7 |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень | 316181 | 91,4 | E | 51,8 |

| <i>Продовження Таблиці 4</i> | | | | |
|--|----------|-------|---|------|
| Заміна вікон на енергоефективні (опір теплопередачі 0,75 м ² ·К/Вт) | 559274,5 | 161,6 | F | 14,7 |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень та заміна вікон на енергоефективні | 220024,6 | 63,6 | D | 66,4 |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень та заміна вікон на енергоефективні; модернізація системи опалення (однотрубна система із термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП) | 152195,9 | 44,0 | B | 76,8 |

Отже, найбільшої економії теплової енергії (приблизно на 77 %) досягається при комплексному підході (утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на вводі та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів). Заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення лише на 14,7%. Збільшення опору теплопередачі зовнішніх стін дозволяє заощадити до 40,4 % теплової енергії. Незначна економія при утепленні горищного перекриття (приблизно 3 %) пояснюється тим, що в розглядуваній будівлі це перекриття вже було утеплене, хоча при цьому приведений опір теплопередачі не досягав нормативного значення. З табл. 4 видно, що навіть доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативних значень дозволяє досягти при термомодернізації будинку класу енергоефективності D, тоді як при додатковій модернізації системи опалення (до модернізації: однотрубна система без термостатів та без авторегулювання на ІТП (регулювання в котельні); після модернізації: однотрубна система опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП) досягається клас енергетичної ефективності будинку B.

Витрати на опалення для аналізованого будинку наведені у табл. 5. Тариф теплової енергії на опалення наведений в [11].

Таблиця 5

Зменшення витрат на опалення будинку при впровадженні енергоефективних рішень

| Варіант енергоефективного рішення | Витрати теплоти на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год (Гкал) | Витрати на опалення будинку за опалювальний період, грн. | Зменшення витрат на опалення в порівнянні з вихідним варіантом, грн. |
|--|--|--|--|
| Вихідний | 655430,9 (563,7) | 370456 | 0 |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін до нормативного значення (3,3 м ² ·К/Вт) | 390632,7 (336,0) | 220793 | 149673 |
| Доведення опору теплопередачі перекриття над техпідпіллям до нормативного значення (3,75 м ² ·К/Вт) | 601275,3 (517,1) | 339859 | 30597 |

| <i>Продовження Таблиці 5</i> | | | |
|---|---------------------|--------|--------|
| Доведення опору теплопередачі перекриття неопалюваного горища до нормативного значення (4,95 м ² ·К/Вт) | 637892,9 (548,6) | 360555 | 9901 |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень | 316181 (271,9) | 178717 | 191739 |
| Заміна вікон на енергоефективні (опір теплопередачі 0,75 м ² ·К/Вт) | 559274,5 (481,0) | 316113 | 54343 |
| Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень та заміна вікон на енергоефективні | 220024,6 (189,2) | 124363 | 246093 |

З табл. 5 видно, що комплексна реалізація заходів з термомодернізації житлового будинку (модернізація системи опалення та доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативного рівня) дозволить заощадити на опаленні до 284430 грн. Але, зрозуміло, що комплексна модернізація потребує також найбільших інвестицій в порівнянні із запровадженням окремих заходів з термомодернізації (утеплення стін, заміна вікон тощо). На практиці через брак коштів власники будинків виконують часткову термомодернізацію (наприклад, лише утеплюють зовнішні стіни, або замінюють вікна на більш енергоефективні). При цьому постає задача вибору найбільш оптимального рішення для інвестицій в енергозберігаючі проекти. При виборі першочергового впровадження відповідного енергоефективного рішення необхідно виконати техніко-економічний аналіз, оцінити термін окупності впровадження того чи іншого енергоефективного проекту та вибрати найбільш оптимальний для конкретних умов варіант. Розглянемо структуру тепловтрат будинку до впровадження заходів енергозбереження та після впровадження (модернізація системи опалення та доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативного рівня). Результати розрахунку наведені у табл. 6.

Таблиця 6

Структура теплових втрат будинку

| Стан будинку | Теплові втрати, % від загальних тепловтрат | | | | | |
|---|--|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------|---|
| | Через двері | Через зовнішні стіни | Через горищне перекриття | Через перекриття над техпідпіллям | Через вікна | Внаслідок нагрівання інфільтраційного та вентиляційного повітря |
| Будинок до впровадження заходів з термомодернізації | 0,6 | 37,5 | 6,5 | 19,4 | 19,6 | 16,4 |
| Будинок після впровадження заходів з термо-модернізації (модернізація системи опалення та доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативного рівня) | 0,7 | 17,9 | 4,2 | 5,5 | 29 | 42,7 |

Як видно з табл. 6, структура розподілення тепловитрат будинку в значній мірі залежить від ступеня енергетичної ефективності будинку. Так, у будинку до впровадження заходів з термомодернізації найбільш значні втрати теплової енергії відбуваються через зовнішні стіни (37,5 %). Після впровадження заходів з термомодернізації найбільші тепловтрати припадають на нагрів інфільтраційного та вентиляційного повітря (42,7 %). При цьому слід зазначити, що кратність повітрообміну не змінюється і залишається на рівні, що відповідає нормативним вимогам. Тому зменшення тепловитрат за рахунок нагріву вентиляційного повітря та подальше підвищення енергоефективності будинку можливо лише за рахунок підвищення герметизації будинку та застосування рекуператорів теплоти у системах вентиляції.

Висновки. В результаті аналізу варіантів рішень з термомодернізації житлового будинку типового проекту визначено наступне.

1. Найбільшої економії теплової енергії (на 76,8 %) досягається при комплексному підході (утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на ввіді та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів). Заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення лише на 14,7%. Утеплення зовнішніх стін із доведенням опору теплопередачі до нормативного значення дозволяє зменшити теплові втрати на 40,4 %.

2. Витрати на опалення будинку у відношенні до вихідного варіанту (будинок до термомодернізації) зменшуються на 149673 грн. (при теплоізоляції стін); на 54343 грн. (при заміні вікон на більш енергоефективні) та на 284430 грн. при комплексному підході до термомодернізації будинку, а саме: утепленні огорожувальної оболонки будівлі, заміні вікон на більш енергоефективні та модернізації системи опалення.

3. Знаючи вартість інвестицій в енергозберігаючі заходи, можна розрахувати термін окупності таких заходів та визначити найбільш оптимальне енергозберігаюче рішення.

4. Структура тепловитрат будинку змінюється при впровадженні заходів з термомодернізації. Так, у будинку до термомодернізації найбільші теплові втрати відбуваються через зовнішні стіни – до 37,5 %. Після проведення комплексної термомодернізації з підвищенням опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку до нормативних значень найбільші витрати теплоти припадають на нагрів інфільтраційного та вентиляційного повітря – до 42,7 %. Тобто подальше підвищення енергоефективності будинків полягає у модернізації систем вентиляції та використанням теплоутилізаторів відпрацьованого повітря.

Список використаних джерел

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

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

3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий [Scientific bases of designing energy-efficient buildings] / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач // АВОК. - 1998. - № 1. - С. 5 – 10.
4. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2003. – 200 с.
5. Горшков А.С. Энергоэффективные здания: задачи строительной теплотехники и инженерного обеспечения / А.С. Горшков // Инженерные системы. - 2008. - №4 (37). - С. 60-62.
6. Кнатько М.В. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М.В. Кнатько, М.Н. Ефименко, А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. - 2008. - № 2. - С. 50-53.
7. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность / Самарин О.Д. — М.: Изд-во АСВ, 2009. - 296 с.
8. Самарин О.Д. О комплексной оценке энергоэффективности общественных зданий / О. Д. Самарин, С. А. Казаковцева, К. В. Свиридонов. // Фасадные системы - 2007. - № 1. - С. 22-25.
9. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007 - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010.– [Чинний від 2011-11-01] - Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
11. <http://kyivenergo.ua/>
12. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. - [Чинний від 2008-07-01]– К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 43 с. – (Національний стандарт України).

References

1. Farenjuk G.G. *Sostavljajushhie teplopoter' zdaniy pervykh massovykh serij i vozmozhnosti izmenenija ih struktury [Components of heat losses of the first mass series of buildings and the possibility of changing their structure]* / G.G. Farenjuk // *Rekonstrukcija zhitla.* – 2003. - №4. – S. 99 – 102 [in Russian].
2. Farenjuk G.G. *Energetichna efektyvnist' pidvishhennja teplotekhnichnih pokaznykiv osnovnih elementiv teploizoljacijnoi obolonki budinkiv [Energy efficiency of the improvement of the thermotechnical indicators of the main elements of thermal insulation envelope of buildings]* / G.G. Farenjuk // *Budivnictvo Ukraini.*– 2008. – № 8. - S. 12-14 [in Ukrainian].
3. 3. Tabunshnikov Ju.A., Brodach M.M. *Nauchnye osnovy proektirovanija jenergojefektivnyh zdaniy [Scientific bases of designing of energy-efficient buildings].* / Ju.A. Tabunshnikov, M.M. Brodach // *AVOK.* - 1998. - № 1. – S. 5 – 10 [in Russian].

4. Tabunshhikov Ju.A. *Jenergojefektivnye zdanija [Energy-efficient buildings]* / Tabunshhikov Ju.A., Brodach M.M., Shilkin N.V. – M.: AVOK – PRESS, 2003. – 200 s [in Russian].
5. Gorshkov A.S. *Jenergojefektivnye zdanija: zadachi stroitel'noj teplotehniki i inzhenernogo obespechenija [Energy efficient buildings: the problem of building heat engineering and support]* / A.S. Gorshkov // *Inzhenernye sistemy*. - 2008. - №4 (37). - S. 60-62 [in Russian].
6. Knat'ko M.V. *K voprosu o dolgovechnosti i jenergojefektivnosti sovremennyh ograzhdajushhih stenovyh konstrukcij zhilyh, administrativnyh i proizvodstvennyh zdaniy [On The issue of durability and energy efficiency of modern enclosing wall construction of residential, administrative and industrial buildings]* / M.V. Knat'ko, M.N. Efimenko, A.S. Gorshkov // *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal*. - 2008. - № 2. - S. 50-53 [in Russian].
7. Samarin O.D. *Термофизика. Jenergosberezhenie. Jenergojefektivnost' [Thermophysics. Energy saving. Energy efficiency]* / Samarin O.D. — M.: Izd-vo ASV, 2009. - 296 s [in Russian].
8. Samarin O.D. *O kompleksnoj ocenke jenergojefektivnosti obshhestvennyh zdaniy [About a comprehensive assessment of the energy efficiency of public buildings]* / O. D. Samarin, S. A. Kazakovceva, K. V. Sviridonov. // *Fasadnye sistemy* - 2007. - № 1. - S. 22-25 [in Russian].
9. *Konstrukcii budinkiv ta sporud. Teplova izoljacija budivel': DBN V.2.6-31:2006. zi Zminoju №1 vid 1 lipnja 2013 roku] [Construction of buildings and structures. Thermal insulation of buildings]. – [Chinnij vid 01.04.2007] - K.: Minbud Ukraïni, 2006. – 70 s. – (Derzhavni budivel'ni normi Ukraïni) [in Ukrainian].*
10. *Budivel'na klimatologija: DSTU-N B V.1.1–27: 2010.– [Chynnyj vid 2011-11-01] [Building Climatology]. - Minregionbud Ukraïny. – K.: Ukrarhbudininform, 2011. – 123 s. – (Nacional'nyj standart Ukraïny) [in Ukrainian].*
11. <http://kyivenergo.ua/>
12. *Proektuvannja. Nastanova z rozroblennja ta skladannja energetichnogo pasporta budinkiv pri novomu budivnictvi ta rekonstrukcii: DSTU-N B A.2.2-5:2007. - [Chinnij vid 2008-07-01] [Design. Guidelines for the development and preparation of an energy passport of buildings for new constructions and reconstruction]. – K.: Minregionbud Ukraïni, 2008. – 43 s. – (Nacional'nyj standart Ukraïni) [in Ukrainian].*

ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ОТОПЛЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

КУЗНЕЦОВА Е.А.¹, ЖУКИНСКАЯ И.С.²

¹ *Киеский национальный университет технологий и дизайна;* ² *Институт газа НАНУ*

Мета. Разработка и технико-экономическое сравнение энергосберегающих решений для 5-этажного жилого здания типового проекта, сопротивление теплопередачи внешних ограждающих конструкций которого не отвечают современным требованиям.

Методика. Для определения энергетических показателей здания использована методика составления энергетического паспорта зданий согласно с ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007.

Результаты. Термомодернизация зданий приводит к значительной экономии средств на отопление. Так, при внедрении энергосберегающих решений для зданий типового проекта, которое выбрано в качестве объекта исследования, можно достичь таких показателей: замена окон на более энергоэффективные приводит к уменьшению энергозатрат на отопление на 14,7 %; утепление внешних стен с доведением сопротивления теплопередаче до нормативного значения приводит к уменьшению

теплопотребления на 40,4 % ; наибольшая экономия тепловой энергии (на 76,8 %) достигается при комплексном подходе (утепление внешних ограждающих конструкций, установка энергоэффективных окон, внедрение автоматизации узла управления однетрубной системой отопления и авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов).

Зная стоимость инвестиций в энергосберегающие мероприятия, можно рассчитать срок окупаемости таких мероприятий и определить наиболее оптимальное энергосберегающее решение.

Научная новизна. Исследованы и проанализированы варианты решений по повышению энергоэффективности жилого здания типового проекта и определена структура тепловых потерь здания до проведения термомодернизации и после.

Практическая значимость. Анализ и сравнение вариантов энергосберегающих решений при термомодернизации зданий позволяет определить наиболее оптимальный вариант и определить пути для дальнейшего повышения энергоэффективности зданий.

Ключевые слова: *термомодернизация, сопротивление теплопередаче, энергосбережение, энергоэффективность.*

EVALUATION OF THE ENERGY RESOURCE CONSERVATION FOR HEATING AT CARRYING THERMO MODERNIZATION OF A RESIDENTIAL BUILDING

KUZNETSOVA O.O.¹, ZHUKINSKA I.S.²

¹ Kyiv National University of Technologies and Design; ² The Gas Institute of National Academy of Sciences of Ukraine

Purpose. Development and technic-economic comparison of energy efficient solutions for a typical 5-storey residential building project, exterior envelope resistance to heat of which does not meet modern requirements.

Methodology. To determine the energy performance of the building the methodology of building energy passport drafting according to ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 was used.

Findings. Thermomodernization of buildings leads to significant cost savings for heating. Thus, the introduction of energy-efficient solutions for the building test type design can lead to the following achievements: replacement of windows by more energy efficient ones leads to a reduction of energy consumption for heating by 14,7%; insulation of external walls with bringing heat resistance to the normative values reduces heat losses by 40.4%; the most quantity of heat energy conservation (76,8%) is achieved by the integrated approach (external building envelope insulation, installation of energy efficient windows, the introduction of automation control unit for one-pipe heating system and auto-heat auto-regulation of heat transfer of heating radiators).

Knowing the value of investments in energy saving measures, we can calculate the payback period of these measures and determine the optimal energy-saving solution.

Originality. The options for improving energy efficiency of a typical residential building project were investigated and analyzed and the structure of the heat losses of the building prior to and after the thermomodernization was determined.

Practical value. The analysis and comparison of variants of thermal energy saving solutions of the building can be used to determine the best option and identify ways to further improvements the energy efficiency of buildings.

Keywords: *thermal modernization, heat resistance, thermal insulation, energy conservation, energy efficiency.*