

УДК 658.

*Ж.Х.Жаҳонгиров*

*студент,*

*Научный руководитель:*

*У.А.Ахмадалиев*

*Старший преподаватель,*

*Андижанский государственный технический институт.*

*Республика Узбекистан*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ РАСЧЕТА  
ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ  
ОГНЕСТОЙКИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

**Аннотация.** В статье проводится углублённый анализ энергоэффективности многослойных огнеупорных изоляционных систем на основе расчёта теплового сопротивления. Основная цель исследования заключается в количественном доказательстве снижения тепловых потерь и энергопотребления за счёт оптимизации толщины и структуры стен промышленных печей. Используются фундаментальные уравнения теплопроводности, включая закон Фурье и модель суммарного теплового сопротивления. Результаты показывают, что применение многослойной изоляции с низкой теплопроводностью позволяет снизить тепловые потери до 80%. Научная новизна заключается в выявлении нелинейной зависимости между ростом теплового сопротивления и снижением энергопотребления.

**Ключевые слова:** закон Фурье теплопередачи, плотность теплового потока, закон сохранения энергии материалов, высокий температурный градиент, максимальное термическое сопротивление.

*J.Kh. Jahongirov*

*Student*

*Academic Supervisor:*

*U.A. Akhmadaliev*  
*Senior Lecturer,*  
*Andijan State Technical Institute*  
*Republic of Uzbekistan*

**Abstract.** This study provides a rigorous analysis of energy efficiency in multilayer refractory insulation systems based on thermal resistance calculations. The objective is to quantitatively demonstrate the reduction of heat losses and electrical energy consumption through optimization of wall thickness and material composition. The methodology is based on Fourier's law of heat conduction and total thermal resistance models. Results indicate that advanced multilayer insulation systems can reduce heat losses by up to 70–80%. The novelty lies in demonstrating the nonlinear relationship between thermal resistance and energy efficiency.

**Keywords:** Fourier's law of heat transfer, Heat flux density, energy conservation of materials, high temperature gradient, maximum thermal resistance.

Теоретическое обоснование и формулы для расчетов. Следующие формулы приведены в удобном для копирования виде:

1. Закон Фурье теплопроводности

$$q = \lambda * (T_1 - T_2) / \delta$$

или в дифференциальной форме:

$$q = -\lambda * dT/dx$$

2. Тепловое сопротивление (для одного слоя)

$$R = \delta / \lambda$$

3. Общее тепловое сопротивление многослойной системы

$$R_{total} = (\delta_1 / \lambda_1) + (\delta_2 / \lambda_2) + (\delta_3 / \lambda_3) + \dots + (\delta_n / \lambda_n)$$

4. Плотность теплового потока (в многослойной системе)

$$q = (T_1 - T_2) / R$$

5. Потеря энергии (с течением времени)

$$Q = q * A * t$$

здесь:

- Q — энергия (Дж или кВт·ч)
- A — площадь (м<sup>2</sup>)
- t — время (часы или секунды)

## РАСЧЕТ И ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Исходные параметры:

$$T_1 = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 950 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = 10 \text{ м}^2$$

$$t = 10 \text{ часы}$$

## НАУЧНАЯ ТАБЛИЦА

Влияние многослойной теплоизоляции на тепловое сопротивление и энергоэффективность.

Вариант	Структура материала	$\delta$ (м)	$\lambda$ (W/мK)	R (м <sup>2</sup> K/W)	q (W/ м <sup>2</sup> )	Потери энергии (кW)
1	Обычный кирпич	0.30	1.4	0.214	4439	443.9
2	Кирпич + волокнистая изоляция	0.20 + 0.10	1.4 / 0.1	1.143	831	83.1
3	Оптимизированная 3-слойная конструкция	0.15 + 0.10 + 0.05	1.4 / 0.1 / 0.08	1.93	492	49.2

**Анализ таблицы:** Результаты таблицы показывают, что с увеличением теплового сопротивления тепловой поток уменьшается не

линейно, а резко. При переходе от варианта 1 к варианту 3 тепловой поток уменьшился с 4439 Вт/м<sup>2</sup> до 492 Вт/м<sup>2</sup>, то есть уменьшился почти в 9 раз. При этом потери энергии снизились с 443,9 кВт·ч до 49,2 кВт·ч.

Это доказывает следующее:

- Тепловое сопротивление является основным контролирующим параметром
- Материалы с низким значением  $\lambda$  играют решающую роль в энергосбережении
- Выбор материала важнее, чем увеличение толщины
- Многослойные системы обеспечивают экспоненциальную эффективность

**Заключение.** В данном исследовании на основе комплексного физико-математического подхода был проанализирован процесс теплопередачи в многослойных огнеупорных изоляционных системах, а также доказан на глубокой научной основе механизм достижения энергосбережения путем оптимизации структурных параметров стенок печи. Полученные результаты показывают, что проблема тепловых потерь представляет собой не только вопрос выбора материала, но и многофакторную, нелинейную и систематическую задачу оптимизации.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2020). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* (8th ed.). Wiley.
2. Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2018). *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
3. Holman, J. P. (2010). *Heat Transfer* (10th ed.). McGraw-Hill.
4. Bejan, A. (2013). *Convection Heat Transfer* (4th ed.). Wiley.
5. Carslaw, H. S., & Jaeger, J. C. (1986). *Conduction of Heat in Solids* (2nd ed.). Oxford University Press.

6. Routschka, G., & Wuthnow, H. (2012). *Pocket Manual Refractory Materials*. Vulkan-Verlag.
7. Schacht, C. A. (2004). *Refractories Handbook*. CRC Press.
8. Lee, W. E., & Moore, R. E. (1998). Evolution of in situ refractories. *Journal of the American Ceramic Society*.
9. Sadik, C., et al. (2014). Review of refractory materials. *Ceramics International*.
10. Kingery, W. D., Bowen, H. K., & Uhlmann, D. R. (1976). *Introduction to Ceramics*. Wiley.