

3. Керш В.Я. Синтез гипсовых композитных материалов на основе теории перколяции / В.Я. Керш, А.В. Колесников, Д.В. Керш // Сухие строительные смеси, М.- № 3. - 2015. - С. 41- 43.
4. Kersh, V. Structurally-Oriented Design of the Heat Insulation Plastering Material / V. Kersh, A. Kolesnikov, T. Lyashenko, M. Pidkapka // No: Proceedings of REHVA Annual Conference 2015, Latvija, Rīga, 6.-9. maijs, 2015. Rīga: RTU PRESS, 2015, 241.-244.lpp. ISBN 978-9934-10-685-9
5. Керш В.Я. Оптимизация структуры и свойств теплоизоляционных композитов на основе их дискретных моделей / В.Я. Керш , А.В. Колесников, А.В. Фощ // Вісник ОДАБА. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2013. - Вип. №51. - С. 256-260.
6. Drozhzhin, V.S. Cenospheres. Properties and diagnostics methods / V.S. Drozhzhin, I.V. Pikulin, G.G. Savkin and others // Proceedings SWEMP 2002, Cagliari, Italy. - 2002. - P. 1059.
7. Mamunya Y. P. Electrical and thermal conductivity of polymers filled with metal powders / Y. P. Mamunya, V.V. Davydenko, P. Pissis, E. V. Lebedev // European polymer Journal, 38, 2002, 1887-1897 p.
8. Lyashenko T. Modelling the effect of composition on the properties of gypsum concrete containing cenospheres / T. Lyashenko, V. Kersh, D. Kersh // Proc. 18 Ibausil. - Weimar (Germany), 2012. - V. 1. – P. 1-0416-0423.
9. Дворкин Л.И. Справочник по строительному материаловедению / Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. - М.: Ифра-Инженерия, 2010. – 472 с.
10. Довгань И.В. Статистическое исследование поровой структуры теплоизоляционных композитов / И.В. Довгань, В.Я Керш, А.В. Колесников, С. В. Семенова // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури - 2015.- № 60.- С. 86-90.
11. Керш В.Я. Физико-химические основы рационального выбора компонентов теплоизоляционного материала / В.Я. Керш, А.В. Колесников// Вісник ОДАБА.- Одеса: «Зовнішрекламсервіс», 2013.- № 50 (1).- С. 125-130.
12. Дудар І.Н. Термосилова технологія бетону/ І.Н.Дудар. Універсум-Вінниця, 2001.-45 с.

УДК 69.059

## **ЕНЕРГЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕПЛОВА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІМНАЗІЇ №5, М. ОДЕСА**

**Безбах І. В., канд. техн. наук, доцент,  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса  
Чабанюк В.Р., Воронко О. Ю., Супрунець Є. М.  
учні кл. 11, гімназія №5, м. Одеса**

## **ENERGY RESEARCH AND THERMAL MODERNIZATION GYMNASIUM №5, ODESSA**

**Bezbakh I.V., Cand. Tech. Sciences, associate professor  
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa  
Chabanyuk V.R., Voronko O.Yu., Suprunets E.M.  
Students cl. 11, gymnasium № 5, Odessa**

**Анотація:** Виконано енергоаудит гімназії №5, м. Одеса. Обґрунтовано систему заходів для зниження енерговитрат.

**Abstract:** The energy audit of the gymnasium №5, Odessa is complete. The system of measures for reduction of energy costs is substantiated.

### **Вступ.**

Низькі ціни на паливо протягом ряду десятиліть сформували в Україні зневажливе відношення до теплової енергії і до всього комплексу питань, пов'язаних із її використанням. Низькі ціни на паливо і відсутність конкуренції не стимулювали створення високоефективного і надійного устаткування світового рівня.

Суттєве зростання світової економіки та рівня життя мешканців розвинутих країн у другій половині 20-го і на початку 21-го століть супроводжувалось стрімким зростанням видобутку та споживання паливно-енергетичних ресурсів. В розвинутих країнах енергоємність життя подвоюється кожні 12 років. Споживання енергії однією людиною за рік досягає 10 т. умовного палива.

Проблеми розвинутих країн ніяким чином не оминули Україну. На сьогодні енергоємність економіки України у 5...6 разів вище, ніж в США та Європі, у 7 разів вище, ніж в Японії. Опалення 1 кв. м. приміщень потребує у 2 рази більше енергії, ніж в США і у 3 рази більше ніж в Швеції. До 40% національного бюджету витрачається на закупівлю енергоносіїв, а близько 20% – на теплопостачання. Без вирішення проблем ефективного використання енергії стає неможливим своєчасна виплата зарплатні та матеріальної допомоги, розвиток соціальної інфраструктури міст і селищ країни, успішне проведення реформи ЖКГ [1].

**Мета та методи досліджень.**

Метою досліджень було провести енергоаудит гімназії №5, вибрати й обґрунтувати заходи для зниження енерговитрат. Завдання наукової роботи полягає в дослідженні та розрахунку заходів необхідних для зниження енерговитрат гімназії №5, м. Одеса, вул. Малиновського, 29-а.

Предмет досліджень: втрати теплоти від споруди у навколишнє середовище. Методи досліджень: проводився літературний пошук та аналіз існуючих у світі заходів по зменшенню витрат енергії на опалення. Проводилися безпосередні вимірювання розмірів гімназії, приміщень, товщини стіни та температури в приміщеннях, проводилась тепловізійна діагностика споруди.

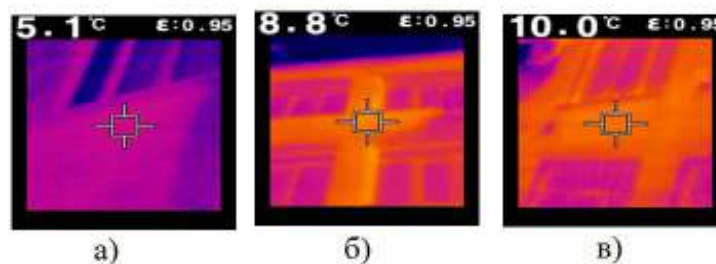
**Прилади, що використовувалися.**

1. Тепловізор Testo 875-1 - професійний прилад для безконтактного виміру температури поверхні різних об'єктів або компонентів методом термографії в діапазоні від -20 до +280 °С.

2. Високоточна лазерна рулетка далекомір Speziallaser R30 eXtremale призначена для робіт в умовах будівництва як у приміщенні, так і на вулиці. Арсенал функцій включає: вимірювання відстані, площі й об'єму, обчислення висоти, безперервний вимір (треккінг) і ін. Дальність робіт до 30 метрів із припустимою погрішністю не більше 2.0 мм (на всій довжині).

3. Фотокамера Samsung Galaxy S6 / S6 Edge: 16 Мп, апертура f/1.9-2.2, розмір матриці 1/2.6", розмір пікселя – 1,2 мкм.

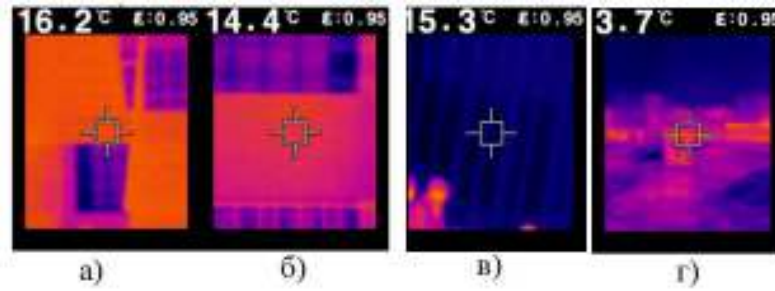
**Результати тепловізійної діагностики споруди.** Більшість теплових втрат будинку непомітні неозброєним поглядом. Проявляють вони себе лише в підвищених витратах на опалення, про які споживач звичайно не підозрює. Як правило, це зайві теплові втрати. Вони з'являються в результаті неправильного використання опалювальних приладів, дефектів або інших конструктивних особливостей будинку. Єдиний спосіб довідатися про їхнє існування - виявити за допомогою тепловізора. Для одержання термографічних зображень об'єкта, необхідно, щоб між вулицею й внутрішнім приміщенням був перепад температур у межах 10...15°C. Тому, тепловізійна діагностика будинків провадиться тільки в холодну пору року. Яскраві області на термограмі – місця великих витоків тепла через стіну. Тепловізійне дослідження будинку гімназії проводилося у світлий час доби 7 квітня 2017 року при температурі навколишнього повітря +4 °С. Результати представлено на рис. 1,2.



**Рис. 1. Результати тепловізійної діагностики фасаду гімназії**

На фото тепловізора видно, що температура на деяких поверхнях огорожуючих конструкцій є близькою до температури навколишнього середовища (рис.1, а), що свідчить про задовільний термічний опір, в другому випадку температура фасаду практично вдвічі перевищує температуру навколишнього середовища (рис. 1, б,в), що говорить про високі тепловтрати. Стіни оштукатурені та пофарбовані. Відсутність теплової ізоляції стін зумовлює наднормові теплові втрати та теплові мости. У кутових приміщеннях фасаду на стиках (між ними) спостерігаються підвищенні теплові втрати.

Крім того, проведено діагностику внутрішніх приміщень гімназії, даху, сходових прольотів (рис. 2).



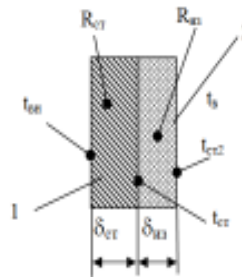
а, б – сходові прольоти, в – приміщення класу, г – дах

**Рис. 2.** Результати тепловізійної діагностики приміщень та даху гімназії

Таким чином отримано можливість визначити кількість теплоти, що втрачається безпосередньо від кожної огорожуючої конструкції, розрахувати термічні опори огорожуючих конструкцій.

**Обробка результатів дослідів.**

Визначаємо приведенний термічний опір стіни як опір складної системи (рис. 3). Термічний опір складної системи (наприклад, багатошарової теплової ізоляції) дорівнює сумі термічних опорів її частин.



1 – огорожуюча конструкція, 2 – теплова ізоляція

**Рис. 3.** Схема огорожуючої конструкції

Кінцевою метою розрахунку було визначення експлуатаційних витрат та строку окупності для різних типів ізоляційних матеріалів, які планується застосувати на об'єкті.

В якості вихідних даних використано температури внутрішньої ( $t_{вн}$ , °C), зовнішньої поверхні ( $t_{ст}$ , °C) огорожуючої конструкції та температура навколишнього середовища ( $t_{в}$ , °C), що були виміряні при проведенні тепловізійної діагностики об'єкту. Також було виміряно товщину огорожуючої конструкції ( $\delta_{ст}$ , м). Коефіцієнти теплопровідності стінки ( $\lambda_{ст}$ , Вт/(м К)) теплової ізоляції ( $\lambda_{из}$ , Вт/(м К)), вартість теплової ізоляції ( $K_{из}$ , грн/м<sup>2</sup>) обрано за типом матеріалу із літературних джерел [3].

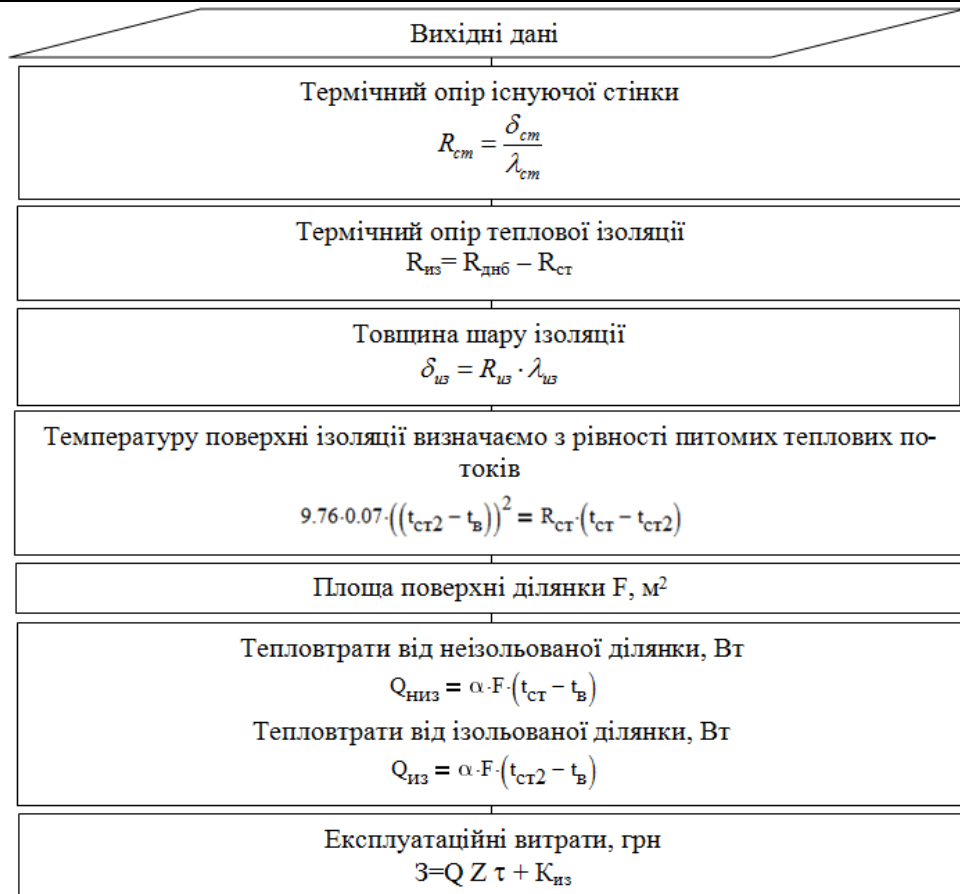
Рекомендований термічний опір стінки ( $R_{днб}$ , м<sup>2</sup> К / Вт) обрано згідно вимогам ДНБ [2].

Знаючи температури внутрішньої й зовнішньої поверхні й уважаючи тепловий режим сталим визначено термічний опір стін. У результаті розрахунків одержано, що приведенний термічний опір стін становить 0,838 (м<sup>2</sup>·К)/Вт, нормативне значення згідно ДБН В.2.6-31:2006 - 3,3 (м<sup>2</sup>·К)/Вт. Наведений опір огорожуючої конструкції, не відповідає нормативним показникам.

Термічний опір теплової ізоляції визначено як різницю між нормативним термічним ( $R_{днб}$ ) опором і опором стінки ( $R_{ст}$ ). Температуру поверхні ізоляції ( $t_{ст2}$ ) визначено з рівності питомих теплових потоків (рис. 4). Коефіцієнт тепловіддачі від неізольованої та ізольованої ділянки, Вт визначено за формулою:

$$\alpha = 9.76 \cdot 0.07 \cdot (t_{ст2} - t_{в}) \quad (1)$$

Після чого визначено площу поверхні ділянки та розраховано теплові втрати від неї. Обрано час експлуатації ( $\tau$ , с) та тариф підприємства на теплову енергію ( $Z$ , грн/Гкал). В останньому блоці визначено експлуатаційні витрати ( $Z$ , грн.) при роботі неізольованої ділянки та ізольованої ділянки огорожуючої конструкції.



**Рис. 4. Алгоритм розрахунку експлуатаційних витрат на ізоляцію**

На останньому етапі представляємо графічну залежність експлуатаційних витрат (Z, грн.) від часу експлуатації (τ, с) та визначаємо час експлуатації, починаючи з якого обраний тип теплової ізоляції буде економічно більш вигідним.

**Висновки.**

Аналіз проведеної тепловізійної діагностики гімназії показав проблемні ділянки стін, тепловтрати яких вищі.

Розрахунок термічних опорів показав, що приведений термічний опір стін становить 0,838 (м<sup>2</sup>·К)/Вт, що не відповідає нормативним показникам.

Базуючись на даних розрахунків та вимірювань складено практичний проект, щодо зменшення витрат енергії для гімназії №5.

**Література**

1. Бурдо О. Г. Стратегія совершенствования енерготехнологий в условиях кризиса
2. Бурдо О. Г., Светличный П.И., Зыков А.В. Интегрированные технологии та енергозбереження 3'2009
3. ДСТУ В.2.6.-31:2006 «Конструкція будівель і споруд Теплова ізоляція будівель»
4. <http://aerocrete.com.ua/behaviour/>

УДК [664.78:631.576.4]:[66.2.7:57]

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КРУП'ЯНОГО  
ВИРОБНИЦТВА ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АГРОПЕЛЕТ**

**Хоренжий Н.В., к.т.н., доц., Лапінська А.П., к.т.н., доц. Перетяка С.М., к.т.н., доц.,  
Детков Г.Г., студ.ОКР «Спеціаліст» ф-ту ТЗХКВКіБ**