

УДК 697.12/14:725.963

*О.І. Філоненко, к.т.н., доцент
М.А. Вельбой, магістрант*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Досліджено проблему раціонального використання енергетичних ресурсів, яка набула глобального значення, оскільки переважна кількість житлових будинків з причин недосконалих архітектурних рішень, використання в будівництві неефективних конструктивних матеріалів та застарілих типів інженерних систем на сьогоднішній день не відповідає вимогам енергозбереження.

Ключові слова: *енергоефективність, огорожувальні конструкції, температурне поле.*

УДК 697.12/14:725.963

*Е.И. Филоненко, к.т.н., доцент
М.А. Вельбой, магистрант*

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Исследована проблема рационального использования энергетических ресурсов, которая приобрела глобальное значение, поскольку преобладающее количество домов по причинам несовершенных архитектурных решений, использования в строительстве неэффективных конструктивных материалов и устаревших типов инженерных систем на сегодняшний день не отвечает требованиям энергосбережения.

Ключевые слова: *энергоэффективность, ограждающие конструкции, температурное поле.*

UDC 697.12/14:725.963

*O.I. Filonenko, PhD, Associate Professor
M.A. Velboy, master student*

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY WALL CONSTRUCTIONS IN RELATION TO THEIR ARCHITECTURAL CONSTRUCTIVE PECULIARITIES

The problem of rational inquiry, which has already acquired global significance as the main reason for the number of homes imperfect architectural solutions in the construction of inefficient use of construction materials and obsolete types of engineering systems currently do not meet the requirements of energy conservation is considered.

Keywords: *energy efficiency, enclosing structures, the temperature field.*

Вступ. Наслідком надмірних витрат теплової енергії будівель і споруд є недостатньо оптимальні архітектурно-конструктивні та організаційно-технологічні рішення. Тому дослідження питань енергозбереження й енергоефективності в будівництві стає необхідним як при зведенні нових будівель, так і при реконструкції.

На критерій енергоефективності будівлі мають вплив фактори: теплотехнічні властивості огорожувальних конструкцій, орієнтація будівлі, геометрична форма в плані, розміри будівлі, площа віконних прорізів, кліматичні умови розташування будівлі та ін.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Згідно з джерелом [1], енергетична ефективність будинку – це властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення будинку.

Показником енергетичної ефективності будинку є питомі втрати теплової енергії на забезпечення оптимального мікроклімату в будівлі. Нормативні значення максимальних тепловитрат згідно з табл.1 [1] залежать від поверховості, площі будівлі та температурної зони.

Відсоткова різниця максимально допустимих значень питомих тепловитрат від розрахункових значень визначає класи енергетичної ефективності будівлі, що наведені в табл. 2 [1]. Будівлі з енергоефективністю, нижчою від вимог класу С, не відповідають стандарту енергоефективності.

Результати досліджень теплотехнічних властивостей кутів зовнішніх стін, наведені в роботах К.Ф. Фокіна [2], показали, що при зменшенні кутів будівлі додаткові тепловтрати значно збільшуються.

Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми. Тепловтрати через окремі зовнішні елементи будинку відрізняються і багато в чому залежать від теплоізоляційних якостей окремих конструкцій, а також їх розмірів. Одним із важливих факторів, що діє на тепловтрати, є площа зовнішніх огорожувальних конструкцій. Найбільшу площу мають стіни, тому їхні властивості відіграють домінуючу роль у тепловому захисті будівлі.

Прагнучи до оригінальності, забудовники намагаються ускладнити конфігурацію будівлі, проектують частини будинку в різних рівнях, улаштовують суцільне скління. Це пояснюється бажанням вносити новизну в естетичний вигляд будівлі та слідувати за стрімким розвитком дизайну архітектурного середовища. Але будинки складної конфігурації мають велику кількість стиків – кутів, а на внутрішній поверхні зовнішніх стін – у кутах – температура завжди нижча, ніж на стіні.

У кутах зовнішня поверхня, що граничить з холодним повітрям, має велику площу порівняно з внутрішньою, дотичною до теплого приміщення. Унаслідок цього через кути проходить більший потік тепла, ніж через стіну.

Основний матеріал і результати. Для встановлення залежності додаткових тепловтрат від геометричної форми стінових конструкцій було проведено дослідження за допомогою програмного забезпечення ELCUT® – інтегрованої діалогової системи, яка може виконувати лінійний і нелінійний температурний аналіз у плоскій та вісесиметричній постановці.

Розв’язання задач зі стаціонарної теплопровідності вимагає побудови розрахункової моделі з певними геометричними розмірами та граничними умовами.

Визначення області моделювання проводилося за кліматичними даними м. Полтави (I температурна зона).

При проведенні розрахунку температурних полів розглядалися моделі стін площею поперечного перерізу $S_{\text{пер}} = 1,25 - 2,25 \text{ м}^2$.

Для визначення температурного поля на внутрішній поверхні аналізувалися різні варіанти геометричної форми зовнішніх стіну плані(рис.1) з відповідними граничними умовами.

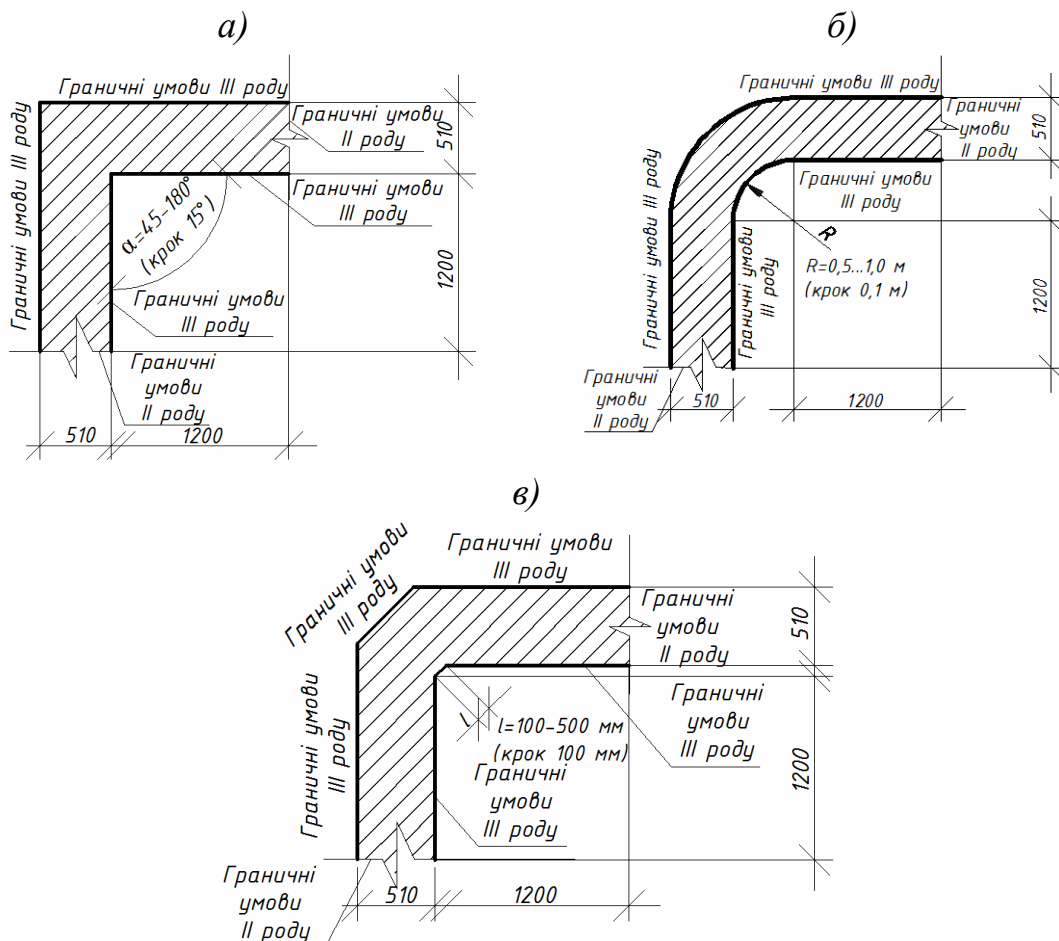
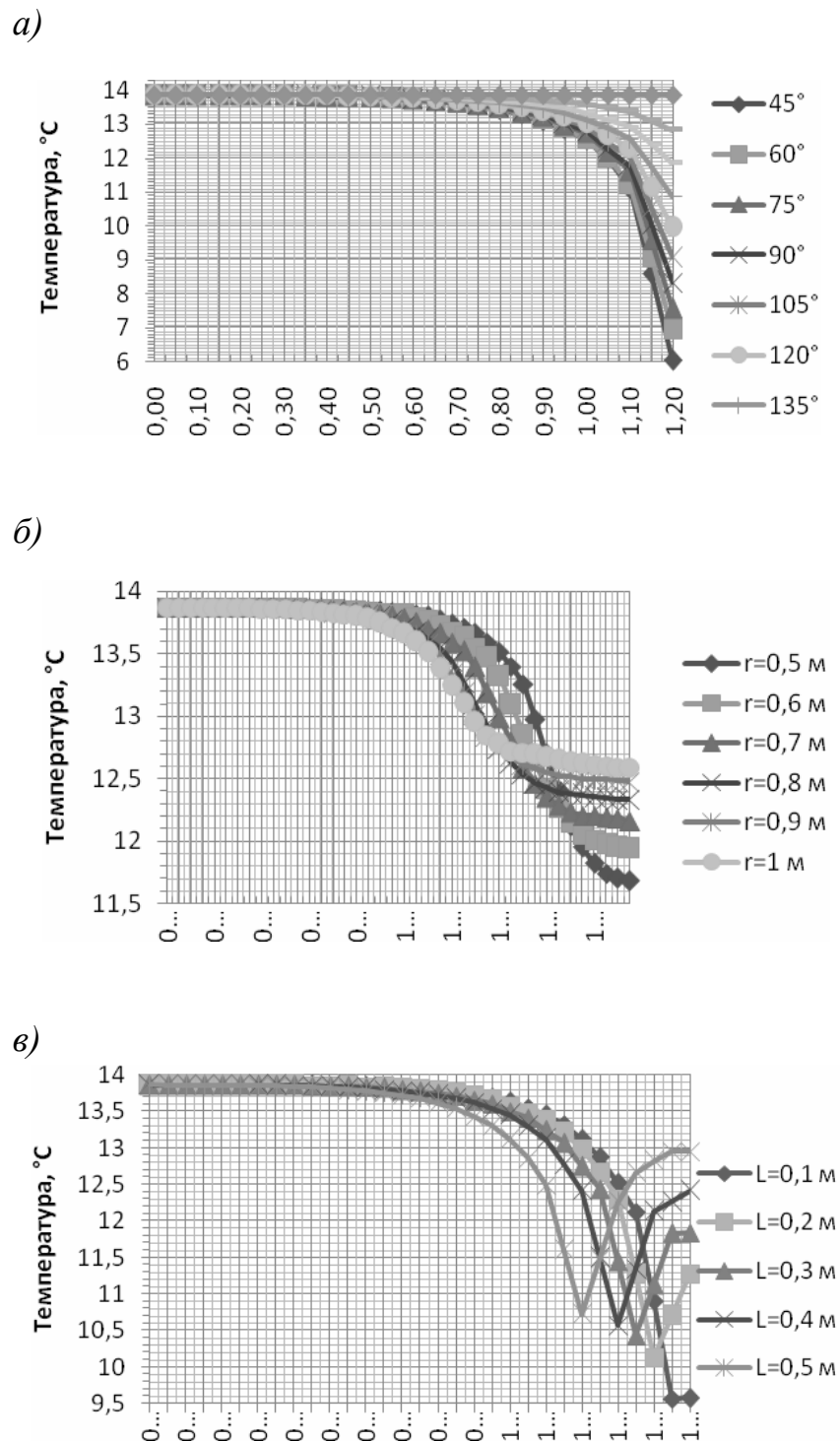


Рис. 1. Варіанти геометричної форми досліджуваної стінової конструкції:

а – з кутом стику 45-180°; б – з радіусом заокруглення 0,5 – 1 м; в – з величиною скосу 0,1 – 0,5 м

Після проведення чисельного експерименту було отримано значення розподілу температури та теплового потоку на внутрішній поверхні стіни залежно від її геометричної форми (рис.2).



**Рис. 2. Розподіл температурного поля по внутрішній поверхні стіни:
 а – з кутом стику 45 – 180 °; б– з радіусом заокруглення кута
 $r=0,5 - 1,0$ м; в - зі зрізом кута довжиною $L = 0,1 - 0,5$ м**

Можна припустити, що при збільшенні опору теплопровідності конструкції температурне поле на внутрішній поверхні стіни зміниться.

Тому є доцільним дослідження впливу величини коефіцієнта теплопровідності стіни на розподіл температури на її внутрішній поверхні.

Розрахунок проводився для зовнішньої цегляної стіни з кутом стику від 45° до 180° з кроком 15° товщиною 510 мм, з коефіцієнтом теплопровідності λ_p від 0,1 до 0,81 Вт/(м·К) з кроком 0,1, площею поперечного перерізу $S_{пер}=1,224 - 1,853 \text{ м}^2$ (рис. 3).

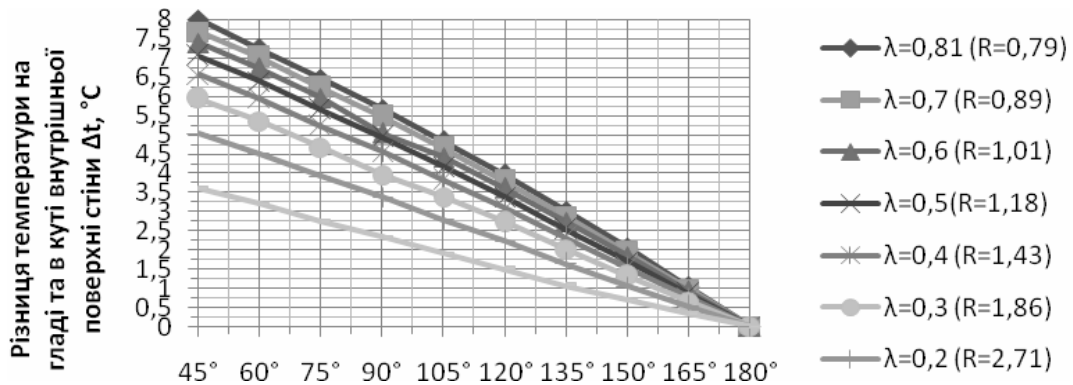


Рис. 3. Залежність різниці максимальної та мінімальної температури на внутрішній поверхні стіни (Δt) від коефіцієнта теплопровідності для стін з кутом примикання $45 - 180^\circ$

Розрахунок проводився для зовнішньої цегляної стіни з величиною радіуса стику від 0,5 до 1 м з кроком 0,1 м товщиною 510 мм, з коефіцієнтом теплопровідності λ_p від 0,1 до 0,81 Вт/(м·К) з кроком 0,1.

Результати розрахунку наведені на рис. 4.

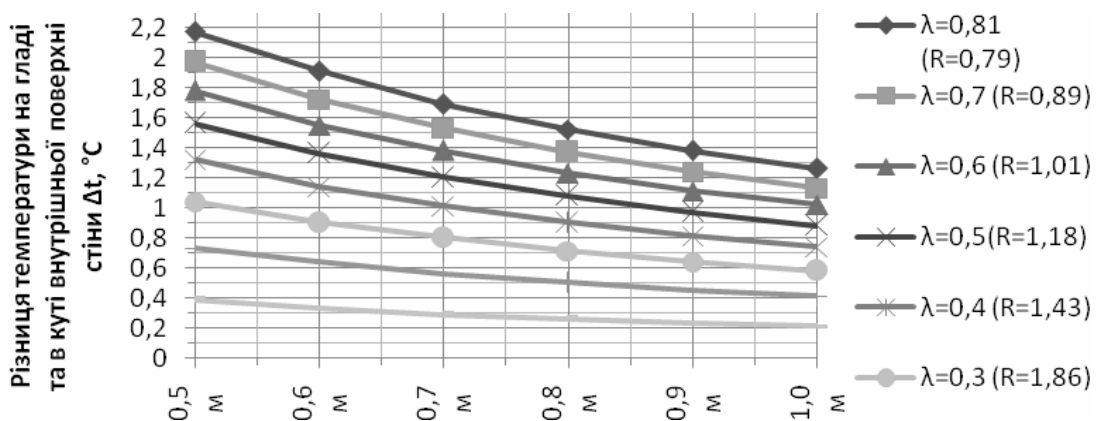


Рис. 4. Залежність різниці максимальної та мінімальної температури на внутрішній поверхні стіни (Δt) від коефіцієнта теплопровідності для стін з радіусом заокруглення стику $0,5 - 1,0 \text{ м}$

Розрахунок проводився для зовнішньої цегляної стіни з величиною скосу кута від 0,1 до 0,5 мз кроком 0,1 м товщиною 510 мм, з коефіцієнтом теплопровідності λ_p від 0,1 до 0,81 Вт/(м·К) з кроком 0,1. Опір теплопровідності конструкції становить від $R_{\Sigma}=5,25 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ до $R_{\Sigma}=0,79 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ відповідно. Крок сітки кінцевих елементів – 0,03 м.

Результати розрахунку наведені на рис. 5.

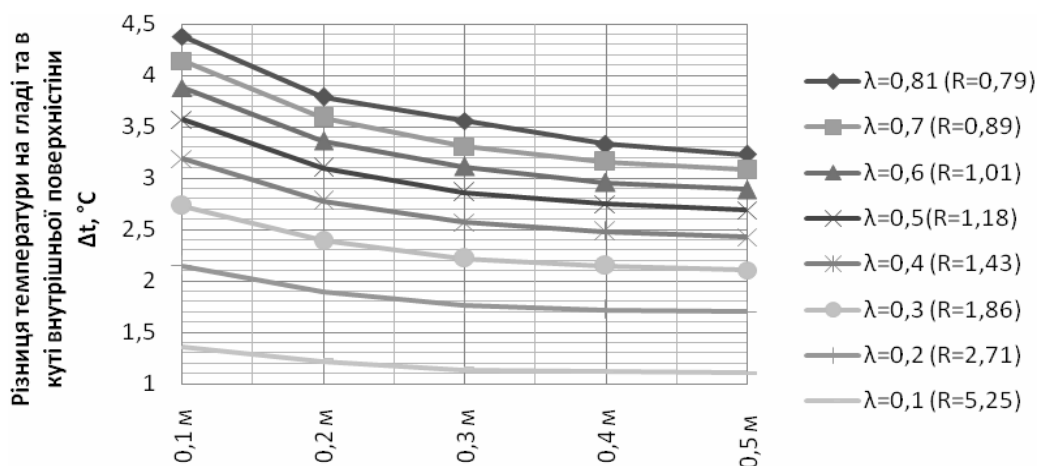


Рис.5. Залежність різниці максимальної та мінімальної температури на внутрішній поверхні стіни (Δt) від коефіцієнта теплопровідності для стін з величиною скосу кута від 0,1 до 0,5 м

Визначено, що зменшення величини коефіцієнта теплопровідності конструкції λ або збільшення опору теплопровідності R_{Σ} зменшує різницю температур на гладі та в куті внутрішньої поверхні стіни, але не наближає її до нуля.

За цим дослідженням розроблено рекомендації з оптимізації архітектурної форми зовнішніх стін. Було проаналізовано енергетичну ефективність будинку круглої форми в плані та будинку складної конфігурації з великою кількістю кутів.

Для цього розроблено два проекти односекційних 16-поверхових будинків з однаковою опалюваною площею (рис. 6).

За рекомендаціями [4] розраховано енергетичні паспорти відповідних проектних рішень. За ними визначено, що розрахункове значення приведених тепловтрат будинку складної конфігурації на 22% більше, ніж будинку, круглого в плані, та клас енергоефективності будівель відповідно D і B.

Висновки. При зменшенні кута різниця температур у куті й на гладі стіни збільшується; при куті 90° тепловий потік зменшується на 24% порівняно з кутом 45° .

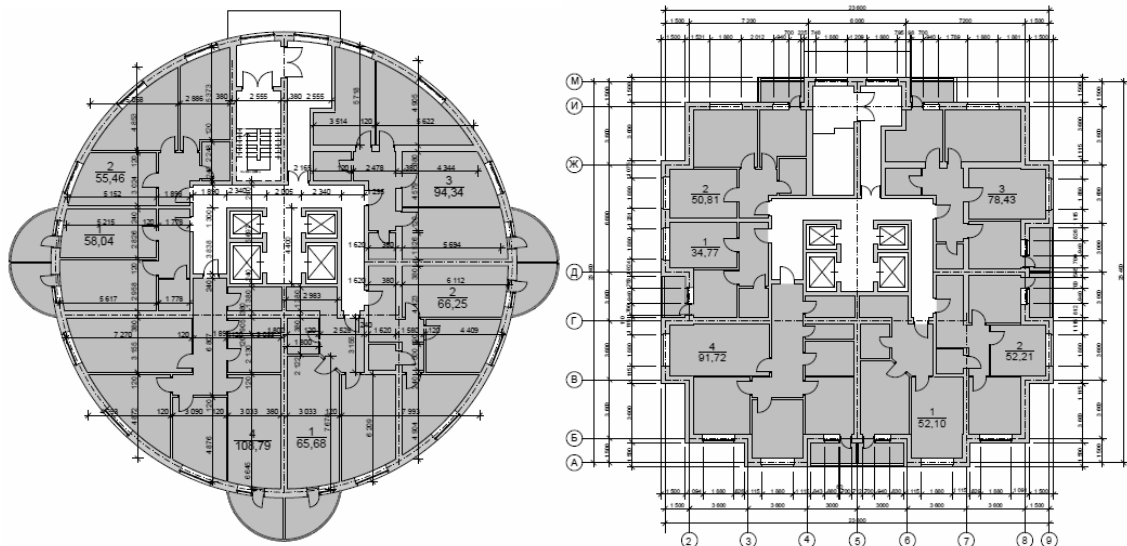


Рис. 6. Будинки різної конфігурації в плані

При збільшенні радіуса заокруглення кута зростає значення температури на поверхні заокругленої ділянки стіни; при радіусі 1 м тепловий потік зменшується на 42% порівняно з радіусом 0,5 м.

При збільшенні довжини ділянки зрізу кута значення температури на внутрішній поверхні збільшується; при довжині зрізу 0,5 м тепловий потік зменшується на 26% порівняно з довжиною 0,1 м.

Дослідження залежності тепловтрат від архітектурно-конструктивних особливостей зовнішніх огорожувальних конструкцій, а саме впливу на них геометричного та композиційного рішення будівель у плані, може сприяти зниженню тепловтрат у будинку і тим самим зменшити потребу в енергії на опалення.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – С. 9, 16.
2. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К.Ф. Фокин. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 165 – 169.
3. Беляев, В.С. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий / В.С. Беляев, Л.П. Хохлова. – М.: Высш. шк., 1991. – С.4–7, 54– 58.
4. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. Настава з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – С. 3–16.

Надійшла до редакції 12.06.2013
© О.І.Філоненко, М.А.Вельбой