

## Секція № 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

UDC 621.436

### MODEL OF HEAT EXCHANGE PROCESS IN A THERMOELECTRIC GENERATOR DURING UTILIZATION OF FUEL GAS ENERGY OF A HOME HEATING OVEN

**Litvinova M. B.<sup>1</sup>, Shtanko O. D.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Doctor in Pedagogy, PhD in Physics and Mathematics,  
Professor of Department of Software Engineering, Physics and Mathematics,  
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,  
Kherson, Ukraine  
lmb965@gmail.com;*

*<sup>2</sup>PhD in Physics and Mathematics, Ass. Professor of Department of Software Engineering,  
Physics and Mathematics, Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,  
Kherson, Ukraine  
sadmara954@gmail.com*

**Abstract.** The paper considers the model of the heat exchange process during the use of a thermoelectric generator for utilization of the residual energy of the flue gases of the household furnace, which allows to obtain electric energy for domestic consumption. As a result, the dependence of thermal energy extraction power on the area of the inner surface of the generator is obtained, from which it follows that the use of Altek-1024 modules in the amount of 3 pieces makes it possible to extract power from flue gases of about 1 kW. The corresponding estimated amount of electricity is 100 watts. This value, on average, exceeds the minimum rate of electricity consumption of an individual house.

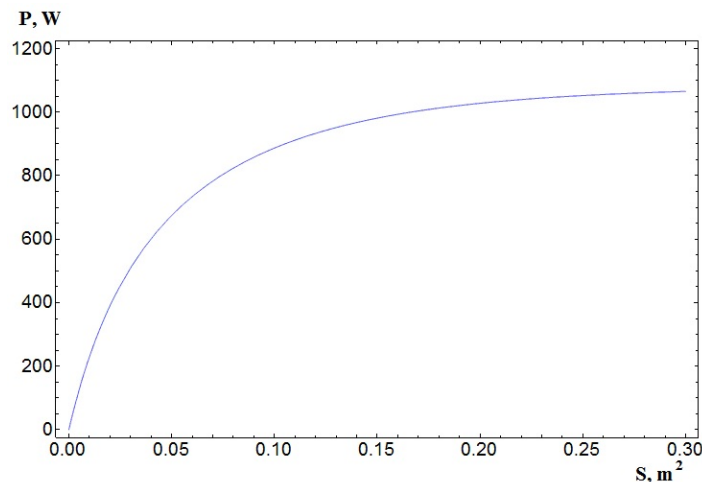
**Keywords:** thermoelectric generator, heat exchange, mathematical model, household stove, recuperation, flue gases.

Reducing the world's stocks of fossil fuels and making them more expensive make it necessary to reduce the energy costs of buildings. The most expensive for an individual family is a heating system, without which no house can do. In Ukrainian villages, in most cases, underfloor heating is used. Such heating has a very low efficiency, but also has an advantage in a wide range of fuels: coal, peat, firewood, etc. In most cases, cheap fuel compensates for the low efficiency in financial terms. To this advantage can be added the generation of electricity through the use of a thermoelectric generator (TEG), which connects to the chimney and uses the energy of flue gases. To confirm the feasibility of using TEG for energy recovery of a domestic heating furnace, it is necessary to perform mathematical modeling of the corresponding heat transfer processes.

Recently, the possibility of utilization of heat emitted by various heating sources using TEG is being studied very widely. Thus, the study [1] aims to develop a 50-watt thermoelectric generator for the use of low-quality heat in cooling systems of industrial processes and highly active radioisotope sources. In [2] the possibilities of equipping wood stoves with thermoelectric generators were studied. Tests were performed in the laboratory, which showed that during normal operation, the oven will emit approximately 28 W/h. There is a significant amount of research on thermoelectric materials, the operation of various heat exchangers, various designs of thermoelectric generators (including a description of the rules of their design), opportunities to improve future high-temperature thermoelectric converters [3]. However, a mathematical model of the direct use of the energy of the exhaust gases of a domestic stove, in which biomass is burned over an open fire, has not yet been considered.

The paper considers a mathematical model of the heat exchange process during the use of TEG for utilization of residual energy of flue gases of a household furnace, which allows to obtain electric energy for domestic consumption.

The thermoelectric module (TEM) manufactured by the Ukrainian company Altek-1024 is chosen as the basis of the generator. The radiator is calculated on the maximum power of TEM. It must provide a temperature not exceeding  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (recommended according to the passport data of the module) of the cooled surface of the TEM. An appropriate mathematical model of the heat transfer process in a thermoelectric generator has been created. Solving the thermodynamic equations, we obtain the dependence of the power of the TEG  $P$  on the working surface area  $S$  of the thermoelectric element. As a result, it is possible to plot the dependence  $P(S)$ , shown in Fig. 1.



**Fig. 1. The dependence of thermal energy extraction power from the area of the inner surface of the generator**

The maximum power passed through the Altek-1024 module is 330 watts. From the obtained dependence on fig. 2 it follows that using such a module in the amount of 3 pieces with a housing area  $S = 0.25\text{ m}^2$  (its corresponding length  $L = 31\text{ cm}$ ), the power that can be extracted from the flue gases of a household stove using a TEG is about 1 kW.

Based on the fact that the value of the efficiency of the generator, approximately, can be considered equal to 10%, the corresponding estimated amount of electrical energy will be 100 watts. This, on average, covers the minimum rate of electricity consumption of an individual house. Thus, thermoelectric modules built into the heat exchanger between the chimney and the hot water tank can power the exhaust fan as well as produce a small amount of energy for other main purposes.

As a result, the problem of increasing the energy efficiency of the heating system and the simultaneous production of electricity for domestic consumption is solved.

## REFERENCES

1. Punnachaiya S., Kovitcharoenkul P., Thong-aram D. Development of low grade waste heat thermoelectric power generator Songklanakarin. *Journal of Science and Technology*. 2010. Vol. 32, № 3. P. 307–313.
2. Favarel C., Champier D. et all. Thermoelectricity, a Promising Complementarity with Efficient Stoves in Off-Grid-Areas. *Journal of Sustainable Development of Energy Water and Environment Systems*. 2015. Vol. 3. Issue 33. P. 256–268. DOI:10.13044/j.sdewes.2015.03.0020.
3. Weidenkaff A. Thermoelectricity for future sustainable energy technologies. *The European Physical Journal Conferences*. 2017. Vol. 148. P. 11. DOI:10.1051/epjconf/201714800010.

## **Модель процесу теплообміну в термоелектричному генераторі під час утилізації енергії димових газів побутової опалювальної печі**

Літвінова М. Б.<sup>1</sup>, Штанько О. Д.<sup>2</sup>

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

**Анотація.** В роботі розглянуто модель процесу теплообміну під час використання термоелектричного генератора для утилізації залишкової енергії димових газів побутової печі, що дозволяє одержати електричну енергію для внутрішньо-побутового споживання. В результаті одержано залежність потужності відбору теплової енергії від площі внутрішньої поверхні генератора, з якої впливає, що застосування модулів Альтек-1024 у кількості 3 штук надає можливість відібрати із димових газів потужність біля 1 кВт. Відповідна розрахункова кількість електричної енергії складає 100 Вт. Таке значення, у середньому, перебиває мінімальну норму споживання електричної енергії індивідуального будинку.

**Ключові слова:** термоелектричний генератор, теплообмін, математична модель, побутова піч, рекуперація, димові гази.

УДК 502.2:582

## **ФЛОРИСТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ МАТВІЇВСЬКОГО МАСИВУ**

Іваненко Т.С.<sup>1</sup>, Мельничук С.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>магістр,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна  
*tanyaivanenko775@gmail.com;*

<sup>2</sup>кандидат біологічних наук, доцент,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

**Анотація.** Під флорою розуміють історично обумовлену сукупність видів рослин на даній території Матвіївського масиву. Територія, що досліджується, входить до складу Чорноморської (понтичної) степової провінції, Європейсько-Азіатської степової області і належить до під зони типчакова-ковилових степів.

**Ключові слова:** Флора, різноманітність, дослідження, методи.

Всебічне вивчення флори та рослинності окремих регіонів є необхідним, адже це є передумовою поглибленого пізнання сучасного стану біологічного різноманіття флори на популяційно-видовому та ценотичному рівнях. В історичному аспекті ділянки піщаних степів, які збереглися в межах колишнього Матвіївського піщаного масиву є варіантом тієї природи, яка панувала тут ще за часів Ольвійської держави на території якої в ті часи розміщувалося дві великі піщані арени: Галіцинівська (на південь від сучасного м. Миколаїв, яка на сьогодні теж практично знищена внаслідок заліснення та забудови) та Матвіївська- розміщувалася між с. Баловне та селищем Матвіївкою. Площа піщаних степів в античні часи була більше ніж 1000 га. Наразі з них в природньому стані збереглися лише 30 га (менше 1%) з притаманною їм флорою та фауною. Причиною їх зникнення є також заліснення чужорідними видами для даної місцевості.

На лівобережжі північніше міста Миколаєва розміщений Матвіївський масив. Клімат району континентальний, характеризується низькою вологістю повітря, малою кількістю атмосферних опадів (200-250 мм) і великою добовою та різкою амплітудою коливання