

УДК 699.86.001.13

## ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТОВЩИНИ УТЕПЛЮВАЧА ПРИ УТЕПЛЕННІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

НЕСІН О.А.<sup>1\*</sup>, *м.н.с.*,

<sup>1\*</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [asp\\_pgasa@ukr.net](mailto:asp_pgasa@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-2097-4059

**Анотація. Постановка проблеми.** Сьогодні основним споживачем енергоресурсів в Україні є житлово-комунальне господарство. Скорочення споживання енергії та підвищення енергоефективності житлових будівель є важливими факторами забезпечення безпеки середовища проживання і пріоритетними напрямами державної господарської політики. Результати багатьох енергетичних обстежень багатоповерхових житлових будинків масової забудови минулих років в Україні свідчать, що близько 68% тепловтрат будівлі відбувається через огорожувальні конструкції, з яких 45% - через зовнішні стіни, 22% - підлоги та горища та 33% - через вікна і двері [2]. З цього витікає, що першим рішенням з підвищення енергоефективності багатоповерхових житлових будинків повинно стати утеплення зовнішніх стін. Одним з можливих варіантів утеплення стін є застосування фасадної системи на основі каркасу з гнутих оцинкованих профілів [4]. **Мета.** Розробка методики визначення раціональної товщини утеплювача в фасадній системі з гнутих оцинкованих профілів при утепленні багатоповерхових житлових будинків. **Висновок.** На основі метода розрахунку сукупної (дисконтированої) вартості розроблена методика оцінки економічної ефективності застосування фасадної системи на основі каркаса з гнутих оцинкованих профілів. Визначені раціональні товщини утеплювача (єковати) розглянутої фасадної системи при різних термінах експлуатації, коефіцієнтах дисконтування і відпускної вартості 1 Гкал теплової енергії.

**Ключові слова:** багатоповерхові житлові будівлі, система утеплення, термопрофіль, раціональна товщина утеплювача, тепловитрати

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ ПРИ УТЕПЛЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

НЕСИН А.А.<sup>1\*</sup>, *м.н.с.*,

<sup>1\*</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [asp\\_pgasa@ukr.net](mailto:asp_pgasa@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-2097-4059

**Аннотация. Постановка проблемы.** Сегодня основным потребителем энергоресурсов в Украине является жилищно-коммунальное хозяйство. Сокращение потребления энергии и повышение энергоэффективности жилых зданий являются важными факторами обеспечения безопасности среды обитания и приоритетными направлениями государственной хозяйственной политики. Результаты многочисленных энергетических обследований многоэтажных жилых зданий массовой застройки прошлых лет в Украине свидетельствуют, что около 68 % теплотерь здания происходит через ограждающие конструкции, из которых 45% - через наружные стены, 22% - полы и чердаки и 33% - через окна и двери [2]. Из этого следует, что первым решением по повышению энергоэффективности многоэтажных жилых зданий должно стать утепление наружных стен. Одним из возможных вариантов утепления стен является применение фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей [4]. **Цель.** Разработка методики определения рациональной толщины утеплителя в фасадной системе из гнутых оцинкованных профилей при утеплении многоэтажных жилых зданий. **Вывод.** На основе метода расчета совокупной (дисконтированной) стоимости разработана методика оценки экономической эффективности применения фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей. Определены рациональные толщины утеплителя (эковаты) рассмотренной фасадной системы при различных сроках эксплуатации, коэффициентах дисконтирования и отпускной стоимости 1 Гкал тепловой энергии.

**Ключевые слова:** многоэтажные жилые здания, система утепления, термопрофиль, рациональная толщина утеплителя, теплотери

## DETERMINATION OF RATIONAL THICKNESS OF HEAT INSULATION FOR MULTISTORY RESIDENTIAL HOUSES

NESIN A.A.<sup>1\*</sup>, *Junior Researcher*,

<sup>1\*</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [asp\\_pgasa@ukr.net](mailto:asp_pgasa@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-2097-4059

**Summary. Problem rising.** Today the main consumer of energy resources in Ukraine is housing and communal services. Decreasing of energy consumption and improving of energy efficiency of residential buildings are the important factors in providing of environment security and the priorities of the state economic policy. Results of numerous energy investigations of multistory residential houses of previous years mass construction in Ukraine testify that about 68% of heat losses occurs through protection structures (45% - through the external walls, 22% - through the floors and garrets, 33% - through windows and doors) [2]. Therefore the first solution of energy efficiency improving of multistory residential houses might be heat insulation of external walls. One of the possible variant is facade system with frame of thin-walled zinc-coated profiles [4]. **Objective.** Development of determination method of rational thickness of heat insulation in facade system with frame of thin-walled zinc-coated profiles for insulation of multistory residential houses. **Conclusions.** According to the method of calculating the total (discounted) cost, the method of economic effectiveness assessment of facade system with frame of thin-walled zinc-coated profiles was developed. Rational thickness of heat insulation (eco-wool) in considered facade system was determined for different exploitation periods, the discount factors and the selling price of 1 GCal of heat energy.

**Key words:** low-rise residential floating houses, technical-exploitational parameters, buoyancy, stability, design codes, heat loss

### Введение

Сегодня основным потребителем энергоресурсов в Украине является жилищно-коммунальное хозяйство. При этом затраты на обогрев 1 м<sup>2</sup> площади здания у нас более чем в 1,5 раза превышают зарубежные показатели (511 кВт·ч/ м<sup>2</sup> в Украине против среднего по Европе в 253 кВт·ч/ м<sup>2</sup>) [1].

Сокращение потребления энергии и повышение энергоэффективности жилых зданий являются важными факторами обеспечения безопасности среды обитания и приоритетными направлениями государственной хозяйственной политики. Это особенно актуально при ограниченных природных топливно-энергетических ресурсах и постоянном росте цен на них [2].

Результы многочисленных энергетических обследований многоэтажных жилых зданий массовой застройки прошлых лет в Украине свидетельствуют, что около 68 % теплопотерь здания происходит через ограждающие конструкции, из которых 45% - через наружные стены, 22% - полы и чердаки и 33% - через окна и двери [3]. Из этого следует, что первым решением по повышению энергоэффективности многоэтажных жилых зданий должно стать утепление наружных стен.

При проектировании системы утепления наружных стен многоэтажных жилых зданий необходимо принимать во внимание сложнейшую экономическую ситуацию в стране, и помимо экологической и энергетической составляющей, не менее важна экономическая эффективность и рациональность принятых проектных решений (толщина и тип применяемого утеплителя,

применяемые материалы). Исходя из этого, необходимо руководствоваться принципами системного подхода, которые учитывают капитальные затраты на проектирование и строительство, эксплуатационные расходы на протяжении всего жизненного цикла конструкций системы утепления.

Одним из возможных вариантов утепления стен является применение фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей [4]. В данной конструкции реализована технология вентилируемого фасада, которая предусматривает свободную циркуляцию воздуха в зазоре между утеплителем и облицовкой, позволяет исключить скапливание влаги, и защищает существующую стену от агрессивного воздействия окружающей среды. Применение данной технологии позволяет повысить сопротивление теплопередачи наружной стены, а также обновить архитектурный облик существующих зданий массовой застройки.

### Цель статьи

В статье указаны методика и результаты определения рациональной толщины утеплителя в фасадной системе из гнутых оцинкованных профилей при утеплении многоэтажных жилых зданий для условий г. Днепрпетровск.

### Изложение основного материала

Основными элементами системы являются – термопрофили (профили с перфорированной стенкой) с поперечным сечением ТС (или ТН) (рис.1).

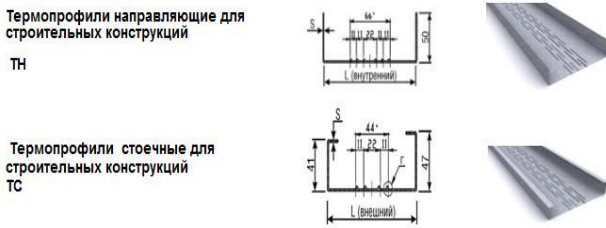


Рис.1. Профили с перфорированной стенкой – термопрофили ТН, ТС / Profiles with a perforated wall - thermoprofiles TN, TC

Энергоэффективность применения термопрофилей обоснована численными [4] и экспериментальными [5] исследованиями, а также подтверждается испытаниями [6], проведенными российскими специалистами.

В качестве наружной облицовки данная система позволяет использовать различные современные фасадные материалы: магнезитовые и цементные плиты (аквапанели), фасадные плитки, сайдинг и т.п. Облицовка крепится на шляпочные металлические профили марки ШП. Между обшивкой и теплоизолирующим слоем устраивается воздушный зазор толщиной не менее 40 мм [7]. С наружной стороны теплоизоляционного слоя устраивается ветро - изоляционная мембрана, а со стороны примыкания к стене здания устраивается пароизоляционная пленка. Теплоизоляционный слой допускается выполнять из минераловатных, пенополистирольных плит, эковаты и других теплоизоляционных материалов.

Конструкция фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей удовлетворяет требованиям действующих нормативных документов [7-9].

Конструкция системы утепления представлена на рис. 2.

В основу методики определения рациональной толщины утеплителя в фасадной системе с применением термопрофилей принят метод расчета совокупной (дисконтированной) стоимости (совокупных затрат, общих расходов) (aggregate value - AV) [3,10], который заключается в преобразовании всех затрат по устройству и расходов по эксплуатации системы утепления за весь предполагаемый срок ее службы в расчетную сумму к году ожидаемого демонтажа (так называемые накопленные затраты). Этот метод представляет наибольший интерес для квартировладельцев, поскольку при его использовании в должной мере учитывается как уровень расходов по эксплуатации за срок службы, так и первоначальная стоимость устройства системы утепления.

Совокупные затраты на устройство и эксплуатацию системы утепления определяются согласно зависимости:

$$Z = Kg^t + \Theta \frac{g^t - 1}{g - 1}, \quad (1)$$

где  $K_i$  – капитальные вложения (инвестиции) на устройство системы утепления по  $i$ -му варианту;

$\Theta_i$  – годовые эксплуатационные расходы на отопление здания при  $i$ -м варианте;

$t$  - срок службы (эксплуатации) конструкции, год;

$g$  – коэффициент накопления:  $g=1+p$ ;

$p$  – норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал;

$g^t$  – коэффициент дисконтирования (дисконтный множитель) к концу расчетного периода:  $g^t=(1+p)^t$ ;

$(g^t-1)/(g-1)$  – коэффициент возрастания текущих платежей, приведенных к будущему моменту времени для ряда однородных по периодам платежей.

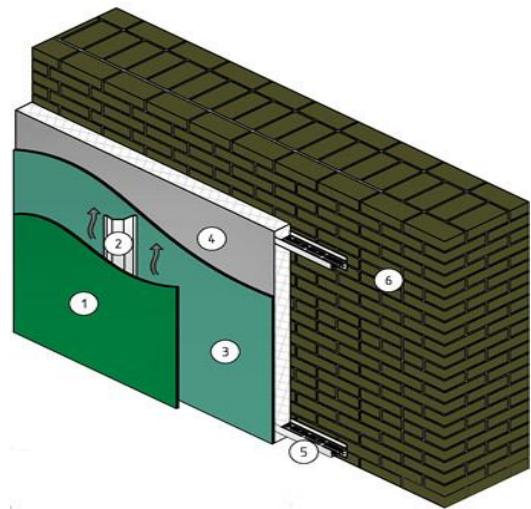


Рис.2. Конструкция ограждающей панели из гнутых оцинкованных профилей:

1- магнезитовая плита, 2- шляпочный металлический профиль ШП-45, 3-ветро-изоляционная пленка, 4 – утеплитель (эковата), 5- термопрофиль, 6 – существующая стена.

При выводе уравнения (1) для определения совокупной стоимости (т.е. капитальных затрат и эксплуатационных расходов) за расчетный период исходят из предположения, что капитальные затраты единовременны, а годовые эксплуатационные расходы в течение всего расчетного срока постоянны. Эти предположения в большинстве случаев соответствуют действительности. В этом методе все расходы, производимые постоянно в отдельные годы в течение срока службы конструкций системы утепления приводятся к их будущему значению на расчетный момент срока службы конструкций системы утепления. Для этого используют для капитальных затрат процентный годовой прирост  $g^t=(1+p)^t$ , а для годовых эксплуатационных расходов накопления  $(g^t-1)/(g-1)$ , преобразованные в форму итога расходов в конце каждого года [3,10].

Капитальные затраты на устройство системы утепления, определяются из выражения:

$$K = (C_m + C_p) \cdot A_c, \quad (2)$$

где,  $C_m$  – стоимость материалов, требуемых на устройство системы утепления, ден. ед, грн;

$C_p$  – стоимость производства работ, по устройству системы утепления, ден. ед, грн;

$A_c$  – площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>.

Годовые эксплуатационные затраты на отопление здания,  $\mathcal{E}$  определяются из выражения:

$$\mathcal{E} = Q \cdot GD \cdot k_o \cdot C_o, \quad (3)$$

где,  $Q$  – тепловые потери через наружную стену, Вт/°С;

$GD$  – количество градусо-суток отопляемого периода;

$k_o$  – размерный коэффициент для перевода Дж/сек в Гкал:

$$k_o = \frac{24 \cdot 3600}{4,19 \cdot 10^9}, \quad (4)$$

24; 3600 – соответственно, количество часов в одних сутках и секунд в одном часе;

$4,19 \cdot 10^9$  – соотношение Дж/сек и Гкал;

$C_o$  – стоимость 1 Гкал тепловой энергии, денежная ед./Гкал.

Под рациональной толщиной утеплителя фасадной системы из гнутых оцинкованных профилей понимается такая толщина утеплителя, при которой затраты на устройство фасадной системы, отнесенные к одному году, и годовые эксплуатационные затраты минимальны.

Инвестиционный проект должен приносить экономический эффект и тем самым обеспечивать возмещение вложенных средств за счет доходов, полученных от реализации проекта. При этом в качестве критерия оценки эффективности чаще всего выступает прибыль, обеспечивающая сроки окупаемости инвестиций не ниже желаемого уровня.

На рис. 3 показана зависимость общей годовой стоимости ( $C_t$ ) от толщины теплоизоляционного слоя при фиксированном сроке эксплуатации (30 лет), нормы дисконта – 0 %. Точка, соответствующая минимуму на графике общей годовой стоимости является рациональной толщиной фасадной системы.

Если в результате инвестирования в объеме  $K_i$  на устройство системы утепления наружной стены здания с толщиной утеплителя по  $i$ -му варианту получим ежегодную экономию эксплуатационных расходов на отопление здания в объеме  $\Delta \mathcal{E}_i$ , то срок окупаемости инвестиций с учетом приведения затрат к будущему моменту времени определяется из уравнения (1):

$$T_{o,i} = \ln(\Delta \mathcal{E}_i / (K_i(1-g) + \Delta \mathcal{E}_i)) / \ln g, \quad (5)$$

где,  $\Delta \mathcal{E}_i$  – ежегодная экономия

эксплуатационных расходов на отопление здания при  $i$ -ом варианте:

$$\Delta \mathcal{E}_i = \mathcal{E}_0 - \mathcal{E}_i, \quad (6)$$

где,  $\mathcal{E}_0$ ,  $\mathcal{E}_i$  – годовые эксплуатационные расходы на отопление, соответственно, при минимальной допустимой толщине утеплителя и при толщине утеплителя по  $i$ -му варианту.

Минимально допустимая толщина утеплителя в фасадной системе определяется из зависимости:

$$\delta_{y, \min} = \lambda_y \left( R_o^{mp} - \left( \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right), \quad (7)$$

где,  $\lambda_y$  – коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·К);

$R_o^{mp}$  – требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции для г.Днепропетровск,  $R_o^{mp} = 3.3$  м<sup>2</sup>·К/Вт по [7];

$\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, м;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности материала  $i$ -го слоя, Вт/(м·К), принимаемый по прил. Л [7];

$\alpha_g$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·К), принимаемый по прил. Е [7] (для стен  $\alpha_g=8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К));

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·К), принимаемый по прил. Е [7] (для наружных стен  $\alpha_n=23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К));

$n$  – количество слоев ограждающей конструкции.

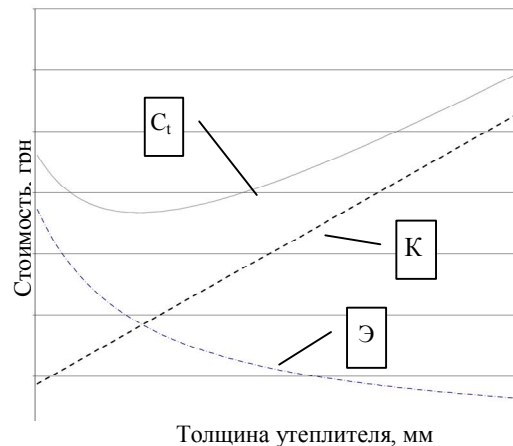


Рис.3. К определению рациональной толщины утеплителя фасадной системы с применением термпрофилей / By the definition of rational thickness of insulation facade system using thermoprofiles

Ограничениями конкретной задачи, которая решалась, являются:

- утепление выполняется для угловой 2-х комнатной квартиры панельного здания с отопляемой лестничной клеткой, общей площадью 55,1 м<sup>2</sup> (рис. 4 – 6);
- материал стен - керамзитобетон, толщиной 400 мм, с коэффициентом теплопроводности 0,52 Вт/м·К;
- площадь утепляемых стен квартиры – 47,3 м<sup>2</sup>;
- в качестве утеплителя принята эковата с коэффициентом теплопроводности 0,04 Вт/м·К,

стоимостью 525,4 грн/м<sup>3</sup> и стоимость монтажа 742 грн/м<sup>3</sup>;

- в качестве обшивки принята магнизитовая плита, толщиной 12 мм, стоимостью 180 грн/м<sup>2</sup>;
- стоимость металлических профилей принята – 16000 грн/т, монтаж – 6000 грн/т;
- продолжительность отопительного периода для г. Днепропетровска GD= 3501 [7,11];
- расчетный срок службы системы утепления принят 25 – 50 лет;
- ставка инвестирования капитала  $r=0\div 30\%$ ;
- стоимость 1 Гкал тепловой энергии для г. Днепропетровск по состоянию на октябрь 2014 г. составляет 409,17 грн. [12], а также прогнозируемая

стоимость тепловой энергии (при повышении тарифов на отопление на 73%) – 707,86 грн. [13];

- сопротивление теплопередачи окон и балконных дверей - 0,75 м<sup>2</sup>·К/Вт [7].

При определении теплопотерь через наружные стены здания линейные ко-эффициенты теплопередачи определялись по [2,7].

Результаты определения рациональной толщины утеплителя при утеплении наружных стен указаны в табл. 1 и 2.

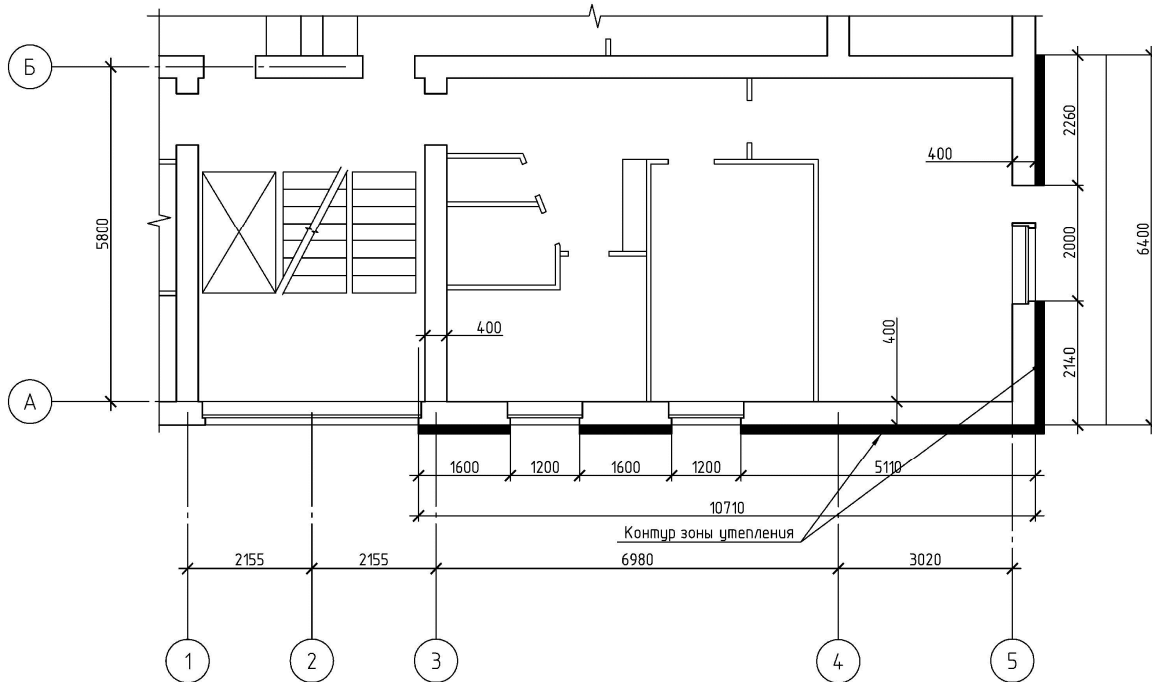


Рис. 4. План утепляемой квартиры / Plan to insulate the apartment

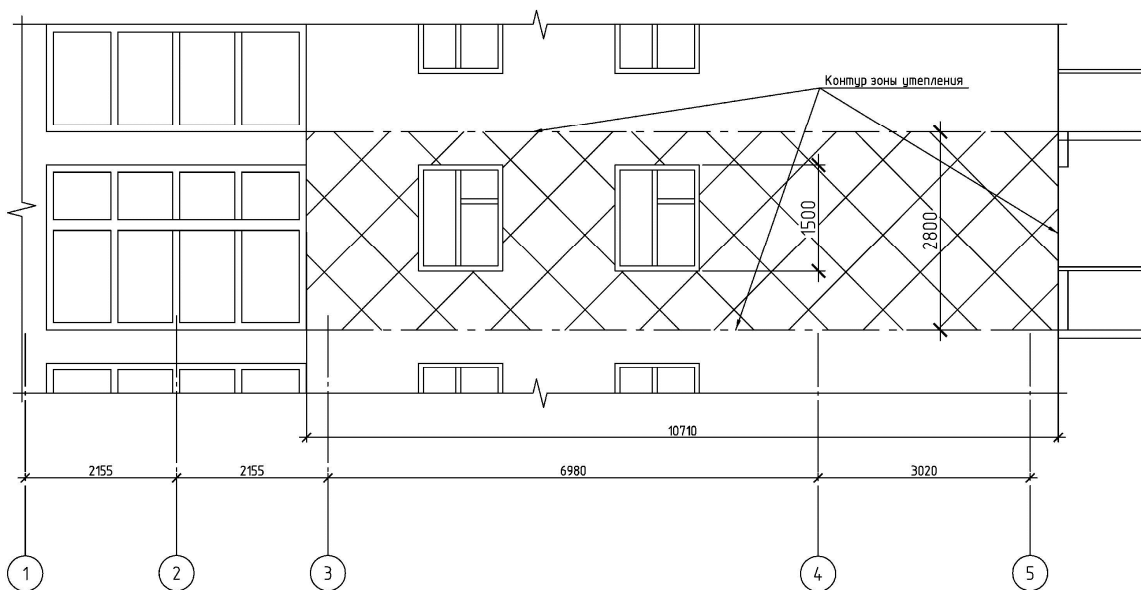


Рис. 6. Фасад квартиры в осях «1-5» / The facade of an apartment in the axes «1-5»



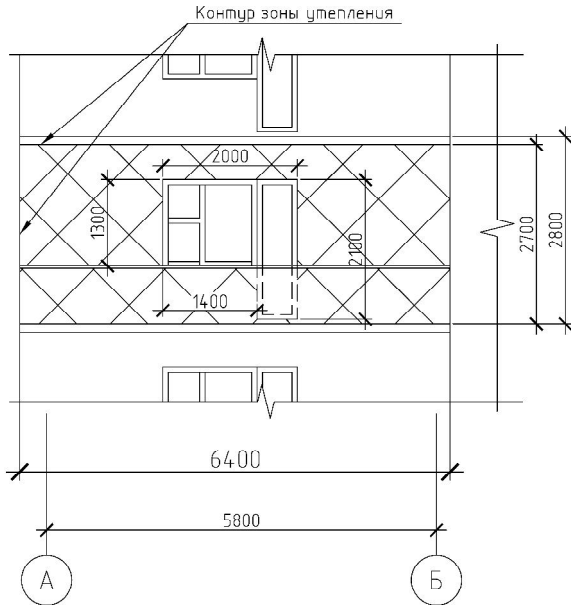


Рис. 5. Фасад квартиры в осях «А-Б» / The facade of an apartment in the axes «A-B»

Проведенные расчеты по определению рациональной толщины утеплителя фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей свидетельствуют, что без учета изменения стоимости во времени (дисконтирования) рентабельно увеличивать толщину утеплителя как при существующей цене на 1 Гкал тепловой энергии так и при прогнозируемой. При дисконтировании более 5%, рациональным вариантом является фасадная система с минимальной допустимой толщиной утеплителя (95 мм), обеспечивающей современные требования по сопротивлению теплопередачи ограждающей конструкции, предъявляемые нормативным документом [7].

Выполненные исследования доказывают тот факт, что утепление стен многоэтажных жилых зданий экономически целесообразно только при беспроцентном кредитовании.

Таблица 1

**Рациональная толщина утеплителя фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей при стоимости 1 Гкал тепловой энергии 409,17 грн**

Расчетный срок службы фасадной системы, лет	Коэффициент дисконта													
	0 %		5 %		10 %		15 %		20 %		25 %		30 %	
	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г
25	135	6.42	95	15.13	95	5.59	95	2.95	95	1.79	95	1.21	95	0.88
30	150	4.87	100	11.62		5.76								
35	165	3.98	100	12.0		5.86								
40	180	3.4	105	9.6		5.91								
45	195	3.0	110	8.0		5.96								
50	205	2.79	110	8.1		5.98								

Таблица 2

**Рациональная толщина утеплителя фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей при стоимости 1 Гкал тепловой энергии 707,86 грн**

Расчетный срок службы фасадной системы, лет	Коэффициент дисконта													
	0 %		5 %		10 %		15 %		20 %		25 %		30 %	
	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г	Толщина на утеплителя, мм	Срок окупаемости, г
25	155	4.52	105	9.23	95	6.01	95	3.2	95	1.95	95	1.31	95	0.95
30	170	3.76	115	6.78		6.19								
35	190	3.12	120	6.06		6.3								
40	205	2.79	120	6.13		6.37								
45	220	2.55	125	5.51		6.41								
50	235	2.35	125	5.54		6.43								

**Выводы**

На основе метода расчета совокупной (дисконтированной) стоимости разработана методика оценки экономической эффективности применения

фасадной системы на основе каркаса из гнутых оцинкованных профилей. Определены рациональные толщины утеплителя (эковаты) рассмотренной фасадной системы при различных сроках эксплуатации, коэффициентах дисконтирования и отпускной стоимости 1 Гкал тепловой энергии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Журнал "ЖКГ України", квітень 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.slideshare.net/journal\\_jkg/2011-10702090.htm](http://www.slideshare.net/journal_jkg/2011-10702090.htm). – Загл. с экрана.  
Magazine «JKG Ukraine», april 2011 [Electronic resource]. – Access mode: [http://www.slideshare.net/journal\\_jkg/2011-10702090.htm](http://www.slideshare.net/journal_jkg/2011-10702090.htm). – Caps. screen.
2. НКРЕКП, Постанова від 03.03.2015 № 583 "Про встановлення роздрібних цін на природний газ, що використовується для потреб населення" [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nerc.gov.ua/?id=14329.htm>. – Загл. с экрана.  
НКРЕКП, Resolution on 03.03.2015 № 583 " On setting the retail price of natural gas used for the needs of the population " [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.nerc.gov.ua/?id=14329.htm>. – Загл. с экрана.
3. Никифорова Т. Д. Совершенствование методики расчета и рационального проектирования термореновации крупнопанельных жилых зданий : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Никифорова Татьяна Дмитриевна. – Днепропетровск., 2002. – 188 с.  
Nikiforova T.D. Development of calculation method and rational design for thermal rehabilitation projects of large panel residential buildings. PhD Theses : 05.23.01 / Nikiforova Tatyana. – Dnipropetrovsk., 2002. – 188 p.
4. Савицкий Н.В., Несин А.А. Ограждающая конструкция с каркасом из термопрофилей // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Д.: ПГАСА, 2009. – № 50. – С. 479-482.  
Savytskyi M.V., Nesin A.A. Protecting design with a framework of thermoprofiles // The construction, material science, mechanical engineering : coll. of scien. pub. – D.: PSACEA, 2009. – № 50. – P. 479-482.  
[http://pgasa.dp.ua/a/international%20conferences/inovacii/archi ve/vipusk\\_50\\_2009.pdf](http://pgasa.dp.ua/a/international%20conferences/inovacii/archi ve/vipusk_50_2009.pdf)  
Несин А.А., Экспериментальное исследование теплотехнической эффективности термопрофилей / Савицкий Н.В., Береза И.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Д.: ПГАСА, 2010. – № 51. – С. 431-437.  
Nesin A.A. Experimental research heat engineering efficiency thermoprofiles / Savytskyi M.V., Bereza I.V. // The construction, material science, mechanical engineering : coll. of scien. pub. – D.: PSACEA, 2010. – № 51. – P. 431-437.
5. Протокол №40-73/09 испытаний фрагмента термопанели по оценке теплотехнических параметров в зонах стоечных профилей фирмы «Балтпрофиль» от 30 октября 2009 г.. – СПб. : Испытательный центр ОАО «СПбЗНИИПИ», 2009.  
Protocol №40-73/09 fragment thermopanel tests to assess thermal parameters in the AOR-nah rack profiles firm "Baltprofil" dated October 30, 2009 .. - St. Petersburg. : Testing center of "SPbZNIiPI." 2009.
6. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006 // Режим доступу: <http://www.stroypomosh.com.ua/poleznoe/>  
Construction of houses and buildings. Thermal insulation of buildings. DBN V.2.6-31: 2006 // Access mode: <http://www.stroypomosh.com.ua/poleznoe/>
7. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 // Режим доступу: <http://ibud.ua/ru/dokument/dstu-b-v-2-6-34-2008-konstruktsiyi-zovnishnikh-stin-iz-fasadnoyu-teploizolyatsiyu-klasifikatsiya-i-zagalni-tekhnichni-vimogi-1418>  
Construction of houses and buildings. Construction of the external walls, facade insulation. Classification and general technical requirements. DSTU B V.2.6-34: 2008 // Access mode: <http://ibud.ua/ru/dokument/dstu-b-v-2-6-34-2008-konstruktsiyi-zovnishnikh-stin-iz-fasadnoyu-teploizolyatsiyu-klasifikatsiya-i-zagalni-tekhnichni-vimogi-1418>
8. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. ДБН В.2.6-33:2008 // Режим доступу: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_27\\_2010/5-1-0-929](http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929)  
Construction of houses and buildings. Construction of the external walls, facade insulation. Requirements on-ektuvannya, installation and operation. DSTU B V.2.6-34:2008 // Access mode: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_27\\_2010/5-1-0-929](http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929)
9. Коваль Е.А. Энергоэффективность архитектурно-конструктивных систем малоэтажных жилых зданий: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Коваль Елена Александровна. – Днепропетровск, 2011. – 152 с.  
Koval O.O. Energy efficiency of low-rise residential buildings of architectural constructive systems. PhD Theses : 05.23.01 / Koval Olena. – Dnipropetrovsk., 2011. – 152 p.
10. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. // Режим доступу: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_27\\_2010/5-1-0-929](http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929)  
Protection against dangerous geological processes operating harmful effects of fire. Construction climatology. DSTU-N B V.1.1-27:2010 // Access mode: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_27\\_2010/5-1-0-929](http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929)
11. Тарифы на отопление по Украине — больше всех будет платить Кривой Рог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://giga.ua/тарифы-на-отопление-по-украине.htm>. – Загл. с экрана.  
Tariffs for heating in Ukraine - more than anyone else will pay Krivoy Rog [Electronic resource]. – Access mode : <http://giga.ua/тарифы-на-отопление-по-украине.htm>. – Caps. screen.
12. Тарифы на горячую воду и отопление повысятся на 55-73% [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.segodnya.ua/economics/gkh/tarify-na-goryachuyuvodu-i-povysyatsya-na-55-73-600852.html>. – Загл. с экрана.  
Tariffs for hot water and heating will increase by 55-73% [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.segodnya.ua/economics/gkh/tarify-na-goryachuyuvodu-i-povysyatsya-na-55-73-600852.html>. – Caps. screen.

*Статья рекомендована к публикации доктором. техн. наук, проф. Скрипниковым В.Б. (Украина); доктором. техн. наук, проф. Беляевым Н.Н. (Украина)*

*Статья поступила в редколлегию 20.04.2015*