



**Міністерство освіти і науки України
Ministry of Education and Science of Ukraine
Київський національний університет будівництва
і архітектури
Kiev National University of Construction and Architecture**

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ
ТА АРХІТЕКТУРІ**

**ENERGY-EFFICIENCY IN CIVIL ENGINEERING
AND ARCHITECTURE**

Науково-технічний збірник

The Collection of Proceedings

Випуск № 7 Issue No 7

КИЇВ 2015 KYIV

Науково-технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”. Випуск 7. Відповідальний редактор П. М. Куліков. – К.: КНУБА, 2015 р. – 404 с.

UKR В збірнику розміщено статті, присвячені різним аспектам комплексного впровадження принципів енергозаощадження в об'єктах будівництва та архітектури.

Збірник розрахований на працівників науково-дослідних і проектних організацій, викладачів, аспірантів та докторантів.

RUS В сборнике размещены статьи, посвященные различным аспектам комплексного внедрения принципов энергосбережения в объектах строительства и архитектуры.

Сборник рассчитан на работников научно-исследовательских и проектных организаций, преподавателей, аспирантов и докторантов.

ENG Articles is devoted to the investigation of various aspects of the complex implementation of save-energy principles in the civil engineering and architectural objects.

Collection is intended for researchers, designers, high school teachers, post-graduate students etc.

Редакційна колегія: Куліков П.М. (відп. редактор), Лізунов П. П (заступник відп. редактора), Плоский В. О. (відп. секретар), Баженов В. А. , Гламаздин П.М., Кашченко Т. О. , Корбут, В. П., Кравчук А. М., Малкін Е. С., Підгорний О. Л. ,Приймак О.В., Седнін В.О., Сергейчук О. В., Слепцов О. С., Собчук Г., Товбич В. В., Шарапов В.И.

Editorial board: Kulikov P. M. (chief editor), Lizunov P. P. (deputy editor), Ploskiy V. O. (managing editor), Bazhenov V. A., Glamazdin P.M., Kashchenko T. O., Korbut V. P., Kravchuk A. M., Malkin E. S., Pidgorny O. L., Pryimak O.V., Sednin V.O., Sergeychuk O. V., Sharapov V.I., Sleptsov O. S., Sobchuk G., Tovbych V. V.

Адреса редакції: 03680, Київ, Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА, к. 419, телефон редакції: (044)244-96-37.

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університета будівництва і архітектури, протокол № 32 від 20 березня 2015 року.

Наукове фахове видання
ISSN 2310-0516

**©Київський національний університет
будівництва та архітектури**

DYNAMIC ENERGY SIMULATION OF NZEB BLOCK OF FLATS TO BE BUILT IN KIEV

¹⁾ Mechanical Engineer , Eutecna Energia, Roma (Italy)

²⁾ Mechanical Engineer , Gorizia (Italy)

The study presented in this article comes from the business venture of a Ukrainian construction company to create buildings in Kiev with high energy performance and at a competitive cost compared to the highly energy efficient buildings throughout the area. As known, the political contingencies between Russia and Ukraine are imposing a drastic reduction in the use of natural gas. Moreover, Ukraine is a big producer of high quality wood at competitive prices.

Based on these considerations, a study for the design of an NZEB building was carried out, which uses raw material linked to the territory, that is wood, thus eliminating the use of natural gas. Furthermore, this study offers plant solutions suitable to cold climates.

The aim of this article is to show the valuable contribution given by the dynamic energy simulation in order to calculate the variations in annual energy consumption and operating costs of the studied building depending on different building enclosures and system features.

The economic comparison between different solutions in terms of Life Cycle Cost, over a period of twenty years has allowed us to identify the optimal mix of technologies and materials and has oriented the investor decisions.

The goals achieved are relevant: elimination of the use of natural gas and drastic reduction of CO₂ emissions due both to the low carbon footprint of the used materials and to the use of renewable energy

1. INTRODUCTION

The work described in this article was carried out to assist a Ukrainian company in constructing a NZEB in Kiev. The study compared two possible design solutions: a traditional and an alternative.

Using the dynamic energy simulation, we calculated the savings based on the expected usage modes. We also implemented in the model a photovoltaic system for electricity generation in such a way to obtain an NZEB.

2. DESCRIPTION OF THE MODEL

The building under construction is for residential use. The total air-conditioned area is about 800 m². The used constructive typology is a wooden structure, well insulated ($U=0,15\text{W/m}^2\text{K}$) with windows consisting of low emission triple glazing and wood frame.

Based on the architectural concept, we created a numerical model of the building, which reproduces the behavior under dynamic conditions of operation.

The numerical model was realized according to ASHRAE regulations; in particular, we used The EnergyPlus calculation engine developed by the Department of Energy of the United States of America. We created room use profiles, based on the expected use of the building and the expected behavior of the occupants, and we set an hourly weather file of Kiev.

To model the photovoltaic system, we used typical values of common commercial products in polycrystalline silicon modules. The receiving surface is equal to 90% of the total covered area. The cell efficiency is 14.2%, equivalent to 16.7% less 15% to take into account the decrease in performance of the panel over the years (25 years). The inverter efficiency is equal to 90%.

The first HVAC modeled configuration is a traditional type. It has a hot water radiator system supplied by a gas-condensing boiler and a trial-split air conditioner system for each apartment. There is no controlled mechanical ventilation system. However, we fixed a minimum air exchange equal to 0,3vol/h necessary to ensure the thermo hygrometric comfort.

The second HVAC is a water-water heat pump system coupled with a geothermal borehole exchange system (aka GSHP). To enable the heating and the cooling of the rooms, we chose a chilled beam system with an average water temperature of 17°C in cooling mode and an average water temperature of 35°C in heating mode. This solution is possible by delegating the task to meet the thermal load due to the envelope to the chilled beam and the thermal load due to the ventilation of the mechanical ventilation system, which provides an air exchange of 0,3vol/h. The system also provides a heat recovery of 70%. The treated air reaches the beam at a temperature of 16°C in summer and of 20°C in winter.

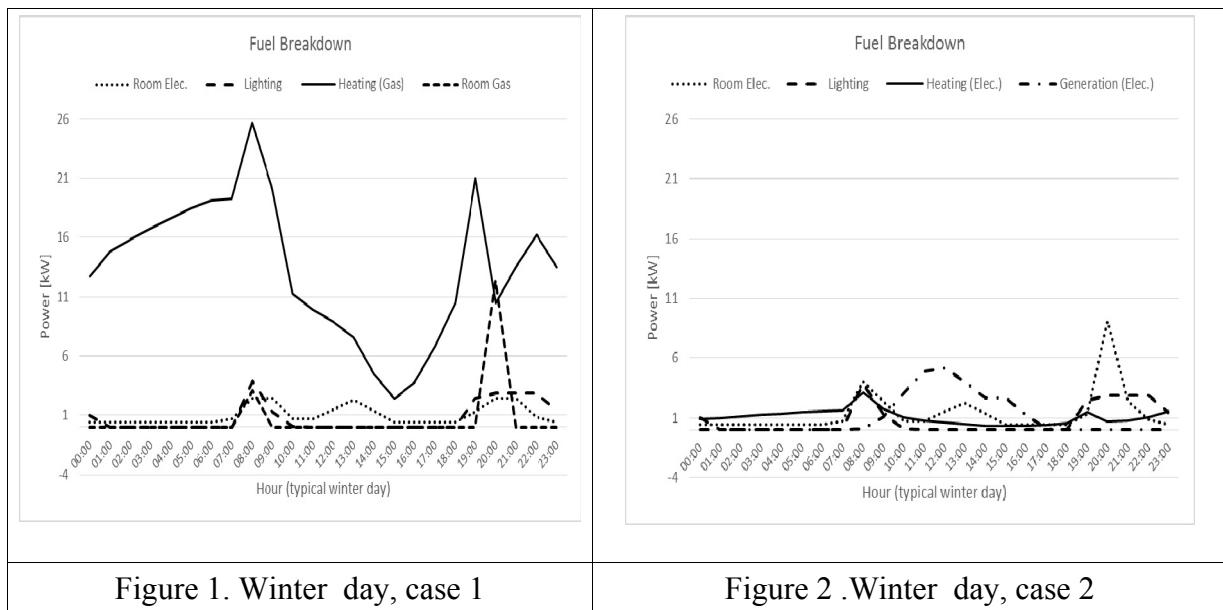
3. ANALYSIS OF THE RESULTS

The comparative evaluation between the two system types emphasized, as expected, the elimination of the use of natural gas against an increase of electricity consumption. We converted the fuel consumption due to the kitchenette from gas to electricity induction with a conversion factor equal to 0,54 [1]. Table I shows the results of the simulation for the two cases; you can see a saving of natural gas of about 34,4 MWh against an increase of electricity consumption of about 6,3 MWh.

Table I

Energy consumptions of the building in kWh				
Use	Energy	Case 1	Case2	Diff.
Equipment	Electricity	8.682	11.730	+3.048
Equipment	Natural gas	5.644	0	-5.644
Lighting	Electricity	5.817	5.817	0
Fans	Electricity	54	246	+192
Pumps	Electricity	160	795	+635
Air-cond.	Natural gas	28.710	0	-28.710
Air-cond.	Electricity	231	2.686	+2.455
Total	Electricity	14.944	21.274	+6.330
Total	Natural gas	34.354	0	-34.354

In order to highlight the different behavior of the two HVAC systems, Figure 1 and Figure 2 show the profiles of energy consumption during a typical winter day for the two studied cases. You notice a drastic reduction in consumption due to the use of GSHP system.



Once the electricity used was defined, we included in the model a photovoltaic system for electricity production. We sized the system to meet the whole electricity needs in a year. The simulation showed that 160 m² of photovoltaic panels were sufficient to compensate for the electricity consumed from the building. The electricity generation calculated with the energy simulation is around 22,7MWh. In Figure 2, you can see the contribution in terms of energy generated by the PV system.

3. ECONOMIC EVALUATION

The cost evaluation of HVAC systems was made based on a pre-sizing according to the maximum needed thermal power obtained from the calculations: 27 kW for the traditional system and 18 kW for the alternative one. Recovery heat of mechanical ventilation reduces heat losses. Costs are approximate, taken from list prices we requested from suppliers. A precise cost can be estimated only as a result of an executive project:

- Cost of traditional HVAC system¹: **90.809€**.
- Cost of alternative HVAC system²: **93.000€**.

The cost of the alternative HVAC system is only **2.191€** higher than that of the traditional system. In order to make a comparison between both systems, we identified, through the simulation, the annual energy needs of the two configurations, in terms of electricity and gas equal to **321€** (see Table II).

¹ Prices, including installation, taken from the list prices of building works in Italy.

² Prices provided by estimates requested to Italian suppliers and installation firms.

Table II

Comparison of operating cost

	En. (Gas)	Cost (Gas)	En. (Elec.)	Cost (Elec.)	Total En. Cost
	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[€]
Case 1	34.354	1.271,1 0	14.944	2.244,60	3.512,70
Case 2	0	0,00	21.274	3.191,10	3.191,10
Diff.					-321,60

For the definition of the costs (Table II), we considered the cost of electricity and gas equal to 0,15 €/kWh and 0,4 €/m³ respectively, and the conversion factor between thermal kWh and m³ of gas equal to 10,81.

The NPV (Net Present Value) and the Pay Back Period calculation will help the investor to choose the best solution. The analysis considered the following aspects: cost of money, general inflation, and inflation of energy products. However, given the political current Ukrainian instability, these parameters fluctuate from day to day. Please note that the price of gas increased by 280% and inflation by 106% in recent months. The cost of money currently exceeds 25%. Using these values, we would get the following data over 10 years: Pay Back Period of three years, NPV of almost 275.000€.

Using the values that existed a few years ago, that is cost money of 15%, general inflation of 7%, and inflation of energy products of 10, the investment could be paid off in just six years. The NPV after 10 years would be positive and equal to about 3.009€.

If we wanted to reach a NZEB configuration, it would be necessary to produce on-site, via a PV system, an amount of electricity sufficient to meet the total energy needs of the building which is equal to **21.274 kWh/year** (annual saving of **3.191€**). The initial investment for installing the PV system is about 40.000€. The total investment is then of **42.191€** with annual savings of **3.191€**. Adopting the NZEB configuration, we would save 34.354 kWh of natural gas consumption, that is 3.172 m³, and get a building with zero CO₂ emissions.

Using the values that existed a few years ago the investment is paid off in 9 years with a NPV of about 10.300 € after 10 year. If we used the current economic Ukrainian parameters, the Pay Back Period would be of only 2 years. So, we expect an intermediate value.

CONCLUSIONS

A NZEB drastically reduces the energy consumption for air conditioning. In the studied situation, the efficient envelope, the window solar shading system, the treatment of the air with heat recovery, and the use of the GSHP system lead to a building energy consumption of only 5 kWh/year per m². Consequently, the electrical consumption due to lighting and equipment became preponderant, coming to a total consumption of about 27 kWh/year per m². The high consumption of electricity can be met by a photovoltaic system. Today, given the impressive trends in energy costs, interventions of energy efficiency are

much more cost effective and can offer a viable alternative of investment for the economy of Ukraine.

BIBLIOGRAPHY

1. *Dughiero F., Zerbetto M., Bettin D.* AA 09–10. Modelli numerici per la determinazione dei parametri elettrici di induttori nei piani di cottura ad induzione.

2. *Landolfi M., Norgia L.* Standard passive house N°47 – February 2011 – Progetto & Pubblico (OICE).

3. *Landolfi M., Zantedeschi S.*, Eutecna Energia srl. Nearly zero energy building with smart control system in Verona (Italy), Briansk (RUSSIA).

4. *Landolfi M., Zavalnyuk R., M. Dib.* The problems of the thermal reconstruction of mass low rise dwelling (called “Khruschevki”). // In the proceeding of the third international scientific-practical conference “Energy Entergation-2013” (Energy Efficiency Integration Technology in Architecture and Construction), May 15-17.2013, KNUCA, Kyiv, Ukraine.

5. *Landolfi M., Sergeichuk O., Dib M.* Design of energy efficient administrative-educational building "Creative Space" in Kyiv. // In the proceeding of the fourth international scientific-practical conference “Energy Intergation-2014” (Energy Efficiency Integration Technology in Architecture and Construction), May 27-29.2014, KNUCA, Kyiv, Ukraine.

6. Economic Commission for Europe / country profiles on the housing sector (Russian Federation) /United Nations/New York and Geneva, 2004. – p.33

7. European Parliament. 2010. Directive 2010/31/EC of The European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings // Official Journal of the European Union n. 153 of the 18 Juny 2010.

8. *Batshenska L.* “Reconstruction’s features of 5-story dwelling-houses for the first generation of mass model building” // Construction and protection technology . Collection of scientific labors, issued 8/ Simferopol – Crimean academy of nature protection and resort building 2003, p.10 – 12.

9. European Parliament. 2010. Directive 2010/31/EC of The European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union n. 153 of the 18 Juny 2010.

10. UNI. 10351. Norma UNI 10351. Milano: Ente Italiano di unificazione.

11. UNI. 10456. Norma UNI EN ISO 10456. Milano: Ente Italiano di unificazione.

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЛОГО ДОМА «НОЛЬ ЭНЕРГИИ», КОТОРЫЙ ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ ПОСТРОИТЬ В КИЕВЕ

Маурицио Ландольфи, Даниэле Ди Джорджио

Исследование, представленное в этой статье посвящено созданию в Киеве здания высокой энергетической эффективности и по конкурентной цене, по сравнению с существующими зданиями. Как известно, политические условия между Россией и Украиной навязывают резкое сокращение использования природного газа. При этом в Украине имеются крупные запасы высококачественной древесины по конкурентоспособным ценам.

Исходя из этих соображений, было проведено исследование по разработке зданий «нуль энергии» (NZEB) которые используют в качестве основного конструктивного материала дерево, тем самым устраняя использование природного газа при производстве конструкций. Кроме того, это исследование предлагает использование древесных пород, пригодных для холодного климата.

Целью этой статьи является иллюстрация возможностей динамического моделирования для расчёта зависимости годового потребления энергии и эксплуатационных расходов изучаемого здания от использования различных строительных конструкций и функций системы.

Экономическое сравнение между различными решениями в 20-летнем жизненном цикле здания позволило нам определить оптимальное сочетание технологий и материалов и дать рекомендации инвесторам.

Цели, достигнутые в результате исследования актуальны – устранение использования природного газа и резкое сокращение выбросов CO₂ как за счет низкого углеродного следа используемых материалов, так и использования возобновляемых источников энергии.

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ «НУЛЬ ЕНЕРГІЇ», ЯКИЙ ПЕРЕДБАЧАЄТЬСЯ ПОБУДУВАТИ В КИЄВІ

Мауріціо Ландольфі, Даніеле Ді Джорджіо

Дослідження, представлене в цій статті присвячено створенню в Києві будівлі високої енергетичної ефективності і за конкурентною ціною, в порівнянні з існуючими будівлями. Як відомо, політичні умови між Росією і Україною нав'язують різке скорочення використання природного газу. При цьому в Україні є великі запаси високоякісної деревини за конкурентоспроможними цінами.

Виходячи з цих міркувань, було проведено дослідження з розробці будівель «нуль енергії» (NZEB) які використовують в якості основного конструктивного матеріалу дерево, тим самим усуваючи використання

природного газу при виробництві конструкцій. Крім того, це дослідження пропонує використання деревних порід, придатних для холодного клімату.

Метою цієї статті є ілюстрація можливостей динамічного моделювання для розрахунку залежності річного споживання енергії та експлуатаційних витрат досліджуваного будівлі від використання різних будівельних конструкцій і функцій системи.

Економічне порівняння між різними рішеннями в 20-річному життєвому циклі будівлі дозволило нам визначити оптимальне поєднання технологій і матеріалів і дати рекомендації інвесторам.

Мети, досягнуті в результаті дослідження актуальні – усунення використання природного газу та різке скорочення викидів CO₂ як за рахунок низького вуглецевого сліду використовуваних матеріалів, так і використання поновлюваних джерел енергії.

METHOD OF DETERMINING THE EFFICIENCY OF HELIOCOLLECTOR IN SYSTEM WITH FORCED CIRCULATION OF COOLANT

¹⁾ *Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

²⁾ *Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie (West
Pomeranian University of Technology), Poland*

The potential of solar energy for Poland is analyzed. The efficiency of solar collectors installed in the mechanical heating system is researched. The dependences between the angles fall heat flux and intensity of the heat flux on the effectiveness of solar collector is established.

Introduction. In fact, fuel and energy resources are getting more and more expensive, population is trying to improve and find more efficient, cheaper ways of obtaining energy. Among all renewable sources of energy solar radiation offers the most opportunities of direct use. It gives possibilities to test and implement new technology of production and processing but also for proper storage and efficient management of resources. Actually, it requires series of research and making substantial changes in solar global economy, but it also requires a financial background.

Formulation of the problem. Currently there is a number of solar collectors that are different in design, and technical and economic indicators. Flat solar collectors have proved themselves as quite effective and easy to use. But these solar collectors are expensive, elaborately designed and have low solidity of the top covering because of the application of glass or plastic as the transparent top cover. Consequently, at present it is important to improve and develop new combined solar collectors where the top covering of the solar collector is made of corrugated roofing material of the building. This kind of the solar collector will allow to reduce its cost maximally and increase its durability.

The main material. Nowadays many investors in Poland decide to buy solar systems in fact of financial support from European Union. With average sun radiation on level around 950-1050 [$\frac{kWh}{m^2}$], what means that Poland is situated in moderate conditions, the most efficient are absorbing and vacuum solar collectors. The most popular use of solar collectors in Poland is for heating a water for tap water systems and networks (DHW = disposal hot water), rarely for supporting a central heating systems. It means, that practically the most

proper angle of solar collector is around 45-50°. Potential of solar energy in Poland is shown on fig. 1.



Fig.1. Annual solar radiation on territory of Poland

Today, it is important to conduct research that would allow to evaluate potential of use of solar collectors in solar heating systems and conduct simulations of their work. Experimental setup for investigating the impact of angles of incidence of radiation on the efficiency of the solar roof mounted at the National University "Lviv Polytechnic". The experimental setup is shown on fig.2.

For our research we used mechanical solar system with two water tanks. The mechanical systems in general have better efficiency than gravity systems because of installing an additional supporting equipment for proper pressure and flow water. In account of this kind of regulation, there is no limitation about pipes conduction. Regulation of this kind of systems is easier, but also the price of installation is accordingly higher. Mechanical system is commonly used nowadays - many companies works about improvement of efficiency but also reduction of costs for professional installations.

Cold water from first water tank (6) situated above is going through solar collector (3). Absorber of solar collector captures heat from imitator of insolation (1) and transfer it to water. The water is going down to warm water tank (9) and then manually transported to upper tank. The amount of water going through installation is 10 liters per hour.

In installation water tank has water capacity 10 liters. Temperatures were measured every 15 min in time of 3,5 hours by thermometers. Temperature was

measured in 3 points – inside water tank, in pipe of cold water – input pipe of solar collector (7) and in pipe of warm water – output pipe of solar collector (4).

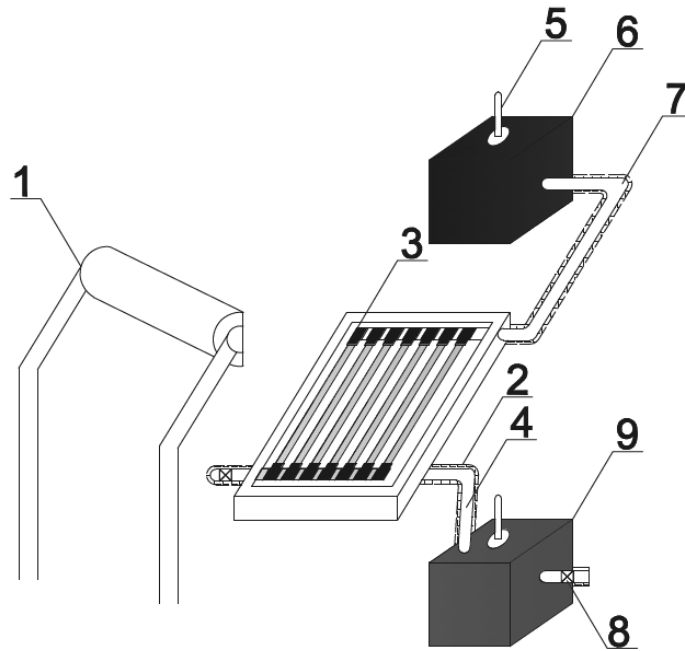


Fig. 2. Scheme of mechanical solar system: 1 – lamp-imitator of insolation; 2 – insulation; 3 – solar collector; 4 – pipe of warm water (output pipe); 5 – thermometer; 6 – cold water tank; 7 – pipe of cold water (input pipe); 8 – cutting valve; 9 – warm water tank

We considered 3 main factors:

- I – intensity of insolation - radiation ($300/900 \left[\frac{W}{m^2} \right]$)
- α – azimuth angle of sunlight ($30^\circ/60^\circ/90^\circ$)
- β – angle of solar collector inclination (tilt) ($30^\circ/60^\circ/90^\circ$)

The intensity of the flow of the energy emitted by the source (infrared lamp) was measured by an actinometer. Depending on the intensity, imitator of sunlight was situated in different distance from solar collector: for $I = 300 \left[\frac{W}{m^2} \right]$ in distance of 100 cm; for $I = 900 \left[\frac{W}{m^2} \right]$ in distance of 50 cm

The following diagram (fig. 3) shows difference between the highest and the lowest temperatures we gained during the heating.

For all combinations of angles and both intensities the maximum difference of temperature was 6 K. The biggest difference we got for $I = 900 \left[\frac{W}{m^2} \right]$, $\alpha=90^\circ$, $\beta=90$, the lowest for $I = 300 \left[\frac{W}{m^2} \right]$, $\alpha=90^\circ$, $\beta=30^\circ$ what also has results in calculated amount of heat. The differences of temperatures for most opposite cases is around 1-1,5 K.

For calculation of amount of heat for mechanical system we use the following formula:

$$Q = c_p \cdot \dot{V} \cdot \Delta T \quad (1)$$

where Q – amount of heat gained by heating a water [W]; \dot{V} – amount of water going through pipes per one hour [l/h]; ΔT – difference of temperatures in water tanks [K].

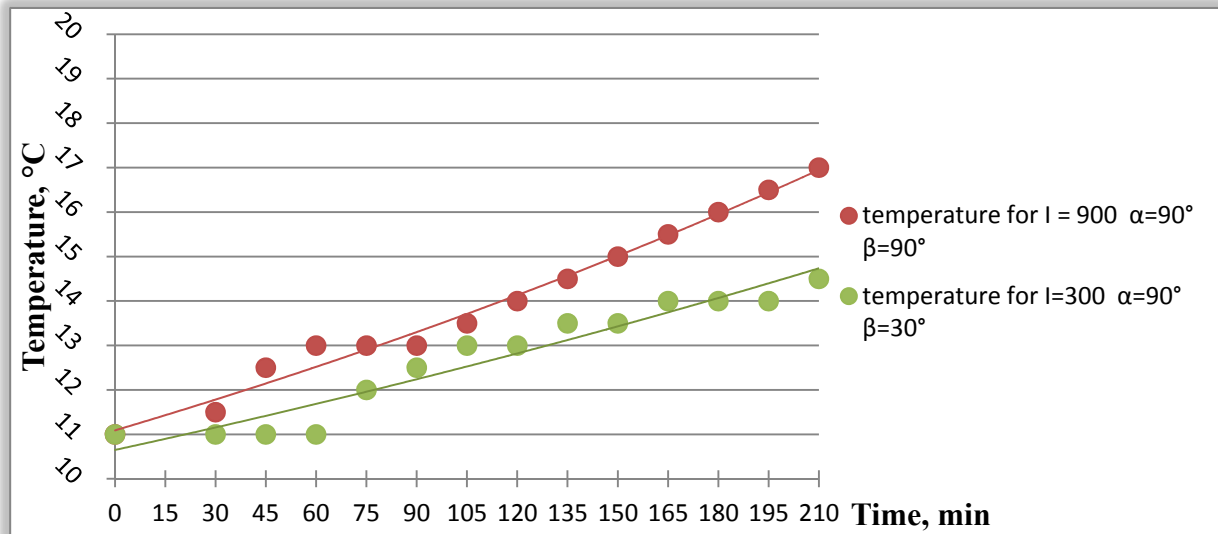


Fig.3. Diagram of temperatures for $I = 900 \left[\frac{W}{m^2} \right]$, $\alpha=90^\circ$, $\beta=90^\circ$

For better view of research we prepared equation of approximation for results:

$$Q = (165,25 - 0,0376 \cdot I) + (0,1758 + 0,0002 \cdot I) \cdot \beta + (-0,0917 + 0,0004 \cdot I) \cdot \alpha + (0,0135 - 1,4667 \cdot 10^{-5} \cdot I) \cdot \alpha \cdot \beta \quad (2)$$

Efficiency of aperture depends on many factors and it is important to mention them on every stage of projecting. Our research shows influence of 3 factors on efficiency of acquisition energy from solar radiation but also indirectly shows dissimilarities in systems with different fluid flow.

The most basic formula to describe efficiency of solar collectors, containing coefficient of heat losses is as follows:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{k_2 \cdot \Delta T^2}{E_g} \quad (3)$$

where η – efficiency of solar collector; η_0 – optical efficiency; k_1 – coefficient of heat losses $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$; k_2 – coefficient of heat losses $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$; ΔT – differences of temperatures [K]; E_g – power of radiation $\left[\frac{W}{m^2} \right]$.

Another formula, which takes into consideration solar irradiance and general amount of energy:

$$\eta = \frac{Q_E}{I_o \cdot A_o} \quad (4)$$

where Q_E – rate of (useful) energy output [W]; I_o – solar irradiance falling on collector aperture $\left[\frac{W}{m^2} \right]$; A_o – aperture area of collector $[m^2]$.

There are also equations for different types of collectors. For concentrating thermal collectors it presents:

$$I_o = I_{b a} \quad (5)$$

where $I_{b a}$ – direct (beam) irradiance on a collector aperture $[\frac{W}{m^2}]$.

$$\eta = \frac{m \cdot c_p \cdot (T_{out} - T_{in})}{I_{b a} \cdot \cos \varphi \cdot A_o} \quad (6)$$

where φ - the angle of incidence generated by azimuth angle of sunlight and angle of solar collector inclination (tilt).

For our final calculations we used formula for flat – plate collectors:

$$I_o = I_{t a} \quad (7)$$

where $I_{t a}$ – global irradiance on a collector aperture $[\frac{W}{m^2}]$

$$\eta = \frac{m \cdot c_p \cdot (T_{out} - T_{in})}{I_{t a} \cdot A_o} \quad (8)$$

The big influence on the results of efficiency for solar collectors has heat losses. To get know the amount of heat losses we have to realize the general amount of heat captured by collector.

$$Q_E = E_{opt} - Q_{loss} \quad (8)$$

where Q_E - rate of "useful" energy leaving the absorber [W]; E_{opt} - rate of optical (short wavelength) radiation incident on absorber [W]; Q_{loss} - rate of thermal energy loss from the absorber [W].

$$Q_E = m \cdot c_p \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad (9)$$

where m – mass flow rate of heat transfer fluid $[\frac{kg}{s}]$; c_p - specific heat of heat transfer fluid $[\frac{J}{kg \cdot K}]$; T_{out} - temperature of heat transfer fluid leaving the absorber [K]; T_{in} - temperature of heat transfer fluid entering the absorber [K].

$$E_{sol} = I_o \cdot A_o \quad (10)$$

where E_{sol} - incident solar resource [W]; I_o - solar irradiance entering the collector aperture (global (total) or direct (beam)) $[\frac{W}{m^2}]$; A_o - aperture area of the collector $[m^2]$.

$$E_{opt} = \Gamma \cdot \rho \cdot \tau \cdot a \cdot I_o \cdot A_o \quad (11)$$

where Γ – capture fraction (fraction of reflected energy entering or impinging on receiver); ρ – reflectance of any intermediate reflecting surfaces; τ – transmittance of any glass or plastic cover sheets or windows; a – absorptance of absorber or receiver surface.

The heat losses are complex of 3 main aspects:

$$Q_{loss} = Q_{loss \text{ convection}} + Q_{loss \text{ radiation}} + Q_{loss \text{ conduction}} \quad (12)$$

$$Q_{loss \text{ convection}} = \psi_c \cdot A_r \cdot (T_r - T_a) \quad (13)$$

where ψ_c – average overall convective heat transfer coefficient $[\frac{W}{m^2 \cdot K}]$; A_r – surface area of receiver or absorber $[m^2]$; T_r – average temperature of receiver [K]; T_a – ambient air temperature [K];

$$Q_{loss \text{ radiation}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_r \cdot (T_r^4 - T_{sky}^4) \quad (14)$$

where ε – emittance of the absorber surface (or cavity in the case of cavity receiver); σ – the Stefan Boltzmann constant ($5,67 \cdot 10^{-8} [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$); T_{sky} – the equivalent black body temperature of the sky [K]

$$Q_{loss\ conduction} = \chi \cdot \Delta x \cdot A_r \cdot (T_r - T_a) \quad (15)$$

where χ – equivalent average conductance [$\frac{W}{m^2 \cdot K}$]; Δx – the average thickness of insulating material [m].

After considering all equations above and putting them all together, we receive:

$$Q_{loss} = \psi_c \cdot A_r \cdot (T_r - T_a) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_r \cdot (T_r^4 - T_{sky}^4) + \chi \cdot \Delta x \cdot A_r \cdot (T_r - T_a) \quad (16)$$

$$Q_E = E_{opt} - Q_{loss} = \Gamma \cdot \rho \cdot \tau \cdot a \cdot I_o \cdot A_o - \psi_c \cdot A_r \cdot (T_r - T_a) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_r \cdot (T_r^4 - T_{sky}^4) + \chi \cdot \Delta x \cdot A_r \cdot (T_r - T_a) \quad (17)$$

$$Q_E = m \cdot c_p \cdot (T_{out} - T_{in}) = \Gamma \cdot \rho \cdot \tau \cdot a \cdot I_o \cdot A_o - A_r \cdot [h'(T_r - T_a) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_r^4 - T_{sky}^4)] \quad (18)$$

where h' - combined convection and conduction coefficient [$\frac{W}{m^2 \cdot K}$].

Conclusion. The losses of heat has very huge influence on efficiency of the solar collector which can not be ignored. In our case, efficiency was counted by formula containing global irradiance falling on collector aperture and differences of temperatures in output and input pipes. The efficiency of mechanical solar system is around 60-70%, depending on factors we considered in research. The biggest influence on results had difference of temperatures. In these kind of system, a very big impact was the fact that water was poured back to the upper cold water tank manually. It didn't generate additional costs of system, but resulted in relatively large measurement errors. In more mechanized, circulating systems where speed and other factors like: materials, kind of working medium etc. efficiency is more specified and adequate higher.

Literature

1. Wiśniewski G., Gołębiowski S., Grycik M. i in. Kolektory słoneczne: energiasłoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. – Warszawa : " Medium" , 2008. – 201 s.

2. Недбайло, А. Н. Использование солнечного коллектора для отопления помещения / А. Н. Недбайло, Н. Е. Ляшенко // Промышленная теплотехника. - 2010. - Т. 35, № 4. - С. 66-70.

3. Kolektor słoneczny: energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle / [G. Wiśniewski, S. Gołębiowski, M. Grzciuk and other]. – Warszawa : Medium, 2008. – 201 s.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЛІОКОЛЕКТОРА У СИСТЕМІ З ВИМУШЕНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ ТЕПЛОНОСІЯ

О. Т. Возняк, О. М. Пона, А. Ельтман, С.П. Шаповал, Н.А. Сподинюк

Проаналізовано потенціал використання сонячної енергії для Польщі. Досліджено ефективність сонячних колекторів, встановлених в механічній системі тепlopостачання. Встановлено залежності між кутами падіння теплового потоку та інтенсивністю теплового потоку на ефективність сонячного колектора.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРА В СИСТЕМЕ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

О. Т. Возняк, О. М. Пона, А. Ельтман, С.П. Шаповал, Н.А. Сподинюк

Проанализированы потенциал использования солнечной энергии для Польши. Исследована эффективность солнечных коллекторов, установленных в механической системе теплоснабжения. Установлены зависимости между углами падения теплового потока и интенсивности теплового потока на эффективность солнечного коллектора.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯМ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ БЮДЖЕТНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

Інститут технічної теплофізика НАН України, Україна

Представлені експериментальні дослідження ефективного управління теплопостачанням будівлі на основі використання індивідуального теплового пункту. Наведені графічні залежності основних характеристик системи теплопостачання за опалювальний період 2013-2014 рр.

Постановка проблеми. У зв'язку з останніми подіями, які відбуваються в Україні, питання енергозбереження та раціонального використання енергетичних ресурсів постають особливо гостро. Частково їх можна вирішити шляхом модернізації комунальної теплоенергетики за рахунок впровадження автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП), які у свою чергу забезпечать ефективне регулювання системи теплопостачання будівлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В літературі останніх часів авторами широко розглядається опис принципів схем та режимів роботи ІТП. Велика увага приділяється особливостям автоматизації ІТП та дослідженню енергозберігаючих алгоритмів управління процесом опалення будівлі [1-3]. Також в роботі [4] описується математичне моделювання управління процесом опалення будівлі при залежному теплопостачанні на основі автоматизованого ІТП. Як показав літературний огляд, ретельні і довготривалі (багаторічні) експериментальні дослідження ІТП майже не проводяться. Тому постала задача проведення довготривалих експериментальних досліджень теплопостачання будівлі на основі ІТП, що дозволить визначити фактичну економію теплової енергії в реальних умовах експлуатації з врахуванням кліматичних факторів.

Формулювання цілей та завдання статті. Метою даної роботи є експериментальні дослідження особливостей експлуатації ІТП оригінальної конструкції для ефективного регулювання та управління теплозабезпеченням адміністративної будівлі.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- розробка схеми та впровадження ІТП;
- проведення довготривалих експериментальних досліджень ІТП у реальному часі із вимірюванням основних параметрів теплопостачання:

температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах, температури повітря в контрольному приміщенні та навколишнього середовища, витрати теплоносія та теплоти в подавальному та зворотному трубопроводах, а також тиску теплоносія в трубопроводах;

– дослідження температурного стану приміщення при різних режимах роботи ІТП, визначення їх головних переваг і недоліків та вибір найбільш оптимального;

– визначення ефективності впровадження ІТП.

Основна частина. В якості об'єкту для проведення експериментальних досліджень обрано адміністративну будівлю бюджетної організації (корпус №1 Інституту технічної теплофізики НАН України, м. Київ), що має систему теплопостачання з елеваторним вузлом, який не забезпечує регулювання подачі теплоти в залежності від температури зовнішнього середовища, що призводить до значного її перевитрати. До існуючої системи теплопостачання з елеваторним вузлом був паралельно змонтований і під'єднаний ІТП, оригінальна конструкція якого розроблена в ІТТФ НАН України для теплозабезпечення корпусу №1. В ІТП, за рахунок перемикання ручної арматури, реалізується шість різних варіантів його експлуатації.

За допомогою впровадженого вимірювального комплексу визначалися і фіксувалися в автоматичному режимі, в реальному часі, з інтервалом в одну годину всі основні параметри теплопостачання. А саме: температура теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах, температура повітря в контрольному приміщенні і навколишнього середовища, витрати теплоносія і теплової енергії в подавальному і зворотному трубопроводах, а також тиск у трубопроводах. Регулювання параметрів теплоносія в ІТП здійснюється за допомогою регулятора, в пам'яті якого записаний заданий алгоритм. Регулювання проводиться за температурою зовнішнього повітря і за добово-тижневим графіком регулювання, при якому відбувається автоматичне перемикання з денного на нічний графік регулювання і навпаки. Для нічного графіка задається температура зміщення зовнішнього повітря, тобто штучно підвищується температура для зменшення тепловтрат під час відсутності людини (в нічні, вихідні та святкові дні). У регуляторі індивідуально для кожного дня тижня встановлюються моменти часу (в годинах і хвиликах) автоматичного перемикання з денного графіка регулювання на нічний графік і навпаки. Застосування такого алгоритму управління ІТП дозволяє підвищити якість та ефективність теплопостачання, що призводить до зниження рівня витрат теплової енергії і створення більш комфортних умов.

Для корпусу № 1 були проведені детальні експериментальні дослідження його теплозабезпечення. На основі отриманих експериментальних даних побудовані графічні залежності основних параметрів теплопостачання. На рис. 1-2 показані основні характеристики

теплопостачання в залежності від температури зовнішнього повітря $t_{\text{зовн}}$ за опалювальний період 2013-2014 рр.

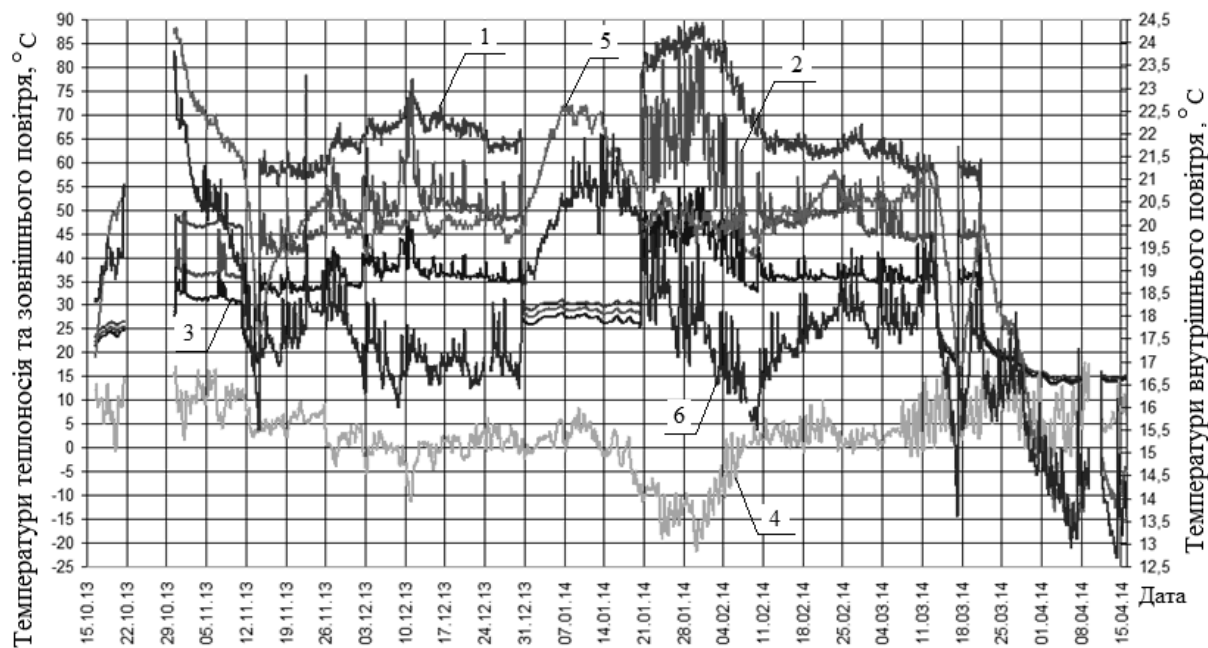


Рис. 1. Зміна температур теплоносія і повітря від часу за опалювальний період 2013-2014 рр.:

1 - температура подавального теплоносія із зовнішньої теплотережі; 2 - температура теплоносія після змішування, який надходить в систему опалення; 3 - температура зворотного теплоносія; 4 - температура зовнішнього повітря; 5 - температура в приміщенні на 2-му поверсі; 6 - температура в приміщенні на 3-му поверсі

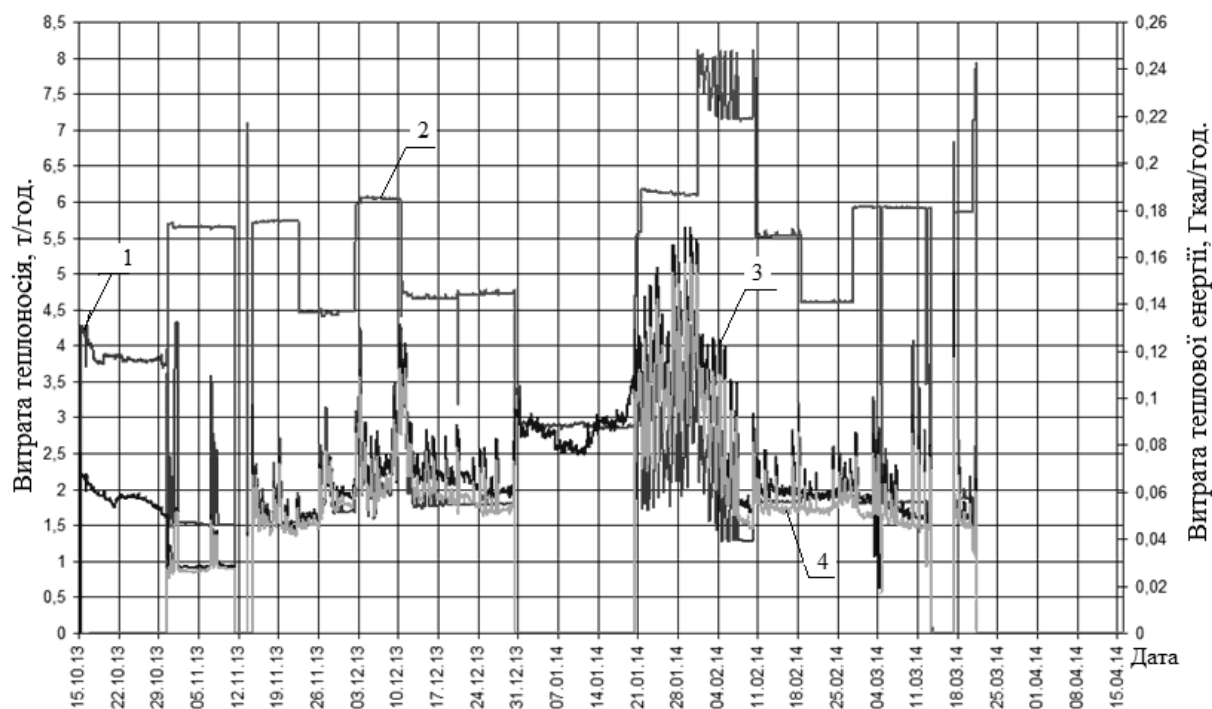


Рис. 2. Зміна витрат теплоносія і теплової енергії від часу за опалювальний період 2013-2014 рр.:

1, 2 - витрата теплоносія до ІТП і після змішування в ІТП відповідно;
3, 4 - витрата теплової енергії до ІТП і після змішування в ІТП відповідно

У період з 30.10.13. по 30.12.13 і з 20.01.14 по 20.03.14 проводилися експериментальні дослідження системи теплопостачання на основі ІТП, а в період з 30.12.13 по 20.01.14 – при централізованому теплопостачанні з елеваторним вузлом. Максимальні значення температури подавального теплоносія (до 85 °С) спостерігалися при мінімальних величинах температури зовнішнього повітря (до - 22 °С).

На основі отриманих експериментальних даних досліджено особливості теплового стану приміщення при різних режимах роботи ІТП, два з яких (з якісним і кількісним регулюванням) детально описано в [5]. Також було встановлено, що найефективніше ІТП працює в діапазоні температур зовнішнього повітря (+9...-5) °С.

Висновки. В ІТТФ НАН України проведені експериментальні дослідження теплопостачання адміністративної будівлі бюджетної організації на основі використання оригінального ІТП. Отримані залежності основних характеристик системи теплопостачання за опалювальні періоди з 2011 по 2015 рр. та визначено ефективність впровадження індивідуального теплового пункту. Довготривалі експериментальні дослідження теплозабезпечення адміністративної будівлі на основі ІТП показали можливість економії теплової енергії до 15% і навіть дещо більше в залежності від кліматичних умов.

Література

1. *Потапенко А.Н.* Возможности повышения эффективности процесса отопления зданий в автоматизированных ИТП / А. Н. Потапенко, Е. А. Потапенко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2005. – № 5-6. – С. 79–88.
2. *Нестеров, С.В.* Стенд для моделирования погодозависимого управления тепловым пунктом / С. В. Нестеров, С. В. Петров, О. В. Толстель., А. О. Чурилов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2014. – № 10. – С. 87–90.
3. *Потапенко Е. А.* Исследование алгоритмов управления процессом отопления здания с зависимым теплоснабжением / Е. А. Потапенко, А. С. Солдатенков, А. О. Яковлев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2011. – Т. 2. № 120. – С. 74–78.
4. *Солдатенков А.С.* Разработка и исследование математической модели управления автоматизированным индивидуальным тепловым пунктом / А. С. Солдатенков, А. Н. Потапенко, С. Н. Глаголев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2012. – Т. 1. № 140. – С. 41–48.

5. *Лисенко О.М.* Управління теплопостачанням будівлі на основі використання індивідуального теплового пункту оригінальної конструкції / О.М. Лисенко, Л.М. Кужель, І.К. Божко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 1, N 8(73). - С. 61-67. – Режим доступу: DOI : 10.15587/1729-4061.2015.37917.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ АДМИНИСТРАТИВНОГО
ЗДАНИЯ БЮДЖЕТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

*Б. И. Басок, В. Г. Новиков, О. Н. Лысенко, В. П. Приемченко,
Е. В. Ряснова*

Представлены экспериментальные исследования эффективного управления теплоснабжением здания на основе использования индивидуального теплового пункта. Приведены графические зависимости основных характеристик системы теплоснабжения за отопительный период 2013-2014 гг.

**EXPERIMENTAL STUDIES OF EFFECTIVE MANAGEMENT OF
HEATING ADMINISTRATIVE BUILDING OF BUDGET
ORGANIZATION**

B. Basok, V. Novikov, O. Lysenko, V. Priemchenko, O. Riasnova

The experimental studies of effective management of heating buildings using individual heat point are presented. Shows graphs of the main characteristics of the heating system during the heating period of 2013-2014.

ПОЛИВАЛЕНТНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛООБЕСПЕЧЕНИЯ ПАССИВНОГО ДОМА

*Институт технической теплофизики Национальной академии наук
Украины, Украина*

В статье рассмотрена концепция создания поливалентной системы теплообеспечения дома пассивного типа, построенного на территории Института технической теплофизики Национальной академии наук Украины. Приводится краткий анализ распространенных систем отопления, которые применяются в энергоэффективных и пассивных зданиях. Авторами описываются основные этапы развития принципиальной гидравлической схемы поливалентной системы теплообеспечения пассивного дома на основе возобновляемых источников энергии. Приводятся основные режимы работы в зависимости от периода года, температуры окружающей среды и технологических особенностей работы системы. Показана целесообразность применения теплонасосных технологий при теплообеспечении энергоэффективных и пассивных домов.

Постановка проблемы. Сочетание архитектурных приемов с технологическими особенностями поддержания комфортных санитарно-гигиенических условий в помещениях различного назначения является неотъемлемой составляющей современного энергоэффективного строительства. Современные мировые тенденции в повышении энергетической эффективности систем теплообеспечения в целом направлены на использование природных возобновляемых источников энергии, сбросных вторичных энергоресурсов, децентрализацию поставки теплоты, а также переход на низкотемпературные отопительные системы. Новейшие системы теплообеспечения энергоэффективных и пассивных зданий во многих случаях поливалентны с высокой степенью автоматизации управления процессами поддержания норм температурно-влажностного режима помещений.

Низкотемпературные системы отопления имеют температуру поверхности теплообмена, которая не превышает (30...40)⁰С. Основным механизмом передачи теплоты в таких системах выступает свободная конвекция воздуха (75%) вдоль нагретой поверхности с постепенным перемешиванием его в объеме помещения. Радиационная составляющая теплообмена здесь низкая (до 25%). В качестве примера можно привести такие системы отопления, как водяной (в т.ч. капиллярный) и электрический теплый пол, стена или потолок; воздушная система

отопления и кондиционирования с помощью фэнкойлов (воздушных теплообменников); пленочные системы отопления; бытовые и промышленные сплит-системы, чиллеры и т.д. Низкотемпературные системы отопления крайне эффективны с использованием теплонасосных технологий и могут применяться в жилых и административных зданиях.

Анализ основных исследований и публикаций. В специализированной литературе все большее внимание уделяется вопросам оценки эффективности и внедрению теплонасосных технологий в системы теплообеспечения потребителей. Так, в работах [9, 10] рассмотрены принципиальные схемы таких систем. Описаны основные преимущества применения теплонасосных технологий, в сравнении с централизованным теплоснабжением. В работах [11-13] описаны концепции и приведены конкретные примеры эффективности применения тепловых насосов. Отмечено, что чем совершеннее тепловая оболочка здания (чем выше коэффициент теплового сопротивления ограждающих конструкций), тем выгоднее применение теплонасосных технологий для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий. Это связано с невысокими температурами теплоносителя на выходе из теплового насоса, переходом от радиаторного отопления к половому (теплый пол), применением баков-аккумуляторов в системах горячего водоснабжения.

В работе [14] описано применение тепловых насосов и их интеграция в систему вентиляции здания. При этом отмечено, что эффективность такой системы повышается при предварительном подогреве атмосферного воздуха, который поступает на нужды вентиляции.

Также, авторы рассматривают технические и технологические аспекты внедрения теплонасосных технологий. Поднимаются вопросы, трудности и проблемы, которые при этом возникают. Так, в работах [15-16] рассмотрено внедрение теплонасосных технологий. Описаны влияние различных факторов, влияющих на выбор типа теплового насоса, области его применения, показана целесообразность и возможный экономический эффект от таких мероприятий. Также приведены возможные решения тех, или иных проблем при реализации проектов. Работа [17] показывает пути оптимизации и технической поддержки работы тепловых насосов при их интеграции в системы теплоснабжения потребителей.

Постановка задачи. Однако в литературе недостаточно освещены вопросы создания поливалентных систем теплообеспечения зданий. При этом, если бивалентные системы по источнику теплоты для отопления и горячего водоснабжения с применением тепловых насосов и солнечных коллекторов рассматриваются часто, то поливалентные по отопительным приборам крайне редко.

Учитывая вышесказанное, коллектив авторов задался целью разработать и осветить концептуальные вопросы создания и функционирования поливалентной во всех отношениях системы теплообеспечения на примере пассивного дома типа «0 энергии»,

созданного на территории Института технической теплофизики НАН Украины в г. Киеве. Также показать основные этапы и идеологию создания и возможности последующего широкого внедрения данной системы.

Основная часть. В Институте технической теплофизики НАН Украины (ИТТФ НАН Украины) накоплен значительный опыт выполнения научных и технологических исследований по модернизации коммунальной теплоэнергетики, проведение научно-исследовательских и инженерных работ по разработке и созданию современных систем теплообеспечения [1]. Создание и апробация таких энергосберегающих технологий низкотемпературных систем теплообеспечения помещений с использованием возобновляемых альтернативных источников энергии (низкопотенциальной теплоты грунта, атмосферного воздуха, водоемов, сбросной теплоты промышленных предприятий) на основе тепловых насосов различных типов является одним из перспективных направлений деятельности института. Кроме того, такие технические решения обеспечивают значительное снижение эксплуатационных затрат, являются экологически чистыми, приводят к существенной экономии природного газа и, в отдельных случаях, замещение его использования. Кроме того, данный комплекс мероприятий позволяет частично использовать электрическую энергию «ночного провала» в электропотреблении.

Использование теплонасосных систем с возобновляемыми источниками энергии это реальная альтернатива использованию органических топлив как источников энергии. На трансформацию одной единицы теплоты тепловой насос тратит в три и меньше раз электрической энергии. При этом использование объёмного аккумулятора тепловой энергии значительно повышает эффективность работы теплонасосной установки в отопительный сезон.

Коллективом отдела Теплофизических основ энергосберегающих технологий ИТТФ НАН Украины были разработаны ряд проектов внедрения теплонасосных технологий в систему теплообеспечения зданий. Одним из первых был проект системы отопления лабораторного помещения площадью 18 м^2 с помощью теплового насоса и тёплого водяного пола [2]. Также выполнены предварительные технико-экономические обоснования целесообразности применения таких систем с использованием солнечных коллекторов для частного строительства [3]. Оригинальные подходы предыдущих проектов [4, 5] были использованы при разработке комплексных решений по теплообеспечению пассивного дома общей площадью 300 м^2 , как будущего прототипа дома типа «0 энергии» (энергоавтономный).

Принципиальная гидравлическая схема системы теплообеспечения пассивного дома приведена на рис. 1. Основными принципами ее разработки является минимизация длины трубопроводов с возможностью реверсного движения теплоносителя по некоторым участкам, уменьшение количества контрольно-измерительных приборов благодаря

использованию одной единицы последних в различных технологических режимах (при соответствующей коммутации движения теплоносителя). Также несколько вариантов технологических режимов с выбором источника теплообеспечения и отделения отопительных приборов и систем для сравнения их энергоэффективности. Схема (рис.1) состоит из 7 контуров: солнечного коллектора, отопления теплым водяным полом, отопление теплой водяной стеной, отопления фэнкойлами, сезонного бака-аккумулятора, грунтового теплообменника, теплового насоса, а также контуром горячего водоснабжения (опционально, на схеме не приведен). Четыре контура непосредственно проходят через бак-аккумулятор, который одновременно накапливает теплоту от различных источников и гидравлически разделяет их между собой в соответствии с температурным потенциалом.

В холодный период года происходит аккумулярование теплоты в баке-аккумуляторе благодаря использованию инсоляции и восстанавливаемой теплоты грунтового массива с помощью теплового насоса. С помощью регулирования расхода теплоносителей в контурах, и коммутации последних, поддерживается необходимая температура для теплообеспечения. В зависимости от тепловой нагрузки, для исследований, возможны варианты совместного или одиночного использования источников теплоты. При этом схема позволяет исследовать динамику распространения теплоты в грунтовом массиве, а также компенсировать его тепловое состояние в теплый период года с одновременным пассивным кондиционированием воздуха помещений фэнкойлами.

Измерение количества теплоты обеспечивается установлением во всех контурах теплосчетчиков, реализующих автоматическую регистрацию показаний с разной периодичностью на компьютере. Все датчики температуры используются с цифровыми вторичными приборами, позволяющими в режиме реального времени вести записи, их последующую обработку и анализ с помощью специального программного обеспечения.

Доработав отдельные контура и расширив перечень теплообменников-источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса, а также, увеличив количество отопительных приборов была разработана следующая принципиальная гидравлическая схема поливалентной системы теплообеспечения пассивного дома, которая приведена на рис. 2.

На принципиальной гидравлической схеме комбинированной системы теплообеспечения пассивного дома типа «0 энергии» (рис. 2) показано движение теплоносителей в контурах, основное и вспомогательное оборудование.

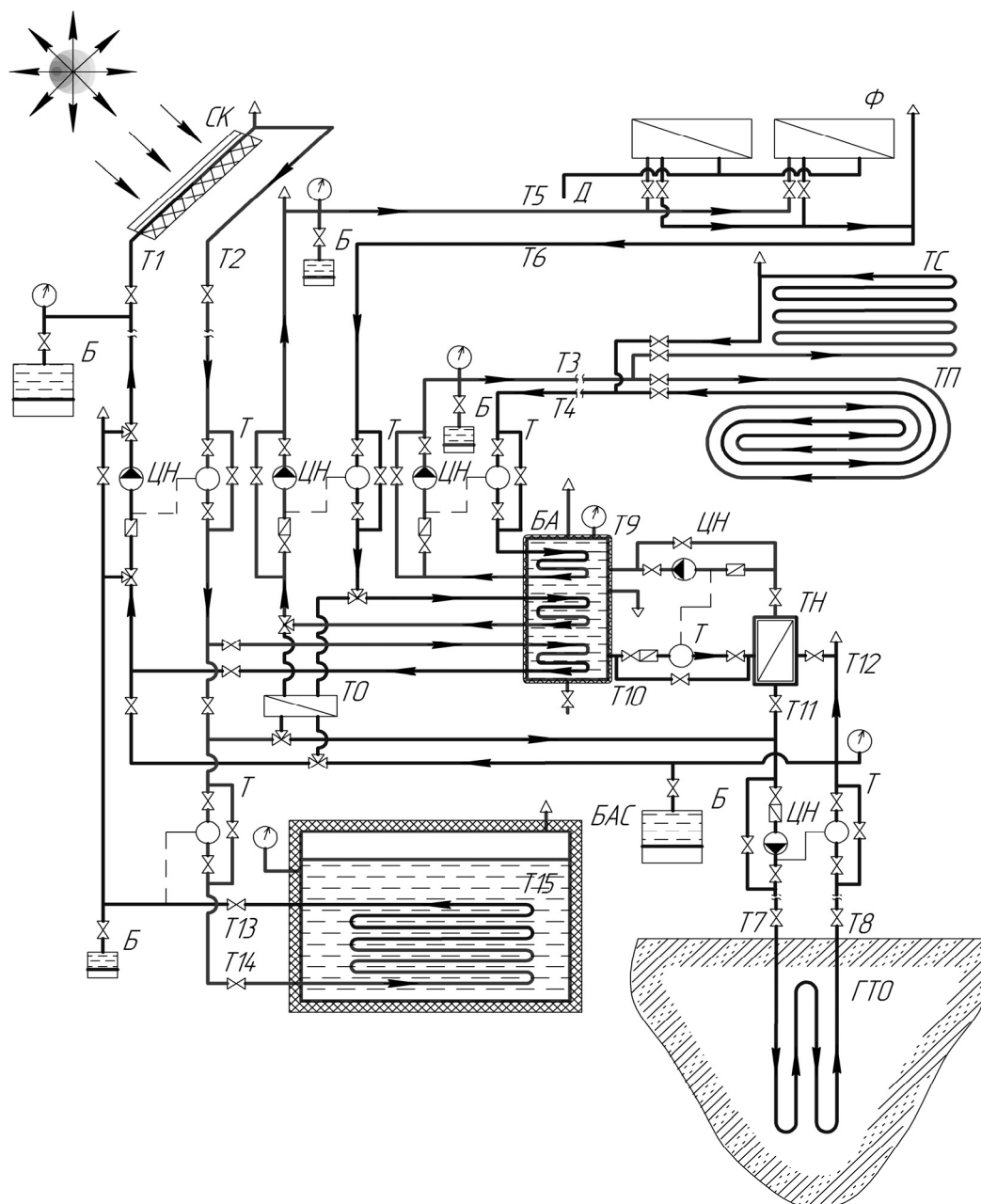


Рис. 1. Принципиальная схема системы теплообеспечения пассивного дома, тут: Б – расширительный бак, БА – бак-аккумулятор, БАС – сезонный бак-аккумулятор, ГТО – грунтовый теплообменник, Д – дренаж, СК – солнечные коллекторы, ТН – тепловой насос, ТО – теплообменник пластинчатый, ТП – теплый водяной пол, ТС – теплая водяная стена, ЦН – циркуляционные насосы, Т – теплосчетчики, Ф – фэнкойлы, Т1...Т15 – датчики температуры.

Удельные тепловые нагрузки на отопительные приборы энергоэффективного дома (максимальная плотность теплового потока):

- Теплый пол электрический - 12% (до 30 Вт/м²);
- Теплый пол водяной - 25% (до 50 Вт/м²);
- Теплая стена водяной - 18% (до 40 Вт/м²);
- Теплая стена капиллярная - 15% (до 25 Вт/м²);
- Воздушные отопительные приборы (фэнкойлы) - 30%.

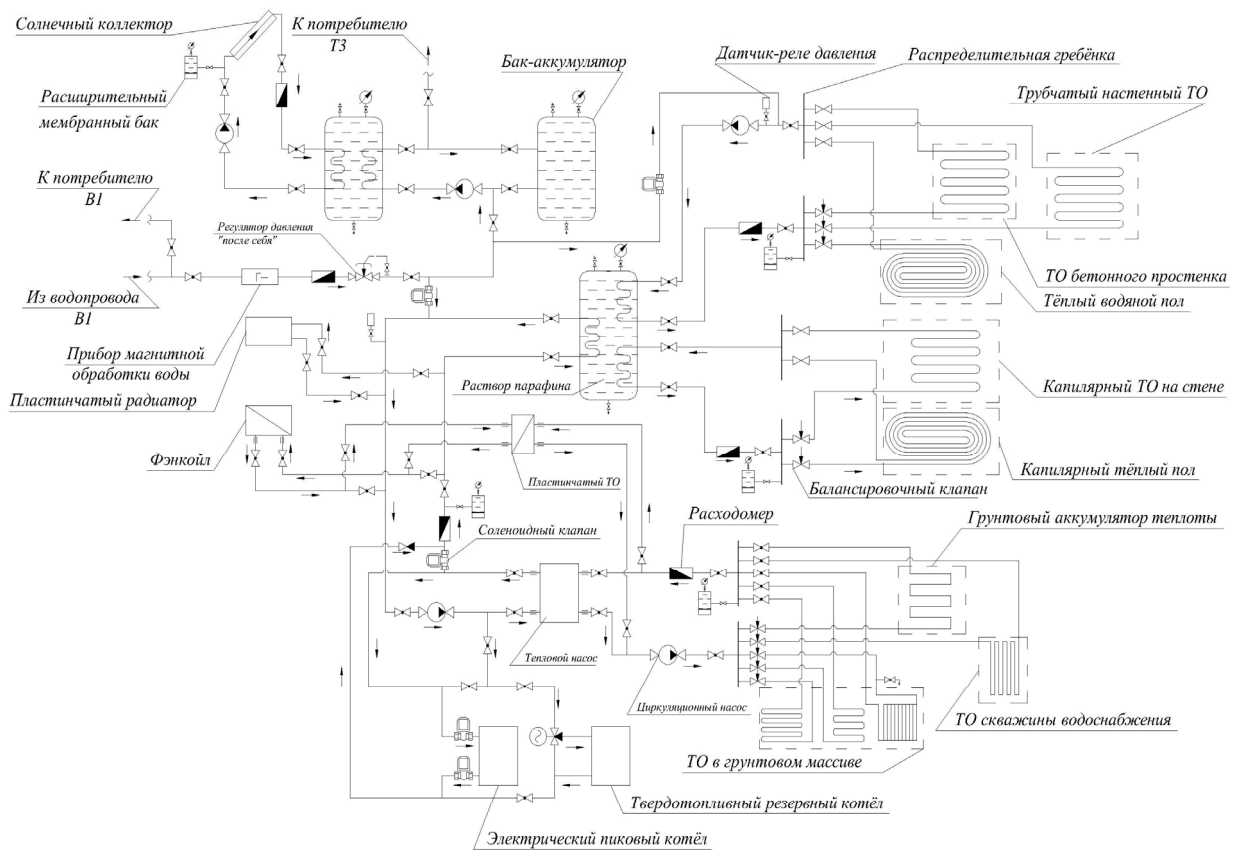


Рис. 2. Принципиальная схема поливалентной системы теплообеспечения пассивного дома

По расчетам тепловая нагрузка на систему отопления пассивного дома общей площадью 300 м^2 составляет $2,5\text{ кВт}$ (при температуре наружного воздуха -22°C). Общая тепловая нагрузка на систему теплообеспечения (отопление и горячее водоснабжение) составляет 6 кВт .

Выводы. Таким образом, разработанная принципиальная схема поливалентной системы теплообеспечения пассивного дома в настоящее время реализуется Институтом технической теплофизики НАН Украины. Применение данной схема может найти как в бюджетной сфере (при строительстве или термомодернизации существующих детских садов, школ и т.д.), так и в частной застройке (коттеджи, дачи, загородные дома).

Литература

1. Басок Б.И. Научно-технический центр теплонасосных технологий ИТТФ НАН Украины / Б.И. Басок, А.Н. Недбайло, А.И. Накорчевский, Т.Г. Беляева, А.Р. Коба, М.В. Ткаченко, А.А. Лунина, А.И. Тесля, М.А. Хибина // Тезисы докладов 7-й международной конференции «Проблемы промышленной теплотехники», Киев, 2011. - С. 76 - 77.

2. *Недбайло А.Н.* Использование солнечного коллектора для отопления помещения / А.Н. Недбайло, Н.Є. Ляшенко // Пром. теплотехника. – 2010. – Т. 35, №4. – С. 66 – 70.

3. *Недбайло А.Н.* Анализ экономической эффективности работы комбинированной гелиогрунтовой аккумуляционной системы теплоснабжения / А.Н. Недбайло, Н.Є. Ляшенко, А.А. Рутенко // Пром. теплотехника. – 2011. – Т. 37, №3. – С. 62 – 68.

4. *Басок Б.І.* Створення ґрунтових-водо-водяних теплообмінників для теплонасосних технологій теплопостачання приміщень / Б.І. Басок, А.Р. Коба, О.М. Недбайло, Т.Г. Беляєва, А.І. Тесля, М.А. Хибина, М.В. Ткаченко, А.О. Луніна // Наука та інновації. – 2012. – Т. 8. – №1. – С. 67 – 76.

5. *Басок Б.І.* Моделювання теплового стану приміщення з системою водяного підлогового опалення / Б.І.Басок, О.М. Недбайло, М.П. Новіцька, М.В. Ткаченко // Пром. теплотехника. – 2012. – Т. 34, №7. – С. 65 – 73.

6. *Долінський А.А.* Концептуальні основи створення експериментального будинку типу «нуль енергії»/ А.А. Долінський, Б.І. Басок, О.М. Недбайло, Т.Г. Беляєва, М.А. Хибина, М.В. Ткаченко, М.П. Новіцька // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Вип. 77. – К: ДП НДІБК, 2013. – С. 222 – 227.

7. *Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К., Новіцька М.П.* Патент України на корисну модель №82399 «Система теплопостачання будинку на основі геліоустановки та теплового насоса». Опубл. 25.07.2013, бюл.№14/2013.

8. *Басок Б.І.* Концепція системи теплохолодообеспечення енергоефективного дома / Б.І. Басок, А.Н. Недбайло, М.В. Ткаченко, І.К. Божко, Е.В. Ряснова // Аква-Терм. – июль-август №4(61) 2013. - С.10-13.

9. *Шабанов В.* Кольцевые теплонасосные системы / Шабанов В. // Тепловые насосы. № 6 (15). 2013. С. 28-34

10. *Мазуренко А.С.* Разработка схемы комбинированной системы теплоснабжения с использованием сезонного аккумулирования тепла от гелиосистем/ Мазуренко А.С., Климчук А.А., Юрковский С.Ю., Омеко Р.В. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. №8 (73). 2015. С. 17-20.

11. *Мазуренко О.А.* Сравнительный анализ систем децентрализованного теплоснабжения жилых домов с использованием электроэнергии/ Мазуренко О.А., Климчук А.А., Шраменко А.Н., Сычева Е.А. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. №8 (71). 2014. С. 21-25.

12. *Стрижак П.А.* Энергоэффективность системы теплоснабжения зданий при различных методах регулирования теплопотребления/ Стрижак П.А., Морозов М.Н. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. №3 (202). 2014. С. 88-96.
13. *Бусо Т.* Отель с почти нулевым потреблением энергии/ Бусо Т., Корнати С.П., Курнитски Я. // Тепловые насосы. №5 (20). 2014. С. 52-55
14. *Безродный М.К.* Эффективность теплонасосных систем отопления с использованием теплоты предварительно подогретого атмосферного воздуха / Безродный М.К., Притула Н.А. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. №8 (65). 2013. С. 24-28.
15. *Калинин М.И.* Оптимизация технологических и регионально-геологических решений при разработке и внедрении в России инновационных технологий на возобновляемых энергоресурсах/ Калинин М.И., Шахназаров С.Г. // Тепловые насосы №1 (1). 2011. С.12-22.
16. *Батухтин А.Г.* Тепловые насосы в российских системах отопления. Проблемы и перспективные решения / Батухтин А.Г., Кобылкин М.В. // Электронный научно-практический журнал «NAUKA-RASTUDENT.RU». [Электронный ресурс]. №11 (11-2014). 2014. URL: <http://nauka-rastudent.ru/11/2176/> (Дата обращения 03.02.2015).
17. *Стефанюк В.В.* Интеллектуальная система поддержки функционирования теплонасосного энергоснабжения / Стефанюк В.В. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. №10 (45). 2010. С. 33-35.

ПОЛІВАЛЕНТНА СИСТЕМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

І.К. Божко, О. М.Недбайло, М. В. Ткаченко

У статті розглянута концепція створення полівалентної системи теплозабезпечення будинку пасивного типу, побудованого на території Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України. Наводиться короткий аналіз поширених систем опалення, які застосовуються в енергоефективних та пасивних будівлях. Авторами описуються основні етапи розвитку принципової гідравлічної схеми полівалентної системи теплозабезпечення пасивного будинку на основі відновлюваних джерел енергії. Наводяться основні режими роботи залежно від періоду року, температури навколишнього середовища і технологічних особливостей роботи системи. Показана доцільність застосування теплонасосних технологій при теплозабезпеченні енергоефективних та пасивних будинків.

POLYVALENT HEATING SYSTEM OF PASSIVE HOUSE

I. Bozhko, A. Nedbailo, M. Tkachenko

The article describes the concept of creation of a heating polyvalent system of passive house, situated at the territory of the Institute of Technical Thermal Physics, National Academy of Sciences Ukraine. A brief analysis of common heating systems, which used in energy efficient and passive buildings submitted. The authors describe the main stages of development principal hydraulic circuit of polyvalent heating system of passive house from renewable sources energy. The basic modes of operation depending on the period of year, the ambient temperature and technological features shown. The advisability of using heat pump technology in heating supply in energy efficient and passive houses presented.

ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОСТОРУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті виділено два основні елементи створення геометричної моделі енергоефективної будівлі - просторові осередки («термоблоки») та зв'язки між ними (конструкції). Виділено геометричні та інженерно-технічні вихідні дані просторових осередків та конструкцій, що їх зв'язують, які потрібні для енергетичного аналізу геометричної моделі будівлі.

Постановка проблеми. Геометрична модель енергоефективної будівлі в закінченому вигляді має стати інструментом, що дозволить архітекторам відстежувати і контролювати всі параметри архітектурного проекту, які мають вплив на енергоефективність будівлі. Енергетичної оцінка геометричної моделі на всіх стадіях проектування дасть можливість архітекторові приймати обґрунтовані рішення, які стосуються питань енергоефективності. Включення цього аналізу в робочий процес архітектурного проектування полегшить створення проектів, що відповідають вимогам будівельних стандартів в галузі енергоефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні проблеми формоутворення енергоефективного житла можна прослідкувати у багатьох роботах, зокрема, Сергійчука О.В., Кащенко Т.О., Шулдан Л.О. та ін., в яких досліджувалося підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми, геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків, розвиток методик кількісного оцінювання енергоефективності архітектурних рішень. Серед російських вчених дану проблему досліджували Афанасьєва О.К., Смирнова С.Н. та ін. З 1977 йдуть дослідження і проектування будинків з відновлюваними джерелами енергії у МАРХІ (Москва), з 1990-х років у КиївЗНДІЕП, Харкові, Сімферополі, Львові тощо.

Основна частина. Основою геометричної моделі будь-якої будівлі (у тому числі енергоефективної) є її структурні елементи (певні об'єми, «термоблоки» – функціонально-просторові зони) та їх взаємозв'язки між собою, що формуються на основі взаємодії технічних показників кожного елементу один з одним, а також взаємодії елементів з зовнішнім середовищем. Зміна показників окремих елементів або зміна взаємозв'язків між ними (просторове взаєморозташування елементів відносно один одного) призводить до зміни загального показнику енергоефективності будівлі. Таким чином теоретично можливо керування

показником енергоефективності об'єкту на етапі формування його геометричної моделі.

Для проведення енергетичної оцінки будівлі, потрібно виділити в моделі будівлі просторові об'єми («термоблоки»), що являють собою набір закритих або відкритих просторів всередині будинку з певним функціональним призначенням та внутрішнім мікрокліматом (температурно-вологісним режимом).

Наступним етапом створення геометричної моделі будівлі є аналіз списку просторових кордонів між даними об'ємами, їх геометрії, орієнтації та розташування відносно зон. До просторових кордонів відносяться – фундаменти, підлоги, стіни, перекриття, покриття. В цьому списку присутні конструкції і прорізи разом з їхніми геометричними, конструктивними та інженерно-технічними показниками, які є суттєвими для енергетичної імітації.



Рис.1. Вихідні дані для створення геометричної моделі енергоефективної будівлі

На рис.1. виділено вихідні дані для геометричного моделювання енергоефективної будівлі.

Геометрична частина створення моделі включає в себе топологічний аналіз просторових осередків («термоблоків») та зв'язків між ними.

Після геометричної частини потрібно визначити параметри, умови експлуатації просторів та інженерно-технічні показники конструкцій.

Використовуючи дані параметри, наступним кроком буде визначення можливості опису форм з'єднання в термінах, які передбачають їх кількісну оцінку та створення геометричної моделі, її енергетична оцінка, в результаті якої буде обчислюється погодинний енергетичний баланс і виводиться звіт енергетичної оцінки будівлі. У звіті буде міститися інформація про енергоефективність запроєктованих конструкцій, річному енергоспоживанні, балансі енергії.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується розробити класифікацію, що впорядковує різноманіття форм просторового з'єднання за заданими параметрами, і визначити можливість опису форм з'єднання в термінах, які передбачають їх кількісну оцінку.

Література

1. *Сергейчук О.В.* Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків. – Рукопис. Дис. докт. техн. наук за спец. 15.01.01 «Архітектура будівель і споруд», КНУБА, Київ, 2001 – Прикладна геометрія, інженерна графіка. - КНУБА, Київ, 2008
2. *Кащенко Т.О.* Підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми. – Рукопис. Дис. канд. арх. за спец. 18.00.02 - Архітектура будівель і споруд. - КНУБА, Київ, 2001

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ

Н. М. Болгарова

В статье выделено два основных элемента создания геометрической модели энергоэффективного здания - пространственные ячейки («термоблоки») и связи между ними (конструкции). Выделено геометрические и инженерно-технические исходные данные пространственных ячеек и конструкций, которые их связывают, необходимые для энергетического анализа геометрической модели здания.

BACKGROUND FOR THE CREATION OF THE GEOMETRIC MODELS OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS

N. Bolgarova

The article highlighted two main elements create a geometric model of energy efficient buildings - spatial cell ("Thermoblocks") and their relations (constructions). Highlight geometric and engineering source data and spatial structures of cells that bind them are required for energy analysis of the geometric model building.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ГОРОДОВ УКРАИНЫ И НОВЫЕ КЛИМАТОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ НИХ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина

Содержанием настоящей статьи является разработка предложений по усовершенствованию методики климатического анализа, позволивших проанализировать изменения климата городов Украины за последние 30 лет и разработать для них новые климатотипологические требования, которые дают возможность более детально учитывать малейшие отличия климата при выборе архитектурных решений городов для обеспечения большей энергоэффективности их зданий и градостроительных образований в современной архитектуре.

Постановка проблемы и анализ основных исследований. Высокая мобильность людей в наши дни, большой поток и доступность информации способствуют тому, что архитектурные решения, разработанные для одних городов и стран очень легко копируются и используются в других, которые характеризуются другим климатом. При этом архитектурные объекты, созданные для одного климата и обеспечивающие в нем комфорт при экономном энергопотреблении на обогрев или охлаждение, не всегда сохраняют свои достоинства в другом климате. Поэтому архитектурно-строительные решения застройки и объектов, переносимые из одних климатических условий в другие (даже в пределах одной страны), требуют серьезной экспертной оценки климата места строительства и возможного увеличения энергопотребления при их эксплуатации. Проектируя города и здания, необходимо выбирать такие архитектурные решения, которые максимально снижают неблагоприятные воздействия климата места строительства и способствуют экономному энергопотреблению в архитектуре и градостроительстве.

Для решения этой задачи в свое время были разработаны климатотипологические требования по выбору архитектурных решений – комплекс архитектурно-строительных средств регулирования микроклимата в застройке и зданиях с учетом классов погоды и режимов эксплуатации и места строительства, которые тогда включали [2-3]:

7 классов погоды: С – суровая, Х – холодная, П – прохладная, К – комфортная, Т – теплая, Жс – жаркая сухая, Жв – жаркая влажная;

4 режима эксплуатации территорий и зданий: открытый, полуоткрытый, закрытый и изолированный.

Эти требования базировались на старой методике климатического анализа и могли быть использованы только при условии соответствия

климатического районирования и климатических показателей городов значениям действовавшего тогда СНиП 2.01.01-82 [1-3].

В 2011 году на территории Украины был введен ДСТУН Б В.1.1-27: 2010 «Строительная климатология» [4], в котором приведено новое архитектурно-строительное климатическое районирование территории Украины и новые значения показателей климата городов, фиксирующие изменения их климата за последние 30 лет и существенно отличающиеся от значений СНиП 2.01.01-82. Поэтому сейчас при разработке архитектурных проектов в нашей стране нельзя использовать старую методику климатического анализа и разработанные под неё климатотипологические требования в архитектуре. Исследование этих вопросов является крайне актуальным на современном этапе развития отечественной архитектуры и градостроительства.

Целью статьи является разработка предложений по усовершенствованию методики архитектурно-строительного анализа климата городов Украины и климатотипологических требований для них.

Основная часть. В масштабе Земли градация климата на 7 типов вполне обоснована и обуславливает значительные типологические отличия зданий и градостроительных образований в каждом типе климата. Однако эта градация не учитывает менее значительных отличий в пределах каждого климата, которые, в эпоху всемерной экономии энергии приобретают существенное значение при разработке энергоэффективных архитектурных решений.

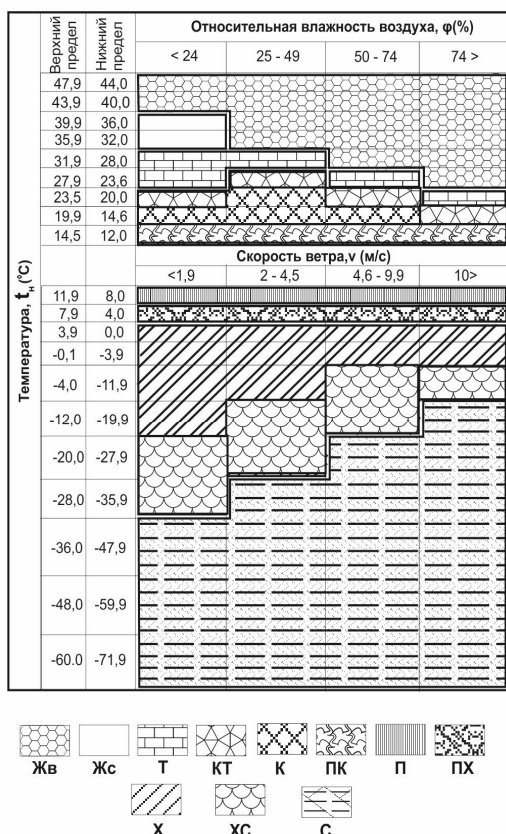


Рис. 1. Новая номограмма для определения типов погоды

В связи с этим была пересмотрена [5] методика климатического анализа городов и предложена новая номограмма для определения типов погоды, которая приведена на рис.1. Она предусматривает 4 новых типа погоды: КТ–комфортно-теплая, ПК–прохладно-комфортная, ПХ прохладно–холодная и ХС– холодно-суровая. Это позволяет более тщательно проанализировать особенности климата городов Украины с учетом их новых климатических показателей. Для этих типов погоды определены 4 новых режима эксплуатации: для КТ–открытый с защитой от перегрева(О+); для ПК– полуоткрытый при более высокой температуре (ПО+); для ПХ–полуоткрытый при более низкой температуре (ПО-); для ХС – закрытый с активной ветротепловлагозащитой (З-).

Для новых типов погоды и режимов эксплуатации территорий и зданий разработаны климатотипологические требования к архитектурным объектам [5], которые обобщены на рис. 2–5.

– Тип погоды: комфортно-теплая (КТ).

Неблагоприятные факторы погоды: легкий перегрев.

Режим эксплуатации территорий и зданий: О+ открытый с защитой от легкого перегрева.

Рис. 2. Пример схемы застройки для комфортно-теплой погоды.



Конструктивные средства регулирования микроклимата помещений:

- трансформация ограждений;
- конструктивная солнцезащита (наружная или внутренняя) окон и др. светопрозрачных элементов зданий на перегреваемых фасадах;
- окна с солнцезащитными стеклами и пленками, а также с регулируемой инсоляцией;
- SMART-стекла, электрохромные стекла и др.;
- защита помещений от перегрева – ограждения зданий, уменьшающие теплопотупления.

Градостроительные средства улучшения микроклимата территории застройки:

- свободная застройка;
- открытые проезды и сквозные арочные проемы;
- озеленение территории для защиты от перегрева;
- обводнение (фонтаны и др. водоемы) территории;
- солнцезащита и аэрация территорий и зданий.

Архитектурные средства улучшения микроклимата придомовой территории и помещений:

- аэрация территории двора и зданий для защиты от перегрева – увеличение размера двора в направлении господствующих летних ветров до 4+5 Нзд;
- сквозные арочные проемы по периметру зданий;
- инсоляция помещений в утренние часы;
- двусторонняя планировка кварталов – с проветриванием;
- озеленение и обводнение (фонтаны) территории двора;
- затенение перегреваемых фасадов (Ю, ЮЗ, З) зданиями или архитектурными элементами;
- инсоляция помещений в утренние часы;
- двусторонняя планировка кварталов – проветривание;
- сквозное и угловое проветривание помещений;
- открытые лоджии, галереи, веранды, полуоткрытые лестницы без тамбуров.

Инженерно-технические средства

- регулирования микроклимата помещений:**
- механические вентиляторы;
 - фены;
 - кондиционеры.

– Тип погоды: прохладно-комфортная (ПК).

Неблагоприятные факторы погоды: легкое охлаждение.

Режим эксплуатации территорий и зданий: ПО+ полуоткрытый для более высокой температуры.

Рис. 3. Пример схемы застройки для прохладно-комфортной погоды.



Конструктивные средства регулирования микроклимата помещений:

- желательна возможность трансформации ограждений, ориентированных на солнечные стороны горизонта;
- наружные ограждения с необходимыми теплозащитными свойствами, уменьшающие теплопотери;
- одинарные или двойные окна с устройством форточек, открывающихся фрамуг и т.д.;
- окна с энергоэффективным остеклением;

Инженерно-технические средства регулирования микроклимата помещений:

- отопление малой мощности, не регулярное;
- вентиляция естественная вытяжная с притоком через форточки.

Градостроительные средства улучшения микроклимата территории застройки:

- замкнутая застройка (со стороны опасных ветров);
- открытая или полуоткрытая застройка (со стороны благоприятных ветров) – снижение этажности зданий или сквозные проезды;
- озеленение территории застройки с целью ветрозащиты;
- обеспечение нормативной инсоляции территории;

Архитектурные средства улучшения микроклимата придомовой территории и помещений:

- замкнутая застройка и уменьшение размера двора до 2 Нзд со стороны опасных ветров;
- аэрация территории двора и зданий благоприятными ветрами – снижение этажности зданий в их направлении или увеличение размера двора до 3+4 Нзд;
- озеленение территории двора с целью ветрозащиты;
- инсоляция помещений в дневные часы;
- односторонняя планировка кварталов с угловым проветриванием;
- ориентация помещений на солнечные стороны горизонта;
- проектирования открытых помещений (балконов, лоджий) преимущественно на солнечных сторонах здания;
- открытые придомовые помещения: лоджии, галереи, веранды.

- **Тип погоды: прохладно-холодная (ПХ).**
Неблагоприятные факторы погоды: ощутимое охлаждение.
Режим эксплуатации территорий и зданий: ПО-полуоткрытый для более низкой температуры.

Рис. 4. Пример схемы застройки для прохладно-холодной погоды.



Конструктивные средства регулирования микроклимата помещений:

- наружные ограждения с необходимой теплозащитными свойствами, уменьшающие теплопотери;
- уменьшение размеров окон на С и СВ фасадах, энергосберегающие окна; применение окон с "теплыми зеркалами"

Градостроительные средства улучшения микроклимата территории застройки:

- умеренно-компактные объемно-планировочные решения застройки;
- замкнутая застройка (со стороны опасных ветров) – повышение этажности зданий;
- полуоткрытая застройка (со стороны благоприятных ветров) – снижение этажности зданий или сквозные проезды;
- озеленение территории застройки с целью ветрозащиты;
- обеспечение максимальной инсоляции территории застройки.

Архитектурные средства улучшения микроклимата придомовой территории и помещений:

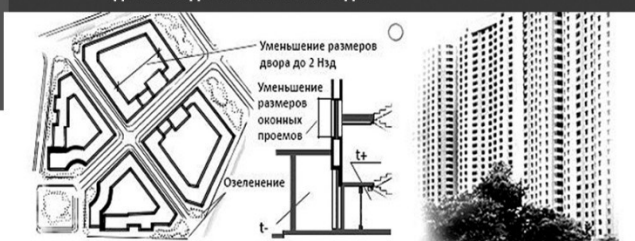
- аэрация территории двора и зданий благоприятными ветрами – снижение этажности в их направлении или увеличение размера двора до 2÷3 Нзд;
- ветрозащита территории двора и зданий от опасных ветров – снижение этажности в их направлении и уменьшение размера двора менее 2 Нзд;
- озеленение территории двора с целью тепловетрозащиты;
- максимальная инсоляция помещений в днем;
- одностороннее проветривание квартир;
- ориентация помещений на солнечные стороны;
- придомовые помещения (лоджии, галереи, веранды) остекленные на С и СВ фасадах и открытые на Ю, ЮЗ и З фасадах;
- тамбуры при входах; вентилируемые шкафы для верхней одежды.

Инженерно-технические средства регулирования микроклимата помещений:

- центральное отопление средней мощности;
- вентиляция естественная вытяжная с притоком через форточки, клапаны и т.д.

- **Тип погоды: холодно-суровая (ХС).**
Неблагоприятные факторы погоды: сильное охлаждение.
Режим эксплуатации территорий и зданий: 3–закрытый с активной ветропеллолазащитой.

Рис. 5. Пример схемы застройки для холодно-суровой погоды.



Конструктивные средства регулирования микроклимата помещений:

- наружные ограждения высокими теплозащитными и воздухо-непроницаемыми свойствами, существенно уменьшающие теплопотери;
- энергосберегающие окна; применение окон с "теплыми зеркалами";
- надежная герметизация притворов в окнах или глухие окна;
- проектирования фундаментов с учетом вечной мерзлоты.

Инженерно-технические средства регулирования микроклимата помещений:

- центральное отопление высокой мощности;
- принудительная приточно-вытяжная вентиляция с подогревом воздуха в теплообменниках, его увлажнением и т.д.

Градостроительные средства улучшения микроклимата территории застройки:

- очень компактные объемно-планировочные решения застройки;
- замкнутая застройка повышенной этажности;
- защита от ветра с помощью ветрозащитных зданий;
- озеленение территории застройки с целью тепловетрозащиты;
- зимние сады и рекреации;
- обеспечение максимальной инсоляции территории.

Архитектурные средства улучшения микроклимата придомовой территории и помещений:

- замкнутая застройка повышенной этажности с уменьшением размера двора до 2 Нзд;
- озеленение территории двора с целью тепловетрозащиты;
- максимальная инсоляция придомовой территории и помещений;
- максимально компактные объемно-планировочные решения зданий;
- закрытые отопливаемые лестницы;
- двойные тамбуры при входах;
- вентилируемые шкафы для верхней одежды;
- широкие корпуса с помещениями, вытянутыми поперек корпуса;
- отсутствие открытых помещений;
- уменьшение размеров оконных проемов,
- освещение вспомогательных помещений искусственным или "вторым" светом.

Выводы. Проведенные исследования позволили получить следующие результаты [5]:

Предложенная новая методика климатического анализа городов позволяет установить типы климата городов Украины с учетом их новых климатических показателей, фиксирующих изменение климата за прошедшие 30 лет.

Введенные новые типы погоды и режимы эксплуатации территорий и зданий дополняют существовавшие ранее и позволяют более тщательно проанализировать особенности климата городов.

Разработанные на этой основе новые климатотипологические требования к архитектурным решениям дополняют существовавшие ранее и позволяют более детально учитывать нюансные отличия климата при выборе архитектурных, градостроительных, конструктивных и инженерно-технических решений. Это дает возможность обеспечить большую энергоэффективность зданий и градостроительных образований в современной архитектуре городов Украины.

Литература

1. Строительная климатология и геофизика : СНиП 2.01.01-82. – [Введены в действие с 1 янв. 1984 г.] / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1983. – 136 с. – (Державні будівельні норми України до 01.11.2011).

2. Архитектурная физика : Учебник для вузов: специальность «Архитектура» //В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина и др.; под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Архитектура-С, 2005. – 442 с.

3. Містобудування. Планування і забудованісських і сільських поселень : ДБН 360-92**. – [Чинні від 1992-01-01] / Держбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2002. – 136 с. – (Державні будівельні норми України зі Змінами № 1-10).

4. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010.– [Чинний з 1 листопада 2011 р.] / Мінрегіонбуд України. – К. :Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Державний стандарт України);

5. *Вітвицька Є.В.* Врахування нормативних параметрів клімату міст України у архітектурному проектуванні : навчальний посібник // Є.В. Вітвицька, Д.О. Бондаренко; під ред. Є.В. Вітвицької. – Одеса: ОДАБА, 2015. –261с.

ЗМІНА КЛІМАТУ МІСТ УКРАЇНИ ТА НОВІ КЛІМАТОТІПОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ НИХ *Є. В. Вітвицька*

Змістом цієї статті є розробка пропозицій з удосконалення методики кліматичного аналізу, що дозволили проаналізувати зміни клімату міст

України за останні 30 років і розробити для них нові кліматотипологічні вимоги, які дають можливість більш детально враховувати найменші відмінності клімату при виборі архітектурних рішень міст задля забезпечення більшої енергоефективності їх будівель та містобудівних утворень в сучасній архітектурі.

**CLIMATE CHANGE CITIES OF UKRAINE AND
KLIMATOTIPOLOGICHESKIE NEW REQUIREMENTS FOR THEM**
E. Vitvitskaya

The content of this article is to develop proposals to improve the methods of climatic analysis enabled us to analyze climate change Ukrainian cities for the last 30 years and has developed a new klimatotipologicheskies requirements that enable more detail to take into account the slightest differences of climate in the selection of architectural decisions cities for greater energy efficiency of their buildings and urban structures in modern architecture.

ХОЛОДНАЯ ВОДА КАК НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

На основе анализа результатов измерения температуры холодной воды установлена закономерность её изменения в течении года на вводах зданий Одесского региона для использования её в качестве низкотемпературного источника энергии для теплонасосных систем горячего водоснабжения и охлаждения зданий.

Постановка проблемы. Одним из перспективных направлений экономии топлива и защиты окружающей среды при теплоснабжении зданий является высокоэффективное использование низкотемпературных источников энергии. Современное состояние, перспективы и проблемы использования теплонасосных технологий для теплоснабжения предопределяет необходимость совершенствования систем отбора теплоты, а также поиск новых низкотемпературных источников возобновляемой энергии кроме традиционно применяемых: в виде грунта верхней части Земли и солнечного излучения, поверхностных, подземных и сточных вод, атмосферного воздуха и отработанных газозоодушных потоков производственно - технологического и коммунально - бытового циклов. Затраты на устройство систем отбора теплоты для некоторых из них весьма существенны. Например, стоимость отбора теплоты грунта с предельной его температурой 8-10°С составляет до 70 % от общих затрат на устройство теплонасосной системы теплоснабжения.

Основная часть. Представляется, что одним из направлений энергосбережения может быть использование теплоты исходной холодной воды на вводе в здание как индивидуально, так и сочетании с другими источниками возобновляемой и вторичной энергии.

Большинство систем центрального водоснабжения характеризуется значительной протяженностью магистральных трубопроводов от источника водозабора до ввода в здание [1]. В частности, протяженность магистрального трубопровода от водозаборной станции (пгт. Беляевка) до г. Одессы превышает 30 км. При этом расстояние, например, до наиболее удаленных объектов водоснабжения Суворовского района г. Одессы превышает 40 км, а до зданий г. Южный длина главного водовода превышает 50 км. В результате многообразия теплообменных процессов при контактном взаимодействии грунтов с различной водонасыщенностью, а также других факторов воздействия окружающей среды с поверхностью трубопровода, температура транспортируемой воды существенно

изменяется от исходного значения при водозаборе (2...5 до 22) °С, соответственно в холодный и теплый период года, приближаясь к температуре грунта на уровне заложения трубопровода, проходящего обычно на глубине (0,7 ÷ 2,0) м. После распределительных магистралей происходит дальнейшее изменение температуры воды в неизолированных трубопроводах внутри зданий, в т. ч. в баках систем резервной подпитки. В результате нагрева грунта в теплый период года в процессе теплового воздействия воздуха, атмосферных осадков и солнечного излучения в южных регионах Украины наблюдается существенное повышение температуры транспортируемой воды, которая достигает 25 °С на вводе в здание. Изложенное указывает на возможность использования энергии исходной холодной воды в качестве низкотемпературного источника для теплохладоснабжения зданий.

В настоящее время в научно - технической и справочной литературе отсутствуют необходимые сведения для определения температуры холодной воды на вводах в здания при разной длине и характерных способах прокладки водоводов. Поэтому автором были проведены соответствующие замеры температуры воды на вводах двух однотипных девятиэтажных зданий в г. Одессе (Днепропетровская дорога, д. 125, корпус 1) и г. Южный (улица Ново-Биллярская, д. 28, корпус 1). Измерение температуры поступающей воды производилось на вводах трубопроводов, диаметром 80 мм из водоразборных кранов диаметром 20 мм методом прямого излива потока на рабочую часть лабораторного термометра ТЛ с ценой деления шкалы 0,1°С в период с 7 до 8 часов утра. Показания термометров снимались при достижении стабильных условий, обычно через 4-5 минут. Измерения производились в начале, середине и в конце каждого месяца. Результаты соответствующих замеров температур воды заносились в журнал, обобщенные значения которых представлены на рис.1. Из анализа результатов измерений следует, что общая закономерность изменения температуры холодной воды в годовом интервале на вводе в здание удовлетворительно аппроксимируется графиком уравнения общей синусоидальной зависимости $y = A \sin(\omega x + \varphi_0)$ с круговой частотой ω и фазой φ_0 , который смещен по вертикали полуоси положительных температур $0 - t_{хв}$. с амплитудой $A = 9^\circ\text{C}$ относительно средней температуры воды, равно $16,5^\circ\text{C}$. Несогласующаяся часть действительных значений температуры холодной воды с графиком аппроксимации (пунктирная линия) отражает сложность теплообменного процесса взаимодействия воды в соответствующий период года при изменении ее температуры до температуры контактирующего грунта с трубопроводом.

Анализ результатов измерения температуры холодной воды качественно подтверждает переменный и вместе с тем достаточно высокий

её температурный уровень, как низкотемпературного источника теплоты для теплоснабжения зданий.

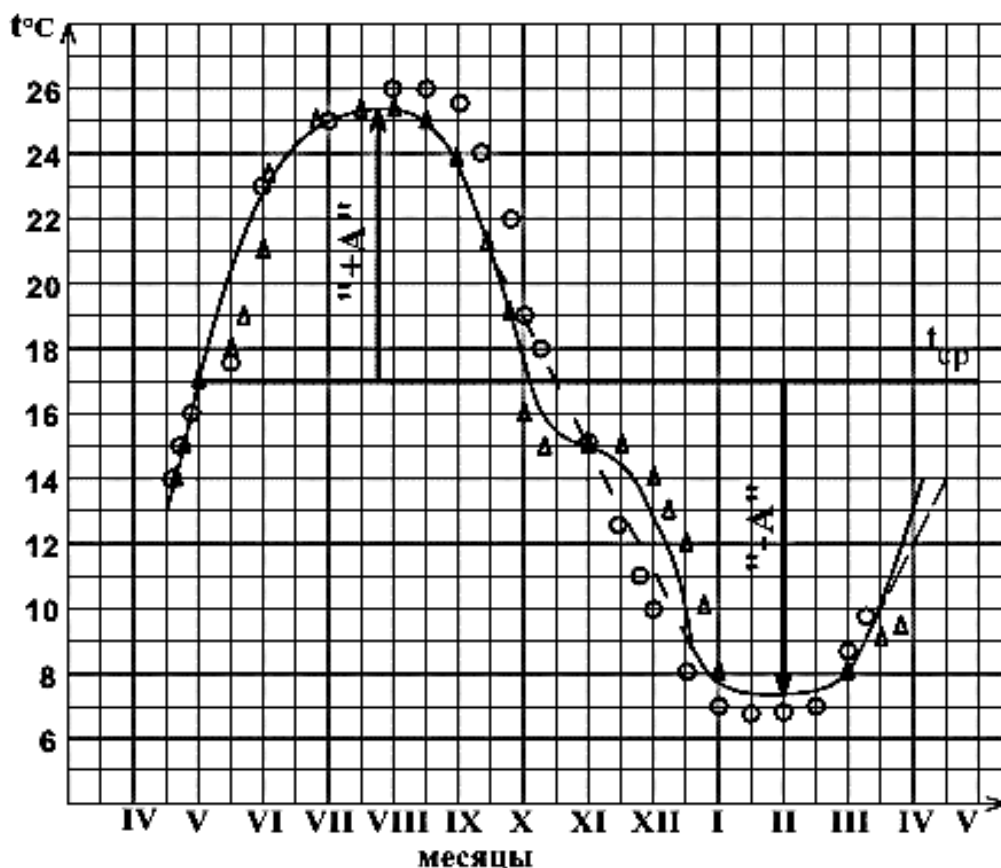


Рис. 1. График изменения температуры воды на вводах жилых зданий г. Одессы и г. Южный в период 2014 - 2015 гг.

Условные обозначения: **О** – для дома в г. Одессе; **Δ** – для дома в г. Южный.

При этом вода на вводе в здания положительно характеризуется рядом преимуществ по сравнению с другими низкопотенциальными источниками энергии:

- относительно высоким температурным уровнем воды с мая по октябрь, которая существенно превышает, температуры грунта, как низкопотенциального источника, наиболее широко рекомендуемого для теплонасосного теплоснабжения [2,3];

- возможностью совмещения функции использования холодной воды как по основному назначению, так и в виде низкотемпературного источника для теплоснабжения зданий;

- непосредственной близостью анализируемого низкотемпературного источника теплоты к абонентским системам, применение которого позволяет максимально снизить капитальные и эксплуатационные затраты на устройство систем отбора тепловой энергии;

- пониженными энергозатратами при транспортировке воды ввиду двухцелевого её назначения и близости к теплопотребляющим системам;

- возможностью использования простых и недорогих конструкций теплообменного оборудования ввиду сравнительно малой коррозионной активности поступающей воды хозяйственно - питьевого назначения;

- повышенной экологической безопасностью с возможностью практического использования применения на всех объектах теплоснабжения.

Вместе с тем использование холодной воды в качестве низкотемпературного источника теплоты ограничивается сравнительно низким её температурным уровнем в наиболее холодные месяцы отопительного периода года, что предопределяет необходимость разработки прежде всего комбинированных систем для горячего водоснабжения и охлаждения зданий в межотопительный период, сочетающихся с другими низкотемпературными источниками энергии либо с применением дополнительного источника теплоты. Кроме того для анализируемого источника теплоты характерна зависимость располагаемого энергетического ресурса от общего расхода холодной воды в здании и режима водопотребления, например, в суточном интервале. Закономерно, что вышеотмеченные особенности использования холодной воды в качестве низкотемпературного источника должны учитываться в разработке соответствующих систем теплохладоснабжения зданий.

Следовательно, при централизованном водоснабжении из открытых водоемов холодная вода на вводе в здания Одесского региона обладает сравнительно высокой температурой с амплитудой изменения $\pm 9^{\circ}\text{C}$ относительно среднегодового значения $16,5^{\circ}\text{C}$. Наиболее низкая температура воды отмечается с ноября по март, а в июле она превышает 24°C . При этом минимальная температура воды $7,5^{\circ}\text{C}$ отмечается с середины декабря до конца февраля. Ее значение находится на уровне средней температуры грунта, рекомендуемого действующими нормативами [3] в качестве низкопотенциального источника для теплонаносных систем теплоснабжения. Таким образом, результаты выполненных измерений подтверждают целесообразность использования холодной воды в качестве низкотемпературного источника в разработке технических решений прежде всего комбинированных теплонаносных систем горячего водоснабжения и охлаждения в теплый период для зданий с повышенным режимом разбора холодной и горячей воды.

Одним из практических примеров энергоэффективного использования холодной воды для теплохладоснабжения зданий [4] представлен на рис. 2. Принцип работы системы заключается в том, что исходная вода на вводе в здание делится на два потока с необходимыми расходами для систем холодного и горячего водоснабжения. В процессе термотрансформаторного цикла происходит отбор теплоты из проходящей части воды через испаритель в процессе охлаждения ее до предельно обоснованной положительной температуры с последующей передачей

отбираемой теплоты нагреваемой части в конденсаторе для горячего водоснабжения. При недостаточной температуре горячей воды может быть предусмотрен дополнительный ее догрев.

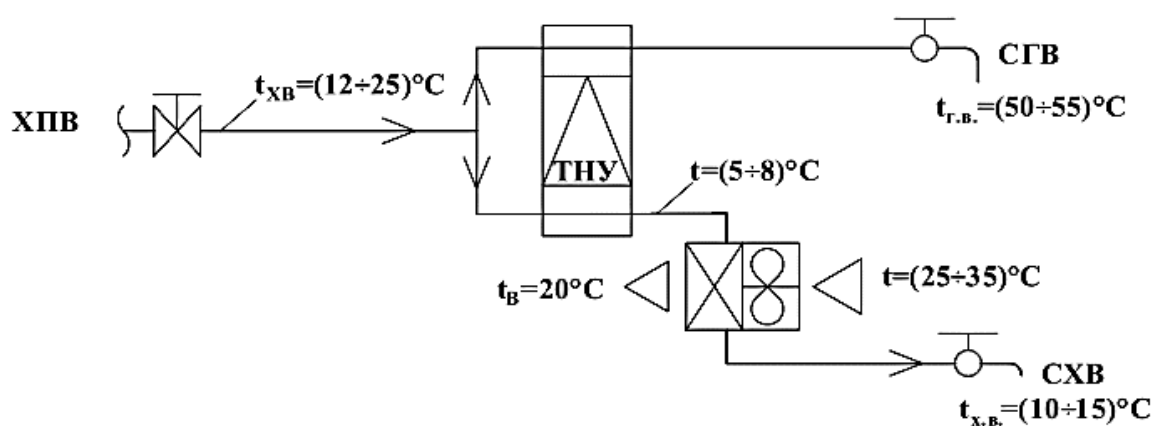


Рис. 2. Принцип работы теплонасосной системы горячего водоснабжения и охлаждения здания на основе энергии холодной воды на вводе в здание.

Условные обозначения: ХПВ – хозяйственно - пищевой водопровод; ТНУ – теплонасосная установка; СГВ- система горячего водоснабжения; СХВ - система холодного водоснабжения

Охлажденная часть исходной воды после испарителя поступает в калорифер для охлаждения приточного воздуха, который поступает в кондиционируемые помещения. Погретая таким образом вода после калорифера до $(15-20)^{\circ}\text{C}$ поступает в традиционную систему холодного водоснабжения. Ввиду сходства и идентичности режимов разбора горячей и холодной воды с преобладанием последней в суточном интервале могут быть предусмотрены водяные аккумуляторы. Их устройство направлено на «сглаживание» соответствующих расходных режимов для обеспечения энергоэффективной работы всей системы.

Система отбора теплоты на этой основе характеризуется минимальными капитальными затратами ввиду незначительной протяженности магистралей в здании, которая отличается, при необходимости, простотой устройства межсезонного переключения с традиционными системами.

Следуя результатам выполненных замеров и анализа пароконденсационного цикла [4] автором предложена новая система теплохладоснабжения [5] в процессе интегрирования энергии холодной воды и воздушных потоков с пневмогидравлической стабилизацией термотрансформаторных процессов.

Выводы. На основе анализа результатов измерения температуры холодной воды установлена закономерность ее изменения в течении года на вводах жилых зданий Одесского региона, а также обоснована целесообразность использования её и в качестве низкотемпературного источника энергии, обладающего весьма существенными преимуществами. Снижающийся ее энергетический потенциал в периоды

максимально низких температур наружного воздуха и пониженных режимам водоразбора следует учитывать в разработке индивидуальных и комбинированных систем горячего водоснабжения и охлаждения зданий, находящихся прежде всего в южных регионах Украины.

Литература

1. ДБН В.2.5 – 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ. Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово – комунального господарства України. 2013р. 104с.

2. *Петраш В.Д.* Теплонасосные системы теплоснабжения: монографія/В.Д. Петраш – Одеса: типографія «ВМВ», 2014 - 556 с.

3. ДСТУ Б В.2.5 – 44:2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. – Київ.; Мінрегіонбуд України, 2010, с57.

4. *Петраш В.Д., Войкіна Т.Ю., Герасименко О.А., Басіст Д.В.* Система горячего водопостачання та вентиляції на основі термотрансформаторного циклу. Патент України на винахід № 90926, Бюл. № 11, від 10.06.2010р.

5. Заявка на винахід № а 2014 07374 Україна, МПК F24D 17/02. Система теплохолодопостачання на базі інтегрованої енергії холодної води та повітряних потоків з пневмогідравлічною стабілізацією термотрансформаторних процесів/В.Д. Петраш, М.В. Висоцька, О.А. Поломанний; заявл. 01.07.2014 ; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1.

ХОЛОДНА ВОДА ЯК НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ДЖЕРЕЛО ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ

М. В. Висоцька

На основі аналізу результатів вимірювання встановлена закономірність зміни температури холодної води протягом року на вводах будівель Одеського регіону для використання її в якості низькотемпературного джерела енергії в розробці теплонасосних систем горячого водопостачання та охолодження будівель.

COLD WATER AS LOW TEMPERATURE FOR SOURCE HEAT PUMP SYSTEMS HEAT AND COLD BUILDINGS

M. Vusotska

Based on the analysis of measurements of cold water temperature results was determined the pattern of its change during the year at entrances of Odessa region buildings for using it as a low-temperature energy source for hot water supply heating systems and cooling of buildings.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ПОКРИТТЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ШЛЯХОМ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Експериментальним шляхом в натурних умовах визначено опір теплопередачі покриття багатопверхового каркасно-монолітного житлового будинку (перекриття між житловими приміщеннями та неопалювальним технічним поверхом). Результати дослідження проаналізовані на відповідність нормативним вимогам та розрахунковим значенням опору теплопередачі.

Постановка проблеми. Для перевірки та контролю відповідності нормативним вимогам фактичних значень опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель необхідно проводити експериментальні дослідження. Експериментальні випробування проводяться в лабораторних або натурних умовах з дотриманням методики [1]. Основною перевагою натурних випробувань порівняно з лабораторними є те, що випробувальна конструкція перебуває в реальних умовах експлуатації тривалий час, за який в ній відбулися зміни тепловологісного стану. Недоліком даного методу є відсутність доступу до внутрішніх частин конструкції (утеплювача) для визначення причин зменшення або збільшення опору теплопередачі.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Більшість публікацій на тему експериментальних досліджень опору теплопередачі зорієнтована на стінові огорожуючі конструкції. Визначення опору теплопередачі покриттів багатопверхових житлових каркасно-монолітних будинків експериментальним шляхом не виконувався.

Постановка задачі. Експериментальним шляхом в натурних умовах визначити опір теплопередачі покриття (перекриття між житловими приміщеннями та неопалювальним технічним поверхом). Зробити висновки про відповідність даного перекриття нормативним вимогам.

Основна частина. Для проведення натурних випробувань було обрано 24-поверховий каркасно-монолітний житловий будинок, розташований на перетині вулиць Уманської та Чоколівського бульвару в Солом'янському районі м. Києва (рис. 1). Будинок був введений в експлуатацію в 2008 році та експлуатується 6 років. Через відсутність можливості виконати випробування з житлових приміщень для дослідження було взято плиту перекриття на відмітці +76,200 м, яка розмежовує неопалювальний технічний поверх та квартири мешканців. На

житловому поверсі знаходиться технічний коридор для доступу до машинного приміщення ліфтів і прокладки комунікацій.



Рис. 1. Фотографія житлового будинку, в якому виконувались експериментальні дослідження

Саме на стелі цього коридору, який з усіх боків межує з квартирами, виконувалися експериментальні дослідження. Середня температура внутрішнього повітря складала 20,6°C. Переріз і склад досліджуваного перекриття зображений на (рис. 2)

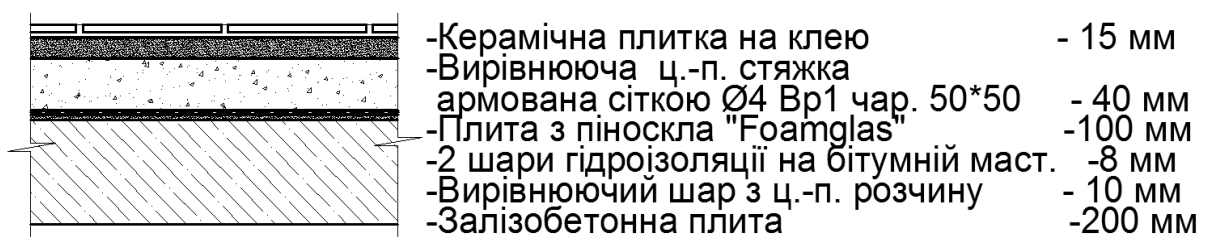


Рис. 2. Склад плити перекриття

Експериментальні дослідження проводилися за допомогою мобільного комплексу для визначення енергоефективних характеристик, тепловізора, пірометра, барометра та анемометра. Комплекс має 4 групи перетворювачів теплового потоку (тепломірів) для визначення теплового потоку і поверхневої температури в 4 точках однорідної огорожувальної конструкції та 12 термопар для визначення температури навколишнього середовища і поблизу конструкції.

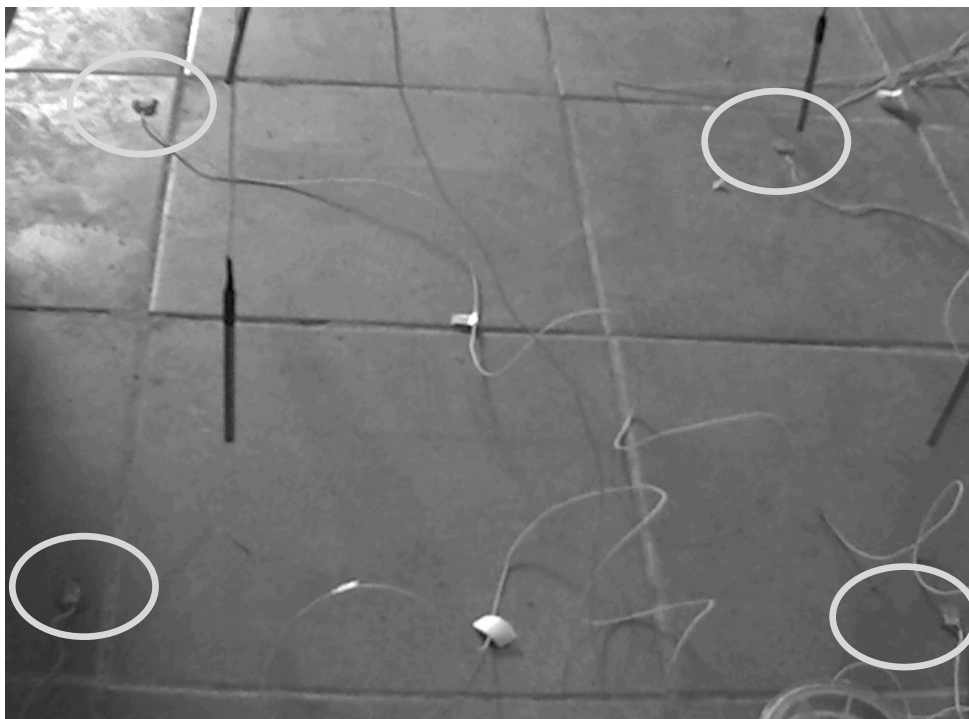


Рис. 3. Розміщення датчиків з боку внутрішньої частини конструкції

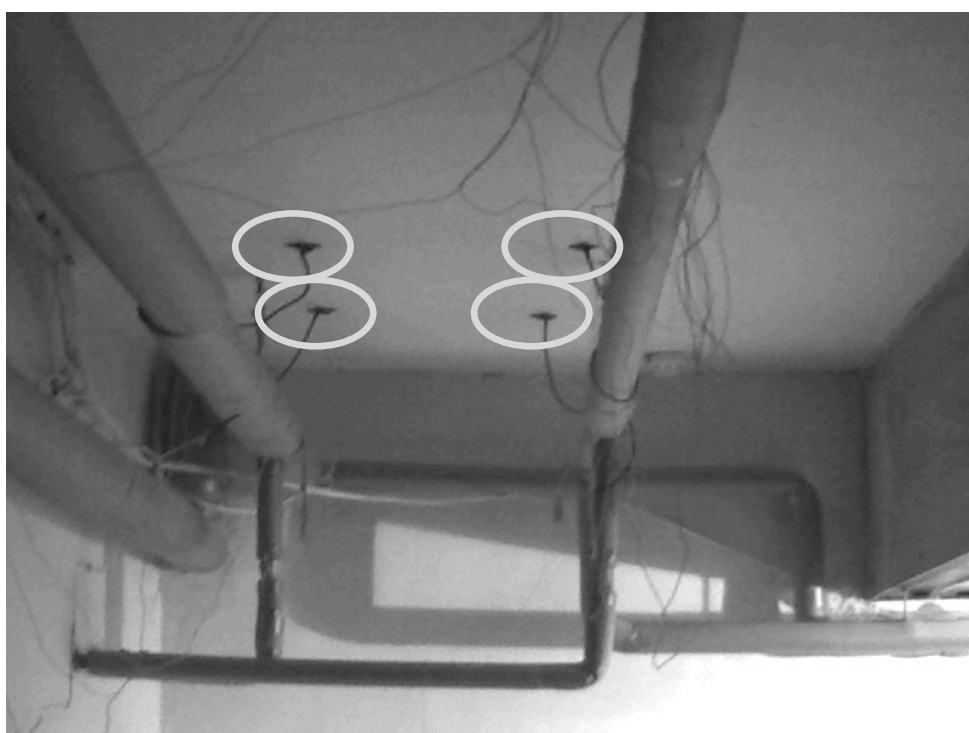


Рис. 4. Розміщення датчиків з боку зовнішньої частини конструкції

Обрану ділянку перекриття було розбито на 4 зони (рис. 3, 4) площею по 0,25 м², по центру кожної були розташовані тепломіри і термоміри згідно [1]. Так як конструкція знаходиться в усталеному режимі експлуатації випробування проводились протягом 8 годин. Данні записувались з інтервалом 15 хвилин. В результаті обробки експериментальних даних були отримані наступні усереднені показники (табл. 1):

Таблиця 1

Результати обробки експериментальних даних

Назва величини	Значення
Температура навколишнього середовища внутрішня $T_{нс.вн.}, ^\circ C$	21,60
Температура навколишнього середовища зовнішня $T_{нс.зов.}, ^\circ C$	8,93
Температура поверхні внутрішня $T_{п.вн.}, ^\circ C$	21,41
Температура поверхні $T_{п.зов.}, ^\circ C$	12,72
Поверхнева густина теплового потоку $q, Вт/(м \cdot ^\circ C)$	2,82

За формулою 8 [1], на основі експериментальних даних, був визначено опір теплопередачі, який дорівнює 3,08 м²·°C/Вт. Розрахунковий опір теплопередачі конструкції [2] дорівнює 3,31 м²·°C/Вт.

Натурні дослідження опору теплопередачі конструкцій відображають реальну картину стану теплоізоляційної оболонки будівлі. В той же, час коли в результаті досліджень фіксуються відхилення від розрахункових теплофізичних характеристик конструкції, постає питання визначення первопричин цих відхилень та їх вплив на конструкцію протягом всього терміну експлуатації. Для цього необхідно мати можливість доступу до внутрішніх частин конструкції для проведення додаткових вимірювання, взяття проб матеріалів конструкції та візуального огляду. В будівлях, які експлуатуються, отримати дозвіл від власників приміщень та експлуатуючої служби на розкриття конструкцій (навіть локально) практично неможливо. Тому проведення таких випробувань може виконуватися перед або паралельно з проведенням ремонтних робіт відповідних конструкцій, або шляхом створення експериментальних будівель або їх частин. Зменшення термічного опору конструкції покриття в результаті її експлуатації протягом 6...7 років можна пояснити змінами температурно-вологісного стану.

Для зменшення витрат енергії на опалення будівель, покращення їх енергетичних показників і впровадження енергоефективних заходів з 1 липня 2013 р. в Україні були введені в дію зміни до ДБН [2], за якими мінімально допустиме значення опору теплопередачі горищних покриттів і перекриттів неопалювальних горищ складає 4,95 м²·°C/Вт. Тобто досліджувальна конструкція не задовольняє теплотехнічні вимоги сьогодення. В якості енергоефективного заходу рекомендується утеплити конструкцію горищного покриття.

Були проведені дослідження за допомогою тепловізора, для визначення ділянок покриття з найбільшими тепловими витратами. На рис. 5 наведені термограми конструкції покриття, аналізуючи яку можна зробити висновок, що найбільш інтенсивни тепловий обмін відбувається по периметру парапетів будинку.

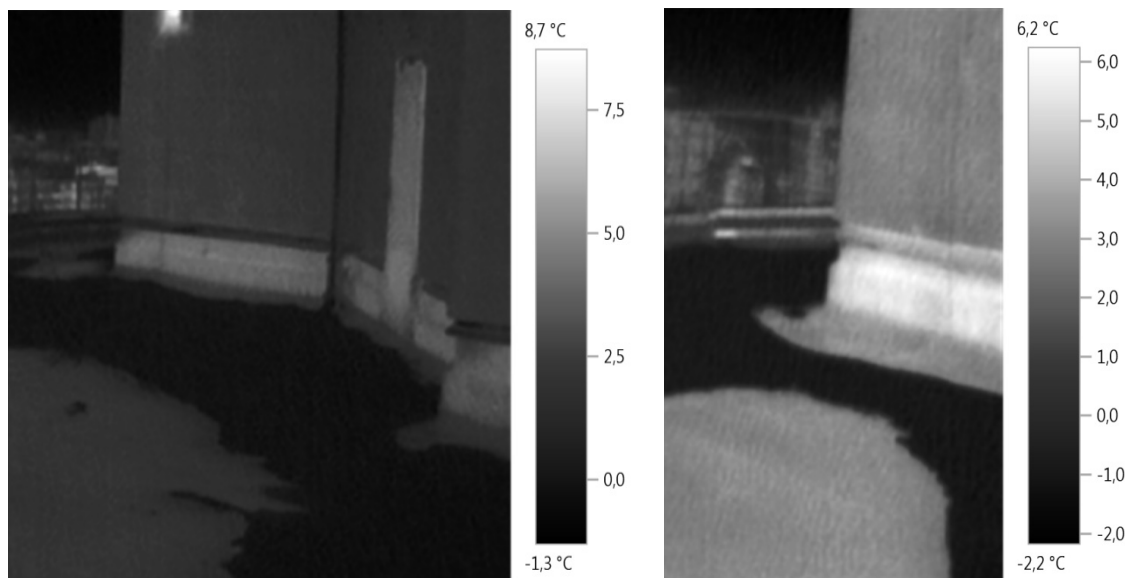


Рис. 4. Термограми огорожувальних конструкцій технічного поверху

Висновки. Для покращення енергетичних показників покриття будинку необхідно здійснити його додаткове утеплення. Найбільш раціональним є утеплення горищного перекриття на ділянках шириною 1000 мм уздовж всіх зовнішніх стін екструдованим пінополістиролом товщиною 150 мм (щільність 20-50 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності 0,035-0,042 Вт/(м·°C)), а по всій поверхні горищного покриття – жорсткою мінераловатною плитою товщиною 100 мм (щільність 120-250 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності 0,032-0,038 Вт/(м·°C)).

Література

1. ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 83 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.
3. ДБН В.1.1-7:2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.
4. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник/ Гетун Г.В.– К.: КОНДОР, 2011. – 378 с.
5. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія/ Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 211с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ
ПОКРЫТИЯ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ПУТЕМ**

Г. В. Гетун, С. М. Чухрай, И. А. Атаманюк

Экспериментальным путем в натуральных условиях определено сопротивление теплопередачи покрытия многоэтажного каркасно-монолитного жилого дома (перекрытия между жилыми помещениями и неотапливаемым техническим этажом). Результаты исследования проанализированы на соответствие нормативным требованиям и расчетному значению сопротивления теплопередачи.

**DETERMINATION OF RESISTANCE TO HEAT COATING
APARTMENT HOUSE EXPERIMENTALLY BY**

G. Getun, S. Chukhray, I. Atamanyuk

By experimentation in natural conditions determined resistance to heat transfer overlapping multi-storey frame-monolithic house (overlap between the living quarters and unheated technical floor). Results of the study were analyzed for compliance with regulatory requirements and the calculated value of resistance heat.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЫМОГАРНЫХ КОТЛОВ С ДВУМЯ
ЖАРОВЫМИ ТРУБАМИ**

*¹⁾Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

²⁾BBS GmbH, ФРГ

В статье рассмотрены схемы организации циркуляции теплоносителя в тепловых схемах отопительных котельных с жаротрубными котлами большой мощности.

Проблема появления низкотемпературной коррозии для жаротрубных котлов также актуальна, как и для водотрубных, с той лишь разницей, что в водотрубных котлах она имеет место на наружной стороне труб поверхностей нагрева на входе в котел в топке или в конвективной шахте в зависимости от конструкции котла или от режима его работы и применяемого топлива (газ или мазут), а в жаротрубных котлах – внутри дымогарных труб на выходе дымовых газов из котла. Для борьбы с этим явлением для жаротрубных и водотрубных котлов используют один и тот же прием – рециркуляцию части подготовленной в котле воды на его вход с тем, чтобы держать температуру обратной воды на входе в котел на уровне 65-70 °С.

В отопительных водогрейных котельных установках возможны две схемы организации рециркуляции теплоносителя – общестанционная и индивидуальная [1]. В первом случае вода из общего трубопровода на выходе из котлов подается в общий же трубопровод на входе в котельную после сетевых насосов с использованием одного рециркуляционного насоса. Во втором случае каждый котел снабжается своим индивидуальным рециркуляционным насосом. Эта схема выбирается из-за сложностей с регулированием, возникающих при использовании выносных экономайзеров, применяемых в жаротрубных котлах для глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания. В результате появления экономайзера регулирование рециркуляции становится двухступенчатым. Поступающая из обратного трубопровода вода с меньшей температурой нагревается в экономайзере, а если после экономайзера температура ее все равно не достаточно высокая, чтобы подавать ее в котел без опасности возникновения низкотемпературной коррозии, то подключается рециркуляционный насос, обеспечивающий необходимый догрев обратной воды путем дополнительного подмешивания горячей воды из подающего прямого трубопровода в обратный между экономайзером и входом в котел. В отечественной практике подобная схема используется при переводе

паровых котлов типа ДКВР и ДЕ с чугунными экономайзерами в водогрейный режим [2].

Для жаротрубных котлов большой мощности во избежание образования застойных зон и улучшения циркуляции воды на входе в котел устраивается специальный распределитель потока [3]. Его использование приводит к еще одному положительному эффекту – холодная вода после входа в котел, двигаясь вдоль поверхности распределителя, частично перемешивается с горячей котловой водой, что снижает опасность охлаждения внутренней поверхности дымогарных труб на выходе дымовых газов из котла до температуры конденсации содержащихся в них водяных паров. Это дает возможность включать рециркуляционный насос еще позже, чем просто при наличии экономайзера.

Вообще рециркуляция снижает эффективность работы котла, добавляя в тепловой баланс расход теплоты на собственные нужды. Для уменьшения этой составляющей баланса можно, анализируя состав продуктов сгорания и их давление на выходе из котла, определить возможности уменьшения объема рециркуляции и, соответственно, снижения температуры воды в обратном трубопроводе на входе в котел [4]. Однако летом при работе только на систему горячего водоснабжения эта возможность не может быть реализована в принципе.

Для реализации описанных возможностей экономии электроэнергии на привод рециркуляционного насоса и снижения потребления при этом теплоты на собственные нужды котла приходится усложнять схему включения рециркуляционного насоса, которая представлена на рис.1. Работает схема следующим образом.

Через трубопровод подачи котла нагретая в котле вода поступает в систему. Через обратный трубопровод вода от потребителя подается обратно в котел.

Из обратного трубопровода котла часть холодной воды проходит через трёхходовой регулирующий клапан (поз. 3 проток В=>АВ) и подается на насос рециркуляции поз. 2, который направляет ее на вход экономайзера.

В экономайзере вода нагревается, отбирая тепло у уходящих из котла продуктов сгорания. После экономайзера нагретая вода рециркуляции возвращается в обратную линию в непосредственной близости от входа в котёл. За счёт подмешивания подогретой воды происходит повышение температуры воды в обратной линии.

Если теплоты, снимаемой в экономайзере, не достаточно, чтобы достичь желаемой температуры обратной линии котла, происходит автоматическое подмешивание горячей воды из прямой линии котла. Это осуществляется следующим образом.

Датчик температуры обратной линии 6 контролирует температуру воды, поступающей в котёл. Если эта температура ниже уставки, заданной

на регуляторе в шкафу управления, то на сервопривод трёхходового регулирующего клапана подаётся сигнал на открытие в сторону горячей воды из прямой линии (от входа клапана А). Теперь холодная вода из обратной линии протекает по потоку трёхходового клапана В=>АВ и горячая вода из прямой линии котла, поступая по потоку трёхходового клапана А=>АВ, смешиваются друг с другом и подаются насосом в экономайзер. Таким образом, достигается как повышение температуры воды в обратном трубопроводе котла, так и защита экономайзера от конденсации при низкой температуре воды в обратном трубопроводе.

Кроме того, экономайзер оснащён регулирующей заслонкой с сервоприводом для регулирования температуры уходящих газов. Данное устройство также является органом защиты экономайзера от образования конденсата.

Датчик температуры уходящих газов 7 измеряет температуру газов на выходе из экономайзера. Если температура ниже уставки, заданной на регуляторе в шкафу управления, то на сервопривод регулирующей заслонки 8 подаётся сигнал на открытие в сторону байпаса. Уходящие газы проходят через обводной канал внутри корпуса экономайзера, минуя теплообменник.

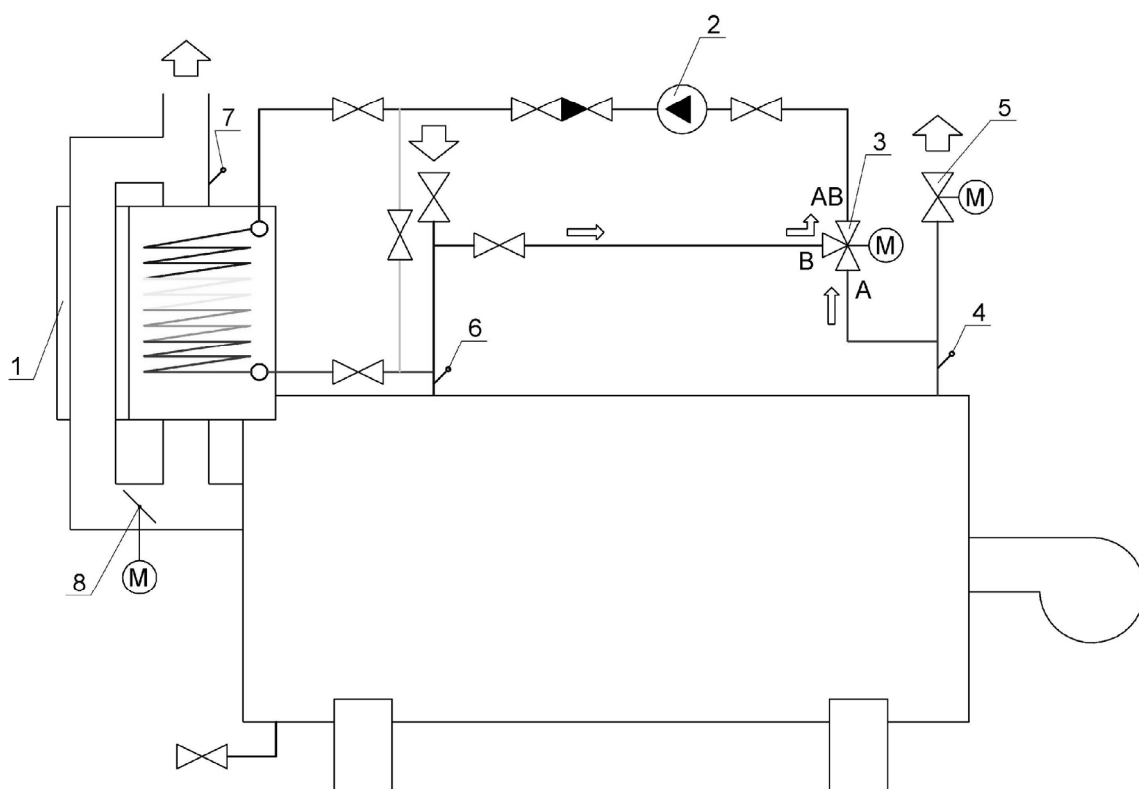


Рис. 1. Схема включения рециркуляционного насоса

- 1 – экономайзер котла; 2 – рециркуляционный насос; 3 – регулирующий клапан; 4 – датчик температуры прямой линии; 5 – задвижка подающей линии; 6 – датчик температуры обратной линии; 7 – датчик температуры уходящих газов; 8 – регулирующая заслонка с сервоприводом

В жаротрубных котлах большой мощности используется две горелки. Соответственно конструкция котла в таком случае имеет две жаровые трубы, которые в свою очередь предполагают наличие двух входов из обратного трубопровода сетевой воды в котел во избежание температурной неравномерности в межтрубном пространстве. При малых нагрузках на котел, например, летом при работе на систему горячего водоснабжения или в начале и при окончании отопительного сезона, обычно используется только одна горелка. Тогда один из двух параллельных входов в котел закрывается для организации специальной циркуляции внутри межтрубного пространства. В подобных режимах опасность конденсации водяных паров в экономайзере оказывается слишком большой, что приводит к сложностям в его регулировании. Проблема кардинально решается разделением единого экономайзера на два отдельных для каждого ввода теплоносителя в котел.

Количество воды, перемещаемой в рециркуляционной линии во всех этих режимах изменяется в большом диапазоне. Для обеспечения экономного расходования электроэнергии на привод рециркуляционного насоса во всем диапазоне его работы он должен быть обязательно оснащен устройством частотного регулирования оборотов двигателя.

Использование жаротрубных водогрейных котлов большой мощности в котельных систем централизованного теплоснабжения наталкивается еще на одну проблему. В случае отключения одной жаровой трубы могут возникнуть режимы, при которых окажется невозможным поддерживать необходимый температурный график в тепловой сети, так как количество воды, протекающее через котел остается постоянным и большим. Уменьшить его не возможно, поскольку существующие системы централизованного теплоснабжения должны эксплуатироваться при качественном регулировании нагрузки, которое предполагает постоянство расхода теплоносителя в сети. В котельных с котлами меньшей мощности с одной жаровой трубой или с водотрубными котлами эта проблема решается следующим образом: на один из котлов не подается топливо, но циркуляция воды в нем продолжается. Такой прием приводит к дополнительным потерям теплоты через теплоизоляцию котла и электроэнергии на привод сетевых насосов. Одним из способов решения проблемы может быть перевод абонентских вводов всех потребителей на независимую схему подключения, что дает возможность переходить на качественно-количественное регулирование. Однако это очень дорогой способ, требующий к тому же длительного времени для его реализации. Другим способом решения проблемы может быть изменение традиционной гидравлической схемы котельной с использованием гидравлического разделителя [5]. В этом случае открывается возможность использования всех преимуществ жаротрубных котлов большой мощности с двумя жаровыми трубами в системах централизованного теплоснабжения.

Выводы. Использование жаротрубных котлов большой мощности с двумя жаровыми трубами дает возможность уменьшить количество установленных котлов в котельной. Это приводит к уменьшению количества вспомогательного оборудования и упрощению процессов регулирования, что, естественно, приводит к уменьшению стоимости котельной и снижению эксплуатационных затрат. Возникающие при использовании двухжаротрубных котлов большой мощности проблемы с оптимизацией гидравлических режимов как самих котлов, так и тепловых сетей решаются путем использования новых гидравлических схем котельных.

Литература

1. Бузников Е. Ф., Роддатис К. Ф., Берзиньш Э. Я. Производственные и отопительные котельные. –М.: Энергоатомиздат, 1984.- с. 248.
2. Глущенко Л. Ф., Шевцов Д.С., Лисицкий Н.Ф., Опимах Е.Н. Реконструкций промышленно-отопительных котельных. –Киев: Техника, 1987. –150 с.
3. Гламаздин П. М., Schwarzenberger R. Особенности циркуляции теплоносителя в жаротрубных котлах большой мощности для централизованных систем теплоснабжения// «Енергоефективність у будівництві»: науково-технічний збірник. –Випуск 6. –К.:КНУБА, 2014, с. 341-345.
4. Корженко Є. С. Визначення оптимальної температури води на вході в систему нагріву водогрійних котлів. Энергосбережение, 2005, №3, с.15-16.
5. Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П. Енергоефективні теплові схеми опалювальних котельних систем централізованого теплопостачання// «Нова тема», №2, 2012, с. 52-54.

ГІДРАВЛІЧНІ СХЕМИ ОПАЛЮВАЛЬНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДИМОГАРНИХ КОТЛІВ З ДВОМА ЖАРОВИМИ ТРУБАМИ

П. М. Гламаздин, Р. Шванцбергер

В статті розглянуті схеми організації циркуляції теплоносія в теплових схемах опалювальних котельних з жаротрубними котлами великої потужності.

HYDRAULIC SCHEMES OF HEATING PLANTS USING THE FIRE-TUBE BOILERS WITH TWO FLAME TUBES

Pavel M. Glamazdin, Rudolf Schwarzenberger

The article describes the schemes of heat carrier circulation in the heating schemes of heating plants with high capacity fire-tube boilers.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті наводяться схеми матеріальних та енергетичних потоків, методика і результати розрахунку експлуатаційних витрат при реалізації технологій підготовки води для систем централізованого теплопостачання.

Постановка проблеми. Одним з факторів, що визначає питому витрату палива для систем централізованого теплопостачання є якість мережної води. Серед інших показників у складі мережної води нормується кількість солей жорсткості, наявність яких призводить до появи накипних відкладень, які збільшують питомі витрати палива, та кількість розчиненого у воді кисню та двоокису вуглецю, які провокують розвиток корозійних процесів в елементах систем централізованого теплопостачання (СЦТ) [1,2]. Для приведення якості теплоносія до нормованих показників в дійсний час використовуються декілька технологій [3, 4, 5]. Серед них корекційні, електрохімічні методи, мембранні технології та інші, але на практиці переважає традиційна технологія, що складається з термічної деаерації та пом'якшення методом іонного обміну. Інші методи недостатньо вивчені, надто дорогі чи мають технологічні обмеження [6]. Найбільш вивченими та придатними до практичного використання можна вважати методи корекційної обробки води або їх комбінації з пом'якшенням методом іонного обміну. Не дивлячись на це, методи корекційної обробки досі не знаходять широкого розповсюдження в теплопостачальних організаціях. Однією з причин повільності впровадження є їх недостатня економічна обґрунтованість.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У спеціалізованій та технічних періодичних виданнях проблемі економічного аналізу систем підготовки води для СЦТ не приділяється достатньо уваги. У спеціалізованих монографіях автори лише торкаються цієї проблеми [3, 4,7]. Переважна більшість робіт присвячена технічним аспектам проблеми. Напрямку вона розглянута у роботі [8], але досить вузько, не охоплюючи весь спектр можливих комбінацій корекційних технологій.

Мета та задачі дослідження. Для об'єктивного аналізу економічної сторони порівнюваних технологій необхідно побудувати схеми потоків енергії та речовин, що саме і складають ту чи іншу технологію. При цьому кінцевий результат повинен досягатись однаковий або бути близьким до

одного. Метою статті є побудова та аналіз схем матеріальних та енергетичних потоків в різних технологіях підготовки води для СЦТ. Для досягнення кінцевої мети вирішуються задачі визначення величин капітальних витрат для реалізації технологій та оцінювання кількості та вартості енергії та матеріалів, необхідних для їх впровадження.

Основна частина. Для аналізу прийнято п'ять можливих технологічних схем підготовки води:

- традиційна схема з вакуумною деаерацією пом'якшеної води;
- дві комбіновані схеми, в яких пом'якшена вода дегазувалась додаванням чистих Na_2SO_3 та NaOH з попереднім підігріванням пом'якшеної води до температури 70°C з метою підвищення розчинності у воді сульфіту натрію та схема без підігрівання пом'якшеної води з використанням складного комплексного реагенту з додаванням каталізатору розчинності та стабілізаторів розчину для уникнення реакції між Na_2SO_3 та NaOH при їх змішуванні;
- повністю корекційна схема з пом'якшенням води антискалантом та хімічною дегазацією;
- технологічна схема з модифікацією сирі води поверхнево-активними речовинами (ПАР) для утворення захисної плівки на металевих поверхнях елементів СЦТ без зв'язування розчинених газів і пом'якшення сирі води.

На рис. 1 представлені всі технологічні схеми з позначенням потоків енергії та матеріалів, характерних для кожної схеми.

За *схемою а* сира вода проходить нагрівач, де для інтенсифікації процесу і зменшення витрати солі здійснюється її підігрів з 5 до 35°C . Далі відбувається пом'якшення води у Na -катионітовому фільтрі, після чого вода надходить у вакуумний деаератор, де за рахунок зниження тиску нижче атмосферного і підігріву до 70°C , відбувається термічна деаерація. Витрата частини теплоти, що генерується котлами, на підігрів води визначається за формулою

$$Q_{\dot{o}}^i = G_{\dot{a}} \cdot \tilde{n} \cdot (t_2 - t_1) \eta + Q_{\dot{a}\dot{e}\dot{r}}, \quad (1)$$

де $G_{\dot{a}}$ - кількість води, яка надходить в деаератор, кг/год; c - теплоємність води, Дж/кг \cdot $^\circ\text{C}$; t_1, t_2 - температура теплоносія на вході та виході з підігрівача, $^\circ\text{C}$; η - коефіцієнт теплової ефективності підігрівача, %; $Q_{\dot{a}\dot{e}\dot{r}}$ - кількість теплоти, що втрачається з випаром, кДж.

Підігрів води супроводжується втратами теплоти у навколишнє середовище Q_m^s , а також з випаром у деаераторі $Q_{\text{вип}}$, які входять до загального балансу установки і необхідно компенсувати.

Генерування теплоти потребує витрат органічного палива, у даному випадку природного газу. Його витрата визначається з відомого рівняння

$$B_p = \frac{Q_m^n \cdot 100}{Q_p^n \cdot \eta_k} \quad (2)$$

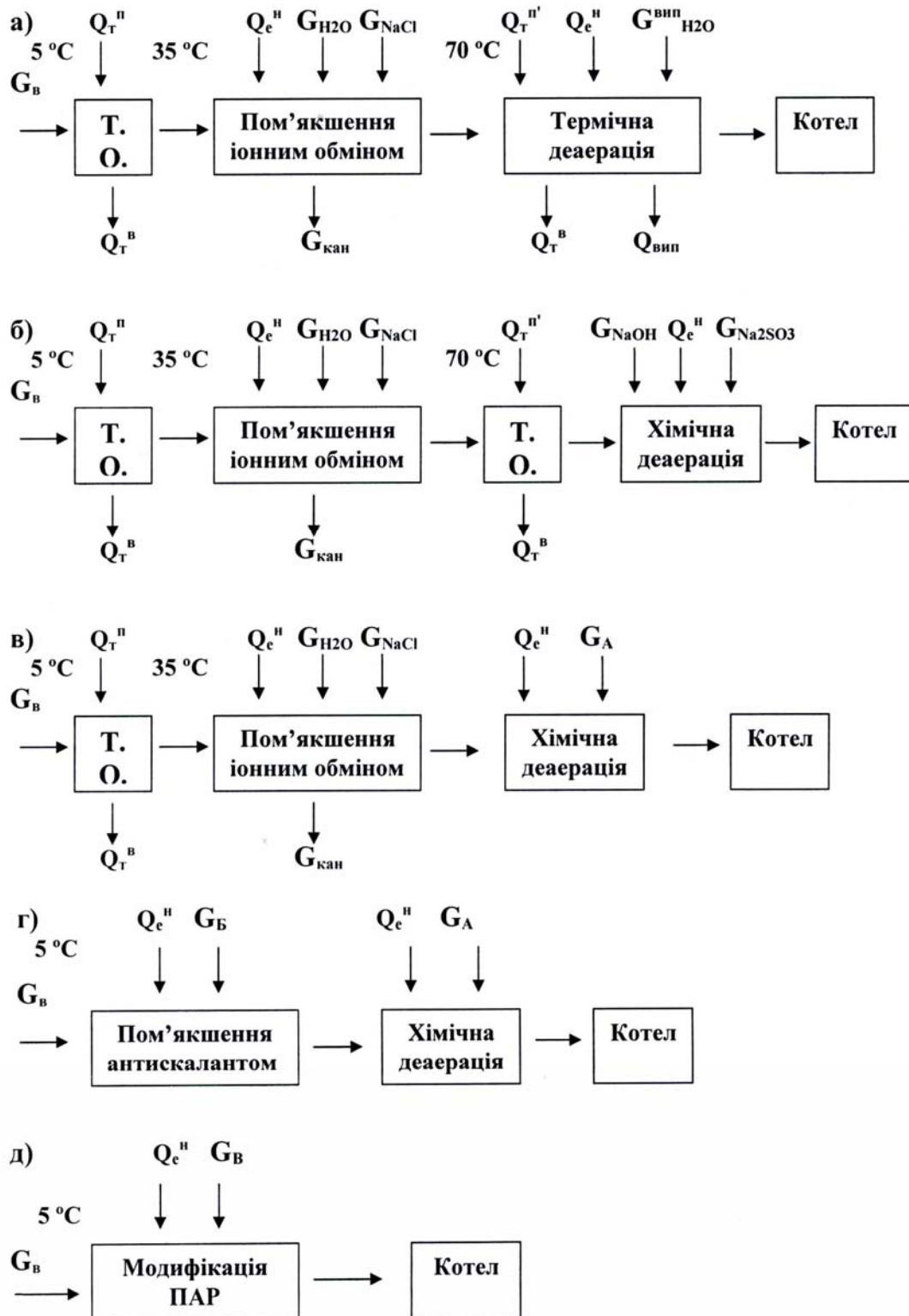


Рис.1 Технологічні схеми підготовки теплоносія

Позначення: $G_{п}$ - витрата підживлювальної води, м³/год, G_{H2O} - витрата свіжої води на потреби іонообмінного фільтру (ІФ), м³/год; Q_T^n - кількість теплоти на підігрів води, кДж; Q_T^B -кількість теплоти, що втрачається у навколишнє середовище, кДж; $Q_{вип}$ -

кількість теплоти, що втрачається у вигляді випару у деаераторі; Q_e^n -кількість електроенергії на привід насосу, кВт-год, G_{NaCl} -витрата NaCl на потребу ІФ, кг/год; $G_{кан}$ – витрата каналізаційних стоків, м³/год; $G_{вип}$ - витрата води з випаром у деаераторі, м³/год; $G_{A,B,V}$ - витрата деоксиданту, антискаланту, модифікатору, кг/год; Т.О. – нагрівач. де Q_δ^i - нижча теплота згорання природного газу, кДж/м³; η_e - нормативний коефіцієнт корисної дії котлоагрегату, %.

Ще одним потоком енергії у цій технології є витрата електроенергії на привід насоса робочої води для ежектора та на привід насосу підняття води з накопичувального баку до вакуумної колонки. Крім того, є насос подавання розчину солі з солерозчинника. Установка пом'якшення та деаераційна колонка обладнана електричними насосами, витрата електроенергії на привід яких розраховується за рівнянням, кВт-год

$$Q_e^n = N_\delta \cdot \eta_n \cdot n \quad (3)$$

де N_δ - потужність насосу, кВт; η - коефіцієнт корисної дії, %; n - кількість насосів.

Для класичної технології характерні наступні матеріальні потоки. Підготовка іонообмінного фільтру до роботи включає розпушення насадки шляхом пропускання води через неї, яка після фільтру зливається у каналізацію. Далі через насадку фільтрується розчин NaCl. Для регенерації фільтру він спочатку відмивається від акумульованої в ньому солі CaCl₂ потоком води, яка розчиняє CaCl₂ та виводиться з фільтру у каналізацію, а потім готується до роботи.

У схемі б пом'якшення води проводиться методом іонного обміну, а термічна вакуумна деаерація замінюється на хімічну дегазацію з використанням сульфїту натрію Na₂SO₃ та NaOH. Повне розчинення сульфїту натрію відбувається при температурі 70 °С, тому витрати природного газу на генерування теплоти та підігрів води залишаються.

При використанні комплексу Na₂SO₃ та NaOH зі стабілізаторами і каталізаторами з схеми підготовки теплоносія виключається другий підігрівач (схема в) і супутні теплові витрати на його підігрів зникають.

При корекційній підготовці за схемою г обладнання системи підготовки води складається з двох установок дозування реагентів з насосами-дозаторами, баками-запасу реагентів та витратомірів з імпульсними виходами по одному на кожну установку. У теплоносії вводиться певна кількість імпульсо-вприсків спочатку антискаланту Б для блокування накипоутворюючих солей жорсткості, а потім деоксиданту А. Витрати електричної енергії насосами-дозаторами визначаються за формулою (3). Теплова енергія у цій технології не використовується.

Інший підхід до ведення водно-хімічного режиму при використанні модифікаторів - ПАР реалізується за схемою д. При роботі станції дозування модифікатор ПАР надходить до теплоносія, утворюючи слабо концентрований розчин, внаслідок чого змінюються адсорбційні властивості теплоносія та теплообмінних поверхонь. Ця технологія найменш витратна за електроенергією і не потребує теплоти.

Розрахунок експлуатаційних витрат при веденні водного режиму був проведений за кожною з схем підготовки води за формулою

$$C_P = C_a + C_{np} + C_v + C_e + C_{ng} + C_m + C_p + C_{mc}, \quad (4)$$

де C_a – річні амортизаційні відрахування, тис. грн; C_{np} – річні витрати на поточний ремонт, тис.грн; C_v – річні витрати води, використаної на регенерацію фільтру та компенсацію випару, тис. грн.; C_e – річні витрати електричної енергії, тис.грн; C_{ng} – річні витрати природного газу на вироблення теплоти на підігрів води, тис.грн; C_m – річні витрати модифікатора, тис. грн; C_p – річні витрати робочих реагентів (антискаланти, деоксиданти), тис. грн; C_{mc} – річні витрати технічної солі, тис. грн.

Для порівняльного аналізу була вибрана опалювальна котельня з трьома котлами ТВГ-8 та одним КВГ-4,65 загальною теплопродуктивністю 32,3 МВт. Прийнято, що середньодобова витрата хімічещеної води для підживлювання теплової мережі складає 5,573 м³/год. Підживлювальна вода для розрахунку прийнята з такими показниками: загальна жорсткість - 6,2 мг-екв/дм³; рН - 8,0; вільна вуглекислота - 33,0 мг/дм³; розчинений кисень - 3,16 мг/дм³. Тривалість безперервної роботи котельні прийнято 4488 годин. Об'єм системи теплопостачання 2300 м³. Розрахунок витрат для *схеми а* був проведений за [8], для комбінованих *схем (б, в, г)* за [3].

Ціни на енергоносії, воду, матеріали та послуги прийняті станом на 01. 10.2014 р. у розмірі: водопостачання - 3,888 грн./м³, водовідведення - 3,576 грн/м³, газопостачання - 10,72 грн/м³, електропостачання - 1,23 грн./кВт·год, технічна сіль – 2,5 грн/кг, реагенти – 22 грн/кг, ПАР - 16 грн/кг, хімічне промивання котла (на прикладі ТВГ-8) – 20 000 грн.

У розрахунку не враховані побічні витрати внаслідок корозії, які залежать від технічного стану системи теплопостачання і складаються з витрат на ремонт теплогенеруючого обладнання та витрати на заміну трубопроводів, в тому числі труб та монтажні роботи. Результати розрахунку зведені у таблицю 1.

Таблиця 1

Річні експлуатаційні витрати по варіантах

	Показники	Тип ВХР, тис. грн./рік			
		а	б	в	д
1.	Капітальні витрати	51,85	55,4	15,0	12,5
2.	Витрати природного газу	2813,55	917,0	-	-
3.	Витрати на воду	3,03	2,64	-	-
4.	Витрати на електричну енергію	48,66	0,17	0,17	0,09
5.	Витрати на сіль	6,01	6,01	-	-
6.	Витрати на робочі реагенти (антискаланти, деоксиданти)	-	38,51	175,75	-

7.	Витрати на модифікатор	-	-	-	168,4
8.	Витрати на каналізацію	2,51	2,19	-	-
9.	Витрати на хімічні реагенти для аналізів	9,7	9,7	9,7	0,97
10.	Витрати на амортизацію	1,24	1,33	0,36	0,3
11.	Витрати на поточний ремонт	0,25	0,27	0,072	0,06
12.	Витрати на заробітну плату	26,4	26,4	19,8	13,2
13.	Річні витрати експлуатаційні	2911,35	1004,22	205,85	183,02
14.	Приведені витрати	2915,5	1008,65	207,05	184,02
15.	Питомі річні експлуатаційні витрати, тис. грн/м ³	0,1164	0,0401	0,0082	0,0073

Висновки. Результати розрахунків за наведеною методикою вказують на необхідність впровадження нових методів підготовки води для СЦТ. Традиційна технологія споживає досить велику кількість теплоти, а для її генерування і палива, що складає більшу частину її вартості. Навіть перехід до комбінованої технології з відмовою від традиційної термічної деаерації призводить до зменшення вартості технології майже в три рази. По всіх показниках найбільше перспективною виглядає технологія підготовки води модифікуванням її ПАР.

Одним з факторів, що стримують впровадження новітніх методів підготовки води для СЦТ є відсутність нормативних документів, які б регламентували їх проведення. Для скорішого поширення нових технологій необхідно приймати нормативні документи з рекомендаціями по організації подібних технологій.

Література

1. Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа, водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°C : ДНАОП 0.00-1.26-96.
2. Белоконова, А.Ф. Водно-химические режимы тепловых электростанций / А. Ф. Белоконова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. — 248 с.
3. Кострыкин, Ю.М. Водоподготовительный и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления / Ю. М. Кострыкин, Н. А. Мещерский—М. : Энергоатомиздат, 1990. — 254 с. — ISBN 5-283-00083-4.
4. Балабан-Ирменин, Ю.В. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей / Ю. В. Балабан-Ирменин, В. М. Липовских, А. М. Рубашов — М. : Энергоатомиздат, 1999. — 248 с. — ISBN 5-283-00285-3.
5. Гламаздин, П.М. Современные методы борьбы с накипеобразованием в системах теплоснабжения / П. М. Гламаздин, К. А.

Цыкал // Житлово-комунальне господарство України. – 2011. - №3 – С. 46-47.

6. Улиг, Г.Г. Коррозия и борьба с ней / Г. Г. Улиг, Р. У. Ревин.— Л. : Химия, 1989. — 456 с. — ISBN 5-7245-0355-7.

7. Петраш, Р.І. Економічні аспекти заміни вакуумної деаерації мережної води на хімічну дегазацією / Р. І. Петраш, П. М. Гламаздин. //Житлово-комунальне господарство України. – 2014. - №3 – С. 46-47.

8. Лифшиц, О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок / О. В. Лифшиц — Изд. 2-е, перераб и доп. — М. : Энергия, 1976. — 288 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

П. М. Гламаздин, К. А. Цыкал, М.В. Микитась

В статье приведены схемы материальных и энергетических потоков, методика, а также результаты расчета эксплуатационных затрат при реализации технологий подготовки воды для систем централизованного теплоснабжения.

COMPARATIVE ANALYSIS TECHNOLOGY COST WATER TREATMENT FOR DISTRICT HEATING

P. Glamazdin, K. Tsykal, M. Mykitas

The article presents the scheme of material and energy flows, methods and results of the calculation of operating costs in implementing technology water treatment systems for district heating.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСУ ЧЕРЕЗ СУЧАСНІ ВІКОННІ КОНСТРУКЦІЇ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України,
Україна*

В статті описано експериментальний стенд з дослідження теплопереносу через різноваріантні термомодернізовані зовнішні огорожувальні конструкції будівлі в реальних умовах її експлуатації, що розроблений та впроваджений в Інституті технічної теплофізики НАН України. Представлено експериментальну установку по дослідженню тепловтрат через огорожувальні конструкції будівель. Наведені експериментальні дослідження основних параметрів тепловтрат через двокамерний склопакет (4М1-10-4М1-10-4М1).

Постановка проблеми. Підвищити енергоефективність будівель та споруд можливо шляхом зменшення їх тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції (ОК) та модернізації системи опалення й інженерних систем. Найбільші тепловтрати будівлі відбуваються через систему вентиляції та віконні конструкції в зв'язку з низьким значенням їх термічного опору теплопередачі. Тому важливим завданням при підвищенні енергозбереження будівель різного призначення є оптимальний вибір саме віконних конструкцій.

Аналіз основних досліджень. На теплоізоляційну спроможність віконних конструкцій впливає багато різних факторів. Серед основних слід відзначити: наявність в склопакеті скла з низькоемісійним покриттям чи енергозберігаючою плівкою; наповненість прошарку між склом газом (повітря, аргон, криптон, тощо); кількість камер в склопакеті та профілі рами; товщина скла та віконного прошарку між склом; повітропроникність; віконні відкоси зовнішніх стінових конструкцій; розміщення вікна в проїмі стіни; конструктивні елементи віконної конструкції, тощо. Дослідники приділяють цим факторам велику увагу. Так в [1-3] показано, що використання скла з найнижчою випромінювальною здатністю приводить до зменшення кількості теплової енергії, що втрачається за рахунок радіаційної складової теплового потоку, що проходить через склопакет. Дані в [2, 4] свідчать, що підвищення опору склопакету відбувається до певного значення товщини повітряного прошарку між склом, після якого значення термічного опору склопакету

практично не змінюється. Втрати теплоти через віконні конструкції можна розділити на трансмісійні та вентиляційні. Вентиляційні втрати можуть значно перевищувати трансмісійні, якщо вікна не достатньо ущільнені. В роботах, присвячених дослідженню повітропроникності вікон [5, 6], показано, що внаслідок фільтрації повітря суттєво змінюється температурне поле на поверхнях скла й в прошарку між склом. Встановленню впливу віконного відкосу й конструктивних елементів вікна (в тому числі з можливістю вентиляції внутрішнього прошарку між склом теплим повітрям) на теплопередачу через віконну конструкцію присвячені роботи [7-9].

Постановка задачі. З метою обґрунтування заходів зі зменшення теплоспоживання (за умов дотримання належних санітарно-гігієнічних норм та підвищення рівня теплового комфорту) в існуючих адміністративних будівлях, які передбачають зниження рівнів тепловтрат за рахунок впровадження оптимальних варіантів термомодернізації огорожувальних будівельних конструкцій, в Інституті технічної теплофізики НАН України була проведена часткова термомодернізація адміністративної будівлі корпусу №1 по вул. Булаховського 2 (м. Київ) [10, 11]. Об'єктом дослідження при цьому стала теплоізоляційна спроможність ОК досліджуваної будівлі, в якій була проведена заміна старих віконних конструкцій на сучасні енергоефективні з енергозберігаючими склопакетами, та було встановлено на зовнішніх поверхнях огорож різноваріантні теплоізоляційні покриття з системою утеплення з армованим штукатурним шаром (рис. 1).

Для запобігання впливу сонячної радіації на температурний режим приміщень, а також для виключення впливу даху без горища та підлоги без підвального приміщення, заходи з термомодернізації проводилися на північній стороні другого поверху будівлі, що розглядається.



Рис. 1. Частина експериментального стенду з дослідження тепло- та вологопереносу через різноваріантні термомодернізовані ОК будівлі.

Основна частина. Для вимірювання температурних характеристик та тепловтрат через стінові, світлопрозорі конструкції та інші ділянки поверхонь огорож розроблено переносний 96-ти каналний блок теплової реєстрації (БТР), зовнішній вигляд якого представлено на рис 2. Він

дозволяє в умовах реальної експлуатації будівлі досліджувати температурний стан будь-якої будівельної ОК. Головною особливістю БТР є комплектація шістьох восьмиканальних приладів вимірювання та контролю температури УКТ-38 для датчиків температури та шести восьмиканальних аналого-цифрових перетворювачів “Експерт” для датчиків теплових потоків та вологості. До цих приладів додавалась також відповідна кількість датчиків зі з’єднаннями та адаптерами передачі даних. За допомогою спеціального кейса всі ці прилади об’єднані в одній вимірювальній установці. Це дозволяє виконувати вимірювання теплотехнічних характеристик ОК в реальних умовах експлуатації будівлі на різних ділянках.



Рис. 2. Зовнішній вигляд переносного блока теплової реєстрації.

Для визначення теплоізоляційних властивостей віконних конструкцій при частковій термомодернізації будівлі, що вибрана об’єктом дослідження, було проведено заміну старих віконних конструкцій на 20 сучасних енергоефективних, що відрізняються за такими особливостями, як використання одно- та двокамерних склопакетів; застосування як енергоефективного низькоемісійного скла, так і звичайного скла без низькоемісійних покриттів; використання скла з енергозберігаючою плівкою та без неї. Віконні конструкції відрізнялися також за варіантами заповнення склопакетів газовим середовищем (застосовувалися як повітря, так і аргон); за варіантами товщини скла та повітряного прошарку; за варіантами застосування в склопакетах алюмінієвих та пластикових дистанційних рамок. Для віконних конструкцій передбачалося також застосування трьох, п’яти та шестикамерних ПВХ-профілів рам, в тому числі з потрійним контуром ущільнення.

Приведемо результати експериментальних досліджень теплопереносу через двокамерний склопакет (4М-10-4М1-10-4М1), який є найбільш поширеним в сучасному будівництві, внаслідок задовільного співвідношення ціни та якості. Теплові випробування ОК, що виконуються з метою оцінки їх теплоізоляційних показників, проводились згідно [12, 13]. Метод випробувань полягає у вимірюванні на протязі тривалого часу значень густин теплового потоку з внутрішньої та зовнішньої поверхонь ОК, їх температурних показників та температур внутрішнього та

зовнішнього середовища, визначенні середніх значень цих параметрів та обчисленні термічного опору і опору теплопередаванню вибраної однорідної ділянки ОК. Схема розміщення вимірювальних датчиків представлена на рис. 3.

Результати досліджень розподілу густин теплового потоку та температурних показників на зовнішній та внутрішній поверхнях двокамерного склопакету при вибраному квазістаціонарному режимі, що були отримані за допомогою експериментальної переносної установки БТР, представлені на рис. 4-5. Як видно з рис. 4б, характер зміни у часі густини теплового потоку на зовнішній поверхні склопакету більш нерівномірний, ніж на внутрішній (рис 4а). Це пов'язано з впливом зовнішніх кліматичних факторів (вітру, зміни зовнішньої температури повітря, вологості, тощо) на температурне поле зовнішньої поверхні віконної конструкції.

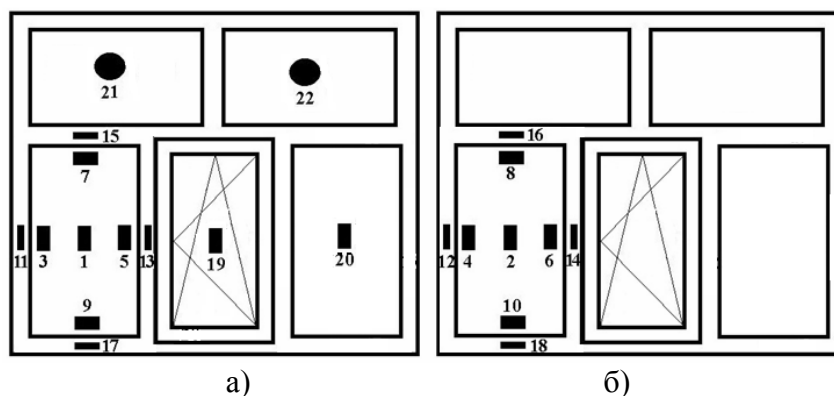


Рис. 3. Схема розміщення датчиків теплового потоку з вмонтованими платиновими датчиками температури на зовнішній (а) та внутрішній (б) поверхні вікна.

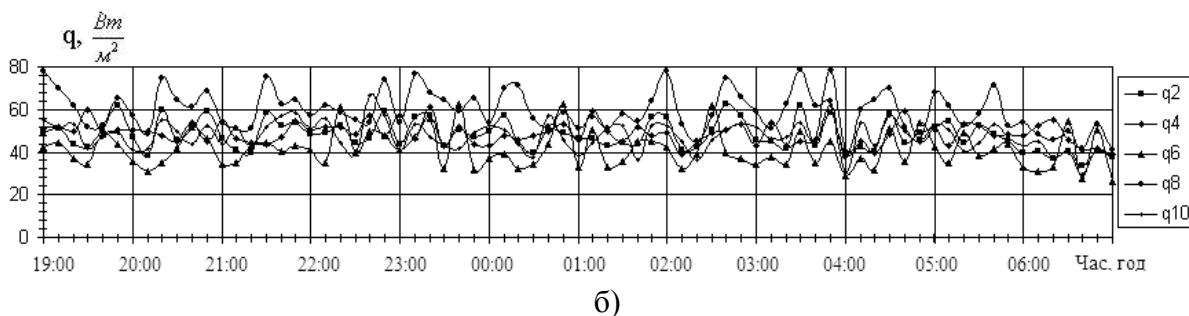
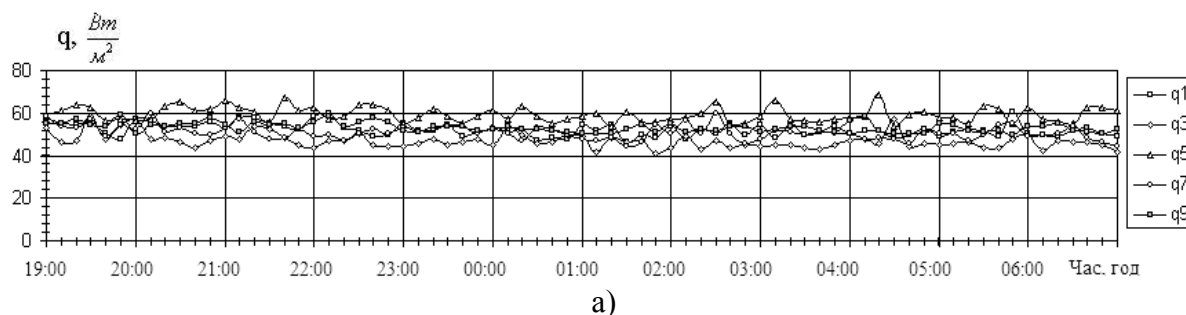


Рис. 4. Розподіл густин теплового потоку на внутрішній (а) та зовнішній (б) поверхнях двокамерного склопакету з 8 (19:00) по 9 (07:00) січня 2015 року (нічний час).

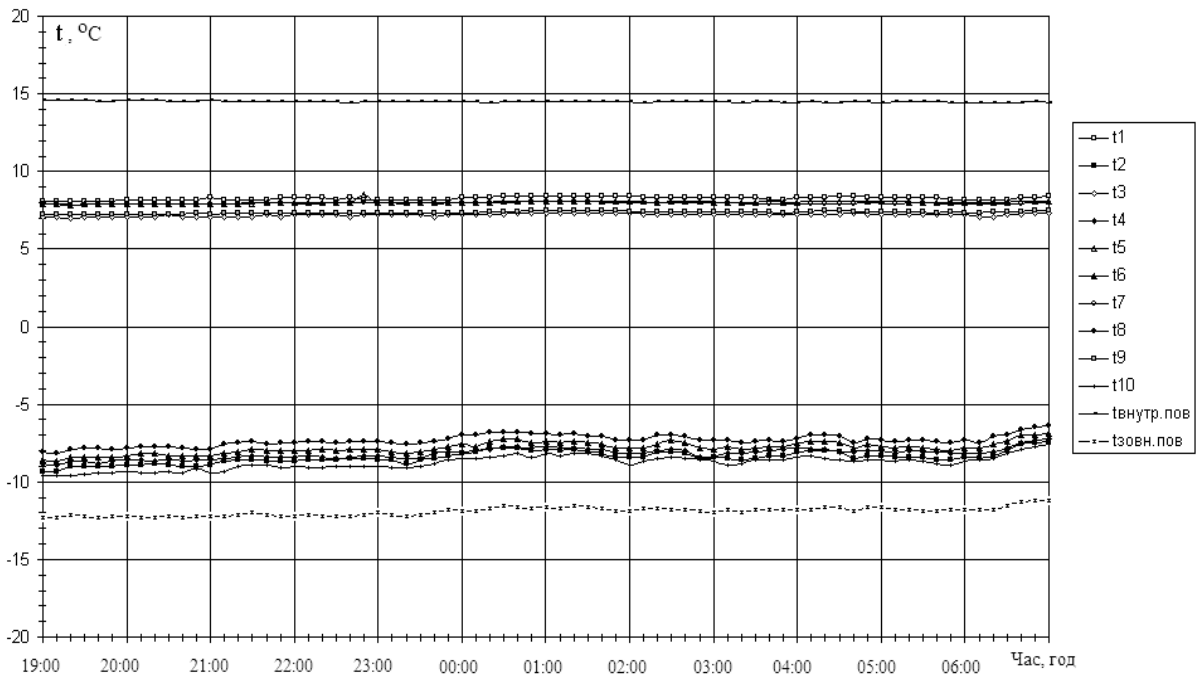


Рис. 5. Розподіл температури на внутрішній та зовнішній поверхнях двокамерного склопакету, температури зовнішнього й внутрішнього довілля з 8 (19:00) по 9 (07:00) січня 2015 року (нічний час).

Використовуючи рекомендації [12, 13] та отримані експериментальні дані (рис. 3-4), було визначено розрахунково-експериментальне значення опору теплопередачі для двокамерного віконного склопакета, яке дорівнювало $0,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

В [14] представлені чисельні дослідження теплопереносу через одно- (4М1-24-4М1) та двокамерний (4М1-10-4М1-10-4М1) склопакети, а також експериментальні дослідження двокамерного склопакету (4М1-10-4М1-10-4М1), що встановлений на іншій ділянці ОК досліджуваної будівлі. Як експериментально, так і теоретично визначена величина термічного опору двокамерного склопакету склала $0,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Повний збіг експериментально та теоретично розрахованого значення опору теплопередачі для даного варіанту двокамерного склопакету дає можливість стверджувати про адекватність прийнятих граничних умов при числовому моделюванні. Значення опору теплопередачі даного віконного склопакета, згідно з [15], складає $0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. З використанням розробленої теплофізичної моделі для дослідження теплопереносу через двокамерний склопакет (4М1-10-4М1-10-4М1) визначено співвідношення між радіаційними та конвективними складовими теплового потоку, що проходять через склопакет. Теоретично встановлено, що радіаційний тепловий потік складає до 70% в однокамерному та до 65% в двокамерному склопакеті. З цього випливає, що дієвим засобом збільшення термічного опору склопакетів є нанесення на їх внутрішні поверхні низькоемісійних покриттів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті експериментальних досліджень було проаналізовано розподіл теплових потоків та температур на зовнішній і внутрішній поверхнях двокамерного склопакета. Встановлено розраунково-експериментальне значення термічного опору теплопередачі, що склало $0,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Створено експериментальний стенд з дослідження теплоізоляційних характеристик термомодернізованих ОК будівлі. Описано схему досліджень на експериментальній установці БТР по визначенню тепловтрат через термомодернізовані ділянки ОК. Отримані експериментальні дані по теплотехнічним характеристикам термомодернізованих ОК адміністративної будівлі при її довготривалій експлуатації дозволять оцінити динаміку зміни у часі цих теплотехнічних характеристик.

Література

1. *Басок Б.И.* Влияние толщины газовой прослойки на термическое сопротивление однокамерного стеклопакета / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, М.П. Новицкая и др. // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, №1. – С. 100-107.

2. *Грищенко Т.Г.* Современные разработки ИТТФ НАН Украины в области теплофизического приборостроения / Т.Г. Грищенко, Л.В. Декуша, Л.И. Воробьев // Международная научно-техническая конференция «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ». 30 ноября – 2 декабря 2010 г.: Сборник трудов конференции. – СПб.; СПбГУНИПТ, 2010. – 626 с. (– С. 23-43.)

3. *Петров Е.В.* Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение» / Петров Евгений Владимирович. – Томск, 2000. – 20 с.

4. *Корепанов Е.В.* Численное моделирование процесса теплопередачи через стеклопакеты с газовым наполнением / Е.В. Корепанов // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2004, №3. – С. 29-32.

5. *Семенова Е.В.* Воздухопроницаемость окон жилых и общественных зданий / Е.В. Семенова. – Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР, Центральный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища). – М.:СТРОЙИЗДАТ, 1969. – 81 с.

6. *Савин В.К.* Исследование воздухопроницаемости окон / В.К. Савин // Исследование теплоизоляции зданий: Сб. тр. / НИИ строит. физики. – М., 1985. – С. 93-98.

7. Умнякова Н.П. Исследование теплопередачи через конструкции оконных откосов в натуральных условиях. / Н.П. Умнякова. – М., 1986. – 24 с. – (Экспрес-информ). – (Сер. 10. Строительство и архитектура; 4).

8. Низовцев М.И. Тепло- и массоперенос в энергоэффективных ограждающих конструкциях и климатическом оборудовании зданий: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. техн. наук : спец. 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» / Низовцев Михаил Иванович. – Новосибирск, 2011. – 39 с.

9. Диомидов М.В. Тепловые характеристики вентилируемых оконных проемов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение» / Низовцев Михаил Иванович. – Новосибирск, 2003. – 39 с.

10. Басок Б.І. Різноваріантна термореновація огорожувальних конструкцій частини поверху існуючої адміністративної будівлі та моніторинг тепловтрат при її тривалій експлуатації. / Б.І. Басок, Б.В. Давиденко, С.М. Гончарук // Наука та інновації. – 2013. – Т. 9, №2. – С. 18-21.

11. Басок Б.І. Дослідження тепловтрат через зовнішню стінову конструкцію з додатковим шаром утеплення / Б.І. Басок, Б.В. Давиденко, С.М. Гончарук, М.П. Новіцька // Промышленная теплотехника. – 2013. – Т. 35, №7. – С. 260-268.

12. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Чинний з 20.01.2010. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 84 с.

13. МВВ № 081/24-0778-11 Метрологія. Опір теплопередаванню крізь огорожувальні конструкції будівель і споруд різного призначення. Методика виконання вимірювань комбінованим тепловізійно-теплометричним методом. ІТТФ НАНУ. – 2011.

14. Гончарук С.М. Особливості теплопереносу в адміністративній будівлі з конверторною системою опалення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.06 «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика» / Гончарук Світлана Михайлівна. – Київ, 2014. – 27 с.

15. ДБН В 2.6-31:2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Чинний з 01.04.2007. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 68 с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСА
ЧЕРЕЗ СОВРЕМЕННЫЕ ОКОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ В
РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

*Б. В. Давыденко, С. М. Гончарук, М. П. Новицкая,
Л. М. Кузьель, Д. О. Красота*

В статье описан экспериментальный стенд по исследованию теплопереноса через разновариантные термомодернизированные внешние ограждающие конструкции зданий в реальных условиях их эксплуатации, который разработан и внедрен в Институте технической теплофизики НАН Украины. Представлена экспериментальная установка для исследования теплопотерь через ограждающие конструкции зданий. Приведены экспериментальные исследования основных параметров теплопотерь через двухкамерный стеклопакет (4M1-10-4M1-10-4M1).

**EXPERIMENTAL RESEARCHES OF HEAT TRANSMISSION
THROUGH MODERN WINDOWS DESIGNS IN THE REAL
CONDITIONS OF ITS OPERATION**

*B. Davydenko, S. Goncharuk, M. Novitska,
L. Kuzhel, D. Krasota*

This article describes an experimental research's installation of heat transfer of different thermo-modernization of external envelope of building in the real conditions of its operation. Installation is designed, created and implemented by the Institute of Technical Thermal Physics, NAS of Ukraine. The experimental installation for study of heat losses through the building envelope constructions presented. Experimental study of the basic parameters of heat loss through the bicameral glazing also showed in the article. (4M1-10-4M1-10-4M1).

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

Проводится анализ энергетической эффективности двух схем когенерационных установок (КГУ) на базе двигателя внутреннего сгорания и котлоагрегата, работающего на твердом топливе.

Постановка проблемы. Одной из основных тенденций научно-технического направления в коммунальной теплоэнергетике является снижение расхода топлива при получении теплоты. В связи с этим Кабинетом Министров Украины утверждена Государственная целевая экономическая программа энергоэффективности на 2010 – 2015 годы, которая направлена на повышение эффективности использования и снижение расхода энергоресурсов жилищно – коммунальным комплексом, увеличение объемов и сферы применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Поэтому сегодня как никогда актуальным является разработка схемных решений теплоснабжающих установок, которые позволяли бы использовать вторичные энергоресурсы, а также за счет установки теплоутилизационного оборудования снизить затраты на получение основной продукции – теплоты.

Анализ основных исследований. Сегодня достаточно внимания уделяется вопросам проектирования и расчета когенерационных установок различной мощности. Среди работ, посвященных этой теме, следует отметить [1-3]. Их авторы подчеркивают необходимость проведения сравнительного анализа показателей энергетической эффективности различных схем КГУ с целью последующего выбора наиболее эффективной.

Постановка задачи. Статья посвящена анализу показателей энергетической эффективности схем когенерационных установок на базе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и теплогенераторов на твердом топливе.

Основная часть. Для проведения анализа энергетической эффективности предлагаются тепловые схемы, представленные на рис.1. В них «пиковые» режимы теплопотребления обеспечиваются путем установки современного котлоагрегата, как основного теплогенерирующего оборудования в системах децентрализованного теплоснабжения.

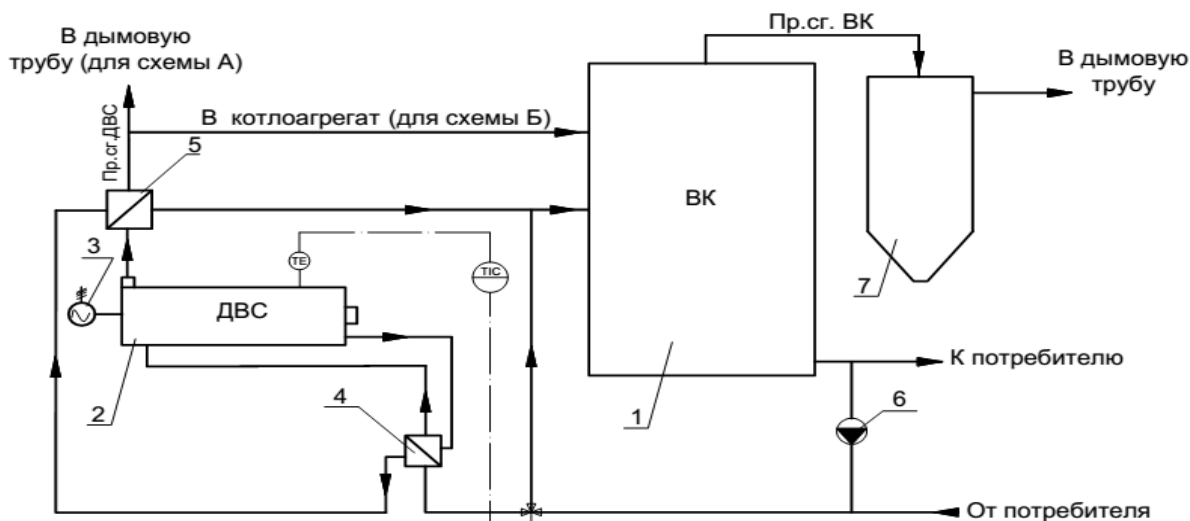


Рис. 1. Тепловые схемы когенерационной установки на базе двигателя внутреннего сгорания и теплогенератора с двумя утилизаторами теплоты:

- 1 – водогрейный котлоагрегат; 2 – двигатель внутреннего сгорания;
 3 – электрогенератор; 4 – теплообменный аппарат системы охлаждения двигателя типа «вода – вода»; 5 – теплообменный аппарат охлаждения продуктов сгорания ДВС типа «газ – вода»; 6 – рециркуляционный насос; 7 – циклон; Т – подача топлива в ДВС и теплогенератор.

Что касается выбора топлива для двигателя и котла, то для теплогенератора рекомендуется использовать твердое топливо (уголь), а для двигателя внутреннего сгорания – дизельное.

В рассматриваемых схемах вода из обратной системы теплоснабжения после прохождения линии рециркуляции достигает необходимых параметров, рекомендованных производителем котлоагрегата на входе в него. После этого часть сетевой воды (рассчитанная при проектировании) подогревается, проходя по очереди через все утилизационные теплообменные аппараты. Затем она смешивается с оставшимся количеством сетевой воды, тем самым повышая ее температуру, и подается в котлоагрегат для дальнейшего подогрева. При этом дымовые газы ДВС поступают в дымовую трубу и удаляются в атмосферу.

Схема Б от схемы А отличается тем, что дымовые газы ДВС подаются в топочную камеру котлоагрегата.

Для проведения анализа тепловой эффективности двух предлагаемых схем, целесообразно для каждой из них определить термический КПД и коэффициент использования теплоты топлива (КИТ).

Термический КПД КГУ может быть определен по выражению

$$\eta_t = \frac{Q_p}{Q_{F.tot}}, \quad (1)$$

где Q_p - суммарная полезная тепловая мощность КГУ, кВт;

$Q_{F.tot}$ - суммарная затраченная тепловая мощность, кВт.

Анализ схем потоков теплоты показал, что суммарная полезная тепловая мощность КГУ может быть определена как

$$Q_p = (Q_3 - Q_2) + (Q_4 - Q_3) + (Q_6 - Q_7) + (Q_1 - Q_5) + (Q_8 - Q_9), \quad (2)$$

а затраченная

$$Q_{F.tot} = Q_{10} + Q_{11} + Q_{13} + Q_{14}, \quad (3)$$

где Q – тепловая мощность потока, кДж/с:

Q_1 – воды на выходе из теплогенератора;

Q_2 – воды на входе в теплообменный аппарат системы охлаждения двигателя;

Q_3 – воды на выходе из теплообменного аппарата системы охлаждения двигателя;

Q_4 – воды на выходе из теплообменного аппарата утилизации теплоты продуктов сгорания двигателя;

Q_5 – воды на входе в теплогенератор;

Q_6 – воды на выходе из двигателя в теплообменный аппарат системы охлаждения;

Q_7 – воды на выходе из теплообменного аппарата системы охлаждения в двигатель;

Q_8 – продуктов сгорания на выходе из двигателя;

Q_9 – продуктов сгорания на выходе из теплообменного аппарата утилизации теплоты продуктов сгорания;

Q_{10} – вносимая с топливом в топочную камеру теплогенератора;

Q_{11} – влажного воздуха, вносимая в топочную камеру;

Q_{12} – продуктов сгорания на выходе из теплогенератора;

Q_{13} – вносимая с дизельным топливом в камеру сгорания ДВС;

Q_{14} – влажного воздуха, вносимая в камеру сгорания двигателя.

Для анализа эффективности предложенных сложных систем рассчитывается также коэффициент использования теплоты топлива (КИТ)

$$\eta_Q = \frac{Q_{el} + Q_T}{Q_{TT} + Q_{JT}}, \quad (2.46)$$

где Q_{el} и Q_T – электрическая и тепловая мощность системы соответственно, кДж/с.

Q_{TT} и Q_{JT} – тепловая мощность сгорания твердого и жидкого топлив, кДж/с.

При этом тепловая мощность установки определяется из выражения

$$Q_T = (Q_3 - Q_2) + (Q_4 - Q_3) + (Q_1 - Q_5). \quad (2.47)$$

На расход топлива в котлоагрегате при работе когенерационных установок по предложенным схемам оказывают влияние температура воды на входе, а также количество теплоты, дополнительно внесенное в топочную камеру с продуктами сгорания дизельного топлива.

Расход твердого топлива котлоагрегатом при работе по схеме А, кг/ч

$$B_{ТТ} = \frac{G_{ТГУ} \cdot c_p \cdot (t_1 - t_{см})}{Q_{H(ТТ)}^p \cdot \eta}, \quad (2)$$

где c_p – средняя массовая изобарная теплоемкость воды, кДж/(кг · град);

t_1 – температура воды на выходе из котлоагрегата, °С;

$t_{см}$ – температура воды на входе в водогрейный котлоагрегат с учетом работы когенерационной установки, °С;

$Q_{H(ТТ)}^p$ – низшая теплота сгорания твердого топлива, кДж/кг;

η – КПД котлоагрегата.

При работе когенерационной установки по схеме Б необходимый расход топлива может быть рассчитан по формуле

$$B_{ТТ} = \frac{\frac{G_{ТГУ} \cdot c_p \cdot (t_1 - t_{см})}{\eta} - Q_{пр.сг.ЖТ} \cdot 3600}{Q_{и(ТТ)}^p}, \quad (3)$$

где $Q_{пр.сг.ЖТ}$ – тепловая мощность продуктов сгорания дизельного топлива в ДВС, кДж/с;

$G_{ТГУ}$ – расход воды через котлоагрегат, кг/ч.

Результаты расчета расхода топлива указанными котлоагрегатами при работе когенерационной установки по схемам А и Б приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Расход топлива котлоагрегатами в схеме А

Мощность котлоагрегата, МВт	$G_{ТГУ}$, кг/ч	$G_{ку}$, кг/ч	t_2 , °С	$t_{см}$, °С	t_1 , °С	η	$B_{ТТ}$, кг/ч
0,3	10300	5040	60	63,3	85	0,83	48,68
0,5	17200	5040	60	62,3	85	0,83	84,86
0,8	28200	5040	60	61,5	85	0,83	143,98
1,8	64000	5040	60	60,7	85	0,83	335,84
2,5	90000	5040	60	60,5	85	0,83	476,17

Таблица 2

Расход топлива котлоагрегатами в схеме Б

Мощность котлоагрегата, МВт	0,3	0,5	0,8	1,8	2,5
$B_{ТТ}$, кг/ч	40	75,42	133,42	323,43	461,78

Графическое отображение зависимостей значений расходов твердого топлива от мощности котлоагрегата за счет применения предложенных конструктивных схем когенерационных установок приведено на рис. 2.

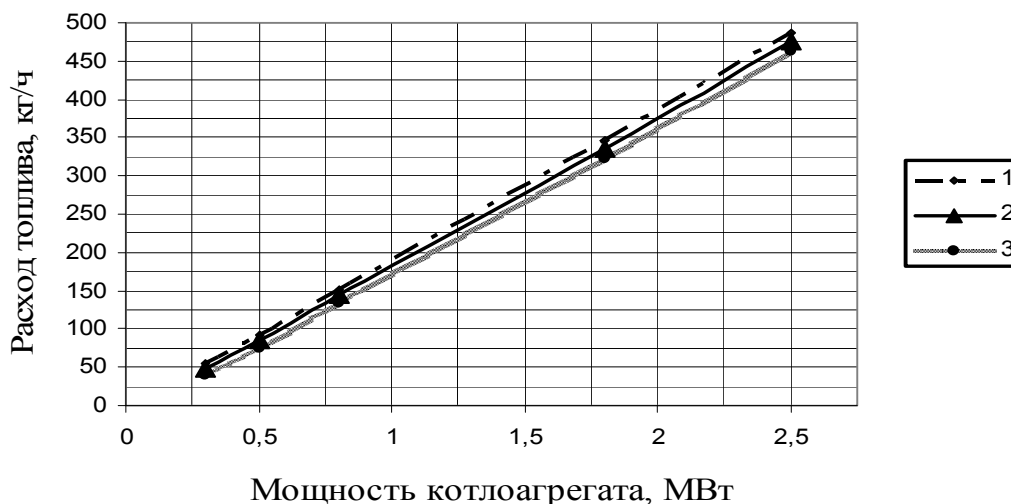


Рис. 2. Расход топлива в котлоагрегате за счет применения предложенных конструктивных схем КГУ:
 1 – без применения когенерационных технологий; 2 – при работе установки по схеме А; 3 – при работе установки по схеме Б.

Анализ полученной зависимости позволяет заключить, что экономия твердого топлива в предложенной когенерационной установке по сравнению с теплоснабжением от теплогенератора, работающего без применения когенерационных технологий, составляет в среднем 22% для всего исследованного диапазона тепловых мощностей.

Результаты расчетов термического КПД и КИТ для различных соотношений $N_T/N_{Э}$ приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов термического КПД и КИТ

Показатель эффективности	Схема А					Схема Б				
	$N_T/N_{Э}$					$N_T/N_{Э}$				
	1,5	2,5	4,1	9,4	13,2	1,5	2,5	4,1	9,4	13,2
Термический КПД	60,83	66,31	70,60	76,65	78,03	61,80	67,77	71,55	77,58	79,02
КИТ	68,16	72,17	75,17	79,70	80,64	72,67	73,65	78,15	81,73	82,47

Вывод. Выполненные расчеты термического КПД и КИТ рассматриваемых схем КГУ демонстрируют преимущество схемы Б по отношению к схеме А. Хотя увеличение эффективности в рамках одной установки и не значительно, но дополнительный подвод теплоты продуктов сгорания дизельного топлива в топочную камеру позволяет экономить твердое топливо и, как следствие, дает определенный экологический и экономический эффект.

Литература

1. *Плачков І. В.* Підвищення ефективності систем централізованого теплопостачання з комбінованим виробництвом теплоти та електроенергії / І. В. Плачков, М. М. Кулік, В. О. Гінайло // Енергетика і електрифікація. – 1999. – №4. – С. 1 – 8.
2. *Матвеевко В. Т.* Энергетическая и экологическая эффективность когенерационных энергоустановок для коммунальных объектов энергопотребления / В. Т. Матвеевко // Коммунальное хозяйство городов. – 2003. – Вып. 49 – С. 119 – 123.
3. *Павловский С.В.* Термодинамічна ефективність тепло утилізаційних установок с каскадным циклом органічного теплоносія / А.О. Редько, С.В. Павловський / Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. - №4. – с.17 – 22.
4. ТД «KRIGER» [Текст] : каталог. – Житомир, 2010. – 6 с.
5. ОАО «Бийский котельный завод» [Текст] : каталог. – Бийск, 2009. – 16 с.
6. *Роддатис К.Ф.* Справочник по котельным установкам малой производительности / К. Ф. Роддатис. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ДЕЦЕНРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Е. І. Дмитроченкова, В. Б. Довгалюк

Виконується аналіз енергетичної ефективності двох схем когенераційних установок на базі двигуна внутрішнього згоряння та теплогенератору, який працює на твердому паливі.

ANALYSIS OF POWER EFFICIENCY OF SYSTEMS OF THE DISTRIBUTED HEATING WITH THE USE OF COGENERATION TECHNOLOGIES

E. Dmitrochenkova, V. Dovgaluk

The analysis of power efficiency of two charts of cogeneration plants on the base of combustion engine and boiler on a hard fuel is conducted.

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОБУТОВОЇ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

НУ «Львівська політехніка», Україна

Запропоновано схему теплопостачання побутового біореактора, згідно якої сонячне випромінювання безпосередньо нагріває поверхню резервуара. Обґрунтовано ефективність даного технічного рішення та встановлено термін його окупності. Представлено типоряд побутових біогазових установок із вказаними рекомендованими габаритними розмірами та прогнозованою кількістю виходу біогазу.

Ключові слова: біореактор, біогаз, процес метаноутворення, біомаса, анаеробне бродіння.

Актуальність роботи. Одним зі шляхів успішного вирішення проблеми раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів в Україні у різних галузях промисловості є використання біогазу як продукту анаеробного бродіння органічних відходів сільськогосподарського виробництва. Біогазові установки дають можливість значною мірою компенсувати потреби у природному газі для теплозабезпечення сільськогосподарських комплексів.

Процес метаноутворення ускладнюється необхідністю дотримання мезофільного або термофільного температурного режиму. Проте значну економію енергії на підігрівання біомаси можна отримати за допомогою використання сонячного випромінювання. Оскільки клімат України переважно помірно - континентальний, а на півдні має ознаки субтропічного, то можливо ефективно використовувати енергію сонця для підігрівання субстрату біореактора.

Мета та завдання дослідження. Обґрунтувати ефективність використання сонячної енергії для підтримання температурного режиму біогазової установки. Запропонувати схему енергоефективної системи теплозабезпечення побутового біореактора.

Обґрунтування доцільності використання енергії Сонця для підігрівання біореактора. У процесі дослідження вивчено технологію метанового зброджування органічної сировини у біореакторах. На основі отриманих результатів розроблені технологічні рішення, що забезпечують необхідний температурний режим в резервуарі біогазової установки.

Прийняті рішення спрямовані на зменшення енергозатрат. Конструкція біогазової установки розроблена для зменшення капітальних та експлуатаційних витрат.

Економічна оцінка сільськогосподарських відходів для виробництва біогазу засвідчує, що існує необхідність диференціації її використання.

Розраховано економічну ефективність біогазової установки, до складу якої входить реактор енергоефективної конструкції об'ємом 1 м³ (варіант 1) та біореактор традиційної циліндричної форми з пластику (варіант 2).

Порівнювались два типи біореакторів (рис.1).

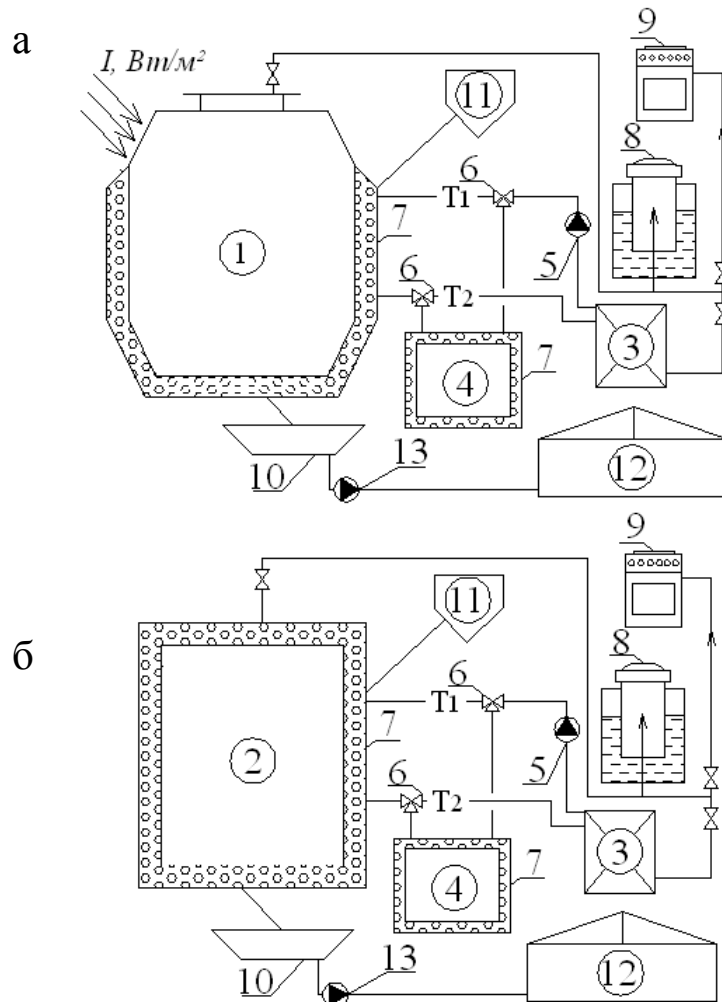


Рис.1. Схеми теплозабезпечення побутових біогазових установок з біореакторами:
 а – енергоефективної конструкції; б – традиційної циліндричної форми; 1 – металевий біореактор; 2 – пластиковий біореактор; 3 – котел; 4 – тепловий акумулятор; 5 – циркуляційний насос; 6 – триходовий вентиль; 7 – тепла ізоляція; 8 – газгольдер; 9 – споживач біогазу; 10 – ємкість для накопичення біошламу; 11 – ємкість для накопичення біомаси; 12 – теплиця; 13 – насос для біошламу; T₁, T₂ – подавальний та зворотний трубопроводи

Під час оцінювання економічної ефективності запропонованих заходів враховувались: вартість монтажних робіт, вартість експлуатаційних витрат, а також дохід від біодобрив та біопалива.

Капітальні вкладення на монтаж біогазової установки визначались з кошторисною вартістю. Біогазова система вважається ефективною, коли експлуатаційні затрати є меншими за доходи від економії енергоносіїв та

доходи від реалізації біодобрив.

Термін окупності запропонованої установки:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{K_g}{C_1 + C_2 - C_3 + C_4}, \text{ років,} \quad (1)$$

де K_g – кошторисна вартість установки, грн; C_1 – доходи від реалізації біогазу, грн/рік; C_2 – доходи від реалізації біодобрив, грн/рік; C_3 – експлуатаційні витрати, грн/рік; C_4 – прибуток від утилізації, грн/рік.

Відповідно до технологічної структури інвестицій в основний капітал у кошторисній вартості установки виділяються такі елементи:

- вартість устаткування і матеріалів, K_m , грн;
- вартість робіт з монтажу обладнання, K_p , грн;

$$K_g = K_m + K_p, \quad (2)$$

Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати для підтримання біогазової системи охоплюють щорічні витрати на теплову енергію, амортизаційні витрати, витрати на поточний ремонт, а також загальні додаткові витрати.

Річні експлуатаційні витрати C_3 , грн./рік, визначалися за формулою:

$$C_3 = T + A + P + I, \quad (3)$$

де T – витрати на теплову енергію, грн/рік; A – амортизаційні витрати, грн/рік; P – витрати на поточний ремонт, грн/рік; I – інші витрати грн/рік.

Визначення величини амортизаційних відрахувань.

Амортизаційні відрахування нараховувались згідно з чинними нормами. Усереднено величину відрахувань на амортизацію (на капітальний ремонт і повне відновлення) приймали на рівні 8 % від кошторисної вартості K_v системи:

$$A = 0,08 \cdot K_g. \quad (4)$$

Визначення витрат на поточний ремонт

Витрати на поточний ремонт залежать від технологічного процесу, агресивності середовища тощо. У середньому витрати на поточний ремонт становлять приблизно 20 – 30 % від витрат на амортизацію:

$$P = (0,2 \dots 0,3) \cdot A \quad (5)$$

Визначення інших витрат

Інші витрати пов'язані з витратами на управління, освітлення, охорону праці тощо; приймаються у розмірі 30 % від суми амортизаційних відрахувань, витрат на поточний ремонт:

$$I = 0,3 \cdot (A + P). \quad (6)$$

Дохід від біодобрив

У результаті бродіння з органічної маси утворюється шлам, який є надзвичайно цінним добривом, що містить велику кількість аміаку, з'єднань калію та фосфору.

Прибуток від реалізації біодобрив C_2 , грн/рік визначається так:

$$C_2 = V_{\text{бюд}} \cdot (C_{01} - C_{02}) \cdot 12, \quad (7)$$

де $V_{\text{біод}}$ – вихід біодобрих, т/місяць; $C_{01}=750\dots 1000$ грн/т – вартість рідкого біодобрива; $C_{02}=150$ грн/т – вартість звичайного гною.

Вихід біодобрих визначається за формулою

$$V_{\text{біод}} = d \cdot 30, \quad (8)$$

де $d = 13,2$ кг/(м³добу) – добове навантаження біореактора. Розрахунок добового завантаження проводився для температурного режиму $t_{\text{с}}=40$ °С, за терміну бродіння $\tau=11$ діб, при цьому був забезпечений вихід біогазу $V_{\text{б}}=1,53$ м³/(м³доба).

Прибуток від утилізації органічних відходів C_4 , грн/рік визначається так:

$$C_4 = V_{\text{біод}} \cdot C_{\text{ум}} \cdot 12. \quad (9)$$

де $C_{\text{ум}}=5000$ грн/т – вартість утилізації органічних відходів сухим методом.

На основі наукових досліджень запропоновано типоряд біогазових установок об'ємом від 1 до 5 м³, (табл. 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики біогазових установок

№	Назва	БГУ -1	БГУ -2	БГУ -3	БГУ -4	БГУ -5
1	Об'єм, м ³	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5
2	Робочий, об'єм, м ³	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
3	Габаритні розміри, м висота/ширина	1,7/ 1,0	2,0/ 1,26	2,28/ 1,44	2,54/ 1,6	2,82/ 1,66
4	Вихід біогазу, м ³ /добу (за $t_{\text{в}}=35 - 50$ °С)	1,18– 2,21	2,36 – 4,42	3,54 – 6,63	4,72 – 8,84	5,9 – 11,1
5	Необхідна кількість сировини, кг/добу	13,2	26,4	39,6	52,8	66,0
6	Розміри теплообмінника, м (за $d=25$ мм)	2,7	3,9	5,0	6,1	7,1
7	Тиск газу, Па	200	200	200	200	200
8	Маса, кг	200	400	600	800	1000

Найбільший вклад в рентабельність біогазової установки являє прибуток від утилізації органічних відходів та реалізації біодобрих.

Висновки.

1. Визначено основні показники енергозатратності системи теплозабезпечення побутового біореактора з метою подальшого їх порівняння.

2. На підставі техніко-економічних розрахунків обґрунтовано застосування системи підігрівання з використанням сонячної енергії.

3. За рахунок застосування запропонованої схеми теплопостачання зменшились річні витрати, пов'язані з забезпеченням внутрішнього температурного режиму резервуара. Термін окупності біогазової установки за цієї схеми теплозабезпечення становить 0,9 року.

Література

1. *Баадер Б.* Биогаз: Теория и практика. / Б.Баадер, М.Доне Брендерфер; пер. с нем. М. И. Серебрянного. – М. : Колос, 1982. – 148 С.
2. *Даффи Дж.А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж.А. Даффи, У.А. Бекман. — М.: Мир, 1977. — 410 С.
3. *Гюнтер Л. И.* Метантенки [Текст] : монография / Л.И.Гюнтер, Л.Л. Гольдфа. – М.: Стройиздат, 1991. – 129 С.
4. *Соуфер С.* Биомасса как источник энергии / С.Соуфер, О.Заборски; пер. с англ. – М. : Мир, 1985. – 368 С.
5. *Ратушняк Г.С.:* Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. – Вінниця: УНІВЕРСАМ - Вінниця, 2008. – 117 С.
6. *Желих В.М., Фурдас Ю.В.* Біогазовий реактор // Патент на корисну модель №57360 від 25.02.2011 р., Бюл. №4.
7. *Желих В.М.* Підтримання теплового режиму біореактора під час застосування сонячної енергії. / В.М.Желих, Ю.В. Фурдас // Вісник НУ «Львівська політехніка». «Теорія і практика будівництва». – 2012. – №742 –С. 83-86.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫТОВОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ *В. М. Желих, В. З. Пашкевич, Ю. В. Фурдас*

Предложена схема теплоснабжения бытового биореактора, согласно которой солнечное излучение непосредственно нагревает поверхность резервуара. Обоснована эффективность данного технического решения и установлен срок его окупаемости. Представлены типоразмера бытовых биогазовых установок с указанными заказными габаритными размерами и прогнозируемым количеством выхода биогаза.

Ключевые слова - биореактор, биогаз, процесс метанообразования, биомасса, анаэробное брожение.

ECONOMIC FEASIBILITY OF USE OF THE HOUSEHOLD BIOGAS PLANT *V. Zhelih, V. Pashkevich, Yu. Furdas*

The scheme of heating domestic bioreactor according to which solar radiation directly heats the surface of the tank was proposed. The effectiveness of technical solutions was found out and its payback period was defined. Submitted series of the household biogas plants with the added dimensions and recommended estimated biogas output was represented.

Key words: bioreactor, biogas, process of metan formation, biomass, anaerobic fermentation.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ ВІД КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ЗАХИЩЕННЯ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Наведено результати числового аналізу залежності основних параметрів при проектуванні теплозахисту в літній період року. Досліджено вплив максимальної та середньої інтенсивності сонячної радіації, термічного опору утеплювача та коефіцієнта теплосвоєння утеплювачем на максимальну кількість теплоти передану зовнішнім захищенням внутрішньому приміщенню.

Постановка проблеми. В основі забезпечення нормативних вимог до будинків лежить принцип альтернативного проектування теплоізоляційної оболонки будинку, оскільки підвищений теплозахист зовнішніх захищень є одним із принципів енергозберігаючої стратегії України. Важливим параметром, що визначає мікроклімат приміщень є внутрішня температура приміщення, яка буде залежати від конструктивно запроектованої зовнішньої оболонки будівлі. Проектуючи захищення на основі багатопарових захищень необхідно враховувати теплостійкість захищення в будь-який період року.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розрахунки огорожуючих конструкцій для зимового періоду року, можуть не відповідати нормам для літнього періоду. Відомо, що амплітуду коливання температури повітря в приміщеннях у зимовий період року визначають розрахунковим шляхом [3].

Метою даної статті є аналіз основних параметрів, що впливають на теплозахист приміщення в літній період року. Зокрема:

- максимальної добової інтенсивності сонячної радіації, I_{max} ;
- середньої добової інтенсивності сонячної радіації, I_{middle} ;
- коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення, ρ ;
- термічного опору утеплювача, R ;
- коефіцієнта теплосвоєння утеплювача, S .

Основна частина. Вплив сонячної радіації на коливання амплітуди в огороженні полягає у визначенні величини затухання розрахункової амплітуди коливань температури зовнішнього повітря.

В основі дослідження застосовується рівняння для знаходження максимальної кількості тепла, яку віддасть внутрішня поверхня захищення в приміщення (1):

$$q_{max} = \alpha_e \cdot A\tau_e, \text{ Вт/м}^2 \quad (1)$$

де α_e – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні зовнішнього захищення, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $A\tau_e$ – амплітуда коливання на внутрішній поверхні захищення, $^\circ\text{C}$.

Для аналізу коливань амплітуди сонячної радіації застосовується різниця між максимально добовою сонячною інтенсивністю та середньодобовою сонячною інтенсивністю в $^\circ\text{C}$ [4].

Для знаходження величини амплітуди на внутрішній поверхні захищення $A\tau_e$ застосовується рівняння (2):

$$A\tau_e = A_{t_3}^{pozp} / \nu, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

де ν – величина затухання розрахункової амплітуди коливань температури зовнішнього повітря $A_{t_3}^{pozp}$, $^\circ\text{C}$; $A_{t_3}^{pozp}$ – розрахункова амплітуда коливання умовної (сумарної) температури зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

За нормативними документами вибираються параметри пов'язані з оболонкою будівлі в літній період року [1, 2].

Для обрахунку максимальної кількості тепла q_{max} обирається середня по Україні максимальна амплітуда коливання температури зовнішнього повітря, що становить $19.1 \text{ } ^\circ\text{C}$; коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення 0.7 ; середня швидкість вітру по румбах, швидкість яких становить 16% і більше 2.8 м/с .

Приймається оболонка будівлі, що складається з послідовно розміщених однорідних шарів та термічним опором захищення $R=2.9 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$:

- вапняно-піщаний тиньк $\delta=0.015 \text{ м}$, $\lambda=0.93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
- кладка з цегли $\delta=0.38 \text{ м}$, $\lambda=0.64 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
- плити пінополістирольні $\delta=0.115 \text{ м}$, $\lambda=0.055 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
- цементно-піщаний тиньк $\delta=0.015 \text{ м}$, $\lambda=0.81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Для дослідження обрано фактори [5]:

- максимальна добова інтенсивність сонячної радіації I_{max} , $\text{Вт}/\text{м}^2$, [100; 500; 900];
- середня добова інтенсивність сонячної радіації I_{middle} , $\text{Вт}/\text{м}^2$, [50; 200; 350].

Фактори та їх рівні подано у табл.1.

Таблиця 1

Назва фактора	Кодове позначення	Рівні факторів			Δx_i
		1	0	1	
I_{max}	x_1	100	500	900	400
I_{middle}	x_2	50	200	350	150

Геометрична інтерпретація результатів дослідження представлена на рис.1.

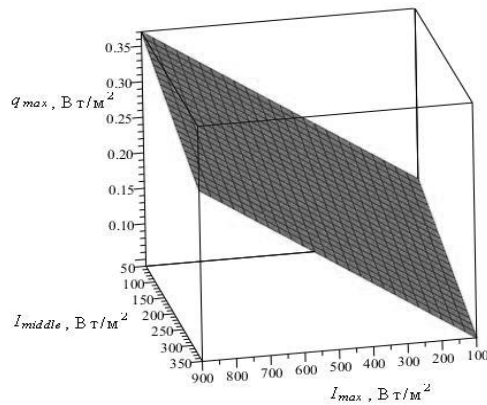


Рис.1. Залежність максимальної кількості тепла q_{max} від максимально добової I_{max} , середньодобової інтенсивності сонячної радіації I_{middle}

На основі даних (рис.1) отримано формулу максимальної кількості теплоти q_{max} в залежності від I_{max} , I_{middle} (3):

$$q_{max} = 0,12 + 0,0003I_{max} - 0,0003I_{middle}, \text{ Вт/м}^2 \quad (3)$$

За умов зміни коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення та коливань амплітуди сонячної радіації, доцільно проаналізувати величину коливання амплітуди на внутрішній поверхні захищення. Факторами обрано: амплітуду коливання сонячної радіації A_{rad} , °С, [50; 450; 850]; коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення ρ , [0.3; 0.6; 0.9].

Назва факторів та рівні їх варіювання подано у табл.2.

Таблиця 2

Назва фактора	Кодове позначення	Рівні факторів			Δx_i
		1	0	1	
A_{rad}	x_3	0	450	850	400
ρ	x_4	0.3	0.6	0.9	0.3

Результати аналітичних досліджень подано на рис.2.

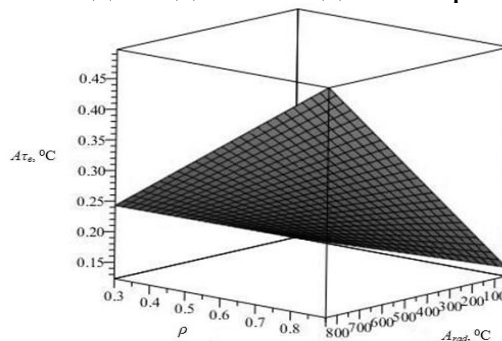


Рис.2. Залежність амплітуди коливання на внутрішній поверхні захищення A_{τ} від коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення ρ та від амплітуди коливання сонячної радіації A_{rad}

Важливо також проаналізувати максимальну кількість теплоти, яку віддасть внутрішня поверхня захищення внутрішньому повітрю, при зміні термічного опору утеплювача захищення та зміні відповідно коефіцієнта теплозасвоєння утеплювача. При цьому додатково необхідно прийняти середню амплітуду коливання сонячної радіації A_{rad} на території України, наприклад 300.

Утеплювач є необхідним елементом будь-якого зовнішнього захищення й важливим для перевірки теплостійкості захищення, особливо це стосується розрахунку дії сонячної радіації на захищення в південних регіонах України.

Складено матрицю планування двофакторного експерименту із врахуванням взаємодії факторів (табл.3).

Факторами обрано:

- термічний опір утеплювача R , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, [0.5; 2.25; 4];
- коефіцієнт теплозасвоєння утеплювача S , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, [0.1; 6; 12.1].

Таблиця 3

Назва фактора	Кодове позначення	Рівні факторів			Δx_i
		1	0	+1	
R	x_5	0.5	2.25	4	1.75
S	x_6	0.1	6.1	12.1	6

Геометрична інтерпретація результатів представлена на рис.3.

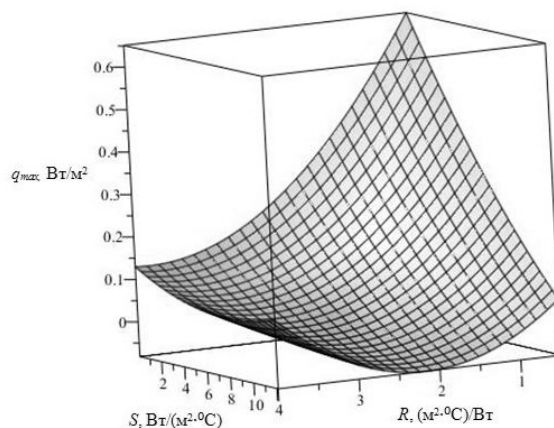


Рис.3. Залежність максимальної кількості теплоти переданої внутрішньому повітрю через зовнішнє захищення q_{max} від термічного опору утеплювача R та від коефіцієнта теплозасвоєння утеплювача S

Висновки. У результаті аналізу параметрів, що впливають на теплостійкість захищення в літній період року встановлено, що інтенсивність сонячної радіації I_{max} та I_{middle} впливають в однаковій мірі, але в протилежних напрямках на максимальну кількість теплоти q_{max} . Для зменшення надходження тепла від сонячної радіації та зменшення

внутрішньої температури приміщення, доцільно збільшити термічний опір утеплювача, при цьому зменшити коефіцієнт теплотозасвоєння.

Література

1. Будівельна кліматологія. ДСТУ — Н Б В. 1.1 — 27:2010. - К.: Мінрегіонбуд, 2011 — 123 с.
2. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006.-зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – К.: Мінрегіонбуд, 2006 — 70 с.
3. *Ратушняк Г.С.* «Проектування захисних конструкцій будівель за теплофізичними параметрами» / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова // Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2003 – 78с.
4. *Богословський В.Н.* «Строительная теплофизика» / В. Н. Богословський // Учебник для вузов: 2-е изд./ перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 415 с., ил.
5. *Желих В. М.* «Потенціал сонячної енергії в Україні для використання низькотемпературними геліопанелями» / В. М. Желих, С. П. Шаповал, І. І. Венгрин // зб. тез 3-го міжнародного конгресу "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування". – Львів. – 17-19 вересня 2014. – НУ "ЛП".- с.80.

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА ОТ КОНСТРУКЦИИ ВНЕШНЕГО ОГРАЖДЕНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В. М. Желых, С. П. Шаповал, И. И. Венгрин

Приведены результаты численного анализа зависимости основных параметров при проектировании теплоограждения в летний период года. Исследовано влияние максимальной и средней интенсивности солнечной радиации, термического сопротивления утеплителя и коэффициента теплоусвоения утеплителем на максимальное количество теплоты переданного наружным ограждением внутреннему помещению.

THE DEPENDENCE OF THE INTERNAL AIR TEMPERATURE OF THE EXTERNAL DESIGN RESERVED AND INTENSITY OF SOLAR RADIATION

V. Zhelyh, S. Shapoval, I. Vengryn

It was shown the numerical analysis results of dependence of the main parameters under the design fencing in the summer season. The influence of the maximum and middle intensity of solar radiation intensity and, thermal insulation resistance and a coefficient of heat insulation for maximum amount of heat transferred outside interior it was investigated.

ЕНЕРГОЗБЕРЕГАЮЧА, ЕКОЛОГО - ТЕХНОЛОГІЧНА КОНЦЕПЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СВК – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В роботі представлені матеріали по екологічному оцінюванню стану експлуатаційних приміщень СВК (свинарського виробничого комплексу) та впливу господарської діяльності людини на атмосферне повітря. Встановлено, що агресивне середовище (специфіка виробництва), яке створює мікроклімат, не тільки змінює умови безпеки життєдіяльності обслуговуючого персоналу, але й негативно впливає на будівельні матеріали, викликаючи їхнє біопошкодження. Виникає тенденція формування специфічних біоценозів.

Постановка проблеми. Визначною ланкою у процесі біопошкодження бетонних конструкцій є мікроорганізми, екологічні параметри мікроклімату середовища - оптимальні. Запропоновано енергозберігаючі технології для боротьби із біопошкодженнями при застосуванні бетону, який містить активовану воду; термokatалітичний реактор (ТКР).

Вступ. Одним із важливих чинників ефективної екологічної політики в агропромисловому комплексі, насамперед, в СВК, є не тільки впровадження в практику досягнень науково-технічного прогресу, сучасної структури виробництва, але й вирішення проблем щодо забезпечення збалансованого природокористування на локальному або регіональному рівнях.

Первинним етапом вирішення цієї проблеми є здійснення процесу оцінювання впливів господарської діяльності людини у взаємозв'язку на експлуатаційне (робоча зона виробництва) та навколишнє середовище з метою визначення негативних потенційно-можливих еколого-економічних наслідків [1]. Такий підхід пов'язано з тим, що:

- 1) неможливо повністю розділити внутрішнє та навколишнє середовище, зміна стану внутрішнього середовища впливає на вибір енергозберігаючих інженерних методів захисту атмосферного повітря,
- 2) вплив на здоров'я працюючого персоналу і соціальне середовище починається саме із зони виробництва,
- 3) системний метод оцінки впливу передбачає дослідження взаємозв'язків між еколого-технологічними процесами з метою розробки єдиної концепції забезпечення збалансованого природокористування.

Аналіз останніх досліджень. Узагальнення даних в науково-технічній літературі підтверджує своєчасність та актуальність проведення запропонованих досліджень (2, 3, 4, 5,). Вивченням екологічних ситуацій в СВК займаються багато різних фахівців, але комплексний підхід досліджень, який об'єднує не тільки екологічну оцінку стану експлуатаційного середовища та захист атмосфери від забруднення не наданий.

Формулювання цілей. Розробити енергозберігаючу, еколого-технологічну концепцію комплексного підходу досліджень, який об'єднує не тільки екологічну оцінку стану експлуатаційного середовища та захист атмосфери від забруднення, попередження біопшкоджень залізобетонних виробів, коли добавка в цементні суміші активованій води зменшує рівень біообростання.

Основна частина. Програма досліджень показана на рис.1.



Рис. 1. Програма досліджень

Об'єктом досліджень обрано СВК в Львівському регіоні (фермерське господарство на 120 голів свиней). Здійснювали: екологічну оцінку стану

експлуатаційних приміщень [1], ступінь біопшкоджень будматеріалів [8], візуально-інструментальним методом обстеження - ступінь корозії бетону, його міцнісні характеристики.

Агресивність робочої зони експлуатаційного приміщення встановлювали за кратністю перевищення ГДК забруднюючих речовин у повітрі приміщень. Екологічну ситуацію в виробничих приміщеннях визначали як результат екологічної оцінки внутрішнього та навколишнього середовища за системним принципом. Агрокомплекс має середнє значення впливу на довкілля за 5-ти бальною шкалою 2,4 (помірний вплив). Екологічна ситуація всередині СВК, ззовні в атмосферному повітрі характеризується помірним впливом.

Характеристики бетонів визначали згідно ДСТУ Б В.2.7-170:2008. «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності» (табл.1).

Таблиця 1

Характеристики пористості та середньої густини бетонів

Маркування	Середня густина, кг/м ³	Маса зразків, г, після		Водопоглинання, W _o , %	Пористість		
		сушки, 105°С	насищення у воді		Об'єм пор, П _п , %	Об'єм відк.пор, П _o , %	Об'єм ум.закр. пор П _з , %
Б ^x	2,26	757	811,5	15,78	17,28	15,78	1,5
А ^x	2,17	737	787	14,37	20,03	14,37	5,66

Примітка: А^x - зразки виготовлені з використанням омагніченої води, Б^x - , зразки виготовлені по класичній технології [7].

Біологічна активність хімічних сполук залежить від фізико-хімічних властивостей, від структури молекули, яка визначає хімічну активність речовини. Токсичність вуглеводнів зростає у гомологічних рядах від низьких членів ряду до вищих. В атмосферному повітрі при перевищенні ГДК забруднюючих речовин відбуваються зміни деяких фізико-хімічних процесів. Для попередження забруднення приземного шару атмосфери запропонований термокаталітичний реактор (ТКР) з використанням носіїв катализаторів (пористих пластин з електрообігрівом) для очищення відпрацьованого повітря з ефективністю на рівні 60...70% [6]. Довгострокові дослідження показали, що не відбувається перевищення фонових концентрацій.

Інша еколого-технологічна проблема - використання омагніченої води, як однієї зі складових для бетону. Ефективність заходів по охороні навколишнього середовища, залежить від попереджувальних заходів. Основою екобезпечного виробництва СВК є застосування бетонів з використанням омагніченої (активованої) води, що забезпечує постійні попереджувальні заходи утворення біопшкоджень. В наслідок

застосування бетонів на основі омагніченої води міцність їх зростає та зменшується пористість, біодоступність для живих організмів [7]. Разом з інститутом мікробіології проведене порівняльне визначення чисельності бактеріальної та грибної (мікроміцетної) мікрофлори двох композицій зразків бетону: А(3,3×3,3)×6=65,34см³, виготовлені з використанням омагніченої води, Б(3,3×3,3)×6=65,34см³, виготовлені за класичною технологією [7].

При змиві мікрофлори з поверхні зразків використовували методики, пропонувані в експериментальній ґрунтовій мікробіології [8], з перспективою використання у наземних, підземних спорудах (рис. 2). Найбільше придатні обсіменінням на бактеріальну та грибну мікрофлору є варіант Б, для варіанта А вона практично мінімальна або взагалі 0, тому запропоновано для подальшого впровадження в виробництво.

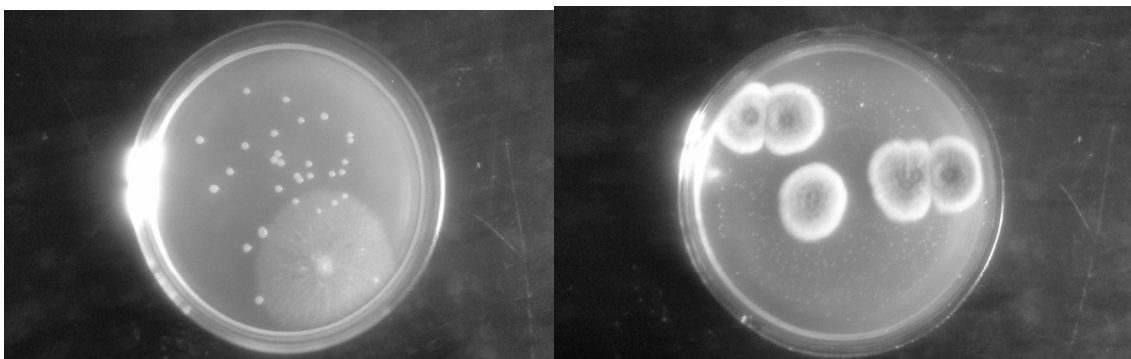


Рис.2. Фрагменти висіву бактеріальної та грибної мікрофлори

У подальших дослідженнях планується розширення банку нормативної інформації щодо характеристики еколого-технологічних та енергозберігаючих процесів. Дослідження забезпечують зниження впливу агресивного середовища експлуатаційних приміщень на утворення забруднювачів.

Висновки. В СВК створюється агресивне середовище, яке порушає екологічну рівновагу і веде до незворотності процесів. Впровадження в практику досягнень сучасного енергозберігаючого виробництва і вирішення проблем щодо забезпечення збалансованого природокористування на локальному рівні є пріоритетним напрямком. Для попереджування негативних потенційно-можливих наслідків рекомендовано: використання ТКР; в технології енергозберігаючого виробництва екобетону використовувати прогресивні нанотехнології (з активованою водою).

Література

1. ДБН-А.2.2-1-2003- Состав і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Держбуд України. Київ.: 2004. -12 с.
2. *Иванов, Ф.М.* Биоповреждения в строительстве / Ф.М.Иванов, С.Н.Горшин, Дж.Уейт и др. // М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.
3. *Пехташев, Е.Л.* Биоповреждения и защита непродовольственных товаров: Учеб. для ст. высш. учеб. зав. / Под ред. А.Н.Неверова. – М.: Мастерство, 2002. – 224 с.
4. Экологические проблемы биодegradации промышленных, строительных материалов и отходов производства: Сб. материалов. – Пенза: Научный Совет по биоповреждениям АН СССР, 1984. – 145 с.
5. *Журавская, Н.Е.* Экологически–безопасные технологии в агропромышленных сферах / Н.Е. Журавская // Міжнародна науково-технічна конференція. Проблеми енергозбереження в агропромисловій та природоохоронній сферах. – Київ:НУБіП України, 2010. - С. 31-35.
6. *Журавская, Н.Е.* Способы создания безопасной среды для жизнедеятельности человека / Н.Е.Журавская // Среда, окружающая человека: природная, техногенная. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Брянск, 14-16 мая 2014.-Брянск:БГИТА, 2014.-С.122-124.
7. *Журавская, Н.Е.* Использование омагниченной воды в капиллярно-пористых материалах / Н.Е.Журавская // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. Відпов. ред. М. М.Осетрін. – К., КНУБА, 2014. – Вип. 53. – С. 167-172.
8. *Волкогон, В.В.* Экспериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В.Волкогон // Київ.: Аграрна Наука, 2010. – 464с.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ, ЭКОЛОГО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СПК – ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. Е. Журавская

В работе представлены материалы по экологической оценке состояния эксплуатационных помещений СПК (свиноводческого производственного комплекса) и влиянию хозяйственной деятельности человека на атмосферный воздух. Установлено, что агрессивная среда (специфика производства), которая создает микроклимат, не только изменяет условия безопасности жизнедеятельности обслуживающего персонала, а и негативно влияет на строительные материалы, вызывая их биоповреждения. Возникает тенденция формирования специфических биоценозов.

**ENERGY-SAVING, ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL
CONCEPTION OF ORGANIZATION OF EXPLOITATION OF PPC IS
BASIS OF ECOLOGICAL PRODUCTION**

N. Zhuravska

Materials are in-process presented on ecological estimation of the state of operating apartments of PPC (pig breeding productive complex) and influence of economic activity of man on atmospheric air. It is set that an aggressive environment (specific of production) that creates a microclimate changes the terms of safety of vital activity of auxiliary personnel not only, and negatively influences on building materials, causing their biological damages. There is a forming tendency specific biological cenoz.

**ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ ВУЗЛА «ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧ-
КАПЛЕВЛОВЛЮВАЧ-ПОВІТРОНАГРІВАЧ» ПРЯМОТОКОВОЇ
СКП З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ ПОТОКІВ ЕКСЕРГІЇ
ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ**

¹⁾Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

²⁾ТОВ "УнітехнологіїЮей", інженер-проектувальник СВіК

Подана методика та розрахунки оцінки ексергетичного коефіцієнту корисної дії функціонального вузла «повітроохолоджувач-каплєвловлювач-повітронагрівач» прямотокової СКП з використанням діаграми потоків ексергії вологого повітря. Обґрунтовано вибір корисної та витратної ексергії в вузлі, наведено діаграму потоків складових ексергії вологого повітря, проведено розрахунки ексергетичного коефіцієнту корисної дії.

Ключові слова: діаграма потоків ексергії вологого повітря; системи кондиціонування повітря; ексергетичний коефіцієнт корисної дії.

Постановка проблеми. Підвищення енергоощадності систем забезпечення мікроклімату будівель і споруд неможливо без коректної оцінки їх ефективності. Можливості ексергетичного аналізу систем кондиціонування повітря (СКП) на сьогодні не відповідають сучасним вимогам і потребують удосконалення [1]. Діаграми ексергетичних потоків, які використовують при аналізі СКП, дають можливість візуальної оцінки деструкції ексергії в системі та її окремих елементах. Однак усталений підхід їх побудови у вигляді діаграм Грассмана, який відображає тільки сумарні ексергетичні потоки, не сприяє поглибленому аналізу систем та їх елементів і певною мірою обмежує можливості ексергетичного аналізу, а в окремих випадках призводить до некоректних висновків.

Системи кондиціонування повітря будівель і споруд потребують більш детального аналізу ніж відомі, які базуються на оцінці деструкції сумарної ексергії. Це стосується головним чином складових елементів СКП. Центральні СКП складаються з декількох функціонально відокремлених секцій, які за показниками функціональної ефективності і енергоспоживанням значно відрізняються одна від другої [1]. Оцінювати, наприклад, деструкцію ексергії за показниками сумарних ексергетичних потоків і порівнювати між собою секції з різними корисними ефектами, як це подано в [1], некоректно. В одній секції корисним ефектом може бути охолодження повітря, а в інший

оохолодження з конденсацією, тобто корисні ефекти – різні. На сьогодні не існує єдиної коректної методики оцінки ексергетичного ККД СКП. В роботі [1], наприклад, пропонується підраховувати ефективність роботи СКП за декількома ексергетичними коефіцієнтами корисної дії, які за оцінкою самих авторів не дають однозначної оцінки ефективності СКП.

Діаграми ексергетичних потоків в СКП, які представлено в роботах [1,2], дають загальну уяву деструкції ексергії і дозволяють оцінити ефективність окремих функціональних вузлів і системи тільки по загальних витратах енергії. Для коректної оцінки ексергетичної ефективності вузлів СКП потрібна методика, яка враховує ексергетичні складові потоку вологого повітря та дає можливість на цій підставі відділяти витрати та втрати ексергії. Для цього потрібно проводити аналіз складових ексергії вологого повітря: термічної, вологісної та механічної. Кожна з них може характеризуватись відповідним ексергетичним потенціалом та характеризувати корисний ефект в елементі СКП за функціональним призначенням. Основою для цього може служити діаграма ексергетичних потоків [3], яка показує деструкцію кожної складової ексергії вологого повітря. За її допомогою можливо відділити витратну та корисну складові деструкції ексергії відповідно до функціонального призначення елемента СКП.

Актуальність дослідження. Ексергетичний аналіз СКП широко використовують для оцінки енергоощадності систем забезпечення мікроклімату будівель і споруд. Він дає можливість оптимізації систем за показниками енергоспоживання. Його доцільно застосовувати при проектуванні на різних стадіях. Особливо це стосується центральних систем кондиціонування повітря адміністративних та виробничих будівель і споруд, які є найбільш енергоємними. При виборі схемних рішень СКП та їх порівнянні між собою за ексергетичними критеріями можливо коректно оцінити та проаналізувати різні за функціональним призначенням вузли та агрегати СКП. За результатами аналізу можливо також модернізувати та розробляти нові енергоощадні схемні рішення СКП. На часі є оптимізація роботи систем не тільки за ексергетичними, а й за ексергоекономічними критеріями при виборі, наприклад, варіантів енергопостачання систем.

Зв'язок із науковими і практичними завданнями. Робота виконується відповідно до законодавчих актів: Постанови Верховної Ради України №75/94-ВР від 1.07.94 р., що затвердила “Закон України про енергозбереження”, Постанови Кабінету Міністрів України №148 від 5.02.97 р. “Про комплексну державну програму енергозбереження України”.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Потоківі діаграми ексергії використовуються для аналізу енерговитрат в СКП головним чином у вигляді діаграм Грассмана та суміщених $i, d - E, t$ [1]. Діаграми Грассмана побудовані за принципом послідовного приросту ексергій

енергетичних потоків в елементах системи і відображаються у вигляді смуг, ширина яких у відсотках відповідає витраченому та сприйнятому приросту ексергії у відповідному складовому елементі [1,2]. Суміщені діаграми $i, d - E, t$ використовують для оцінки деструкції ексергії та визначення ексергетичної ефективності в СКП [1]. В обох видах діаграм відсутнє відображення деструкції складових ексергії вологого повітря – термічної, вологісної та механічної.

Виділення невирішених питань. Суміщені діаграми на відміну від діаграм Грассмана мають ізолінії параметрів стану вологого повітря: температури, вологовмісту, ентальпії, відносної вологості та ексергії. Але на наш погляд цього замало для отримання необхідної інформації і детального аналізу елементів СКП. По-перше, в діаграмі Грассмана відсутня можливість чисельної оцінки деструкції складових ексергії, а є тільки можливість відносної та загальної оцінки. Діаграми Грассмана не мають також ізоліній значень ексергії складових повітря і відповідних шкал. В діаграмах Грассмана відображують процеси термодинамічних перетворень в СКП тільки у вигляді втрат ексергії [5]. Суміщені діаграми дають можливість оцінити загальні перетворення ексергії в процесах обробки повітря в СКП, але обмежені в можливості відобразити й оцінити перетворення складових ексергії вологого повітря. Так, наприклад, на суміщеній діаграмі, що наведена в роботі [1], неможливо визначити яких саме складових ексергії вологого повітря проходить деструкція при ізоентальпійному процесі зволоження повітря в холодний період року і яка їх чисельна оцінка, а це не дає можливості коректного порівняння ефективності різних способів зволоження повітря між собою. Більш зручним є відображення процесів в даних діаграмах в значеннях питомої ексергії, чого не вистачає в суміщених діаграмах. Вказані недоліки великою мірою обмежують можливості ексергетичного аналізу СКП, не дозволяють відокремити корисну та витрачену складові ексергії вологого повітря в окремих функціональних елементах СКП. Перелічені недоліки не повною мірою використовують можливості ексергетичного аналізу і не дозволяють коректно оцінити енергоощадні показники систем.

Новизна. В ексергетичній діаграмі вологого повітря доцільно відображати всі складові – термічну, вологісну та механічну [3,4]. Відображення деструкції складових ексергії вологого повітря дає можливість визначити корисну та витратну частини ексергії, які функціонально відповідні кожному елементу СКП. Так, наприклад, деструкція термічної складової ексергії є домінуючою в теплообміннику, або в повітроохолоджувачі, а механічної - у всіх елементах СКП. Відображення складових ексергії вологого повітря на діаграмі дозволяє відокремлювати, або об'єднувати разом за функціональним призначенням елементи системи. Вузол СКП «повітроохолоджувач-каплевловлювач-повітронагрівач» відокремлений

в єдиний відповідно його функціональному призначенню для охолодження та осушки повітря й доведення до температури припливу відповідно принципу функціональної єдності та зв'язку між елементами [1]. Окремо визначати ефективність охолоджувача не коректно, тому що він виконує подвійну функцію - охолоджує та осушує конденсацією повітря. Повітрянагрівач в цьому вузлі виконує завершальну стадію осушення повітря і доводить його нагріванням до температури припливу. В наведеній діаграмі (рис.1) стало можливим відокремити корисну деструкцію ексергії від загальної для кожного складового елемента системи.

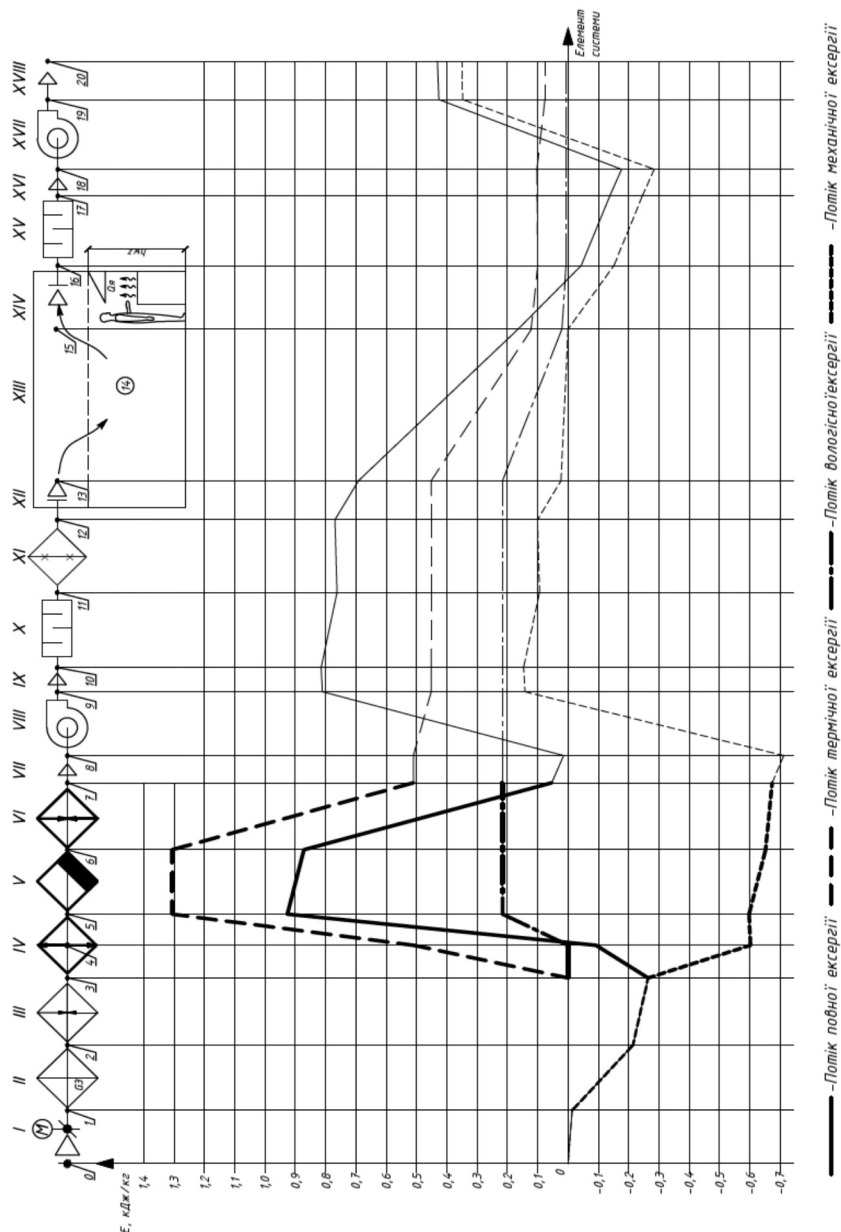


Рис.1. Діаграма ексергетичних потоків вологого повітря СКП фармацевтичного виробництва

Методологічне значення. Завдяки вказаним особливостям визначення деструкції складових ексергії вологого повітря, стала можливою чисельна їх оцінка та подальше коректне визначення показників енергоощадності. Так, наприклад, для осушення повітря в вузлі за корисний ефект прийнято деструкцію вологісної складової ексергії повітря, а для нагрівання та охолодження – деструкцію термічної складової, а не загальної як в роботах [1,2].

Основний матеріал. На діаграмі ексергетичних потоків вологого повітря для СКП фармацевтичного виробництва жирним виділено вказаний функціональний вузол. Діаграма побудована для теплого періоду року, система - прямотечійна, продуктивність по повітрю – 6834 м³/год., по холоду – 93,8 кВт, по теплу – 103 кВт. Процес обробки повітря на *I-d*-діаграмі представлено на рис. 2.

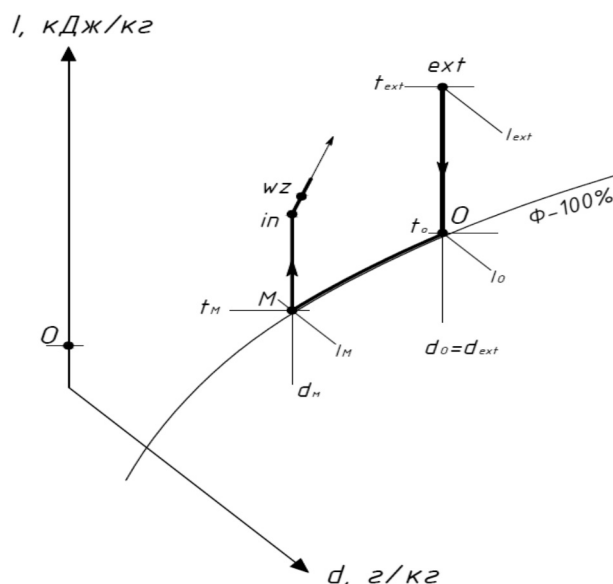


Рис.2. Процес обробки повітря - на *I-d*-діаграмі

Діаграма побудована для трьох складових ексергії вологого повітря - термічної, вологісної, механічної та сумарної. На діаграмі показана деструкція складових та сумарної ексергії вологого повітря при послідовній обробці його в елементах СКП від повітрязабірної решітки через приміщення, що обслуговується, й до видалення зовні. Вертикальна вісь діаграми - шкала питомої ексергії повітря, кДж/кг, а горизонтальна – елементи СКП в послідовності основного руху повітря. Ділянки системи позначено римськими цифрами, а обладнання – арабськими. Початок координат – розрахункові параметри зовнішнього повітря для теплого періоду року із значенням ексергії $e_{oc} = 0$ на рівні повітрязабірної решітки СКП.

Аналіз розподілу ексергетичних потенціалів в процесі термодинамічних перетворень вологого повітря в вузлі «повітроохолоджувач - каплевловлювач - повітрянагрівач» показує

наступне. На ділянці 3-5 повна (або сумарна) ексергія зростає від від'ємного значення - 0,264 кДж/кг і за рахунок домінуючої термічної складової приймає значення + 0,927 кДж/кг. Таке значне зростання пояснюється різким охолодженням повітря в поверхневому повітроохолоджувачі IV з конденсацією вологи (на *I-d*- діаграмі – процес *ext-O-M*, рис.2). Від'ємне значення ексергії на цій ділянці має в основному механічна складова ексергії (і невеликою мірою повна), що обумовлено розрідженням повітря на всмоктувальній частині мережі. На ділянці 4-5 змінюється вологісна складова ексергії від 0 до + 0,216 кДж/кг. (на *I-d*- діаграмі це процес *O-M*). На ділянці 5-6 змінюється тільки механічна складова за рахунок аеродинамічного опору і відповідно йому – сумарна ексергія. Різде падіння значення термічної ексергії спостерігається на ділянці 6-7 (на *I-d*- діаграмі – процес *M - in*) за рахунок нагрівання в повітронагрівачі другого підігріву. Відповідно змінюється на цій ділянці й сумарна ексергія, а зміна механічної складової в порівнянні з термічною на цій ділянці є незначною.

В таблиці 1 представлено результати розрахунків значень складових ексергії у вказаному вузлі.

Таблиця 1

Результати розрахунків деструкції ексергії в вузлі СКП
«повітроохолоджувач-каплевловлювач-повітронагрівач»

Ділянка	Обладнання СКП	Значення ексергії повітря, кДж/кг, по складових на ділянках							
		Термічна		Вологісна		Механічна		Сумарної	
		На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
3-4	Повітроохолоджувач (IV)	0	0,509	0	0	- 0,264	- 0,602	- 0,264	-0,093
4-5		0,509	1,307	0	0,216	- 0,602	- 0,596	-0,093	0,927
5-6	Каплевловлювач (V)	1,307	1,307	0,216	0,216	- 0,596	- 0,652	0,927	0,871
6-7	Повітронагрівач (VI)	1,307	0,511	0,216	0,216	- 0,652	- 0,673	0,871	0,054

Визначення ексергетичної ефективності вузла проводять в наступному порядку. Для підрахунку ЕККД необхідно виділити і розрахувати значення корисної складової та витраченої повної ексергії в вузлі. За корисні ефекти приймається осушення повітря від d_{ext} до потрібного значення d_{in} та охолодження від температури t_{ext} до температури припливного повітря t_{in} та відповідна їм деструкція ексергії. Витратна деструкція ексергії на здійснення корисних ефектів складається з термічної, вологісної та механічної на ділянці системи, в якій отримано корисний ефект. Кожна з перелічених складових при складанні враховується за абсолютною величиною без урахування знаку.

Слід зазначити, що відповідно до ексергетичної теорії [6] деструкція ексергії повітря, яка має місце в вказаному вузлі поділяється на «зовнішньо-залежну» та «внутрішньо-залежну» (англійською відповідно - exogenous (EX) та endogenous (EN)) [6,7]. Це означає, що зовнішньо-залежна деструкція (EX) - це деструкція від незворотності процесів, яка впливає на певний елемент системи від попереднього по ходу потоку елемента системи, а внутрішньо-залежна (EN) - від незворотності внутрішніх процесів в елементі СКП. В даній роботі розглядається «внутрішньо-залежна» деструкція (EN), яка характеризує саме ефективність складових елементів СКП.

Відповідні значення внутрішньо-залежної деструкції термічної та вологісної складових ексергії повітря в цьому вузлі будуть $E_{D,in-ext}^{t,EN} = e_{12}^t - e_3^t = 0,451 - 0 = 0,451$ кДж/кг та $E_{D,5-4}^{d,EN} = e_5^d - e_4^d = 0,216 - 0 = 0,216$ кДж/кг, разом - 0,667 кДж/кг.

Витратна «внутрішньо-залежна» деструкція ексергії, тобто загальна деструкція ексергії вологого повітря в вузлі на здійснення вказаних корисних ефектів - це сума деструкції вологісної, термічної та механічної складових ексергії на ділянці 3-7

$$E_{D,3-7}^{T,EN} = E_{D,3-7}^{d,EN} + E_{D,3-7}^{t,EN} + E_{D,3-7}^{m,EN} = 0,216 + 2,103 + 0,475 = 2,794 \text{ кДж/кг.}$$

ЕККД «нетто» [7], або «внутрішньо-залежний», який враховує деструкцію ексергії повітря від незворотності процесів в обладнанні функціонального вузла «повітроохолоджувач-каплевловлювач-повітронагрівач» підраховується за наступною залежністю і становить

$$\eta_{3-7}^{net} = \frac{E_{D,5-4}^{d,EN}}{E_{D,3-7}^{T,EN}} = \frac{0,667}{2,794} = 0,2387 \text{ (23,87\%).}$$

Головні висновки. Методика обчислення ЕККД «нетто» надає можливість коректної оцінки ЕККД вузла СКП. Отримане значення ЕККД характеризує внутрішню недосконалість термодинамічних процесів вузла «повітроохолоджувач-каплевловлювач-повітронагрівач» СКП і є вихідним для прийняття рішення щодо його удосконалення, або заміни на більш досконалий при порівнянні за вказаним показником. Для більш повної оцінки енергоощадності вказаного вузла відносно

підведеної зовні енергії варто користуватись ЕККД «брутто» та показниками відповідних втрат [7].

Перспективи використання результатів. Наведені результати дослідження ексергетичної ефективності елементу СКП із методикою визначення корисної та витратної складових деструкції ексергії волого повітря та ЕККД надають можливість коректної оцінки енергоощадності систем кондиціонування повітря будівель і споруд.

Література

1. *Бродянский В.М., Верхивкер Г.П., Карчев Я.Я. и др.* Эксергетические расчеты технических систем: Справ.пособие /: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики.- Киев: Наук. Думка, 1991.- 360 с. – ISBN 5-12-0011397-X;
2. *Luigi Marletta.* Air Conditioning Systems from a 2-nd Law Perspective // Entropy: мережевий журн. 2010. URL: <http://www.mdpi.com/journal/entropy>. p=860 (дата звернення 12.12.2011);
3. *Задоянний О.В., Котляров А.* Ексергетична оцінка обробки повітря в центральній прямоточній системі кондиціонування повітря; Науково-технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». Випуск 6. Відповідальний редактор П.М.Куліков.- К.:КНУБА,2014 р.-364 с.;
4. *Задоянний О.В., Євдокименко Ю.М.* Діаграма потоків ексергії вологого повітря для систем кондиціонування повітря; Науково-технічний збірник «Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.- Вип.18 /відповідальній редактор Е.С.Малкін.- К.: КНУБА, 2015 р.;
5. *Лабай В.Й., Гарасим Д.І.* Діаграма Грассмана в ексергетичному аналізі систем кондиціонування повітря чистих приміщень// Науково-технічний журнал «Холодильна техніка і технологія». Вип.1. URL: <http://reftech.irce.od.ua/index.php?menu=archive#1> (дата звернення 25.03.2015);
6. *Морозюк Т.В., Тсатсаронис Дж.* Теория разделения деструкции эксергии на внутренне- и внешне-зависимые части //Научно-технический журнал «Промышленная теплотехника», №6, т.28, 2006г.;
7. *Задоянний О.В.,* Ексергетичні критерії при оцінці енергоощадності систем кондиціонування повітря будівель і споруд; Науково-технічний збірник «Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.- Вип.17 /відповідальній редактор Е.С.Малкін.- К.: КНУБА, 2014 р.-148 с.;

**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ УЗЛА «ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ-
КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬ-ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ» С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАГРАММЫ ПОТОКОВ ЭКСЕРГИИ**

А. В. Задоянный, Ю. Н. Евдокименко

В работе авторы предлагают методику определения эксергетического коэффициента полезного действия для функционального узла системы кондиционирования воздуха «воздухоохладитель - каплеуловитель - воздухоподогреватель» с помощью эксергетической диаграммы потоков влажного воздуха. Предложены расчетные зависимости, алгоритм определения полезной и затраченной деструкции эксергии влажного воздуха, приведена диаграмма потоков эксергии, расчеты и результаты определения эксергетического КПД.

**FEATURES OF DETERMINING OF EXERGY EFFICIENCY OF AIR
COOLER, DRIP-PAN AND AIR HEATER UNIT USING AN EXERGY
FLOW CHART**

A. Zadoyannyi, Yu. Evdokimenko

In this paper the authors propose a method for determining exergy efficiency for the functional HVAC unit «air-cooling- drip-pan and air heater» using moist air flow diagrams. A calculation based, algorithm for determining the useful and degradation of exergy consumed humid air and a flow diagram of exergy calculations and determine the energetic efficiency shows.

ГРАФІЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ТРИВАЛОСТІ ПЕРІОДУ ОХОЛОДЖЕННЯ НА ОСНОВІ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуто графічний метод розрахунку періоду охолодження на основі кліматичних даних нормативних документів України, з метою вдосконалення нормативної бази України в галузі енергозбереження.

Постановка проблеми. Раціональне використання енергоресурсів завжди було пріоритетним в будь-якій галузі, і будівництво не виключення. Як загально відомо, мікрокліматичні умови в приміщеннях будівель відіграють одну з найважливіших ролей в житті і побуті людини. Мікроклімат в приміщеннях створює комфортні умови для життя, праці і відпочинку людини. Але водночас прагнення людини до оптимального рівня комфорту може бути обмежено економічною складовою її життя.

Досягнення оптимальних мікрокліматичних умов можливе за рахунок багатьох засобів, але зазвичай це вимагає значних матеріально-технічних і економічних ресурсів. Тому питання ресурсозбереження актуально повсякчас. На якість внутрішнього середовища приміщення впливає багато факторів, серед яких є ті що підконтрольні людині, і ті в змінні яких людина безсила. Мова йде про навколишнє середовище, а саме про його кліматологічні параметри. Кліматологічні параметри місцевості обумовлюють форму і тип будівлі, її основні об'ємно-планувальні рішення, призначення приміщень, вибір інженерного обладнання та інше. Саме інженерне обладнання приймає основну роль в забезпеченні комфортних умов перебування в приміщенні людини.

Так як, на теперішній дуже гостро постає питання глобального потепління, з перспективою подальших підвищень температури зовнішнього повітря, спостерігається збільшення негативної дії температури зовнішнього повітря на мікроклімат приміщень в жаркий період року. Надлишкові теплонадходження, що надходять з навколишнього середовища в середину приміщень, призводять до їх перегріву та спричиняють нераціональні затрати ресурсів на охолодження приміщень, що негативно впливає на ефективність інженерних систем.

Кліматологічні характеристики місцевості впливають на показники енергоспоживання при охолодженні будівель, тому необхідно постійно оновлювати дані метеорологічних досліджень, та проводити обробку і аналіз вже відомих характеристик. Саме аналізу вже відомих характеристик температури зовнішнього повітря, для жаркого періоду року (період охолодження) буде присвячена дана наукова робота.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки в Україні було прийнято в дію ряд нормативних документів що спрямовані на впровадження енергоефективних технологій і заходів з енергозбереження в будівництві. Основним документом, що установлює кліматичні характеристики, які застосовують при проектуванні будівельних об'єктів і інженерних систем є ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [1], що прийнята в 2011 році. На його основі на даний час розроблюється проект ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X «Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»[2], що визначає метод розрахунку енергоспоживання та встановлює національні рішення стосовно розрахункового методу оцінки річного енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790[3].

Постановка задачі. Обґрунтування необхідності розроблення методики розрахунку тривалості періоду охолодження, на основі кліматологічних характеристик температури зовнішнього повітря, для території України.

Основна частина. Період охолодження визначається тривалістю періоду перегріву зовнішнього повітря, тобто коли температура зовнішнього повітря 21°C і більше.

В проекті стандарту [2], таблиці А.3 наведено погодинна температура зовнішнього повітря репрезентативного дня місяця, що показує погодинне значення температури зовнішнього повітря в залежності від місяця і населеного пункту. Використавши дані з таблиці А.3[2], та побудувавши графіки зміни температури для кожного з обласних центрів, можливо визначити тривалість періоду охолодження. Це дозволить в подальшому розробити карту-схему температурних зон України на період охолодження, як аналог карти-схеми температурних зон опалювального періоду що наведена в ДБН В.2.6-31[4] та [5].

Згідно [2] для цілей сертифікації енергоефективності допускається приймати фіксовану тривалість періоду охолодження, що становить: 2000 годин – для I-ої температурної зони України згідно з ДБН В.2.6-31, 2500 годин – для II-ої температурної зони України. Але даній підхід хибний і вимагає доопрацювання тому що він не відображає фактичні показники тривалості періоду охолодження.

Розглянемо графічний метод розрахунку періоду охолодження на прикладі м. Полтави. Для побудови двовимірного графіку (рис. 1), приймаємо значення з таблиці А.3 [2] як для середини місяця. Якщо на основі кліматологічних характеристик з таблиці А.3 [2] побудувати графіки розподілу температури для кожного обласного центру України і підрахувати тривалість періоду охолодження в годинах, та визначити кількість днів що потрапляють в цей період, то отримаємо дані що наведені в таблиці. В таблиці наведено також кількість днів що не врахована за допомогою даних таблиці А.3[2].

Таблиця

Значення тривалості періоду охолодження для обласних центрів України

1	Населений пункт	Тривалість періоду охолодження, год на день/місяць							Разом, год
		квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Вінниця	-	-	6/180	9/279	7/217	+4дні	-	+676
2	Дніпропетровськ	-	4/124	10/300	12/372	12/372	+13днів	-	+1168
3	Донецьк	-	+12днів	9/270	12/372	10/310	+10днів	-	+952
4	Житомир	-	-	6/180	8/278	7/217	-	-	645
5	Запоріжжя	-	4/124	11/330	14/434	13/403	4/120	-	1411
6	Івано-Франківськ	-	-	5/150	8/248	7/217	-	-	615
7	Київ	-	+6днів	8/240	11/341	9/279	-	-	+860
8	Кіровоград	-	2/62	9/270	11/341	10/310	+12днів	-	+983
9	Луганськ	+6днів	5/186	11/330	13/403	12/372	4/120	-	+1411
10	Луцьк	-	-	6/180	8/248	7/217	-	-	645
11	Львів	-	-	3/90	6/186	6/186	-	-	462
12	Миколаїв	+4дні	4/124	11/330	14/434	14/434	5/150	+5днів	+1472
13	Одеса	-	-	9/270	14/434	13/403	+14днів	-	+1107
14	Полтава	-	+15днів	9/270	11/341	10/310	+6днів	-	+921
15	Рівне	-	-	5/150	8/248	7/217	-	-	615
16	Сімферополь	-	+13днів	9/270	14/434	12/372	5/150	-	+1226
17	Суми	-	+9днів	8/240	10/310	9/279	-	-	+829
18	Тернопіль	-	-	4/120	7/217	6/186	-	-	523
19	Ужгород	-	3/93	8/240	11/341	11/341	+15днів	-	+1015
20	Харків	-	+15днів	9/270	12/372	10/310	+5днів	-	+952
21	Херсон	-	4/124	11/330	14/434	13/403	5/150	+5днів	+1441
22	Хмельницький	-	+11днів	5/150	8/248	7/217	-	-	+615
23	Черкаси	-	+15днів	9/270	11/341	10/310	+7днів	-	+921
24	Чернівці	-	-	6/180	9/279	8/248	-	-	707
25	Чернігів	-	+6днів	7/210	9/279	9/279	-	-	+768
26	Ялта	-	3/93	11/330	16/496	15/465	10/300	+4дні	+1684

Примітка 1. В графі 10 не включено тривалість періоду охолодження тих днів де відсутні дані погодинної температури зовнішнього повітря.

Примітка 2. Знаком «+» в графі 10 умовно показано необхідність уточнення даних щодо тривалості періоду охолодження.

В результаті обробки отриманих даних визначено те що для деяких населених пунктів необхідно розраховувати погодинну температуру для проміжних значень на протязі місяця.

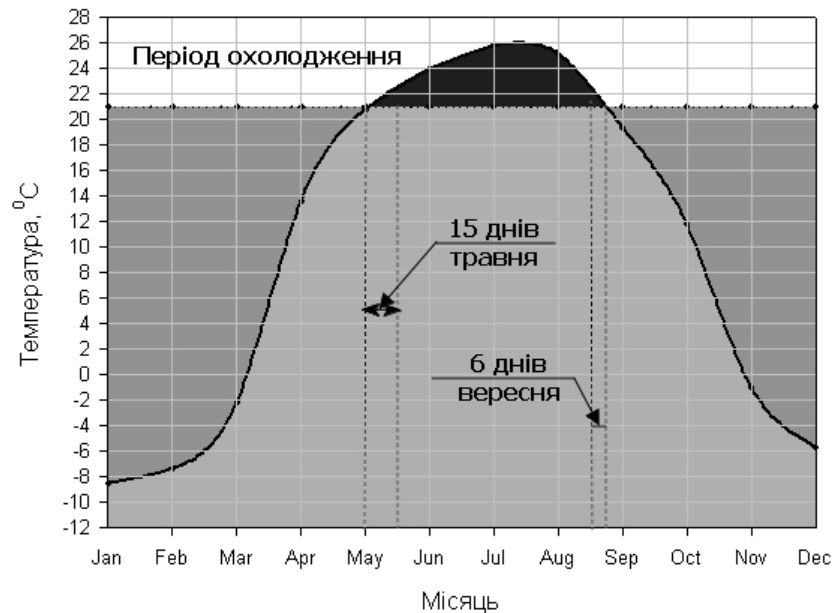
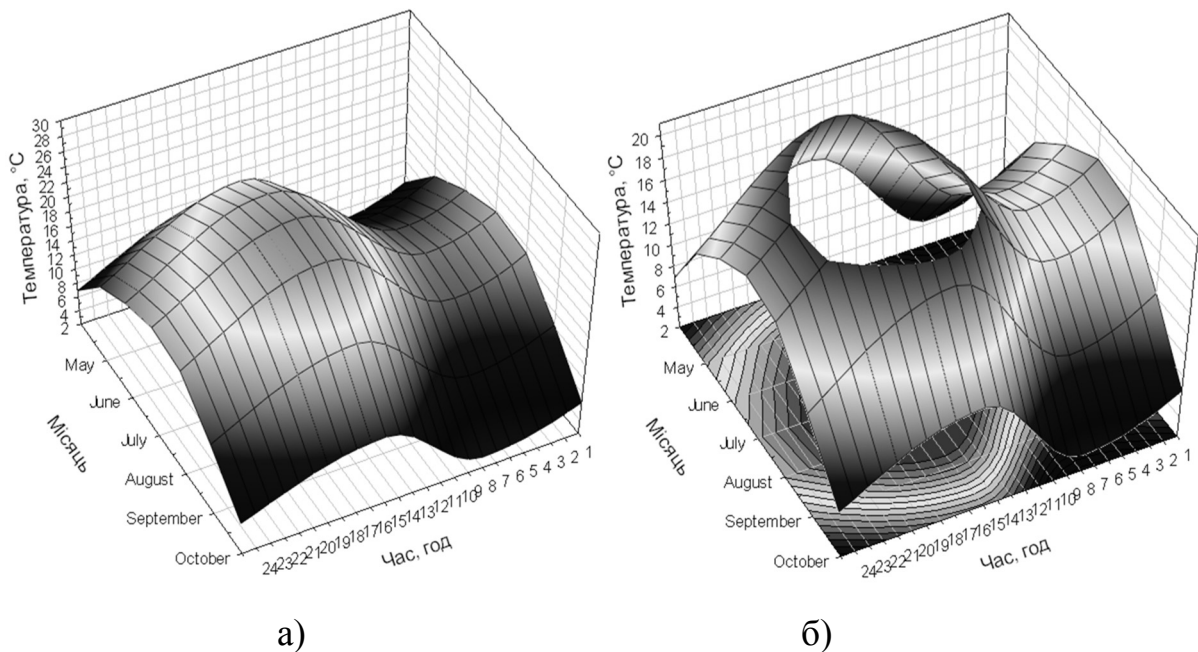


Рис. 1 Графік розподілення температури зовнішнього повітря для м. Полтави

Розглянемо інший приклад визначення тривалості періоду охолодження теж на прикладі м. Полтави за допомогою іншого варіанту графічного розрахунку. За вихідні данні приймаються значення з тих самих таблиць, що і для попереднього розрахунку. Різниця лише в тому що відбувається побудова поверхні розподілу температури в жаркий період року (травень-вересень). Поверхня розподілу температури зовнішнього повітря м. Полтави представлена на Рис. 2.



а)
б)
Рис. 2. Поверхня розподілу температури зовнішнього повітря м. Полтави: а) поверхня розподілу температури без обмежень; б) поверхня розподілу температури обмежена границею температури в 21°C (період охолодження)

Спроектувавши графік, обмежений границею температури в 21°C (період охолодження) на вісь ХУ, отримаємо фактичні дані погодинної температури для будь-якого дня місяця, в відповідності до кількості днів в місяці (Рис. 3).

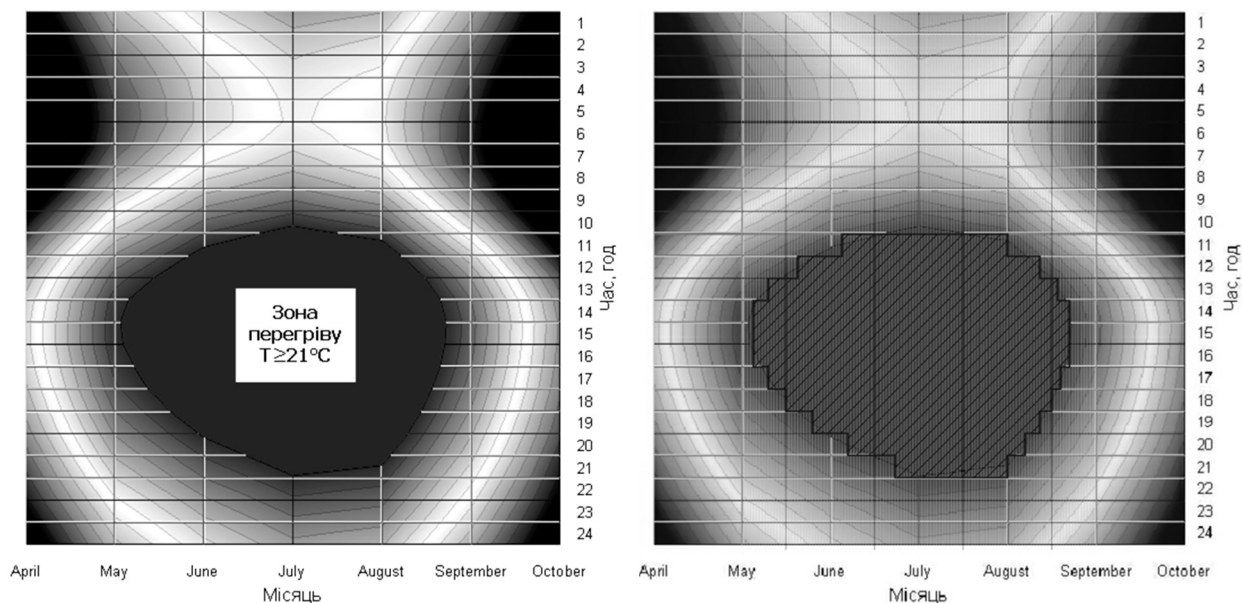


Рис. 3 Графік визначення тривалості періоду охолодження для м. Полтави

Підрахувавши значення тривалості періоду охолодження для м. Полтави, отримуємо значення - 909 годин, що дуже відрізняється від значення в таблиці.

Аналогічно розрахувавши для кожного обласного центру України можливо отримати дані щодо тривалості періоду охолодження в кожному регіоні України.

Висновки. В результаті аналізу проведених розрахунків постає необхідність подальшого розвитку досліджень по даному напрямку, з метою уточнення показників тривалості періоду охолодження. Ці уточнені дані забезпечать удосконалення розрахунків енергоефективності інженерних систем і будівлі в цілому.

Література

1. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. [Текст] : – [Чинний з 2011-11-01] / Мінрегіонбуд України. - К. : Укрархбудінформ, 2010. - 123 с. – (Державний стандарт України).
2. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні : прДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://dbn.at.ua/_ld/11/1149_prDstuA22xx.pdf.

3. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження : (EN ISO 13790:2011): ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. – [Чинний від 01.07.2013]. - К.: Мінрегіон України, 2013. - 241 с. – (Державний стандарт України).

4. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель :ДБН В.2.6–31:2006. [Текст] : – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).

5. Зміна № 1 ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель / Мінрегіон України. - К. : Укрархбудінформ, 2013. - 10 с.

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДА ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

В. В. Злоба, У. В. Кондратюк

Рассмотрен графический метод расчета периода охлаждения на основе климатических данных нормативных документов Украины, с целью усовершенствования нормативной базы Украины в области энергосбережения.

A GRAFICAL METHOD FOR THE CALCULATION OF COOLING PERIOD BASED ON CLIMAT DATA OF THE TERRITORY OF UKRAINE

V. Zloba, U. Kondratiuk

In this article graphical method for the calculation of the cooling period based on climatic data of Ukraine is presented. The rational is to improve the normative base with focus on energy efficiency in Ukraine.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА БУДІВЛЯ ШКОЛИ В ЖАРКОМУ КЛІМАТІ: ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті викладені концептуальні засади, методи та прийоми проектування сучасних навчальних закладів для умов жаркого клімату на засадах сталого будівництва. Реалізація основних прийомів продемонстровано на прикладі проектного рішення шкільної будівлі, створеної за умовами конкурсу «Ізовер. Мультикомфортний будинок. Школа майбутнього. Газіантен».

В сучасному світі впровадження концепції сталого розвитку має за мету забезпечення збалансованій соціально-економічний розвиток країн, раціональне використання матеріально-енергетичних ресурсів, покращення екологічної ситуації, досягнення високої якості життя. Досягнення такої мети є континуальним процесом, що охоплює всі сфери людської діяльності, залучає різні верстви населення, вимагає мультидисциплінарності у дослідженнях та неперервності розвитку.

В реалізації цієї концепції створення енергоефективних будівель навчальних закладів є знаковим явищем - прикладом створення архітектурного середовища, що є ефективним, безпечним, комфортним та таким, що стає однією з складових освітнього процесу. Наочність ресурсної ефективності будівель є переконливим аргументом у формуванні екологічної свідомості учнів, а також і педагогічним засобом - «навчанням в процесі дії». Архітектурні рішення таких шкіл є досить новаторськими, потребують системного врахування функціональних, планувальних, конструктивних, інженерних вимог, детального аналізу кліматичних умов та місцевого ландшафту, соціально – культурних спрямувань, економічних можливостей. Саме тому пошук інноваційних рішень сучасних шкіл на засадах екологічності та енергоефективності є актуальним, а конкурсне проектування дає можливість виявити прогностичні тенденції в формуванні архітектурного середовища енергоефективних будівель навчальних закладів.

В вітчизняній архітектурній теорії і практиці досвід проектування навчальних закладів висвітлено в роботах В.І. Єжова, Б.І. Козореза, В.В. Куцевича, Л.М. Ковальського, Г.Л. Ковальської, С.П. Тутученка, В.Т. Шпаковської та ін. Грунтовний аналіз енергоефективності шкільних будівель проведений Л.О. Шулдан [1].

Також важливим є вивчення проектів та реалізованих енергоефективних шкіл, аналіз їх окремих аспектів. Добре відомим є приклад шкільної будівлі де ефективно використовується сонячна енергія - школа Святого Георгія, побудованої в 1961 р. в Уолессі (Ліверпуль, Велика Британія, арх. А.Е. Морган). В будівлі застосовано систему пасивного сонячного обігріву через опромінення конструкцій стін та підлоги. Довгий час експлуатації цієї будівлі дав можливість визначити переваги і деякі недоліки будівлі [2].

В проекті ліцею в Кодрі (Франція) архітектор Л. Кролл, відомий своїми проектами екологічних будівель та один з ініціаторів залучення громади для визначення необхідних якостей проектованої будівлі, реалізував цілісну концепцію біокліматичної будівлі. В проекті враховані енергетичні потреби, освітлення, екологічні якості, використання дощової води, вивчено потенціальну токсичність матеріалів, можливість ресайклінгу. В іншому проекті - лицей Joseph Marie Jacquard, Л.Кролл крім вирішення планувальних та технологічних питань організації ефективної будівлі відповідно критеріям HQE (High Quality Environment) значну увагу приділив створенню сприятливої психологічної атмосфери в навчальному закладі методами архітектури [6, 7] .

В проекті ліцею Шарля де Голля в Дамаску, Сирія (2006 р.) архітектурна компанія Atelier Lion та проектно- інжинірингове бюро Transsolar Energietechnik GmbH Klima Engineering [8] розробили біокліматичну концепцію комплексу будівель ліцею відповідно до місцевих умов жаркого сухого клімату з контрастними перепадами добових температур. Економічні вимоги потребували пошуку доступних рішень, що зумовило вибір підходу «low-tech» у виборі основних конструктивних та інженерних рішень, в основному, систем вентиляції. Були запроваджено кліматизацію не тільки класних кімнат, а і підвір'я будівлі ліцею, застосовані прийоми сонцезахисту, природного провітрювання. В плануванні та просторовій структурі комплексу використані прийоми народної архітектури в сучасному переосмисленні, що сприяє успадкуванню та розвитку місцевих культурних традицій.

Специфіку проектування в умовах жаркого клімату розглянуто в роботі В.М. Фірсанова [3]. Особливості проектування і будівництва енергоефективних доступних архітектурних об'єктів для умов жаркого клімату викладені в роботах Х.Фаті [4], результати досліджень та архітектурний доробок якого є актуальним і значущим і в сучасний період.

Основні положення конкурсу « Ізовер. Мультикомфортний будинок».

Щорічний конкурс «ISOVER Multi Comfort House Students Contest» ставить перед студентами задачу проектування архітектурного об'єкта в складному контексті, що вимагає системного розгляду складових архітектурного середовища. В останні роки конкурсні завдання

акцентують увагу на соціальній складовій формування екологічного та енергоефективного архітектурного середовища. Принципи «ISOVER Multi-Comfort House» базуються на концепції проектування «пасивного будинку», біокліматичного дизайну, що відповідає засадам сталого розвитку та охоплює соціальну, економічну та екологічну складову. Мультикомфортність будівель передбачає досягнення в будівлях акустичного, візуального, температурного комфорту та безпеки перебування.

Темою 10-ого міжнародного конкурсу «ISOVER. Multi Comfort House Students Contest» було обрано проектування енергоефективної будівлі, як частини загальної концепції створення ЕКО –розвитку житлового району на 200 000 мешканців, розробленого муніципалітетом міста Газіантеп (Туреччина). Метою і завданням студентського конкурсу «Проектування Мультикомфортного будинка ISOVER-2014» було розробка концепції і проекту сучасної школи в м. Газіантеп. Проект має в собі поєднати елементи класичної системи освіти та новітні тенденції, враховуючи особливості проекту «ЕКО-розвитку». Школа розрахована на 400-600 учнів віком від 6 до 10 років. Особливу увагу необхідно було звернути техніко економічному обґрунтуванню, що в свою чергу вимагало ефективних в конструктивному відношенні і економічних рішень. Територія навколо об'єкта проектування має бути вирішена з урахуванням захисту навколишнього середовища, включаючи використання різноманітних педагогічних елементів, наприклад, біологічного саду, ігрових майданчиків.

Будівля школи включає в своїй структурі: навчальні класи, приміщення для гуртків, класи музики та образотворчого мистецтва , спортивну залу, приміщення їдальні та кухні, та інші допоміжні та технічні приміщення. Також мають бути забезпеченні необхідні параметри комфорту навчального процесу для учнів з обмеженими фізичними можливостями. Для відповідності критеріям Мультикомфортного будинку необхідно забезпечити найвищі характеристики теплоізоляції, звукоізоляції, пожежної безпеки та природного освітлення [9].

Концепція та архітектурно-планувальне рішення.

Школа розрахована на 500 учнів, викладацький склад – 30 осіб. Заняття передбачаються в одну зміну. Виходячи з багатьох досліджень та історичного досвіду проектування шкільних закладів оптимальна кількість учнів в одній шкільній групі – 25 осіб.



Рис. 1. Загальний вигляд будівлі енергоефективної школи

Функціонально-планувальної структура школи включає: 20 навчальних класів, клас музики, клас образотворчого мистецтва, 3 гурткові приміщення, спортивна зала, приміщення їдальні з шкільною кухнею, з підсобними приміщеннями, санітарно-гігієнічні приміщення, підсобні приміщення та приміщення адміністрації школи.

При проектуванні врахована особливість території, яка мала прямокутну форму з перепадом висот до п'яти метрів. Природний ландшафт та оточення зумовило функціонально-планувальну та об'ємно-просторову композицію будівлі школи.

При розробці благоустрою території закладено принципи єдності, контрасту, розділення транспортних і пішохідних потоків, розділення на зони спокійного та активного відпочинку дітей, велику і малу спортивну зону з майданчиками відпочинку. Перед головним входом в будівлю, що запроектований на нижній ділянці, організована простора площа, яка є своєрідною точкою збору учнів перед початком і після навчання, місце проведення різноманітних урочистих заходів.

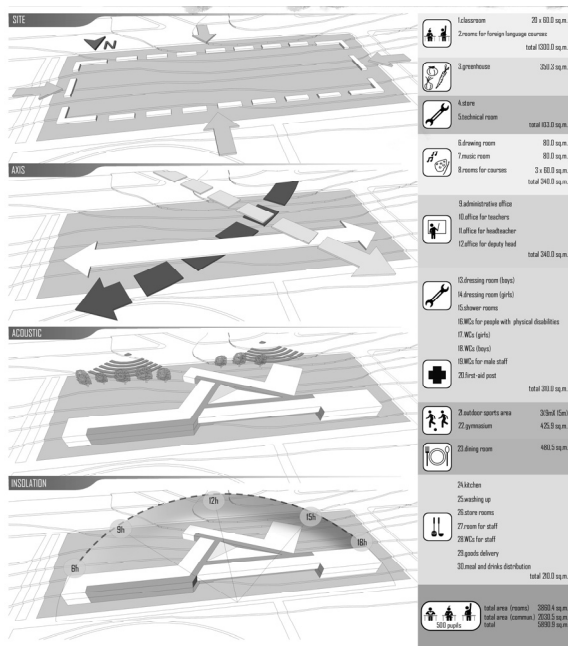


Рис. 2 Етапи формування об'ємно – просторового рішення

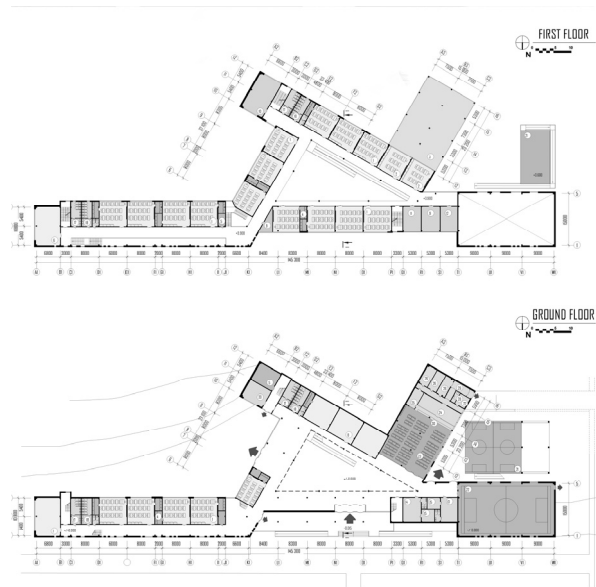


Рис. 3. Плани поверхів

Велику увагу приділено забезпеченню акустичного комфорту території, запроєктовано систему зелених насаджень, передбачено поворот корпусу будівлі відносно головної автомагістралі та використання природного ландшафту. Так ігрова зона та зона відпочинку знаходиться в низині по відношенню до магістралі і створює своєрідний безпечний і в той же час відкритий простір.

Основні блоки приміщень було вирішено орієнтувати вздовж просторових осей оточуючої забудови та зважаючи на вимоги інсоляції приміщень. На верхній ділянці будівля має один наземний поверх, на якому розташовані навчальні аудиторії та теплиця (над приміщеннями їдальні), та підземний поверх, де розташовані приміщення гуртків, шкільної їдальні та допоміжні приміщення. На нижній ділянці розташовано основний двоповерховий блок навчальних приміщень та спортивна зала з допоміжними приміщеннями.

Між цими блоками утворився атриум в два поверхи з верхнім природним освітленням, що сформувало зону спілкування, рекреації та зону проведення масових заходів. Приміщення атриуму є з'єднуючим елементом між усіма функціональними зонами школи між собою та будівлі з оточуючим середовищем, через який можна потрапити як на головну площу перед входом через вестибюль, так і на спортивну площадку, ігровий майданчик. Приміщення з найвищим рівнем шуму (спортивна зала, їдальня, кабінет музики) розташовані в торцях будівлі. Це рішення покращує комфорт навчання. Для досягнення безбар'єрності простору використовуються пандуси при входах і у внутрішньому просторі будівлі з першого на другий поверх.

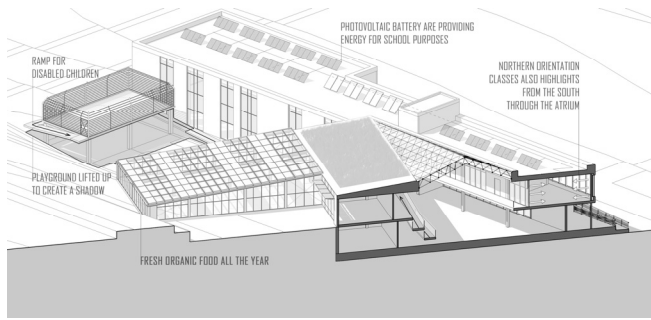


Рис. 4. Схема зонування будівлі

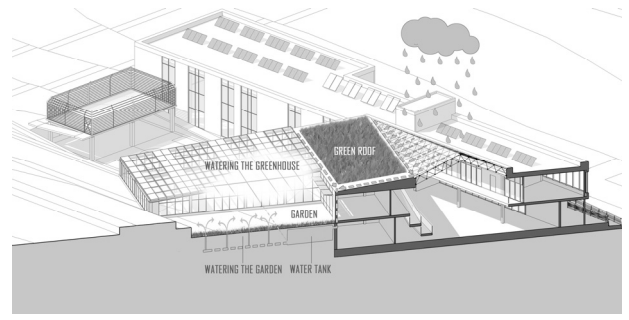


Рис. 5. Схема збору дощової води

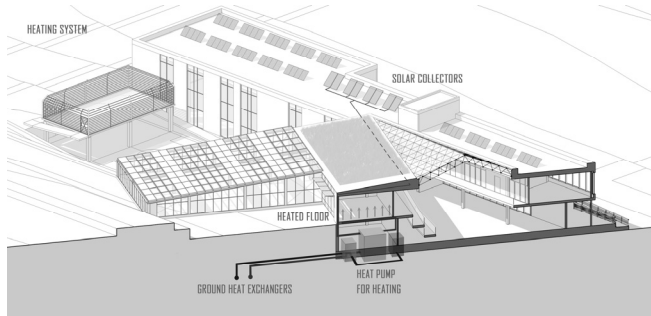


Рис. 6. Схема системи опалення

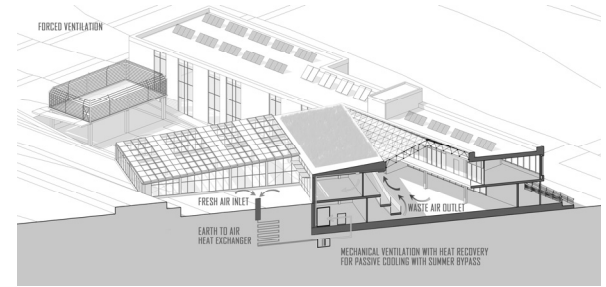


Рис. 7. Схема системи вентиляції

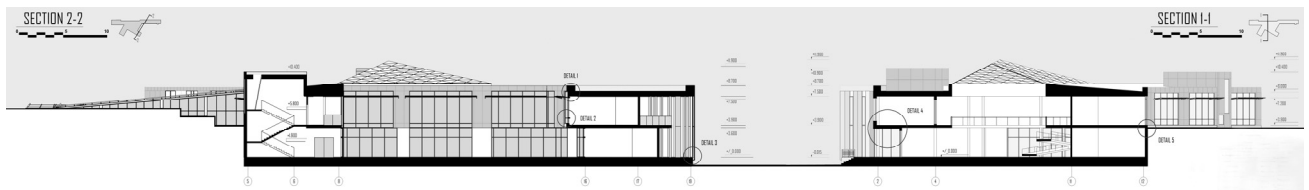
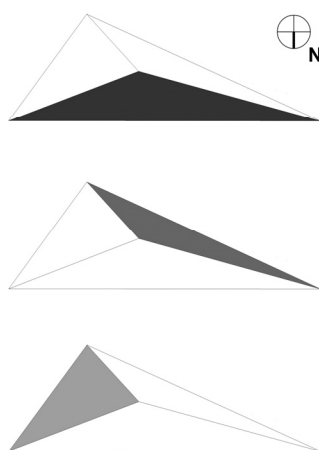


Рис. 8. Розріз 2-2

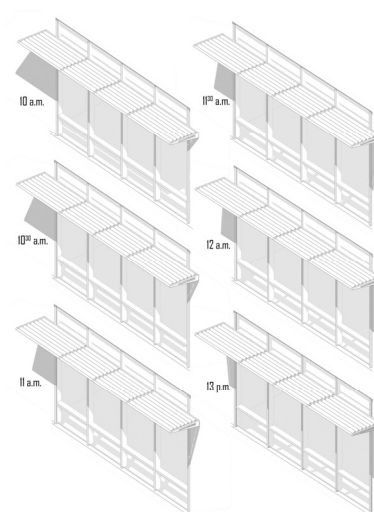
Рис. 9. Розріз 1-1



TYPE OF GLAZING
ATRIUM

SGG COOL-LITE XTREME 60/28 II SETS A NEW STANDARD IN HIGH SELECTIVITY SOLAR CONTROL, WHILE RETAINING THE VERY NEUTRAL AESTHETICS ASSOCIATED WITH THE SGG COOL-LITE RANGE WITH:

- A HIGH LIGHT TRANSMISSION TO CREATE BRIGHTER INTERIORS AND YEAR ROUND NATURAL LIGHTING
- A LOW SOLAR FACTOR TO REDUCE THE BURDEN ON COSTLY AIR-CONDITIONING
- AN EXCELLENT U-VALUE OF 1.0W/M2K MAKING IT THE IDEAL PRODUCT FOR ENERGY SAVINGS AND IMPROVED THERMAL INSULATION
- A HIGH DEGREE OF NEUTRALITY BOTH IN TRANSMISSION AND EXTERIOR REFLECTION SGG COOL-LITE XTREME CAN BE USED TO CREATE MORE COMFORTABLE INTERIORS BY REDUCING OVERHEATING IN THE SUMMER AND HEAT LOSS IN THE WINTER, WHILE RETAINING AN EXTREMELY NEUTRAL APPEARANCE.



SUN SHADING
SOUTH FACADE
APRIL 15

THE BENEFITS OF USING EXTERNAL SHADING SYSTEMS

IMPROVED HVAC EFFICIENCY: EXTERIOR SHADING SYSTEMS BLOCK SOLAR HEAT GAIN BEFORE IT ENTERS A BUILDING THROUGH THE GLAZING. THE REDUCTIONS IN SOLAR HEAT GAIN PUT LESS LOAD ON HVAC SYSTEMS AND SAVE COSTS ASSOCIATED WITH RUNNING THOSE SYSTEMS. THE EFFICACY OF EXTERNAL SHADING AT MANAGING SOLAR HEAT GAIN IS SIGNIFICANTLY HIGHER THAN MANY INTERIOR SOLUTIONS. BLOCKING 95 PERCENT OF SOLAR ENERGY. BY CONTRAST, INTERIOR SOLUTIONS MAY BLOCK ONLY 60 TO 75 PERCENT OF SOLAR ENERGY.

NATURAL DAYLIGHTING: EXTERNAL SHADING SYSTEMS CAN OPTIMIZE THE USE OF SUNLIGHT TO ILLUMINATE INTERIORS, REDUCING THE NEED FOR ARTIFICIAL LIGHTING. INTERIOR COMFORT: A WELL-DESIGNED SHADING SYSTEM CONTRIBUTES TO COMFORTABLE WORKING CONDITIONS, MANAGING BOTH HEAT AND GLARE WHILE PROVIDING ACCESS TO VIEWS OF THE OUTSIDE.

Рис. 10. Схема розміщення різних типів оскління

Рис. 11. Схема сонцезахисту

Приміщення класів орієнтовані на південь, схід, південний захід (влаштовані системи сонцезахисту) і на північ (мають двосторонню

орієнтацію - на північ та вікна в атриум з верхнім світлом на південь).

Архітектурно-художня виразність будівлі досягається шляхом використання простих форм та палітри активних теплих кольорів фасадних панелей. Метр і ритм фасадних панелей, віконних прорізів збагачує композицію і формує приємний образ будівлі школи.

За розрахунками річне споживання тепла відповідає вимогам конкурсу. Для досягнення такого результату будівля значно утепляється та виключаються містки холоду, використовується система рекуперації повітря, що значно зменшує тепловтрати.

Наукові дослідження показали залежність між температурою приміщення та розумовою активністю у учнів. Так при температурі в приміщенні в 30°C продуктивність праці учнів знижується до 80% від продуктивності праці при 22°C. Для того щоб забезпечити оптимальні умови навчання в завданні запропоновано встановити цільове значення частоти перегріву вище +25°C (вимірюється у % від загального періоду) не більше 10%. Для досягнення цього значення застосовується в проекті як пасивні (зовнішні системи затінення, світлий колір зовнішніх поверхонь), так і активні засоби контролю (вентиляційна система з перепускною лінією використання тепла на літній період, активні засоби охолодження).

Більшість існуючих класних кімнат характеризуються великим періодом реверберації і високим рівнем фонового шуму. Наслідком чого успішність учнів падає (наприклад, згідно досліджень Сайбейна 1998 р. 600 класних кімнат у Флориді встановлено, що до 50% відсотків пояснень вчителів учні не чують), а викладачі частіше беруть лікарняний та мають хвороби, що пов'язані з голосом та горлом. Так як розрахунковий рівень зовнішнього шуму на території, що прилягає до школи, дорівнює 65-70 дБ, то проектом передбачено використання вікон з $R_w > 40$ дБ та непрозорі конструкції з $R_w > 50 - 55$ дБ. Також передбачена система звукоізоляції технічного обладнання та систем опалення, вентиляції, кондиціонування шляхом встановлення звукопоглинального обладнання на них. З метою досягнення якісної звукоізоляції класних кімнат, поліпшення параметрів реверберації використовується звукопоглинальні покриття підлог та стелі, спеціалізована звукопоглинальна обробка стін.

Концентрація CO₂ має безпосередній вплив на стан людини, на її здатність до концентрації та продуктивність праці. Стандартна концентрація CO₂ поза приміщенням становить біля 380 часток на мільйон, а по рекомендації ASHRAE (Американське товариство інженерів з опалення, охолодження і кондиціонування повітря) рівень CO₂ в приміщенні не повинен перевищувати рівень поза приміщенням більше чим на 600 часток на мільйон. Тобто оптимальний показник не більше 1000ppm (часток на мільйон) всередині приміщень. Для цього забезпечена кратність повітрообміну на рівні 30 куб.м/год на людину.

Високий рівень природного освітлення є обов'язковим для високої

якості процесу навчання. Згідно дослідженням, високий рівень природного освітлення підвищує рівень концентрації, покращує роботу короткочасної пам'яті, що в свою чергу підвищує продуктивність праці учнів при виконанні стандартизованих тестів на 20 %. Для забезпечення високого рівня денного світла – показник автономності природного денного світла на протязі робочих годин становить 60%, тобто на протязі учбового часу не менше 60% часу рівень освітлення буде 300 люкс. Для досягнення таких показників з урахуванням місця розташування м. Газіантеп використовується співвідношення між вікнами і підлогою не менше 8%.

В проекті закладена стратегія використання сонячної енергії, шляхом встановлення на даху фотовольтаїчних модулів та теплових геліоколекторів. Це дозволить зменшити експлуатаційні витрати на електроенергію та підігрів води для школи. Система сонячних колекторів в поєднанні з тепловим насосом забезпечує опалення будівлі через систему «тепла підлога».

Для поливу зелених насаджень та теплиці використовується зібрана і збережена дощова вода.

Зменшення витрат на опалення теплиці шляхом її розташувати над шкільною кухнею, це викликано виділенням великої кількості тепла при виробничих процесах кухні, це тепло підігріває стелю кухні та через системи вентиляції подається до теплиці де і розсіюється.

Містобудівне та об'ємно-просторове рішення будівлі комплексно враховує місцеві природно-кліматичні та ландшафтні умови та передбачає мікрокліматизацію території навколо школи. Інтер'єрний простір школи функціонально та візуально пов'язаний з оточенням, а в самій будівлі створений сприятливий простір для навчання, спілкування, відпочинку учнів при досягненні високих показників якості мікроклімату та енергоефективності.

Література

1. *Проскураков В., Шулдан Л.* Архітектура шкільних будівель. Принципи удосконалення з урахуванням енергозаощаджування - Л., Видавництво Львівської Політехніки, 2011 – 244 с.
2. *Сабади П.Р.* Солнечный дом. – М.: Стройиздат, 1981 – 113 с.
3. *Фирсанов В.М.* Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата.- М.: Высшая школа, 1971.- 271 с.
4. *Fathy H.* Natural energy and Vernacular Architecture.- The University of Chicago and London, 1986.
5. *Steele J.* Ecological Architecture.-Thames &Hudson , 2005 – 272p.
6. Режим доступу <http://www.architectural-review.com/2002-january-sustainable-school-by-lucian-kroll-caundry-france/8626050.article>

7. Режим доступа <http://www.viewpictures.co.uk/Details.aspx?ID=175299&TypeID=1>
8. Режим доступа http://v1.world-architects.com/en/projects/38852_lycee_charles_de_gaulle/all/indexAZ
9. Режим доступа <http://www.isover-students.com>

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ ШКОЛЫ В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ: ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Т. А. Кащенко, В. Э. Асланян, Д. А. Казаков, В. А. Уваров

В статье изложены концептуальные основы, методы и приемы проектирования современных учебных заведений для условий жаркого климата по принципам устойчивого развития. Реализация основных приемов продемонстрирована на примере проектного решения школьного здания в рамках конкурса «Изовер. Мультикомфортное здание. Школа будущего. Газиантеп».

ENERGYEFFICIENT SCHOOL BUILDING IN HOT CLIMATE: DESIGN SPECIFIC

T. Kashchenko, V. Aslanian, D. Kazakov, V. Uvarov

The article is devoted to concept basics and methods of modern school building design according sustainable design principles. Realisation of the main methods is demonstrated on example of school building design developed for competition «Isover. Multy-Comfort House. School of tomorrow. Gaziantep».

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СКВАЖИНЫ С ГРАВИЙНО-ЗОНТИЧНЫМ ФИЛЬТРОМ УШИРЕННОГО КОНТУРА

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

На основании экспериментальных исследований с использованием электрических и физических моделей разработана и обоснована новая конструкция водозаборных скважин с гравийно-зонтичным фильтром и изучена энергоэффективность этой конструкции.

Анализ последних исследований и публикаций и постановка проблемы. На практике получило научное основание и практическое применение сооружение бесфильтровых водозаборных скважин в рыхлых породах. Эти скважины отличаются максимальными удельными дебитами, малой металлоемкостью и более низкими эксплуатационными затратами. Однако такая конструкция может использоваться только при наличии не обрушаемой кровли, в безнапорном песчаном горизонте, подобную технологию осуществить практически невозможно [1]. Поиски новых конструкций скважин с уменьшенными гидравлическими сопротивлениями и металлоемкостью, сочетающих ряд достоинств бесфильтровых и фильтровых скважин с гравийной обсыпкой, привели к созданию водозаборной скважины нового типа для безнапорного и слабо напорного пласта - скважины с гравийно-зонтичным фильтром уширенного контура (ФУГЗ).

Целью статьи является иллюстрация конструкции скважин ФУГЗ, ее применение и эффективность.

Основная часть. Водоприёмником этой скважины служит широкий раструб-зонтик, опускаемый в скважину и заменяющий устойчивую кровлю, а для увеличения водопотока устраивается ствол большого диаметра, который засыпается гравием. Трехмерные модели и разрезы конструкции скважин с ФУГЗ показано на рис. 1.

Были проведены комплексные исследования по электромоделированию, физическому моделированию в полевых условиях. Эти исследования включали также оценку параметров скважин с одним, двумя и тремя ярусами раструбов-зонтиков, исследование гидравлики притока и суффозионных процессов, разработку методики расчета скважин предлагаемой конструкции [2].

Одноярусная конструкция скважины с ФУГЗ (рис. 1б) состоит из ствола 1 большого диаметра (600-1200 мм), гравийной засыпкой, обсадной колонны 4, раструба 5 с цилиндрическим краем 6, опущенных ниже уровня грунтовых вод 2, гидроизолирующей набивки 3 в затрубном пространстве поверх гравийной засыпки. Благодаря сводообразной форме раструб

находится под минимальным горным давлением и поэтому предохранен от деформаций, а его расширенная нижняя часть образует увеличенную площадь фильтрации, гравийная засыпка в цилиндрической части раструба предохраняет ствол от бокового шпора пластовой породы. Одновременно гравийная засыпка в нижней части ствола, в затрубном пространстве, обладая достаточной массой частиц высокой фильтрующей способностью, обеспечивает увеличенный дебит и препятствует поступлению песчаных частиц водоносного пласта в ствол к насосу.

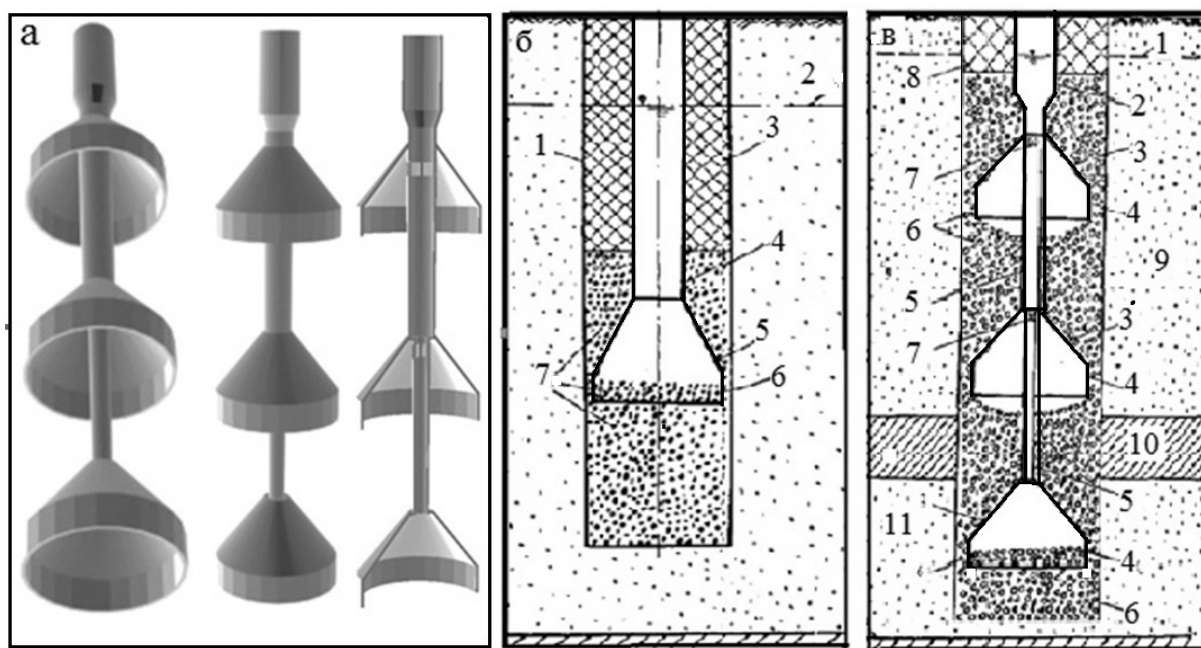


Рис. 1. Скважина с ФУГЗ а) Трехмерные модели
б) Одноярусная конструкция в) Многоярусная конструкция

Скважина работает следующим образом. Откачку ведут скважинным насосом, который опускают под уровень грунтовых вод 2, Вода поступает через гравийную засыпку 7 в нижней части раструба 5 и плоское дно (рис. 1а). Конструкция скважины с ФУГЗ может быть многоярусной, которая имеет увеличенный диаметр, несколько поэтажно расположенных водоприемных раструбов-зонтиков, соединяющих их труб, гравийную засыпку.

Многоярусную конструкцию скважины с ФУГЗ можно применять в напорном 11 и безнапорном 9, однослойном и многослойном водоносных песчаных пластах (рис.1в) Благодаря остаточной массе и высокой фильтрующей способности частиц, препятствует поступлению песка водоносного пласта в ствол к насосу и способствует равномерному забору воды из всех интервалов глубины, а при многослойном водоносном пласте из каждого слоя. На рис. 2 показаны конструктивные параметры скважин с ФУГЗ.

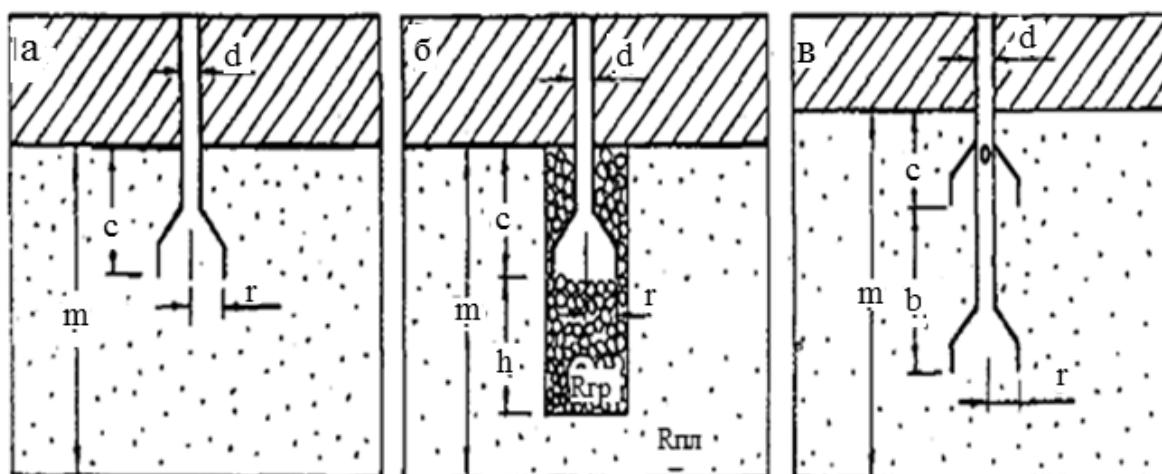


Рис. 2. Гравийно-зонтичный фильтр уширенного контура: а) - одноярусный без гравийной засыпки; б) - то же, с засыпкой; в) - двухъярусный без гравийной засыпки

Совершенствование конструкции ФУГЗ может идти по пути улучшения ее гидравлических параметров. Вместо соединяющих раструбы, глухих труб можно применить перфорированные (дырчатые, щелевые) трубы или фильтры из разных материалов. Могут быть применены также разные блочные фильтры. А так же можно применить перфорированные раструбы, в этом случае водо-захватная способность гораздо больше и соответственно меньше гидравлическое сопротивление.

Цель, уширения ствола водоприёмной части с гравийной обсыпки, не только в увеличении дебита скважин, но и применяя эти конструкции можно уменьшить глубину скважин и соответственно уменьшить напор подачи воды из скважины. Уменьшение напора позволит использовать мало энергоемкий насос. На примере скважинных насосов Wilo-Sub TWU, зависимость мощности насоса от напора при постоянном дебите скважин $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ показывает, что мощность насоса прямо пропорционально увеличивается от требуемого напора. При уменьшении напора на 50 м уменьшится электроэнергия 0,75 кВтч. Соответственно в год около 6500 кВтч (рис. 3). Рис. 4 показывает, как увеличивается дебит при изменении параметров конструкции и гравийной обсыпки (r - радиус водоприемника, $r'=r/m$, h - высота ствола под водоприёмником, $h'=h/m$, R - отношение сопротивление водоносного пласта к сопротивлению обсыпки).

В полевых исследованиях двух- и одноярусных конструкций дебиты получены $10,1 \text{ м}^3/\text{ч}$, и $4,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, соответственно при понижении 2,22 м и 1,68 м. и удельные дебиты составили $4,6 \text{ м}^2/\text{ч}$ и $4 \text{ м}^2/\text{ч}$. В обоих случаях откачка проводилась в течение 5 ч в устойчивом режиме при стабилизации уровней через 20 мин. При этом в скважине на расстоянии 10,7 м наблюдалась срезка уровня при первом понижении на 0,08 м, при втором - на 0,07 м, в пьезометре, соответственно на 0,22 и 0,16 м.

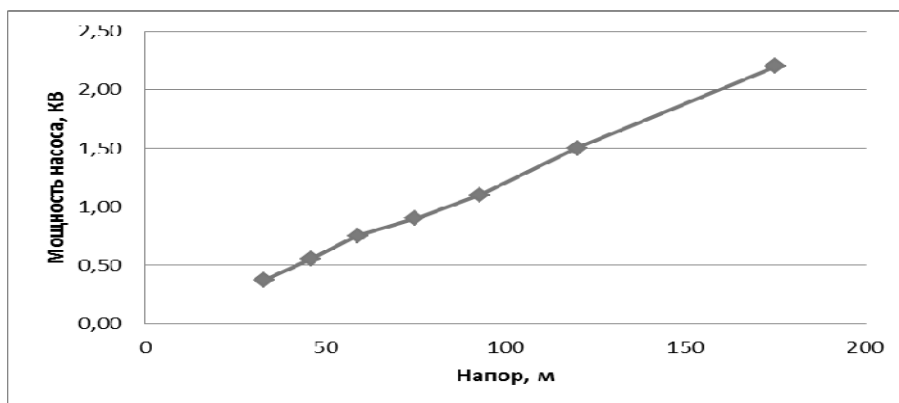


Рис. 3. Зависимость мощности насоса от напора при постоянном дебите $6\text{ м}^3/\text{час}$

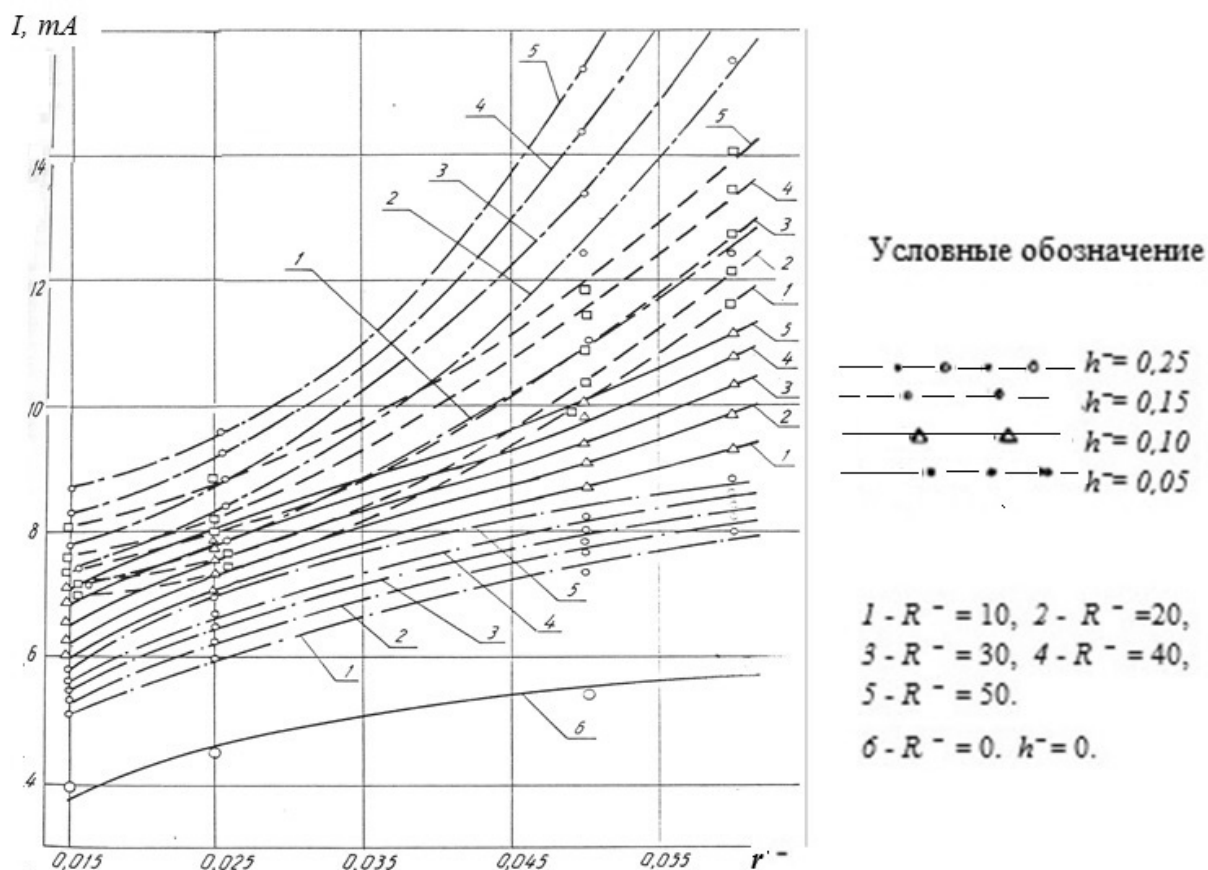


Рис. 4. Зависимость тока от разных радиусов зонтика при разных сопротивлениях гравийной засыпки

Дебит скважин с ФУГЗ можно ориентировочно определить по уравнению:

$$Q = 59 K m S I \mu, \quad (1)$$

где 59 - переходные коэффициенты от модели к натуре; K – коэффициент фильтрации водоносного горизонта, $\text{м}^2/\text{сут}$; m - мощность водоносного горизонта, м; S – понижение уровня подземных вод, м; μ - коэффициент влияния водоносного горизонта (0,5-1), при m около 30, μ можно принимать 0,75; I – ток на модели, мА, который зависит от параметров скважин и определяется по рис. 4.

Допустимый дебит скважин с ФУГЗ можно определить по уравнению:

$$Q_{perm} = 0.67 \square_{perm} \pi r^2, \quad (2)$$

где 0,67 - коэффициент учитывающий неравномерность притока; \square_{perm} - допустимая скорость притока, который зависит от размера гравийной обсыпки; r - радиус водоприёмника.

Выводы. По возможности нужно применять скважину уширенного контура с гравийной обсыпкой. Гидравлическое сопротивление скважины с уширенной водоприёмной частью (ФУГЗ) невелико (около 10% от понижения уровня подземных вод), и можно применять при водопотреблении 200-300 м³/сут при радиусе водоприёмника около 35 см. У этих скважин большие удельные дебиты, малые металлоёмкости и низкие эксплуатационные затраты.

Литература

1. Богомолов Г.В., Станкевич Р.А. Бесфильтровые водозаборные скважины в рыхлых породах, (Теория и практика устройства). - Минск: Наука и техника, 1978. - 152 с.
2. Гуринович А. Д., Станкевич Р. А., Каястха К. П. Скважины с гравийно-зонтичным фильтром уширенного контура - новый тип водозаборных сооружений, (Мелиорация и вод. хоз-во). - Минск: ЦБНТИ 1990.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СВЕРДЛОВИН ИЗ ГРАВІЙНО-ПАРАСОЛЬКОВИМ ФІЛЬТРОМ РОЗШИРЕНОГО КОНТУРУ

К. П. Каястха

На підставі експериментальних досліджень з використанням електричних і фізичних моделей розроблена і обґрунтована нова конструкція водозабірних свердловин с гравійно-парасольковим фільтром і вивчена енергоефективність цієї конструкції.

ENERGY EFFICIENCY OF BELL TYPE WATERWELL WITH WIDE GRAVEL FILTER

Krishna P. Kayastha, Ph. D.

A new water well construction of bell type with wide gravel filter has been developed and conducted research using physical and electrical modeling as well as studied the energy efficiency of the construction.

Keywords: electrical and physical modelling, water well construction, bell type water well, water supply, irrigation, energy efficient water well.

КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ОБЛАШТУВАННЯ ТЕПЛО-ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИМИ САНДВІЧЕВИМИ МАТЕРІАЛАМИ ВНУТРІШНІХ ПРИМІЩЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У роботі приведені тепло-звукоізоляційні характеристики інноваційних сандвічевих плитних матеріалів і приведені конструктивні схеми облаштування стель, стін і колон внутрішніх приміщень промислових будівель від міжповерхових виробничих шумів інноваційними тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами та сегментами. Запропоновані конструктивні рішення дозволять в діапазоні 500-8000 Гц забезпечити до 87% звукопоглинання та в 13 раз зменшити ударний шум в діапазоні частот 60-4000 Гц.

Постановка проблеми. Згідно СНіП 23-03-2003 "Захист від шуму" основним його джерелом у промисловості є технологічне та інженерне обладнання. При цьому необхідна боротьба як з повітряним, так і зі структурним, в тому числі і ударним шумом. Робота над звукоізоляцією виробничої будівлі починається на етапі його проектування. Тут важливо, щоб приміщення з підвищеним рівнем шуму були згруповані і розташовані відокремлено від інших частин споруди.

Велику роль у захисті від повітряного шуму відіграє розташування обладнання, яке є його джерелом, наприклад, компресорів, які вважаються одним з найбільш "гучних" типів обладнання. Найбільш сприятливою вважається установка в центрі приміщення. У цьому випадку поряд буде знаходитися тільки одна відбиваюча поверхня - підлога. При установці устаткування біля стіни вона також буде відбивати звукові хвилі, і шум посилиться. Цей принцип діє і для захисту від структурного шуму і вібрації, з тією лише різницею, що обладнання не повинно торкатися стін приміщення.

Найчастіше розташувати обладнання правильно недостатньо; верстати - джерела звуку понад 70-80 дБ-вимагають додаткової звукоізоляції. Одним з найбільш ефективних рішень проблеми є застосування звукоізолюючих кожухів. Вони, як правило, виготовляються з волокнистих матеріалів, а каркасом служать тонкі перфоровані металеві панелі. Конструкція повинна бути простою і зручною в монтажі-демонтажі та забезпечувати вільний доступ до устаткування. Необхідно також передбачити отвір для подачі охолоджуючого повітря до силового агрегату і короб для відведення нагрітого повітря. Крім необхідних для роботи отворів, в конструкції слід уникати щілин, які значною мірою знижують звукоізолюючу здатність кожуха.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зважаючи на специфіку різних видів промислового обладнання, застосування звукоізолюючого кожуха можливо далеко не скрізь: для захисту від шуму його буває недостатньо. Тому виникає необхідність звукоізоляції самих приміщень[1-3]. Для цього стіни обшиваються звукопоглинальними матеріалами[1]. Ефективність звукоізоляції залежить від типу використовуваного матеріалу і від його товщини. За оцінками фахівців, найбільш ефективними є волокнисті матеріали, які, завдяки своїй структурі, пропускають лише малий відсоток шуму. Приклад таких матеріалів - скловата і кам'яна вата. Теплоізоляція з кам'яної вати, завдяки високому коефіцієнту звукопоглинання (до 99%), застосовується для звукоізоляції приміщень будь-якого типу. Крім того, вона негорюча, екологічна і стійка до впливу агресивного середовища. Наприклад, плити ROCKWOOL АКУСТИКА БАТТС щільністю 40 кг/м³, використані для облицювання виробничих приміщень, забезпечують звукопоглинання до 60 дБ, залежно від товщини матеріалу.

Захищаючи операторів від повітряного шуму верстатів, які є джерелом шуму понад 100 дБ, часто застосовують звукоізолюючі кабінки спостереження і дистанційного керування. Каркас кабінки найчастіше виготовляється з цегли або металу і облицюється звукопоглинальними плитами. Специфіка даної конструкції вимагає великої площі скління, яка дозволяла б оператору спостерігати за процесом, що відбувається в суміжному приміщенні. Звичайне скло в даному випадку не забезпечує необхідного рівня звукоізоляції. Вирішенням проблеми є застосування склопакетів з шумозахисними властивостями. Хороший приклад - склопакети, виготовлені за технологією "Триплекс". Вони складаються з двох і більше ламінованих стекол, з'єднаних за допомогою акустичної ПВБ-підкладки. Такий склопакет забезпечує звукопоглинання до 40 дБ, а, крім того, володіє протиударними властивостями.

Враховуючи розміщення обладнання з таким розрахунком, щоб уникнути його безпосереднього контакту зі стінами, основною мірою захисту від структурного (ударного) шуму є пристрій "плаваючої підлоги". Суть рішення полягає в тому, що зовнішнє видиме покриття підлоги (бетон, асфальт), на якому встановлено обладнання, лежить на шарі звукоізоляційного матеріалу і ніяк не пов'язане з каркасом будинку, а від стін плаваюча підлога відділена пружними прокладками. У ролі ізоляційного матеріалу при створенні плаваючої підлоги найчастіше використовується теплоізоляція з кам'яної вати, яка поєднує в собі високий коефіцієнт звукопоглинання і здатність нести велике навантаження, зберігаючи при цьому первинну форму. Найбільш ефективні плити, спеціально розроблені для застосування в конструкціях із значним ваговим навантаженням, наприклад, ROCKWOOL ФЛОР БАТТС I щільністю близько 160 кг/м³.

Метою роботи є зниження рівнів міжповерхових виробничих шумів методом часткової звукоізоляції стель, стін та колон. Досягнення мети можливо за рахунок облаштування стель внутрішніх приміщень промислових будівель тепло- звукоізоляційними матеріалами у вигляді плит (рис. 1, рис. 2).

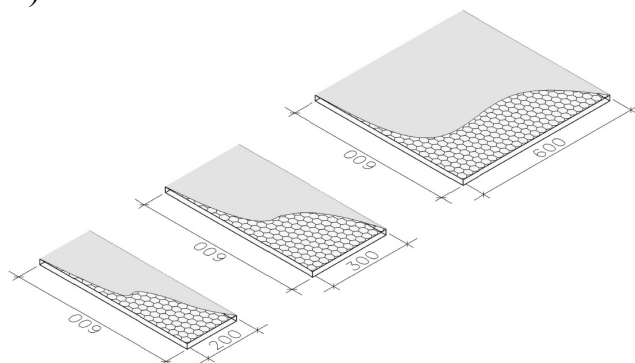


Рис. 1. Зовнішній вигляд та геометричні розміри тепло- звукоізоляційних сандвічевих плит

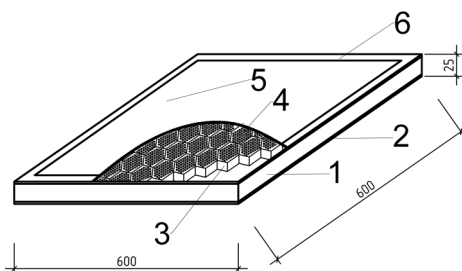


Рис. 2. Конструкція тепло- звукоізоляційної сандвічевої плити: 1 – картонний каркас; 2, 5 – листи гофрованого картону; 3 – паперовий стільник; 4 – спучений перлітовий пісок насипною густиною 75 кг/м^3 ; 6 – двох стороння липка стрічка по периметру плити

Характеристики тепло- звукоізоляційної сандвічевої плити:

- товщина – 25, 50 мм;
 - густина – 30, 60 кг/м^3 ;
 - коефіцієнт теплопровідності при 20°C – 0,023, 0,028 $\text{Вт/м}^\circ\text{C}$.
 - термічний опір – 0,124, 1 29 $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$;
 - коефіцієнт паропроникності – 0,48, 050 $\text{мл/м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па}$;
 - коефіцієнт звукопоглинання в діапазоні 500-8000 Гц – 0,22-0,87, тобто до 87%;
 - середня віброізоляційна здатність в діапазоні 60-4000 Гц – 22 дБА, тобто зменшення ударного шуму та віброшуму в 13 разів.

Значення коефіцієнтів звукопоглинання наведені в табл. 1.

Коефіцієнти звукопоглинання

Діапазон частот, Гц	Нормальний коефіцієнт звукопоглинання при товщині сандвічевої плити, мм	
	25	50
Низькочастотний 100-250	0,07-0,42	0,08-0,46
Середньочастотний 250-1000	0,42-0,70	0,46-0,73
Високочастотний 1000-2000	0,70-0,75	0,73-0,86

Виклад основного матеріалу. Враховуючи вище наведені звукопоглинальні та звукоізоляційні характеристики плит можна стверджувати про повну чи часткову звукоізоляцію стель, стін і колон промислових приміщень від ударного шуму.

На рис. 3 — рис. 5 наведені конструктивні варіанти схем звукоізоляції стель і колон промислових приміщень. Слід зазначити, що при облаштуванні стель даними плитними матеріалами, можливі температурні шви краще всього штукатурити акриловими замазками. Після чого, однією з основних технологічних операцій, плитні тепло-звукоізоляційні матеріали фарбуються акриловими фарбами кольорової гами, затвердженої в Проекті.

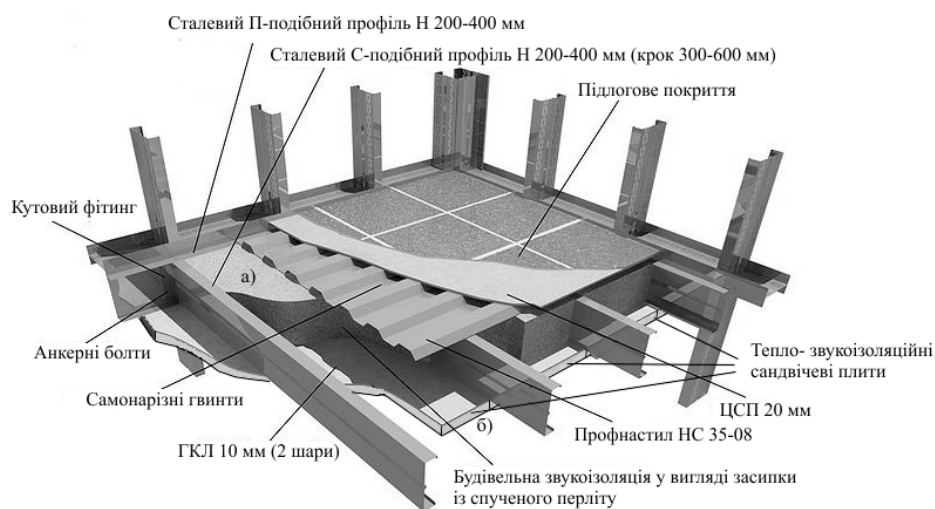


Рис. 3. Комплексне облаштування звукоізоляції підлоги та стелі конструкції з металевих профнастилу засипкою зі спученого перліту (а) і тепло звукоізоляційними сандвічевими плитами (б)

Як видно з рис. 3 в металевих конструкціях промислових чи торгово-розважальних комплексів тепло- звукоізоляцію можна робити комплексно, тобто робити теплоізоляційну засипку зі спученого перліту в нішах між несучими горизонтально розташованими металевими балками під

профнастилом. На стелю такої конструкції наклеюються за допомогою липкої стрічки розроблені тепло- звукоізоляційні сандвічеві плити.

На рис. 4 приведена схема облаштування звукоізоляції стелі з бетонної плити перекриття, яка опирається на стальну колону кільцевого перерізу. Облаштування звукоізоляції проводиться аналогічно попереднього варіанту. Що стосується колони, то її звукоізоляцію можливо робити за двома варіантами: перший – використати базальтову вату, котра за допомогою силіконового клею з'єднується з поверхнею колони; другий – застосування тепло звукоізоляційних сегментів, отриманих із запропонованого інноваційного матеріалу (рис. 2).

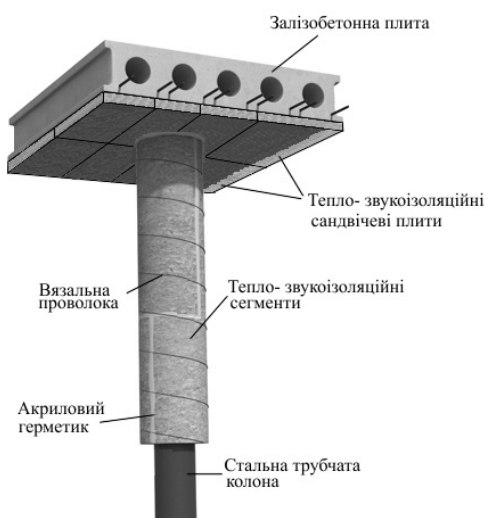


Рис. 4. Облаштування звукоізоляції стелі з багатопустотної залізобетонної плити, яка опирається на стальну колону кільцевого перерізу

Досить продуктивно проходить облаштування тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами залізобетонних колон прямокутного та більш складного перерізу завдяки наявності широкої гами плит по ширині. Стіни приміщень промислових будівель облаштовуються по вище наведеній технологічній схемі.

Інша справа, коли маємо конструкції стель приміщень, плити перекриттів яких опираються на балки та ферми різноманітного перерізу[3]. В такому випадку вже неможливо за допомогою двосторонньої липкої стрічки приклеювати запропоновані сандвічеві плитні матеріали (рис. 2). На рис. 5 приведена конструктивна схема підвісної стелі.

У даному варіанті звукозахисту звукоізоляційні властивості поліпшуються завдяки наявності повітряного прошарку поміж плитами перекриття та підвісною стелею.



Рис. 5. Конструктивна схема підвісної тепло-звукоізоляційної стелі

Висновок. Наведені конструктивні схеми облаштування стель, стін і колон внутрішніх приміщень промислових будівель від міжповерхових виробничих шумів інноваційними тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами та сегментами. Запропоновані конструктивні рішення дозволять в діапазоні 500-8000 Гц забезпечити до 87% звукопоглинання та в 13 раз зменшити ударний шум діапазоні частот 60-4000 Гц.

Література

1. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. – М.: Техносфера. 2005. – 535 с.
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. — М.: Логос, 2008. — 423 с.
3. Продукция из сборного железобетона & Общий обзор. ElematicGroup. Доступный электронный ресурс: http://www.gkrospan.ru/activity/capital-construction/technology/Elem_main_production.pdf

КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ОТДЕЛКИ ТЕПЛО-ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫМИ САНДВИЧЕВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ВНУТРЕННИХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В. Б. Коваль

В работе приведены тепло- звукоизоляционные характеристики инновационных сандвичевых плитных материалов. Показаны конструктивные схемы обустройства потолков, стен и колонн внутренних помещений промышленных зданий от междуэтажных производственных шумов инновационными тепло- звукоизоляционными сандвичевыми плитами и сегментами. Предложенные конструктивные решения позволяют

в диапазоне 500-8000 Гц обеспечить до 87% звукопоглощение и в 13 раз уменьшить ударный шум в диапазоне частот 60-4000 Гц.

**CONSTRUCTIVE SCHEME FINISH HEAT-SOUND SANDWICH
MATERIALS INTERIOR PRODUCTION FACILITIES**

V. Koval

The paper presents the warm sound insulation characteristics of innovative Sandwich plate materials. Showing constructive schemes arrangement ceilings, walls and columns of the interior of industrial buildings from the story between the industrial noise innovative warm sound insulation Sandwich plates and segments. The proposed design solutions will enable a range of 500-8000 Hz provide up to 87% of sound absorption and 13 times to reduce impact noise in the frequency range 60-4000 Hz.

**ПРІОРИТЕТИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В КНУБА:
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА**

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Сформульовано основні напрямки науково-організаційної роботи в КНУБА, які відповідають сучасним світовим вимогам. В якості одного з пріоритетних напрямків прикладних досліджень розглядається енергоефективність об'єктів архітектури, будівництва та ЖКГ. Окреслено основні етапи структуризації даного напрямку.

Стрімкі зміни у розвитку соціально-політичної та економічної ситуації в Україні, нові виклики, що постали перед країною, чітко окреслення європейського вектору розвитку визначають необхідність системного реформування вищої школи та вузівської науки зокрема.

Організаційна система науки повинна оперативно та адекватно реагувати на скорочення бюджетного фінансування наукових досліджень, зміни в основних пріоритетах розвитку економіки, особливості динаміки ринку, пропоновані владою (часто несистемні) форми реформування науково-освітнього середовища. В цих кризових умовах фундаментальною проблемою організації наукової роботи є не тільки збереження існуючого наукового потенціалу (наукових шкіл та бізнес-сегментів, що утворились навколо них) , але системна підготовка до успішної роботи у після кризовий період, основною ознакою якого є високого рівня конкурентне наукове та освітнє середовище.

Таким чином, основною метою сучасного етапу організації науки в університеті є системне входження до світового освітньо-наукового простору з безумовним збереженням наукового лідерства на вітчизняному ринку, в першу чергу, в архітектурно-будівельній галузі.

Основні структурні елементи, що потребують реалізації у досягненні вказаної мети, на наш погляд, є такими:

1. Створення організаційних умов для прогресуючого розвитку вже сформованих наукових шкіл та науково-практичних напрямків КНУБА (матеріалознавство, будівельна механіка, геотехніка, геодезія, науково-технічний супровід будівництва тощо). Важливим аспектом тут є стимулювання саморозвитку цих напрямків, в тому числі шляхом акумуляції ресурсів для оновлення матеріальної бази досліджень.

2. Перенесення акцентів у отриманні джерел фінансування на фундаментальні та прикладні наукові дослідження з бюджетних джерел на спецкошти та гранти, в першу чергу шляхом участі в європейських та американських програмах (USAID, NATO, Horizon-2020 тощо).

3. Організаційна реструктуризація у підрозділах та службах, що координують наукову (в першу чергу, міжнародну) діяльність університету, в першу чергу шляхом залучення до координації наукових програм фахівців з вільним володінням іноземними мовами та досвідом роботи в міжнародних наукових та освітніх проектах.

4. Створення та розвиток нових напрямків досліджень з організацією відповідної інфраструктури. За наявності в університеті відповідних навчальних напрямків та наукових шкіл (архітектура, будівництво та експлуатація дорожньої мережі, інформаційні технології) виникла необхідність в організаційному доповненні – відкритті відповідних науково-дослідних інститутів або лабораторій. Коли освітньо-наукова вертикаль є несформованою, задача виявляється більш комплексною і полягає у виконанні ряду пов'язаних задач: відкритті навчальних спеціальностей або спеціалізацій, аспірантури, спецрад, започаткування елементів інформаційної підтримки (відкриття наукових фахових збірників, організація конференцій). Таким шляхом в КНУБА створюються напрямки, пов'язані з дослідженням проблем енергоефективності та технічного регулювання.

5. Суттєве розширення партнерської мережі університету, де в угоди про співпрацю закладено максимально широкі можливості співробітництва, - від традиційної освітньої та наукової мобільності до організації спільних видань та наукових заходів і, головне, можливості спільної участі в конкурсах на отримання міжнародних грантів. За останній рік університетом підписано понад 20 міжнародних угод, КНУБА є єдиним представником від України в Європейській асоціації будівельної освіти та підготовки кадрів (EUCSEET).

6. Розвиток найбільш ефективних форм науково-інформаційного обміну (наукові видання та організація наукових заходів). Відкриття нових та розвиток існуючих наукових видань університету супроводжується підвищенням вимог щодо їх міжнародного статусу (включення до складу редакційних колегій іноземних фахівців, збільшення відсотку публікацій англійською мовою, підвищення якості рецензування). Продуктивним є також досвід організації спільних міжнародних журналів («Проблеми екології») та використання університетом відомих міжнародних брендів («Motrol»).

Організація публічних наукових заходів в університеті знаходиться в стадії оптимізації. Вперше в 2015 році звітна загально університетська конференція, яка на жаль не мала достатнього зовнішнього наукового авторитету, трансформована в цикл з 19 повноформатних наукових конференцій переважно міжнародного або загальноукраїнського рівня. Таким чином, вирішується не тільки проблема системного інформаційного супроводу діяльності наукових шкіл, але й міжнародної реклами досягнень КНУБА в цілому.

7. Впровадження системи комерціалізації наукових розробок з подальшим їх впровадженням з використанням сучасних мережевих технологій та через участь у діяльності наукових парків. В університеті створено організаційні передумови для розповсюдження наукових доробків фахівців через мережу трансферу технологій NTTN. Важливим етапом реалізації цього проекту є комплексний аудит розробок, який дозволяє виявити дійсний науковий рівень результатів, ступінь їх комерційної придатності та підвищити можливості подальшого використання.

Вказані напрямки п.п.1-7, очевидно, мають супроводжуватись системною рекламною стратегією, прогресивною кадровою політикою, впровадженням системи менеджменту якості.

Одним з найактуальніших напрямків, що потребує системного розвитку в університеті, є напрямок дослідження проблем енергоефективності в архітектурі, будівництві та ЖКГ. На сьогодні реалізовано ряд принципових кроків у створенні цілісної вертикально інтегрованої інфраструктури у реалізації цього напрямку. В 2013 році в КНУБА створено науково-дослідну лабораторію з дослідження проблем енергоефективності «Енергоцентр КНУБА», яка працює за держзамовленням та виконує госпдоговірні роботи. Вп'яте в університеті проводиться міжнародна конференція циклу «Енергоінтеграція». З 2011 року виходить фахове наукове видання «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». На архітектурному, будівельному факультетах та факультеті інженерних систем та екології формуються відповідні магістерські спеціалізації. Уявляється цілком логічним відкриття нової наукової спеціальності «Енергоефективність об'єктів будівництва», паспорт якої наводиться нижче.

ПАСПОРТ

наукової спеціальності

05.23.21 - «Енергоефективність об'єктів будівництва».

Енергоефективність об'єктів будівництва – комплексна наукова дисципліна, яка інтегровано вивчає теоретико-методологічні основи, архітектурно-конструктивні та інженерно-технічні проблеми створення, впровадження та оптимального застосування енергоефективних рішень в об'єктах будівництва та житлово-комунального господарства.

1. Методологічні та теоретичні основи створення та впровадження енергоефективних рішень в об'єктах будівництва.
2. Системні інтегровані енергоефективні технології в проектуванні, будівництві та житлово-комунальному господарстві.
3. Інженерно-технічні проблеми впровадження принципів енергозбереження та екологічності в проектах будівельних об'єктів та містобудівних утворень.
4. Створення нових енергоефективних та екологічних конструкційних матеріалів та виробів з них для будівництва та систем ЖКГ.

5. Методи, технології та системи проектування, розрахунку і оптимізації енергоефективних об'єктів будівництва та їх окремих елементів.
6. Проблеми енергозбереження в архітектурно-будівельній фізиці, методи геометричного та комп'ютерного моделювання у вирішенні проблем енергоефективності.
7. Проблеми комплексного використання систем альтернативної енергетики в об'єктах будівництва та ЖКГ.
8. Створення методів проектування та розрахунку енергоефективного інженерного обладнання, інженерних мереж та систем для об'єктів будівництва та ЖКГ.
9. Інженерно-технічні аспекти економічних та управлінських проблем енергоефективного будівництва.
10. Методологічні проблеми розробки нормативної бази в галузі енергоефективного будівництва та житлово-комунального господарства. Методи енергоаудиту та енергопаспортизації.

Галузь науки: **технічні**.

На наш погляд, створення можливостей для інтегрованого дослідження енергоефективності об'єктів архітектури, будівництва та житлово-комунального господарства дозволить сформувати відповідний науковий кадровий потенціал та наукові школи, що дозволить системно підходити до цієї стратегічно важливої проблеми.

ПРИОРИТЕТЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КНУСА: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

П.М.Куликов, В.А.Плоский

Сформулированы основные направления научно-организационной работы в КНУСА, которые отвечают современным мировым требованиям. В качестве одного из приоритетных направлений прикладных исследований рассматривается энергоэффективность объектов архитектуры, строительства и ЖКХ. Очерчены основные этапы структуризации данного направления.

THE RESEARCH PRIORITIES IN KNUBA: ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING OBJECTS

P. Kulikov, V. Ploskyi

The main directions of the scientific and organizational work in KNUBA that meet modern world standards are formulate. As one of the priority directions of applied research examines the energy efficiency of architecture, construction and housing. Outlines the main stages of structuring this area.

ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СМІТТЄПЕРЕРОБНИХ КОМПЛЕКСІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянута проблема проектування сучасних сміттєпереробних заводів, особливості їх функціональної організації, пов'язаної з технологічними процесами.

Актуальність. З розвитком цивілізації та промисловості кількість відходів у нашому житті лише збільшується і, враховуючи це, потрібно негайно і раціонально вирішувати проблему утилізації сміття. Сміттєпереробні комплекси - сучасне рішення цієї проблеми для покращення екологічного стану середовища при мінімальних відходах після переробки та мінімальних витрат при експлуатації.

Постановка проблеми. Щорік в Україні накопичується близько 19 млн. тонн твердих побутових відходів (ТПВ) і органічних відходів, які розміщуються на 770 звалищах, що займають територію більше 3000 га земель, придатних для ведення сільського господарства, відпочинку чи будівництва. Довколишньому середовищу завдається непоправної шкоди, забруднюються ґрунтові води, річки. Існуючі методи поводження з твердими побутовими відходами не відповідають сучасним міжнародним нормам екологічної безпеки. Для подолання цієї проблеми необхідним є створення технологій по екологічній переробці ТПВ, що здійснюється на сміттєпереробних заводах та комплексах.

Аналіз попередніх досліджень. Базовим матеріалом для вивчення цієї проблеми можуть слугувати аналіз досвіду проектування підприємств по пререробці сміття, окремі технології та типи існуючих сміттєпереробних комплексів та деякі приклади закордонного та вітчизняного досвіду.

За кордоном ця проблема була піднята ще наприкінці минулого століття і з роками такі об'єкти лише вдосконалюються і стають ще більш енергоефективними. На сьогодні в Європі збудовано 186 сміттєпереробних комплексів, у Південній Америці – 73, у Північній Америці – 32, у Азії – 48, в Україні - 2 та у інших країнах близько 30 [7]. Характерними підходами в архітектурі сміттєпереробних комплексів є функціоналізм з раціональним вирішенням об'ємно – просторової структури та слідування тенденціям екологічної архітектури, що втілюється в архітектурно – художньому образі будівлі.



Рис.1. Сміттєперобний комплекс в Чехії



Рис.2. Сміттєперобний завод у Відні, Австрія

Так, наприклад, сміттєперобний комплекс в Чехії (рис.1), спроектований на початку 2000-х років з урахуванням тогочасних норм з екології та енергоефективності, демонструє риси сучасної промислової архітектури. Поруч з цим, на прикладі заводу у центрі Відня за проектом Ф. Хундертвассера (рис.2), можна побачити, що образ сучасного сміттєперобного комплексу може вписуватися у забудову міста та бути навіть його архітектурною пам'яткою.

В Україні існувало 4 заводи по спалюванню ТПВ, проте такий вигляд переробки є нерациональним і шкідливим. На даний час працює лише два заводи: «Енергія» в Києві (рис.3) та у Дніпропетровську (рис.4), який утилізує більше половини відходів цього міста.



Рис.3. Завод «Енергія» в Бортничях у місті Києві



Рис.4. Сміттєспалювальний завод у м. Дніпропетровськ

У вітчизняній практиці в даній сфері працювали державні проектні інститути, такі як ПАТ "КиївЗНДІЕП" та "КиївСпецПроект". Але поруч з цим проблема раціональної утилізації сміття вивчена недостатньо, та, відповідно, неповною мірою розглянуто питання проектування сміттєперероблювальних комплексів.

Викладення основного матеріалу. Проблема сміттєпереробки перед людством постала ще наприкінці XVIII століття, коли великі міста почали стрімко зростати і відповідно збільшувалась кількість населення в містах. Наступний етап значного росту кількості побутових відходів пов'язаний з розвитком індустрії, масового виробництва. Зараз використовуються такі основні підходи до утилізації сміття, як: полігонне поховання, сміттєспалювання та сміттєпереробка.

Найбільш поширеною технологією стало полігонне поховання відходів, що вимагає значних територій розміщення та є джерелом екологічної небезпеки. Метод спалювання сміття дозволяє утилізувати органічні відходи, але при цьому в атмосферу викидаються продукти згорання: двоокис вуглецю, діоксин, бензопірен, дібензофураат та інші токсичні речовини. На сьогоднішній день найбільш прогресивним є метод переробки сміття, який дозволяє максимально використовувати вторинну сировину (до 80-85%), зменшити ресурсні витрати при технологічній обробці, утилізувати теплову енергію, мінімізувати негативний вплив на природне оточення [2-4].

На формування архітектурно-планувальних рішень сміттєпереробних комплексів безпосередньо впливають основні фактори (рис.5), серед яких визначальними є містобудівні, функціональні, технологічні та екологічні.



Рис.5. Фактори, що впливають на формування архітектурно – планувальних рішень сміттєпереробних комплексів

Сьогодні вдосконалюються та створюються нові типи та підтипи сміттєпереробних комплексів, які можна класифікувати за функцією, технологією, потужністю, розташуванням та планувальним рішенням (рис.6,7). Для сучасних об'єктів даного типу об'єктів характерна павільйонна, багато-блокова структура, з чітко вираженою індустріальною архітектурою.

При створенні сміттєпереробних комплексів особлива увага приділяється аспектам підвищення екологічності, пожежної безпеки, ресурсоефективності, зокрема, енергоефективності:

- використовується комплексне сортування сміття задля зменшення втрати цінної сировини;
- використовуються екологічні матеріали при проектуванні і будівництві;

- застосовуються раціональні технологічні рішення при врахуванні відповідних умов;
- зменшується ризик пожежної небезпеки шляхом проектування комплексу окремими блоками;
- розташовуються об'єкти даного типу на вже забруднених територіях;
- поступово звільнюються території від ТПВ і можлива трансформація їх у рекреаційні зони;
- впроваджується повторне використання ресурсів для технічних цілей;
- відбувається регенерація виділеного тепла у теплову та електричну енергію.



Рис.6. Класифікація сміттепереробних комплексів

	<u>Блочна</u>	<u>Павільйонна</u>	<u>Змішана</u>
Типи	Схеми	Схеми	Схеми
Модульна			
Централізо вана			
Децентралізо вана			

Рис. 7. Основні типи планувальні схем сміттепереробних комплексів

Сучасний підхід до вирішення проблеми енерго- та ресурсозбереження, застосування альтернативних джерел енергії в архітектурі та будівництві можна досягти шляхом інтеграції архітектурно-планувального, конструктивного та інженерно-технологічного рівнів проектування для об'єктів різних типів, в тому числі і для сміттепереробних

комплексів. Таким чином, проектування сучасних сміттєпереробних комплексів ґрунтується на раціональних архітектурно-планувальних рішеннях, пов'язаних з технологічним процесом переробки вторинної сировини, використанні сучасних матеріалів та комплексних інженерних технологій, що дозволяє в цілому поєднати кращі елементи ресурсозбереження та покращити екологічний стан довкілля.

Література

1. ДБН 360-92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень.
2. *Лифшиц А.Б.* Современная практика управления твердыми бытовыми отходами/А.Б.Лифшиц // Чистый город.– 1999. – №1(5)– с.2–10.
3. *Ніканоров С.О.* Проектування сміттєпереробних комплексів. – К.: Архітектурний вісник КНУБА: Наук.- вироб. збірник. – 2013. –Вип. 1. – 358 – 364 с.
4. *Сметанин В.И.* Защита окружающей среды от отходов производства и потребления/ В.И. Сметанин - М.: Колос, 2003. – 229 с.
5. Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, від 10.01.2006р. №81 «Про затвердження Методики розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами» - 2006. – 12-16 с.
6. <http://waste.com.ua/cooperation/2008/theses/vygovska.html>
7. <http://www.industcards.com/cc-netherlands.htm>
8. <http://www.aif.ua/incidents/964562>
9. http://www.a-ronet.pl/index.php?mod=nagroda&n_id=2149
10. <http://www.energydigital.com/article/tags/2/Waste-Management>

ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

А. А. Ленёв., В. П. Король, Т. А. Кащенко, О. И. Селиванов

В статье изложена проблема проектирования современных мусороперерабатывающих заводов, особенности их функциональной организации, связанной с технологическими процессами.

FORMATION OF ARCHITECTURAL SOLUTIONS OF MODERN ENERGYEFFICIENT WASTE RECYCLING PLANTS.

A. Leniov, V.Korol, T. Kashchenko, O. Selivanov

The article describes the modern trends in architectural design of waste recycling plants, special features of its planning concerned with technology process.

ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ В СТИЛЕ МОДЕРН В РЕЗИДЕНЦИИ ГУБЕРНАТОРА ЦИНДАО (КИТАЙ)

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

В статье рассмотрены примеры отопительных приборов резиденции губернатора Циндао в Китае как элементов интерьера, специфика их декоративного оформления в стиле модерн. Сравниваются стилистические особенности печей и каминов финского «национального романтизма» и отопительных приборов резиденции губернатора Циндао.

Ключевые слова: *модерн в Китае, отопительные приборы, резиденция губернатора Циндао, «национальный романтизм».*

Постановка проблемы. Во многих научных источниках описывается архитектура зданий в стиле модерн в Циндао, однако, как правило, при этом не сравнивается стилистика экстерьеров и интерьеров и не сравниваются между собой европейские объекты в стиле модерн и “знаковые” объекты модерна Циндао, такие как резиденция губернатора Циндао. Кроме того, практически отсутствует сравнительный анализ отопительных приборов периода модерна в Циндао.

Анализ основных исследований и публикаций. На сегодняшний день имеется довольно значительное количество научных источников в виде печатных изданий и интернет-ресурсов, где упоминается архитектура европейского модерна в Циндао. Однако эти источники содержат преимущественно информацию описательного характера. Некоторые авторы наряду с историческим изложением материала приводят и свои варианты классификации проявлений европейских стилей в конце XIX-начале XX веков в отдельных взятых ими для рассмотрения и детального изучения городах, однако такой аналитический массив информации представлен намного скромнее.

Особое место в перечне литературы занимают источники, изданные в Китае на английском и китайском языках. Среди научных и научно-популярных книг о Циндао, изданных в Китае в последние годы, следует назвать книги китайских исследователей Wang Chaolu [13] и Yuan Binjiu [14], которые не только перечислили объекты европейской архитектуры Циндао, но и выявили исторические предпосылки развития этого германского города-колонии, периоды его развития, привели исчерпывающие описания истории знаковых объектов и их краткие архитектурные характеристики.

В книгах упоминаются и другие китайские исследователи: автор изданной в 1899 году монографии “Архитектура Харбина” Чжан Хуайшэн,

автор исследования “Традиционные модели в современной китайской архитектуре: опыт XX века” Фу Чао Цынь, исследователь модерна в Китае Лю Сунфу [2,3]. Суждения Лю Сунфу о модерне в Китае во многом объясняют запаздывание распространения модерна в Китае и его более продолжительное существование по сравнению с европейским ар-нуво: “[он] считает, что в Харбине возникла влиятельная архитектурная школа модерна, продолжавшая своеобразно развиваться в 1920-е и 30-е годы европейский Ар Нуво (о специфике прочтения модерна, равно как и любого другого общеевропейского стиля, скажем позже), в то время как в Европе и России национальные вариации модерна сошли со сцены уже к началу первой мировой войны. Более того, по его мнению, модерн как новый архитектурный стиль рубежа XIX-XX веков, “связующий прошлое и будущее”, ознаменовал собою начало, точку отсчета, рубеж “вхождения в Китай современной западной архитектуры”, а Харбин стал первым городом, принявшим ее” [3].

Вместе с тем, как правило, большинство изданий о европейской архитектуре Циндао носит популярный, а не научный характер и рассчитаны эти издания больше на привлечение туристов. Среди таких путеводителей последних лет по исторической застройке города Циндао следует упомянуть путеводитель “Qingdao German Governor’s House Museum (Qingdao Guest House)”.

Среди зарубежных исследователей европейской архитектуры в Китае Л.Садовски [10,11], Dieter Linke [8], Hans Georg Prager [9] и Torsten Warner [11] (немецкие исследователи изучили архитектуру немецкой колонии Циндао), Itohan I.Osayimwese (изучались проявления германской колониальной архитектуры на протяжении 1828-1914 гг.) [7]. Отопительные приборы периода модерна изучала Ю.В.Ивашко [1], специфику отопительных приборов детально исследовали К.В.Лихолат и А.И.Роденков [4,5,6].

Основная часть. Изначально европейская архитектура Циндао была преемственно связана с английской колониальной архитектурой, впоследствии испытала заметное влияние историзма в немецкой трактовке, пережила период увлечения стилизациями баварской архитектуры и затем пришла к имплементации модерна в знаковых репрезентативных и коммерческих объектах. В последнем случае речь идёт не о буквальном воспроизведении европейского модерна на земле Циндао, а именно об адаптации этого европейского стиля к условиям страны с тысячелетними культурными традициями.

Как справедливо заметил автор наиболее глобальной на сегодняшний день монографии по архитектуре Циндао Хуан Бин Ю, здесь уместно процитировать автора книги “Душа Китая” (The Soul of China) (1926) Ричарда Вильгельма, который как раз и акцентирует внимание на взаимном слиянии китайской и западной культур в немецких архитектурных объектах Циндао, где находят применение крыши

традиционного китайского очертания, китайская черепица разной формы и цвета, а особенно декор в виде драконов, львов в оформлении колонн, рельефов, интерьеров, и характерные китайские орнаменты.

Таким образом, архитектура модерна в Циндао представляет собой смешение кирпичной кладки, рваного камня, дерева в отделке и в конструктивных элементах, железных балок, деревянных напольных покрытий, изредка – стальных конструкций и применение традиционных для того времени европейских отопительных приборов в интерьерах.

При этом усматривается непосредственная преемственность конструкции зимнего сада-атриума резиденции губернатора в Циндао (1907) и конструкций знаменитого Хрустального дворца на Всемирной выставке в Лондоне в 1851 году, где использованы железные элементы каркаса и стеклянное заполнение.

Следует отметить, что в интерьеры зданий с элементами модерна на территории Китая традиции модерна проникали в значительно меньшей степени: это же справедливо и по отношению к объектам модерна Японии, где сохранились интерьеры, значительно более упрощённые по своей стилистике, чем объекты югендстиля на территории Германии, что наглядно видно на иллюстрациях (рис.1).

Со времени немецкого господства в резиденции губернатора в Циндао сохранились люстры, камин, деревянная мебель и декоративная деревянная обшивка интерьеров. Деревянная мебель со специальным покрытием поставлялась с фабрики Wolfco в Штуттгарте в 1904 году (рис.1). В интерьерах превалирует тема дерева (в отделке, паркете, мебели) и стекла и хрусталя (в витражах и лампах). В холле сохранились немецкие часы 1901 года, изготовленные в 1904 году в Штуттгарте.

Как и в объектах европейского модерна, в интерьерах лучших объектов модерна в Циндао особая роль отводится решению отопительных приборов – каминов и каминных печей (рис.2). Правда, учитывая разницу в климате, эти отопительные приборы уже не играют такой значимой роли в объектах Циндао. К сожалению, о стилистике отопительных приборов в Циндао мы можем судить только по сохранившимся интерьерам резиденции губернатора в Циндао, превращённой в музей.

Определённый вывод можно сформулировать при сравнении соответствия стилистического решения каминов и фасадов здания. Как известно, в финском “национальном романтизме”-“северном” модерне в силу идейного смыслового наполнения этого направления и климатических особенностей Финляндии разработка дизайна отопительных приборов в национальной трактовке – печей, каминных печей, каминов была представлена особенно широко.

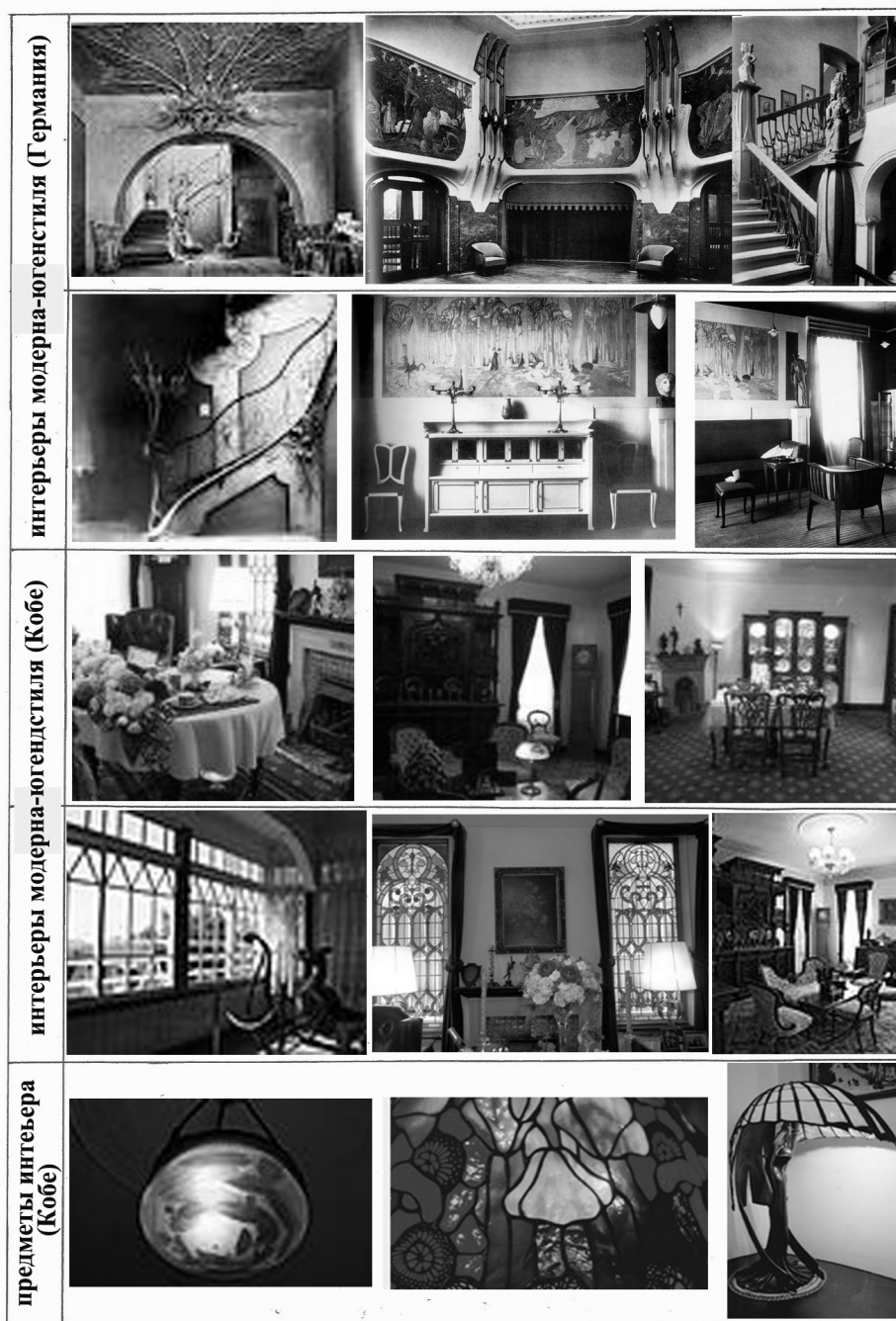


Рис. 1. Упрощение стилистики югендстиля в интерьерах зданий на территории сэтльментов в сравнении со зданиями югендстиля в Германии


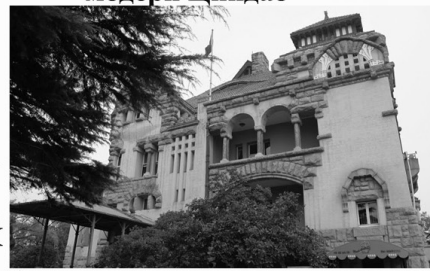
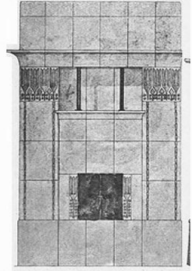

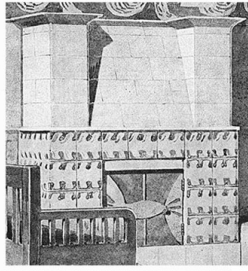

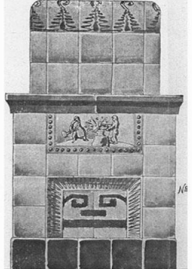

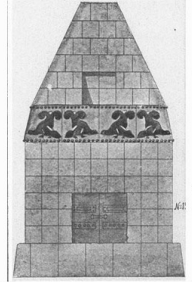

<p>финский “национальный романтизм”</p> 	<p>национально-романтический модерн Циндао</p> 
<p>соответствие грубой монументальности фасадов подчёркнутой простоте печей и каминов с национальными орнаментами</p> 	<p>несоответствие грубой монументальности фасадов характерным полихромным печам и каминам немецкого югендстиля</p> 
	
	
	

Рис. 2. Соотношение стилистики фасадов и отопительных приборов в финском «национальном романтизме» и национально-романтическом модерне Циндао

Вообще “национальный романтизм”-“северный” модерн тем и отличался, что предусматривал присутствие национального своеобразия на различных уровнях – от общего фасадного решения до фактуры материала и мелкой детализации. Следовательно, в аутентичных объектах “национального романтизма” присутствует соответствие грубой монументальности фасадов подчёркнутой простоте печей и каминных печей с национальными орнаментами, тогда как в объектах Циндао, фасады которых наследуют приёмы и элементы национально-романтического модерна, присутствует несоответствие грубой монументальности фасадов характерным полихромным каминным печам и каминам немецкого югендстиля (рис.2).

Учитывая специфику климата Циндао, требует дополнительного изучения вопрос функционирования отопительных приборов в резиденции губернатора Циндао, так как исследователи отопительных приборов К.В.Лихолат и А.И.Роденков зафиксировали появление в Европе сугубо декоративных, бутафорских отопительных приборов, которые не выполняли функции обогрева помещений [4,5,6]. В их исследованиях наибольший интерес для изучения отопительных приборов в Циндао представляют разделы, посвященные печам-каминам (каминным печам), в которых собственно камин соединяется общим фундаментом с печью и общим дымоходом (такие обогревательные приборы рассчитаны на возможность отдельной работы – печи и камина), а также каминные, рассчитанные на обогрев помещения открытым огнем, с обыкновенно декоративно украшенной топкой, которая завершена каминной полкой и с каминным экраном [4,5,6].

В различных научных источниках можно найти подтверждение разнообразности форм отопительных приборов, в которых варьировалась как форма в плане (прямоугольная как самая распространенная, угловая, диагональная, круглая или многоугольная), а также стилистического оформления. Следует отметить, что для форм так называемого национально-романтического модерна Циндао отчасти характерны те же признаки, что и для финского “национального романтизма”, однако с учётом того, что проектировались эти объекты не финскими или шведскими, а немецкими архитекторами, в других природно-климатических условиях и в стране со сложившейся собственной самобытной тысячелетней культурной основой. Всё это является наглядным свидетельством того, что на территории Китая модерн был привнесён исключительно как некая декорация, которая должна была наглядно демонстрировать этническую и ментально-культурную принадлежность иностранцев, живших в городах-колониях на территории Китая. Особый аспект исследования – это решение интерьеров и мелкой пластики, которая выполнялась местными китайскими мастерами, в силу чего имеет сильную национальную окраску.

Выводы. Таким образом, анализ стилистического решения отопительных приборов резиденции губернатора Циндао в сравнении с общей картиной становления европейского модерна на территории Китая позволяет наглядно представить, как происходила трансформация и имплементация европейского по своей природе стиля при перенесении на чужеродный китайский грунт и как на европейский модерн наслаивались традиции многовековой китайской культуры. При этом усматривается основная особенность модерна в Циндао: при перенесении в условия Китая этот стиль трансформировался в принципиально иное по своему смысловому наполнению явление – “ориентальный модерн”.

Литература

1. *Ивашко Ю.В.* З історії опалювальних приладів / Ю.В.Івашко. – Науково-технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”. – К.:КНУБА,2014. – Вип.6. – С.112-115.

2. *Левашко С.С.* Русская архитектура и градостроительство в Северо-Восточной Азии в XX веке: векторы взаимовлияний [Электронный ресурс] / С.С. Левашко // Россия Китай Япония в Северо-Восточной Азии: проблемы регионального взаимодействия в XXI веке: Материалы международной научной конференции 18-19 сентября 2000 г. Владивосток. – Режим доступа: <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1185858>.

3. *Левашко С.С.* Русская архитектура в культурном пограничье Дальнего Востока. Маньчжурия, 1900-1940-е годы [Электронный ресурс] / С.С.Левашко // Вторые Крушановские чтения: материалы международной научной конференции. – Владивосток. – 2001. – Режим доступа: <http://lib.rin.ru/doc/i/73319p.html>.

4. *Лихолат К. В.* Керамическая мастерская Леопольда Бонафедде / К.В.Лихолат, А.И.Роденков. – СПб: 2012. – 107 с.

5. *Лихолат К. В.* В творческой мастерской П. К. Ваулина/ Лихолат К.В., А.И.Роденков. – СПб: Коло, 2013. – 144 с.

6. *Роденков А.И.* Изразцовые печи Выборга /А.И.Роденков, К.В.Лихолат. – СПб: Коло, 2013. – 160 с.

7. *Itohan I.Osayimwese.* Colonialism at the Center: German Colonial Architecture and the Design Reform Movement, 1828-1914. / Itohan I.Osayimwese. – ProQuest, 2008.

8. *Linke Dieter.* Tsingtau – Deutsche Stadt am Gelben Meer 1897 – 1914 / Linke D.// Ein Kapitel deutscher Kolonialgeschichte in China. – Kolme K Verlag; Auflage: 1.Auflage , 2005.

9. *Prager Hans Georg.* Tsingtau / Qingdao: Deutsches Erbe in China / Prager H.G. – [Gebundene Ausgabe], 2011.

10. *Sadowski Lukasz.* Architektura europejska w Chinach od połowy XIX wieku do 1937 roku / Sadowski L. // Sztuka Dalekiego Wschodu. Studia. – Warszawa, 2008. – S.145-154.

11. *Sadowski Lukasz*. The Japanes “overseas” architecture in North-East China 1905-1945 / Sadowski L. // Art of Japan, Japanism and Polish-Japanese Art Relations. – Kraków, 2011. – S. 277-284.

12. *Warner Torsten*. Deutsche Architektur in China. Architekturtransfer / Warner T. – Berlin, Ernst & Sohn, 1994. – 328 p.

13. *Wang Chaolu*. Fifty Old Constructions in Qingdao / Wang Chaolu. – Qingdao Publishing House, 2008. – 114 p.

14. *Yuan Binjiu*. German architecture in Oingdao / Yuan Binjiu. – China Architecture and Building Press, 2009. – 415 p.

ОПАЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ В СТИЛІ МОДЕРН В РЕЗИДЕНЦІЇ ГУБЕРНАТОРА ЦИНДАО (КИТАЙ)

Лі Шуань

В статті розглянуті приклади опалювальних приладів резиденції губернатора Циндао в Китаї як елементів інтер'єру, специфіка їх декоративного оформлення в стилі модерн. Порівнюються стилістичені особливості печей і камінів фінського “національного романтизму” і опалювальних приладів резиденції губернатора Циндао.

Ключові слова: модерн в Китаї, опалювальні прилади, резиденція губернатора Циндао, “національний романтизм”.

HEATING DEVICES IN ART-NOUVEAU STYLE IN THE RESIDENZ DES GOUVERNEUR OF QINGDAO (CHINA)

Li Shuan

In the article were analyzed the examples of heating devices in the Residenz des Gouverneur of Qingdao in China such as the elements of interior, specific of their decoration in Art-nouveau style. Comparing the specific features of stoves and mantels of Finnish “national romantizm ” and heating devices in the Residenz des Gouverneur of Qingdao.

Key words: Art-nouveau style in China, heating devices, Residenz des Gouverneur of Qingdao, “national romantizm ”.

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КОРОТКИХ КОНВЕКТИВНИХ КАНАЛІВ
ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ НА ГАБАРИТИ
ПРИЛАДІВ**

*1) Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України,
Україна; 2) Київський національний університет будівництва і
архітектури, Україна*

В статті розглянуто вплив теплових характеристик коротких конвективних каналів теплоакumuлюючих електропечей на габарити приладів. Виконано порівняння тепловіддачі від круглого та прямокутних каналів по відомим теоретичним залежностям за турбулентного руху повітря в каналі та впливу початкової теплової ділянки на теплообмін в ньому.

Постановка проблеми. Нагальною потребою в Україні є застосування таких засобів опалення, які б ефективно використовували вже наявні джерела по виробництву енергії. Таким джерелом для систем опалення є утилізація надлишково виробленої електроенергії за умови її перетворення в теплову. Це не тільки сприяє задоволенню потреб в опаленні, але й підвищує економічність використання електричної енергії.

Одним з засобів, які використовують надлишково вироблену електричну енергію для систем опалення, є теплоакumuлюючі електропечі (ТАЕП), також відомі як теплонакопичувачі [1]. Важливою задачею досягнення ефективної роботи цих приладів є оптимізація розмірів конвективних каналів (далі – канали): а) чим менший об'єм займатимуть в ТАЕП канали, тим компактнішим буде прилад, і відповідно він займатиме менший об'єм в приміщенні та для нього знадобиться менше теплоізоляційних матеріалів та матеріалів зовнішнього покриття, тобто прилад буде як менше коштувати, так і мати меншу вагу; б) характер форми каналу впливає на тепловіддачу від приладу – чим кращою буде тепловіддача, тим меншою буде необхідна площа каналів, а відповідно й менший об'єм, який займатимуть в ТАЕП канали.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дана робота пов'язана з роботою [2], яка була представлена під час конференції¹ в м. Рівному. В [2] розглядався теплообмін в каналах, які вважалися достатньо довгими, аби нехтувати впливом початкової теплової ділянки на теплообмін. Такі канали можна назвати «довгими». В цій роботі розглянуті канали, в яких вплив початкової теплової ділянки на теплообмін є помітним. Такі канали

¹ По результатам доповіді очікується видання статті в науковому збірнику Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна).

можна назвати «короткими». Обидва терміни – «довгий» та «короткий» – є умовними. Це викликано тим, що існують різні методики визначення впливу початкової теплової ділянки на теплообмін. Для аналізу приймаємо підхід з [3, с. 90], де для діапазону значень чисел Рейнольдса $Re_{dp} = 1 \cdot 10^4 \dots 1 \cdot 10^6$ вплив початкової теплової ділянки враховують при співвідношенні довжини каналу l та його гідравлічного діаметру d : $l/d < 50$.

В даній роботі розглянуто теплообмін в коротких каналах та його відмінність від теплообміну в довгих каналах. Довгі канали є характерним рішенням для центральних ТАЕП, в той час як короткі канали є типовими для місцевих ТАЕП.

Формулювання цілей і завдання статті. Метою даної роботи є визначення впливу на габарити ТАЕП конфігурації їх каналів в залежності від тепловіддачі, яку вони здатні забезпечити.

Для оцінки тепловіддачі від каналів використані ті самі умови та рівняння, що й в [2], за винятком того, що в даній роботі проаналізовані канали є короткими та потребують врахування поправочного коефіцієнту для визначення тепловіддачі від них.

Методика порівняння коротких каналів. Для оцінки тепловіддачі поверхні каналів будуть використані рівняння, представлені в [2] за умови, що параметри повітря в розрахунках прийнято постійними. Режим руху повітря прийнято турбулентним. Співставлення буде враховувати тепловіддачу за тієї чи іншої відносної площі каналу. Канали буде співставлено за умови однакової площі поперечного перерізу та швидкості повітря в них.

Для співставлення каналів використана формула [3, ф. 3.38, с. 89]:

$$\overline{Nu}_{dp} = 0,021 Re_{dp}^{0,80} Pr_p^{0,43} (Pr_p/Pr_c)^{0,25} \varepsilon_l \quad (1)$$

де: \overline{Nu}_{dp} – значення критерію Нуссельта повітря, що проходить через канал; Pr_p – значення коефіцієнту Прандтля повітря в потоці, що проходить через канал; Pr_c – значення коефіцієнту Прандтля повітря на теплообмінній поверхні каналу; Re_{dp} – значення критерію Рейнольдса повітря, що проходить через канал; ε_l – коефіцієнт, що враховує зміну середнього коефіцієнта тепловіддачі по довжині каналу.

Критерій Рейнольдса Re_{dp} в даному випадку визначається як:

$$Re_{dp} = \frac{\omega \cdot d_{екв}}{\nu} \quad (2)$$

де ω – швидкість повітря в каналі, м/с; ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, м²/с; $d_{екв}$ – еквівалентний діаметр каналу, м:

$$d_{екв} = \frac{4 \cdot F}{U} \quad (3)$$

де F – площа поперечного перерізу, м²; U – повний периметр каналу, м.

Коефіцієнт ε_l визначається в залежності від значень Re_{dp} та співвідношення довжини каналу l та його діаметру d : l/d . Значення коефіцієнту ε_l узяті з [3, табл. 3-1, с. 90]. Коефіцієнт ε_l представлено в діапазоні $l/d = 1 \dots 50$ та $Re_{dp} = 1 \cdot 10^4 \dots 1 \cdot 10^6$.

Оскільки в якості теплоносія застосовується повітря, то використаємо як і в [2] спрощення для формули (1) з врахуванням коефіцієнту ε_l :

$$\overline{Nu}_{dp} = 0,018 Re_{dp}^{0,80} \varepsilon_l \quad (4)$$

Геометричні параметри каналів узяті такими, як і в [2]. Так само з цієї роботи узята теплова характеристика каналів $q^i / q_{кр}$, яка характеризує відношення кількості теплоти, отриманої з заданого типу каналу до кількості теплоти, отриманої з круглого каналу за однакових площ поперечного перерізу, швидкості повітря та параметрів повітря. Значення характеристик представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Геометричні та теплові характеристики каналів [2]

Тип отвору	Розміри каналу, мм	$d_{екв}$, мм	U , мм	Re	$\frac{q^i}{q_{кр}}$	F , мм ²
Круглий	$d^{кр} = 100$	100	314,2	26533	1,00	≈ 7854
Квадратний	$a = 88,6$	88,6	354,4	23514	1,16	
Прям. 1:2	$a = 62,7; b = 125,3$	83,6	376,0	22169	1,24	
Прям. 1:4	$a = 44,3; b = 177,2$	70,9	443,0	18811	1,51	
Прям. 1:6	$a = 36,2; b = 217,1$	62,0	506,6	16457	1,77	
Прям. 1:8	$a = 31,3; b = 250,7$	55,7	564,0	14780	2,02	
Прям. 1:10	$a = 28; b = 280,2$	51,0	616,4	13520	2,25	
Прям. 1:12	$a = 25,6; b = 307$	47,2	665,2	12532	2,46	
Прям. 1:14	$a = 23,7; b = 331,6$	44,2	710,6	11731	2,66	
Прям. 1:16	$a = 22,2; b = 354,5$	41,7	753,4	11066	2,86	
Прям. 1:18	$a = 20,9; b = 376$	39,6	793,8	10501	3,04	

Примітки: $\omega = 4,5$ м/с; характеристики повітря прийняті при 40 °С: $\nu = 16,96 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $\lambda = 0,0276$ Вт/(м · К).

Розглянемо чотири випадки співвідношень:

$$l/d_{екв} = k_p \quad (5)$$

де $k_p = 5, 10, 20$ та 40 . Оскільки гідравлічні діаметри у розглянутих каналів є різними, то за характерний канал, з яким будемо порівнювати інші канали, приймаємо круглий канал. Тобто формула (5) за умови, що характерним є круглий канал, приймає вигляд:

$$k_p = l/d^{kp} \quad (6)$$

де d^{kp} – діаметр круглого каналу.

У всіх інших типів каналів гідравлічний діаметр є меншим і тому їх співвідношення l/d за однакової довжини l буде більшим, ніж у круглого каналу.

Визначимо відношення довжини каналу (однакової для всіх каналів) до гідравлічного діаметру каналу $d_{екв}$ за прийнятого значення k_p . Значення довжини каналу l , яке залежить від заданого значення k_p та відомого діаметру круглого каналу d^{kp} , складатиме згідно (6):

$$l = k_p \cdot d^{kp} \quad (7)$$

Для характеристики відношення довжини каналу l до його гідравлічного діаметру $d_{екв}$ використаємо коефіцієнт k' :

$$k' = l/d_{екв} \quad (8)$$

Підставимо рівняння (7) в рівняння (8) та отримаємо:

$$k' = k_p \cdot d^{kp} / d_{екв} \quad (9)$$

Оскільки за характерний діаметр по довжині прийнято діаметр круглого каналу d^{kp} , то й за однакових по діаметру круглих каналів $k' = k_p$.

На основі отриманих значень k' та значення Re з табл. 1 методом лінійної інтерполяції отримаємо значення ε_l з [3, табл. 3-1, с. 90].

Є сенс розглянути зміну тепловіддачі від каналів ТАЕП за умов – коли характерні круглі канали прийнято короткими – по відношенню до тепловіддачі від довгих каналів. Для цього введемо коефіцієнт r^i , який характеризує відношення тепловіддачі i -ого каналу до тепловіддачі в круглому каналі за $l/d^{kp} > 50$ та тих самих характеристик повітря й однакової площі поперечного перерізу:

$$r^i = \varepsilon_l \cdot (q^i / q_{кр}) \quad (10)$$

Оскільки розглянуті в даній роботі круглі канали характеризуються співвідношенням $l/d^{kp} < 50$ і, відповідно, мають $\varepsilon_l > 1$, то й теплообмін від них буде кращим за теплообмін від круглих каналів за $l/d^{kp} > 50$. Для зручності порівняння даних по тепловіддачі приймаємо найменше значення тепловіддачі (в нашому випадку – від круглого каналу) за 100%, а всі інші значення продемонструють зміну тепловіддачі від каналів іншої конфігурації. Для цього введемо характеристику r^i , яка характеризує відношення r^i i -ого каналу до r^{kp} круглого каналу та оцінює ефективність тепловіддачі заданого каналу у порівнянні з круглим каналом:

$$r'^i = r^i / r^{кр} \cdot 100\% \quad (11)$$

Разом з тим, варто порівняти з якою інтенсивністю зростає у розглянутих «коротких» каналів тепловіддача від i -ого каналу до круглого каналу у порівнянні з «довгими». Цю зміну запишемо як коефіцієнт s_ε , який можна визначити і як відношення r'^i до $q^i / q_{кр}$, і як відношення поправочних коефіцієнтів ε_l , оскільки зміна теплообміну відбувається з урахуванням цих коефіцієнтів:

$$s_\varepsilon = r'^i / (q^i / q_{кр}) \cdot 100\% = \varepsilon_l^i / \varepsilon_l^{кр} \cdot 100\% \quad (12)$$

де ε_l^i – коефіцієнт, що враховує зміну середнього коефіцієнта тепловіддачі по довжині труби для i -ого каналу за заданого значення k_p ; $\varepsilon_l^{кр}$ – коефіцієнт, що враховує зміну середнього коефіцієнта тепловіддачі по довжині труби для круглого каналу за заданого значення k_p .

Отримані дані наведені в табл. 2.

Згідно даних в табл. 2 найменше співвідношення тепловіддачі прямокутних каналів до круглих спостерігається за $l/d^{кр} = 10$. Це пов'язано з тим, що за прийнятих умов зі зростанням співвідношення сторін прямокутного каналу відбувається стрімке наближення коефіцієнту ε_l до 1, в той час як для круглого каналу цей коефіцієнт є порівняно великим. Водночас, коротші прямокутні канали (для випадку $l/d^{кр} = 5$) демонструють кращі характеристики теплообміну внаслідок меншого співвідношення $l/d_{екв}$. З наближенням значення $l/d^{кр}$ до граничного значення 50 вплив початкової ділянки стає меншим.

Таблиця 2

Співставлення теплової ефективності круглого та прямокутних каналів однакової довжини

Тип отвору	$l/d^{кр} = 5$					$l/d^{кр} = 10$				
	k'	ε_l	r^i	r'^i , %	s_ε , %	k'	ε_l	r^i	r'^i , %	s_ε , %
Круглий	5,00	1,25	1,25	100	100,0	10,00	1,17	1,17	100	100,0
Квадр.	5,64	1,25	1,44	115	99,8	11,28	1,16	1,34	115	99,4
Прям. 1:2	7,98	1,21	1,50	120	96,9	15,96	1,12	1,39	119	96,0
Прям. 1:4	11,28	1,17	1,77	142	93,8	22,57	1,09	1,65	141	93,3
Прям. 1:6	13,82	1,16	2,05	164	92,5	27,64	1,07	1,90	162	91,5
Прям. 1:8	15,96	1,14	2,31	185	91,5	31,92	1,05	2,13	182	90,1
Прям. 1:10	17,84	1,14	2,55	204	90,8	35,68	1,04	2,34	200	89,1
Прям. 1:12	19,54	1,13	2,77	221	90,0	39,09	1,03	2,54	217	88,2
Прям. 1:14	21,11	1,12	2,98	238	89,4	42,22	1,02	2,72	233	87,4
Прям. 1:16	22,57	1,11	3,18	254	88,9	45,14	1,01	2,90	248	86,7
Прям. 1:18	23,94	1,11	3,36	269	88,4	47,87	1,01	3,06	262	86,1

Тип отвору	$l/d^{кр} = 20$					$l/d^{кр} = 40$				
	k'	ε_l	r^i	r'^i , %	s_{ε} , %	k'	ε_l	r^i	r'^i , %	s_{ε} , %
Круглий	20,00	1,10	1,10	100	100,0	40,00	1,02	1,02	100	100,0
Квадр.	22,57	1,09	1,25	114	99,0	45,14	1,01	1,17	114	99,0
Прям. 1:2	31,92	1,04	1,29	118	95,3	63,83	1,00	1,24	122	98,0
Прям. 1:4	45,14	1,01	1,53	139	92,2	90,27	1,00	1,51	148	98,0
Прям. 1:6	55,28	1,00	1,77	162	91,3	110,56	1,00	1,77	174	98,0
Прям. 1:8	63,83	1,00	2,02	184	91,3	127,66	1,00	2,02	198	98,0
Прям. 1:10	71,36	1,00	2,25	205	91,3	142,73	1,00	2,25	220	98,0
Прям. 1:12	78,18	1,00	2,46	225	91,3	156,35	1,00	2,46	241	98,0
Прям. 1:14	84,44	1,00	2,66	243	91,3	168,88	1,00	2,66	261	98,0
Прям. 1:16	90,27	1,00	2,86	261	91,3	180,54	1,00	2,86	280	98,0
Прям. 1:18	95,75	1,00	3,04	278	91,3	191,49	1,00	3,04	298	98,0

При порівнянні значень $q^i / q_{кр}$ (табл. 1) та r^i (табл. 2), або по значенню s_{ε} , спостерігається, що тепловіддача в коротких каналах прямокутної форми у порівнянні з круглою менша, ніж в довгих каналах. Співвідношення тепловіддачі прямокутних каналів з великим співвідношенням сторін до тепловіддачі коротких круглих каналів приблизно на 10% менше, ніж аналогічне співвідношення тепловіддачі довгих прямокутних каналів до тепловіддачі довгих круглих каналів. Тому довжина каналу при розрахунку теплообміну в місцевих ТАЕП є суттєвим фактором, яким не варто нехтувати.

Висновок. З огляду на результати розрахунків теплових характеристик коротких каналів прямокутна форма має більшу тепловіддачу, ніж кругла, і тому є більш доцільною для практичного використання при конструюванні ТАЕП. Хоча ці переваги не такі суттєві як у представленому в [2] випадку з довгими каналами, застосування коротких прямокутних каналів дозволяє заощадити на об'ємі, який в теплоакумулюючому приладі займатимуть канали, а відповідно ефективно зменшити габарити приладів.

Література

1. Малкін Е. С. Теплоакумулюючі електропечі. Термінологія і класифікація / Е. С. Малкін, О. В. Лисак // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2014. – № 3. – С. 69–74.
2. Лисак О. В. Аналіз впливу конфігурації конвективних каналів місцевих теплоакумулюючих електропечей на характер тепловіддачі від

приладів / О. В. Лисак, Е. С. Малкін // Актуальні проблеми систем теплогазопостачання і вентиляції, водопостачання і водовідведення : зб. наук. праць / Уклад. : М. Д. Кізеєв, О. С. Новицька. – Рівне : НУВГП, 2015. – С. 170–172

3. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – 2-е изд., стер. – Москва : Энергия, 1977. – 343 с.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
КОРОТКИХ КОНВЕКТИВНЫХ КАНАЛОВ
ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ
НА ГАБАРИТЫ ПРИБОРОВ**

О. В. Лысак, Э. С. Малкин

В статье рассмотрено влияние тепловых характеристик коротких конвективных каналов теплоаккумулирующих электропечей на габариты приборов. Выполнено сравнение теплоотдачи от круглого и прямоугольных каналов по известным теоретическим зависимостям при турбулентном режиме движения воздуха в канале и влиянии начального теплового участка на теплообмен в нём.

**THE ANALYSIS OF THE IMPACT OF THERMAL
CHARACTERISTICS OF AIRWAYS IN STORAGE HEATERS
ON THE SIZE OF THE DEVICES**

O. Lysak, E. Malkin

The analysis of the impact of thermal characteristics of airways in storage heaters on the size of the devices is shown. The comparison of heat transfer in round and rectangular airways is made on the basis of known theoretical dependencies used for turbulent channel flow and the impact of thermal entry lengths on heat transfer in them.

ПРИЙОМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ РУХУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка, Україна*

Викладено результати дослідження основних положень теорії проектування інфраструктури для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів.

Постановка проблеми. Зростання кількості особистих автомобілів на міських вулицях, розвиток інфраструктури населених пунктів спрямований, перш за все, на задоволення потреб автомобілістів, супроводжуються негативними змінами умов життєдіяльності людини.

Все більш популярними у розвинених країнах стають індивідуальні (розраховані на 1-2 людини) екологічні (що не завдають шкоди навколишньому природному середовищу) транспортні засоби (ІЕТЗ), найпоширенішим з яких поки що є велосипед.

Україна постала перед проблемою недостатньої кількості технічної інформації щодо створення мережі для руху таких видів транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням велосипедної інфраструктури найбільш активно займаються вчені Данії (періодично видають збірник «Collection of Cycle Concepts»). Рекомендації до створення велоінфраструктури викладено у працях: «Bicycle Master Plan», складений союзом авторів США, «Non-Motorized Transportation Plan», створений ученими штату Вірджинія, США, та «Bikeway Facility Design Manual», складений у штаті Мінесота, США. Статті, присвячені проектуванню велосипедних доріжок і смуг руху, з'являються у щомісячнику «Highway design manual», Англія. Громадська організація «Асоціація велосипедистів Києва», починаючи з 2007 року, видає технічні рекомендації щодо облаштування велосипедної інфраструктури у м. Київ. У ПолтНТУ розроблено рекомендації щодо проектування та влаштування велосипедних стоянок в м. Полтава. Однак, існуючі теоретичні дослідження розрізнені, фрагментарні, охоплюють лише окремі елементи велоінфраструктури і не розглядають їхнє комплексне розташування у вулично-шляховій мережі населеного пункту. В окремих випадках створення велосипедної інфраструктури носить стихійний і часто необдуманий характер.

Постановка задачі. Основними задачами дослідження є: 1) проаналізувати основні вимоги, що висуваються перед інфраструктурою для руху ІЕТЗ в Україні і за кордоном, та визначити елементи, що її формують; 2) сформулювати прийоми організації руху ІЕТЗ; 3) визначити

методи розрахунку параметрів елементів інфраструктури для руху ІЕТЗ; 4) запропонувати доповнення до існуючої нормативної бази України даними про включення інфраструктури для руху ІЕТЗ у вулично-шляхову мережу населених пунктів; 5) розробити методику влаштування інфраструктури для руху ІЕТЗ у населеному пункті.

Основна частина. Для зручного орієнтування у багатоманітні засобів, що можуть використовуватись для забезпечення комфортного руху велосипедистів виконано класифікацію елементів велосипедної інфраструктури. Всі елементи пропонується розподілити на наступні групи: велосипедні шляхи; засоби організації дорожнього руху; об'єкти сервісу; елементи благоустрою; штучні споруди. Розширена класифікація наведена у [1].

Основними принципами формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні інфраструктури для руху ІЕТЗ пропонується вважати наступні: 1) принцип функціональної інтеграції, направлений на пристосування існуючої вулично-шляхової інфраструктури до руху ІЕТЗ без капітальних будівельних заходів; 2) принцип адаптивності, що передбачає можливість використання одного й того ж простору різними користувачами і можливість зміни функціонального призначення простору; 3) принцип функціональної диференціації, що полягає у розділенні зон функціонування різних видів транспорту і пішоходів; 4) принцип доступності, тобто врахування можливих пунктів призначення руху велосипедистів при проектуванні мережі велосипедних маршрутів; 5) принцип компактності, що забезпечує конкурентоспроможність ІЕТЗ у порівнянні із швидшими транспортними засобами шляхом створення найкоротших маршрутів та надання пріоритету руху на перехрестях; 6) принцип інформативності, призначений забезпечити чіткість і зрозумілість пріоритетів усіма учасниками вулично-дорожнього руху; 7) принцип екологічності, що передбачає використання екологічно чистих матеріалів при будівництві інфраструктури для руху ІЕТЗ і максимально можливий захист їх водіїв від шкідливого впливу автомобільного транспорту; 8) принцип естетичної привабливості, спрямований на створення зручного та комфортного простору для руху велосипедистів. Засоби реалізації цих принципів наведено у [2].

Основними прийомами організації руху ІЕТЗ є: рух по тротуарах, по автомобільних дорогах, по окремих смугах на автомобільних дорогах чи тротуарах, по відокремлених велошляхах і по штучних спорудах над чи під потоками автотранспорту. Рішення при проектуванні велосипедної інфраструктури рекомендується приймати дотримуючись вищенаведених принципів і враховуючи такі фактори як: призначення велосипедного маршруту, рельєф місцевості, завантаженість вулично-шляхової мережі транспортом, середня швидкість руху автомобілів, наявність паркувань на вулиці, можливі витрати і обсяги будівництва.

Порівняльний аналіз основних вимог, що висуваються до велосипедної інфраструктури в Україні та за кордоном [3], показав:

1) технічна інформація про проектування елементів велосипедної інфраструктури в Україні представлена у різних нормативних документах фрагментарно і не в повній мірі;

2) в нормативних документах України прокладання велодоріжок передбачається там, де велосипедний рух вже розвинений, натомість у багатьох розвинених країнах Європи та США велосипедна складова має розглядатись при кожному новому будівництві та реконструкції транспортної інфраструктури;

3) в українських нормативних документах не вистачає даних щодо методів розрахунку необхідної щільності велосипедної мережі, мінімальної довжини опуклої вертикальної кривої і довжини гальмівного шляху;

4) уточнення потребує значення мінімально допустимої ширини велосипедної смуги руху (в різних документах значення цього параметра різняться);

5) у типових поперечних профілях вулиць і доріг населених пунктів України елементи велосипедної інфраструктури відсутні.

Щільність мережі шляхів для руху ІЕТЗ пропонується визначати з умови обмеження максимальними витратами часу і з умови наявності потоку велосипедистів. Методика розрахунку щільності такої мережі наведена у [4].

Враховуючи, що довжина зупинного шляху ІЕТЗ дорівнює сумі довжини шляху, який пройде транспортний засіб за час реакції водія, та довжини гальмівного шляху, прийнявши коефіцієнт тертя ковзання $f = 0,25$, що враховує характеристики більшості велосипедів на мокрому покритті [5], у загальному випадку формулу для розрахунку довжини зупинного шляху ІЕТЗ пропонується записати наступним чином:

$$S = \frac{V}{3.6} + \frac{V^2}{254(0,25\cos\alpha \pm \sin\alpha)}, \quad (1)$$

де V – швидкість руху велосипеда, км/год;

α – кут нахилу велосипедного шляху до горизонту, °.

Враховуючи, що відстань оглядовості велосипедного шляху повинна бути не менша за довжину зупинного шляху, припустивши, що висота ока водія ІЕТЗ дорівнює 1,4 м, а висота перешкоди – 0,05 м, пропонується наступна формула для розрахунку мінімальної довжини вертикальної кривої K шляху для руху ІЕТЗ:

$$K = \frac{S^2 (i_1 - i_2)}{2,8}, \quad (2)$$

де i_1 та i_2 – ухили ділянок велосипедного шляху, що сполучаються вертикальною кривою.

З урахуванням габаритних розмірів ІЕТЗ і природної непрямолінійності руху таких видів транспорту операційний простір для руху ІЕТЗ має складати мінімум 1,0 м. При цьому у всіх можливих випадках

рекомендується призначати ширину смуги руху мінімум 1,5 м для надання водіям ІЕТЗ можливості обгону.

На основі закордонного досвіду та з врахуванням вимог, що висуваються до велосипедної інфраструктури в Україні розроблено пропозиції щодо включення доріжок та смуг для руху ІЕТЗ у типові поперечні профілі вулиць і доріг населених пунктів [6]. На рис. 1 наведено пропозиції щодо доповнення типового поперечного профілю міської житлової вулиці.

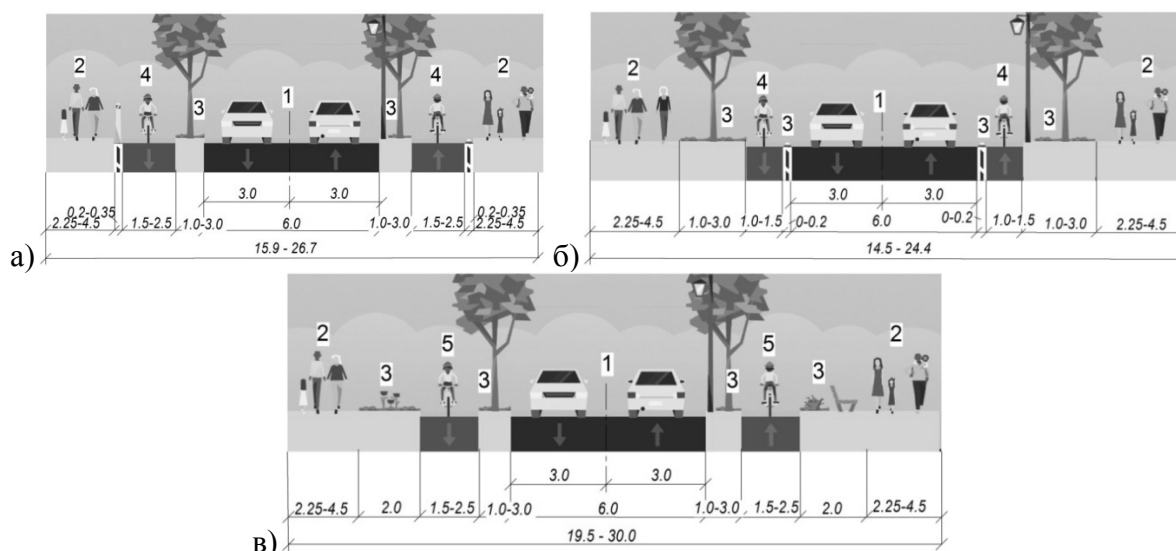


Рис. 1. Пропозиції щодо доповнення типового поперечного профілю міських житлових вулиць смугами і доріжками для руху ІЕТЗ:

- а) доповнення профілю смугами для руху ІЕТЗ, суміщеними з тротуаром;
- б) доповнення профілю смугами для руху ІЕТЗ, суміщеними з проїзною частиною;
- в) доповнення профілю відокремленими доріжками для руху ІЕТЗ.

Умовні позначення: 1 – основна проїзна частина; 2 – тротуар; 3 – розділювальні смуги та смуги озеленення; 4 – велосипедна смуга руху; 5 – велосипедна доріжка

На основі проведених досліджень розроблено методику створення інфраструктури для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів (рис. 2).

Висновки. 1. Всі елементи інфраструктури для руху ІЕТЗ пропонується розподілити на: велосипедні шляхи, засоби організації дорожнього руху, об'єкти сервісу, елементи благоустрою і штучні споруди. 2. Основними прийомами організації руху ІЕТЗ є: рух по тротуарах, по автомобільних дорогах, по окремих смугах на автомобільних дорогах чи тротуарах, по відокремлених велошляхах і по штучних спорудах. 3. Визначено методи розрахунку щільності мережі шляхів для руху ІЕТЗ, мінімальної довжини опуклої вертикальної кривої на них і довжини гальмівного шляху ІЕТЗ. 4. Запропоновано доповнення типових поперечних профілів вулиць і доріг населених пунктів доріжками і смугами для руху ІЕТЗ.

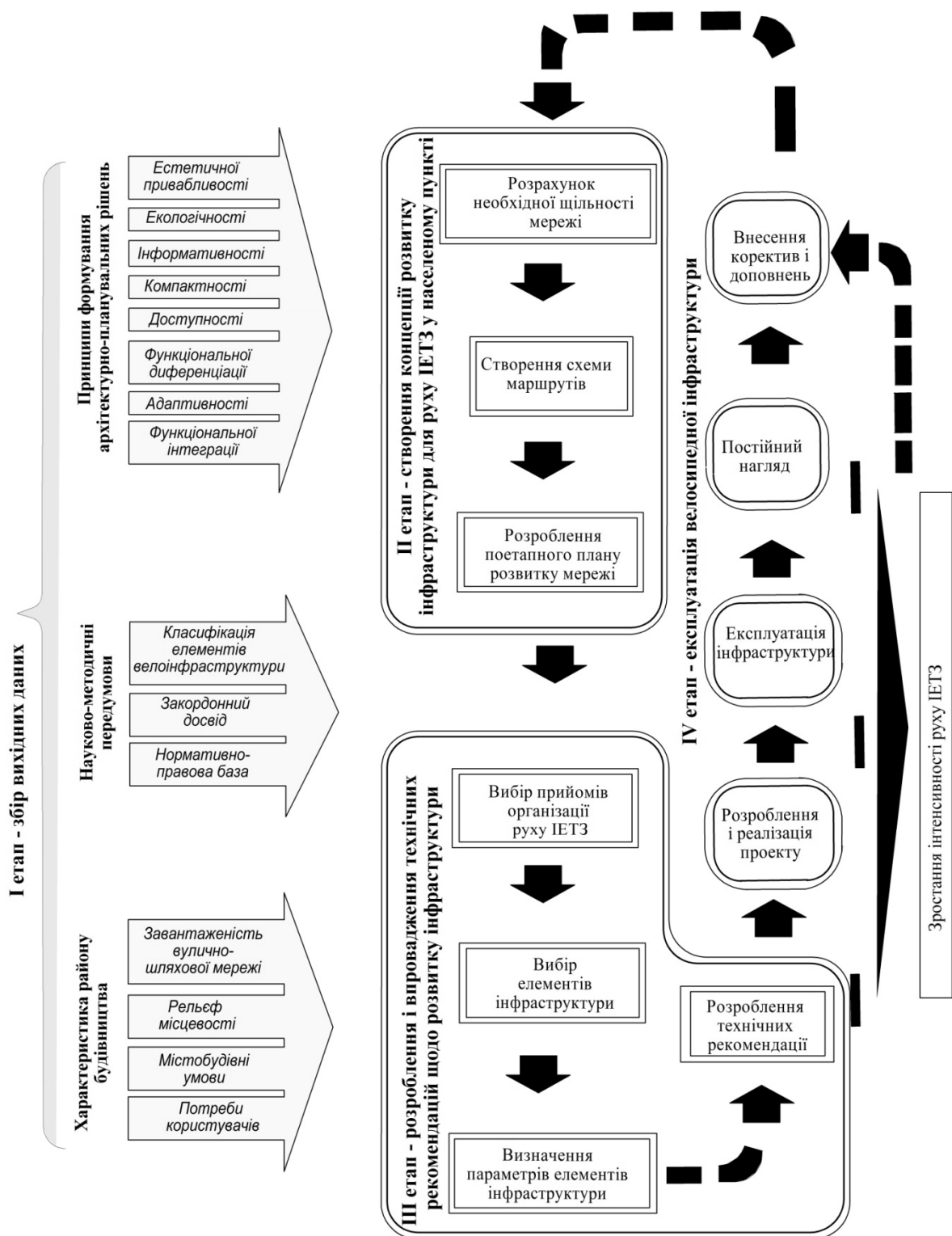


Рис. 2. Методика влаштування інфраструктури для руху ІЕТЗ у населеному пункті

5. Розроблено методика створення інфраструктури для ІЕТЗ, яка складається з 4 етапів: збір вихідних даних, створення концепції розвитку інфраструктури, розроблення технічних рекомендацій, розроблення і реалізація проекту, експлуатація інфраструктури, що супроводжується постійним наглядом за її станом та за інтенсивністю руху ІЕТЗ, внесенням відповідних коректив у концепцію та подальшим її розвитком.

Література

1. *Литвиненко Т. П.* Класифікація елементів велосипедної інфраструктури / Т. П. Литвиненко, Л. В. Гасенко // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених і студентів «Перспективи розвитку будівельної галузі». – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 194 – 198.
2. *Литвиненко Т. П.* Принципы, приемы и способы формирования архитектурно-планировочных решений при проектировании велосипедной инфраструктуры / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смилянец, Б. Ю. Павлюсь // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». – Пермь: ПНИПУ, 2014. – С. 297 – 300.
3. *Гасенко Л. В.* Порівняльний аналіз основних вимог, що висуваються до велосипедної інфраструктури в Україні та за кордоном / Л. В. Гасенко, Т. П. Литвиненко // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – Випуск 46. – С. 98 – 105.
4. *Литвиненко Т. П.* Методика розрахунку необхідної кількості наскрізних велосипедних магістралей / Т. П. Литвиненко, Л. В. Гасенко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Покращення конструктивних, технологічних та експлуатаційних показників автомобільних доріг і штучних споруд на них в дослідження студентів і молодих науковців». – Харків: ХНАДУ, 2014. – С. 25 – 29.
5. Guide for the development of bicycle facilities / [American association of state highway and transportation officials executive committee]. – AASHTO, Washington, DC, 1999. – 78 p.
6. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В. 2. 3 – 5 – 2001. – [Чинний від 2001 – 10 – 01]. Київ: Держбуд України, 2001. – 50 с.

ПРИЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Т. П. Литвиненко, Л. В. Гасенко

Изложены результаты исследования основных положений теории проектирования инфраструктуры для движения индивидуальных экологических транспортных средств.

METHODS OF ORGANIZATION THE INFRASTRUCTURE FOR THE MOTION OF INDIVIDUAL ENVIRONMENTAL VEHICLES

T. Lytvynenko, L. Gasenko

Are presented the results of studies of the main tenets of the theory of designing infrastructure for the movement of individual environmental vehicles.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРШОГО ЕТАПУ ТРАНСФОРМАЦІЇ МОДУЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ S_4

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Досліджується перший етап трансформації елемента K_2 енергоефективної системи S_4 . Наводяться закономірності зміни параметрів r та l при трансформації системи з площини, в залежності від кутів α, β, γ та сторони a .

Постановка проблеми. В сучасній архітектурно-будівельній практиці високі вимоги пред'являють до технологічності конструкцій, що забезпечують зменшення трудоемкості для монтажу систем, витрат матеріалу, скорочення строків будівництва, при цьому надання конструкції міцності, надійності, зручності в експлуатації та можливості багаторазового застосування деяких видів систем. Всім наведеним вище вимогам в значній мірі відповідають трансформовані складчасті системи. Конструкції зі складчастих трансформованих систем (СТС) компактні в складеному стані, можуть швидко монтуватися, з мінімальними затратами трудоемкості. В вихідному положенні СТС компактні і зручні для транспортування.

Для проектування трансформованих структур, необхідно описання їхніх проектувальних параметрів. В статті розглядається перший етап трансформації складчастої енергоефективної універсальної системи S_4 , яка в складеному стані є компактною, а в процесі перетворення трансформується в плоску систему. Особливістю СТС є те, що в процесі трансформації створюється достатньо широкий спектр систем з різноманітними формами окреслених поверхонь. При наданні системі конструктивних властивостей її можна застосовувати в якості покриття, трансформованої опалубки багаторазового використання для монолітного перекриття та сонцезахисної трансформованої системи [3]. Створення трансформованих систем із модульних елементів дає значний економічний ефект в будівництві і надає перспективи для серійного заводського виготовлення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробкою і дослідженням трансформованих систем займалися Вартанян О. М., Фесан А. М., Шихієв І. С., Гладиш К. К., Нікітенко О. П., Мішанін І. Н. та інші. В їхніх наукових роботах розроблено, досліджено та запропоновано різноманітну кількість трансформованих конструкцій і систем.

Мета статті. Дослідити перший етап трансформації модульного елемента K_2 енергоефективної системи S_4 . Виявити закономірності зміни параметрів r та l при трансформації з площини, в залежності від кутів α, β, γ та сторони a .

Основна частина. За методикою побудови системи S_n [1] розроблено геометричну модель системи S_4 . Процес трансформації моделі з площини приведено в [4].

Досліджуючи моделі багатогранних систем з однаковими параметрами трансформації виявлено геометричні залежності, що дозволяють дати математичне описання системи в будь-якому стані в процесі трансформації від плоского до компактного. На рис. 1 зображено формоутворюючий модульний елемент системи S_n , який задовольняє умови створення кожної системи відповідно:

$S_n = 3$ (елемент K_1) $Q > 90^\circ$; $S_n = 4$ (елемент K_2) $Q = 90^\circ$; $S_n = 4$ (елемент K_3) $Q < 90^\circ$. При цьому параметри трансформації всіх систем будуть однакові. Для будь-якої системи S_n кут $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4$.

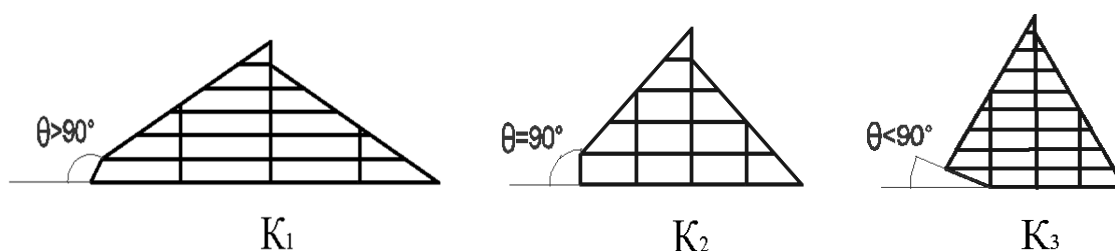


Рис. 1. Формоутворюючий модульний елемент системи S_n

В процесі складання всі грані елементів не змінюють своїх розмірів, а точки А та І залишаються нерухомими (рис. 2). Використовуючи принципи ортогонального проєкціювання знайдемо величини проєкцій параметрів модульних елементів на горизонтальну та вертикальну площини. Розглянемо елемент K_2 . При умові, що грані AF , BE та CD розташовані або паралельні горизонтальній площині, кожна з них проєкціюється в натуральну величину.

Трансформація системи в компактний стан при заданому куті α та розмірі a характеризується параметрами r та l :

$$r = a\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}, \quad (1)$$

$$l = \sqrt{a^2 - \left(\frac{r}{2}\right)^2} \quad (2)$$

де a – максимальний розмір модульного елемента системи S_n .

Характер зміни параметрів системи K_2 в залежності від a наведені в табл.1. На графіках побудовані криві, що характеризують порядок трансформації елемента K_2 . Виявлено закономірність, що при $\alpha = 60^\circ$, не залежно від параметра a , висота l та довжина r завжди рівні між собою.

Аналізуючи графіки прослідковується процес трансформації елемента K_2 , при цьому на початковій стадії проектування задавши довжину найбільшого розміру модульного елемента системи автоматично визначається максимальна висота системи в компактному стані. Розглянувши вище задані умови, спостерігається закономірність кінцевого результату першого етапу трансформації системи S_4 , в якому елемент K_2

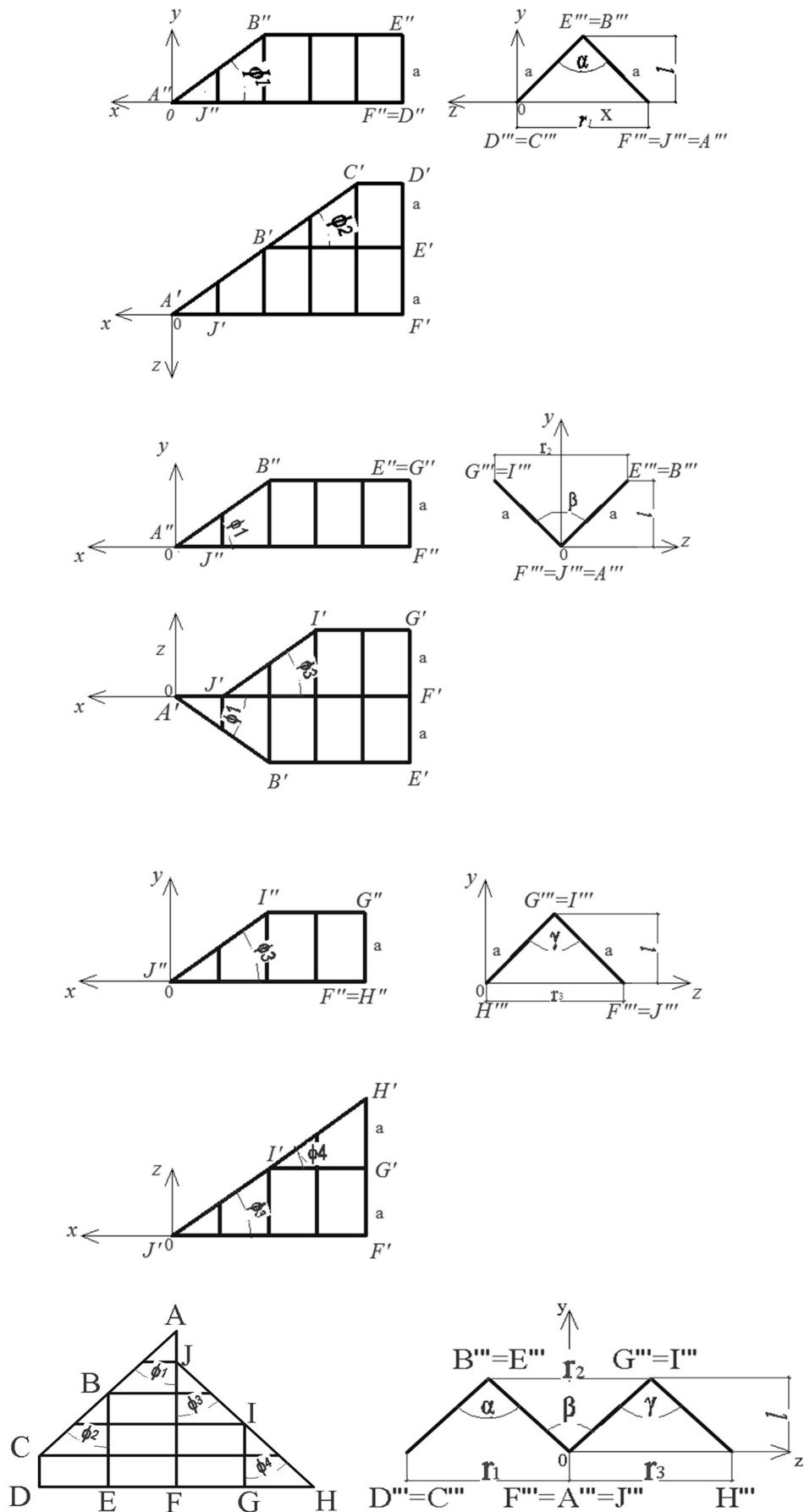


Рис. 2. Ортогональні проєкції підсистем (а)к₁, (б)к₂, (в)к₃ модульного елемента К₂

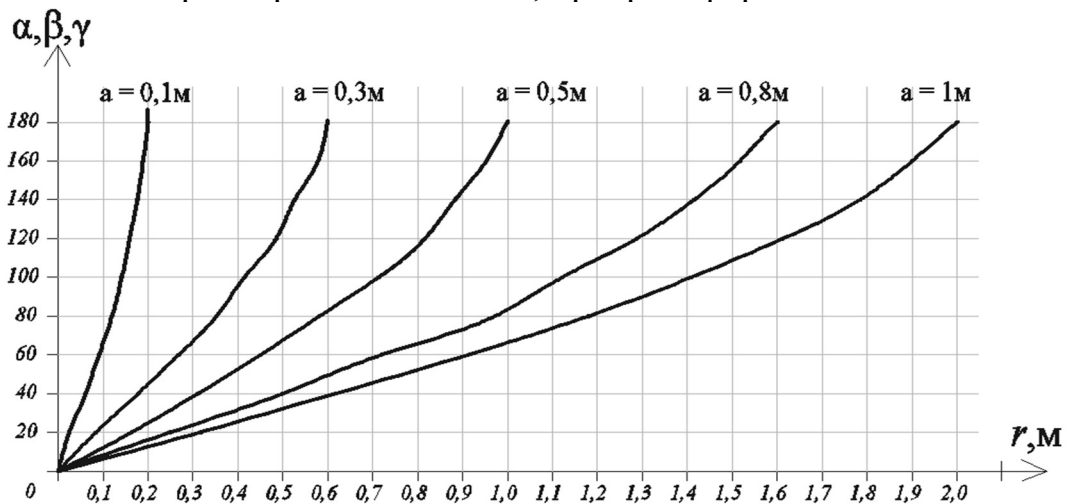
Таблиця 1

Зміна параметрів елемента K_2 , при трансформації з площини, в залежності від кутів α, β, γ та сторони a .

α, β, γ	$a = 0,1\text{м}$		$a = 0,3\text{м}$		$a = 0,5\text{м}$		$a = 0,8\text{м}$		$a = 1\text{м}$	
	$r, \text{м}$	$l, \text{м}$	$r, \text{м}$	$l, \text{м}$	$r, \text{м}$	$l, \text{м}$	$r, \text{м}$	$l, \text{м}$	$r, \text{м}$	$l, \text{м}$
180°	0,2	0	0,6	0	1	0	1,6	0	2	0
160°	0,19	0,03	0,57	0,1	0,95	0,16	1,52	0,25	1,9	0,31
140°	0,178	0,053	0,534	0,14	0,89	0,23	1,424	0,36	1,78	0,46
120°	0,162	0,06	0,486	0,17	0,81	0,30	1,296	0,47	1,62	0,59
100°	0,141	0,07	0,424	0,21	0,71	0,35	1,131	0,57	1,41	0,71
80°	0,118	0,08	0,353	0,24	0,59	0,40	0,94	0,65	1,18	0,81
60°	0,091	0,089	0,273	0,26	0,45	0,45	0,73	0,71	0,91	0,89
40°	0,062	0,095	0,186	0,28	0,31	0,48	0,5	0,76	0,62	0,95
20°	0,031	0,099	0,093	0,29	0,16	0,49	0,25	0,78	0,31	0,99
0°	0	0,1	0	0,3	0	0,5	0	0,8	0	1

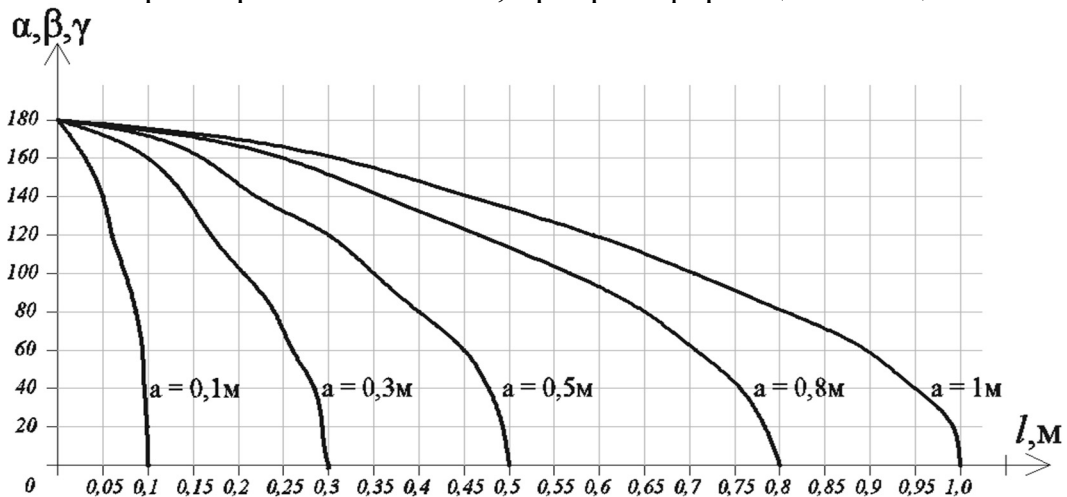
Графік 1

Зміна параметра r елемента K_2 , при трансформації з площини.



Графік 2

Зміна параметра l елемента K_2 , при трансформації з площини.



трансформується: по граням BE та IG в додатному напрямку; по грані AFу від'ємному (рис. 2). Як наслідок $K_2 \perp \Pi_1$, грані BE та IG збігаються, BE (IG) \parallel AF. Отже, перший етап трансформації елемента K_2 системи S_{43} плоского стану до компактного виконується за умов: 1) $\alpha_n = 0, \beta_n = 0, \gamma_n = 0$; 2) $r_1 = 0; r_2 = 0; r_3 = 0$; 3) сторона $a_n \perp \Pi_1$; 4) $a = \ell$, відповідно $\ell \perp \Pi_1$; 5) Точки D, E, F, G та H збігаються в одній вершині; 6) кути $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4$ – залишаються незмінними.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Досліджено перший етап трансформації елемента K_2 енергоефективної системи S_4 , яка в процесі трансформації утворює багато різноманітних окреслених поверхонь [4]. Побудовано ортогональні проєкції елемента K_2 , при трансформації з площини, в залежності від кутів α, β, γ та сторони a , за якими створено графіки зміни параметра ℓ та r . Система може мати корисне практичне застосування в енергоефективному будівництві при наданні їй конструктивних властивостей в подальшому.

Література

1. *Плоский В. О.* Методика побудови складчастої трансформованої системи S_n / В.О. Плоский, І. С. Лисун //«Сучасні проблеми моделювання» Мелітополь: МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2014 – Вип. 2 – стор.83-87.
2. *Лисун І.С.* Галузі застосування складчастих конструкцій. / «Сучасні проблеми архітектури та містобудування» Вип. 35 / КНУБА – К., 2014 –ст.147-153.
3. *Лисун І.С.* Складчаста трансформована система, як об'єкт сонцезахисту на прикладі зимового саду житлового будинку./ «Енергоефективність в будівництві та архітектурі» Вип. 6./ КНУБА – К., 2014 – ст.177-182.
4. *Лисун І.С.* Трансформовані складчасті конструкції в будівництві. / «Теорія та практика дизайну» Вип. 6./ НАУ – К., 2014 – ст.108-116.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВОГО ЭТАПА ТРАНСФОРМАЦИИ МОДУЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ S_4 .

И. С. Лисун

Исследуется первый этап трансформации элемента K_2 энергоэффективной системы S_4 . Выявлены закономерности изменения параметров r и ℓ при трансформации из плоскости, в зависимости от углов α, β, γ и стороны a .

INVESTIGATION OF FIRST STAGE MODULE ELEMENT FOR ENERGY EFFICIENT SYSTEM S_4 .

I. Lisun

Investigated first stage of the transformation element K_2 of energy efficient system S_4 . The regularities of parameters r and l in the transformation of the plane, depending on the angles α , β , γ and parties a .

ПІДБІР СКЛАДУ В'ЯЖУЧОГО ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

Одеська державна академія будівництва і архітектури, Україна

Вивчений вплив дисперсного інертного наповнювача, гіпсового в'язучого, активної мінеральної добавки, хімічних добавок та суперпластифікатору полікарбонатного типу на властивості розчину для неавтоклавного газобетону. Розроблена рецептура комплексного в'язучого для неавтоклавного газобетону з підвищеними фізико-механічними характеристиками.

Постановка проблеми. В зв'язку з дефіцитом активних мінеральних добавок (доменного гранульованого шлаку та ін.), їх високою вартістю при підборі складу в'язучого розглядаються можливості використання золи-виносу теплових електростанцій (ТЕС) при виробництві багатокомпонентних композиційних цементів. Крім того, зміна вимог до теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинків і споруд загострило питання розробки, виробництва і застосування енергозберігаючих теплоізоляційних матеріалів, безпечних для здоров'я людини. Особливу актуальність при розробці концепції приділяється максимальному використанні потенційних можливостей золи, враховуючи особливості її складу та структури, як сировини для отримання будівельних виробів, які по своїм властивостям не поступаються традиційним, але являються ефективнішими за теплотехнічними показниками [1]. Найбільш привабливими з них являються ніздрюваті бетони, які мають низький коефіцієнт теплопровідності та одночасно відповідають вимогам по несучій здатності, захисту від шуму і пожежної безпеки.

Згідно сучасним світовим тенденціям велике значення приділяється композиційним цементам, як альтернативі портландцементу. Тому, для виготовлення неавтоклавного газобетону, «летуча» зола теплових електростанцій, як інертний тонкий наповнювач (мікронаповнювач), повинна стати одним з основних компонентів в'язучої системи. Задачею для реалізації золи-виносу в будівництві являється заміна частини в'язучої речовини, при виготовленні ніздрюватого бетону, з метою зниження цінової політики готових виробів у ринкових умовах та створення конкурентоздатної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню проблеми використання золошлакових відходів у виробництві ніздрюватих бетонів присвячені багаточисельні роботи [9–13]. Аналіз літературних джерел показав, що до складу комплексного в'язучого для отримання

неавтоклавного газобетону ефективно долучати мінерально-однорідні компоненти відповідної дисперсності, що обладують високою поверхневою активністю та енергією взаємодії у водному середовищі, що ущільнюють структуру міжпорової перегородки. До таких компонентів відносяться: бездобавочний портландцемент, напівводний гіпс та мінеральні добавки, що мають підвищену пуцоланову активність.

Постановка задачі. Розробка рецептури комплексного в'язучого для неавтоклавного газобетону з підвищеними фізико-механічними характеристиками.

Матеріал, що підлягає дослідженню.

- 1) *В'язуче гідравлічне* – портландцемент ПЦІ-500 без добавок – виробництва ПАТ «Волинь-цемент» (м.Здолбунів) згідно ДСТУ БВ.2.7-46:2010. Нормальна густина цементного тіста – 29%; Рання міцність при стиску на 2 добу – 32,4МПа; Тонина помелу (залишок сито 008) – 1,32%; Початок тужавлення цементного тіста – 135хв., кінець – 240хв;
- 2) *В'язуче гіпсове* – напівводний сульфат кальцію ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) марки Г-4-А-ІІ згідно ДСТУ БВ.2.7-82:2010. Границя міцності при стиску у віці 2год. – 40 кгс/см²; Тонина помелу (залишок на ситі 02) – 7,10%; Початок тужавлення гіпсового в'язучого – 4год.30хв., кінець – 8год.30хв;
- 3) *Мікронаповнювач* – зола сухого видалення Ладжинської ТЕС;
- 4) *Заповнювач* – монофракційний стандартний пісок нормованого складу згідно ДСТУ БВ.2.7-189:2009;
- 5) *Активна мінеральна добавка* – високоактивний метакаолін (ВМК). Тонина помелу (залишок на ситі 0063) 1,32%; Питома поверхня – 15000см²/г; Дисперсність менш 2мкм – 55,8%; Активність більше 1000мг вапна на 1г ВМК;
- 6) *Суперпластифікатор для бетону* - SikaPlast® – 2508HE UA. Пластифікатор останнього покоління, отриманий на основі полікарбоксилатних ефірів [4]. Густина – 1,06±0,02кг/л.

Об'єкт досліджень. Зразки-призми розмірами 40x40x160мм, що зберігали терміном 28 діб в нормально-вологісних умовах у камері, що забезпечує температуру повітря (20±1)°С і відносну вологість не менше ніж 90%.

Предмет досліджень. При застосуванні золи-виносу в якості складової частини портландцементу велике значення має вміст вільного оксиду кальція та його загальний вміст. Частина золи практично інертна, інша частина має пуцоланові властивості та при достатньо вологому зберіганні бетону здатна утворювати цементоподібну матрицю.

Основна частина. Наявність пуцоланів в золі-виносу обумовлює збільшення об'єму заповнених водою капілярних пор, необхідних для гідrataції цементної складової. В раньому віці тверднення бетону пуцолани не приймають активної участі в гелеутворенні. Зв'язування оксиду кальція на цій стадії тверднення виникає тільки внаслідок адсорбції. В більш пізні терміни має місце активна участь пуцоланів

завдяки утворенню дуже тонких, що розповсюджуються по всій поверхні реакційних зон, так як частинки міцно вбудовуються в цементний гель. Розвиток внутрішньої поверхні гелю, його міцність та густина значно вище ніж у чистого портландцементу [3].

Вибір комплексного в'язучого для отримання газобетону неавтоклавного тверднення обумовлено специфічними особливостями його структуроутворення. Так, на початковій стадії формування стійкої пористої структури необхідно забезпечити синхронне протікання процесів газоутворення та набору структурної міцності. Крім цього, одержане в'язуче повинно забезпечувати отримання газобетону максимальної міцності. Для виконання першої умови необхідно, щоб реакція газоутворення проходила максимально ефективно, що забезпечується визначеною лужністю середовища та реологічними характеристиками розчинової суміші [5]. В зв'язку з цим відібрані фактори, які впливають на: *газоутворення* – лужна та пластифікуюча добавки; *структурну міцність* – гіпс та прискорювач тверднення; *фізико-механічні характеристики* – зола-виносу, пластифікуюча добавка та метаколін; *реологічні характеристики* – пластифікуюча добавка або суперпластифікатор полікарбонатного типу.

Вивчений вплив хімічних добавок різного походження, мікронаповнювача та активної мінеральної добавки (метаколіну), з метою визначення водотвердого відношення при забезпеченні текучості розчинної суміші по віскозиметру Суттарда (ВС) – 240мм у лабораторних умовах. Підібрані суміші, що відповідають розливу по Суттарду заданому значенню, були заформовані у форми для виготовлення зразків–призм розміром 40x40x160мм.

Для аналізу впливу інтенсифікації тверднення зразки–призми зберігали (підлягали розпалубленню на першу добу) у камері в нормально–вологісних умовах. Міцність визначали за показником границі міцності при стиску половинок зразків–призм після витримування зразків в камері на 28 добу.

Параметри, що контролювали: текучість розчинової суміші по віскозиметру Суттарда; границя міцності при згині зразків–призм 40x40x160мм та границя міцності при стиску. Результати лабораторних досліджень приведені в натуральних значеннях в табл.1.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики зразків-призм розміром 40x40x160мм на розчинової суміші, що відповідає текучості 240мм

№ рецептури	Склад рецептури	Витрата води при відповідній текучості, мл	Водотверде відношення (В/Т), %	Границя міцності, МПа на 28 добу тверднення	
				при згині	при стиску

1	2	3	4	5	6
1	цемент+стандартний пісок	330	60,6	5,81	42,2
2	цемент+зола-виносу	545	100	4,60	28,8
3	цемент(Ц)+зола-виносу(З)+гіпс(Г)	520	95,0	4,37	32,1
4	Ц+З+Г+пластифікуюча добавка	450	84,0	5,44	40,6
5	Ц+З+Г+прискорювач тверднення	485	92,3	3,68	34,1
6	Ц+З+Г+луг	450	88,8	5,67	29,5
7	Ц+З+Г+пластифікуюча добавка+прискорювач тверднення	440	85,7	4,06	39,7
8	Ц+З+Г+пластифікуюча добавка+луг	345	71,6	7,59	48,6
9	Ц+З+Г+прискорювач тверднення+луг	410	85,1	4,68	43,1
10	Ц+З+Г+пластифікуюча добавка+прискорювач тверднення+луг	350	76,1	6,59	47,1
11	Ц+З+Г+пластифікуюча добавка+прискорювач тверднення+луг+метакаолін	460	95,8	3,22	34,3
12	Ц+З+Г+суперпластифікатор полікарбонкислатного типу+луг+метакаолін	500	97,3	3,91	28,2

Для порівняння результатів експерименту та оцінки ефективності дії вивчених рецептурно-технологічних прийомів на гістограмах наведені відносні результати у відсотках до базової рецептури. За базовий склад розчинової суміші прийнято склад рецептури №2 «цемент + зола-виносу».

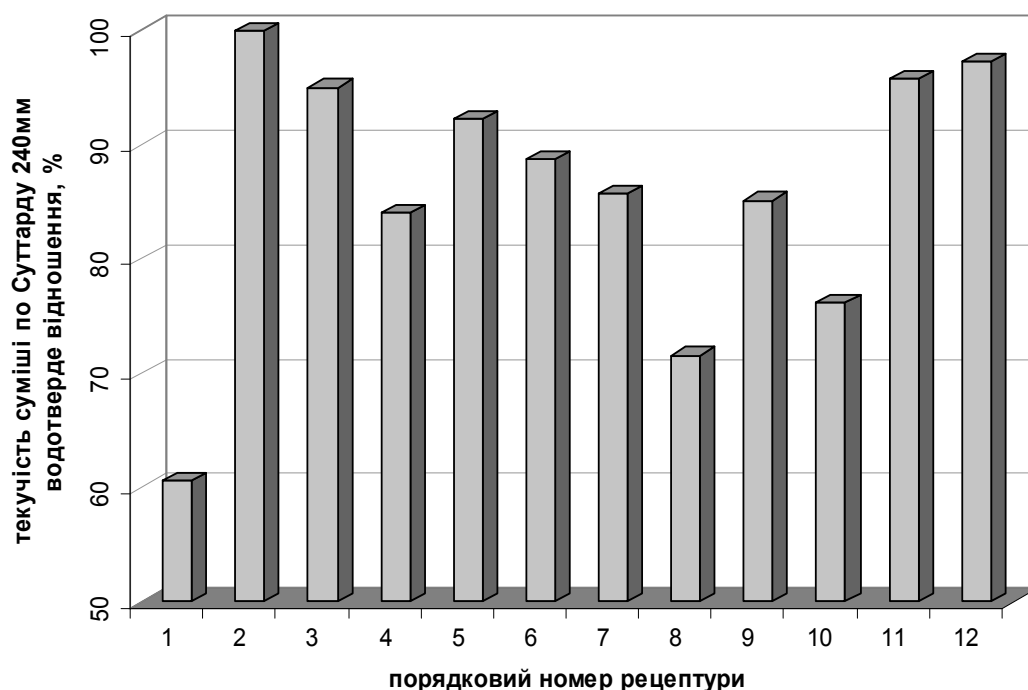


Рис. 1. Водотверде відношення розчинової суміші

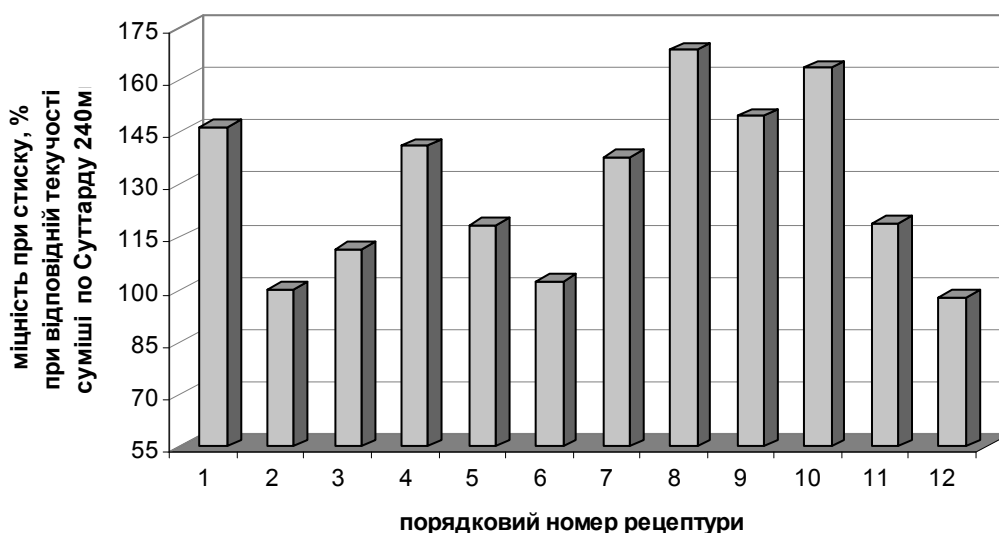


Рис. 2. Границя міцності при стиску

Аналіз отриманих результатів дозволяє розташувати надані рецептури в слідуючий ряд: «рецепт №8» > «рецепт №10» > «рецепт №9» > «рецепт №1» > «рецепт №4» > «рецепт №7» > «рецепт №11» > «рецепт №5» > «рецепт №3» > «рецепт №6» > «рецепт №2» > «рецепт №12». Результати випробування при згині та стиску зразків–призм, з фіксованою текучістю розчинової суміші, вказують на комплексну дію пластифікуючої та лужної добавки, а також максимальну міцність композиції в цілому. Додавання прискорювача тверднення до складу суміші понижує фізико-механічні характеристики зразків на 28 добу.

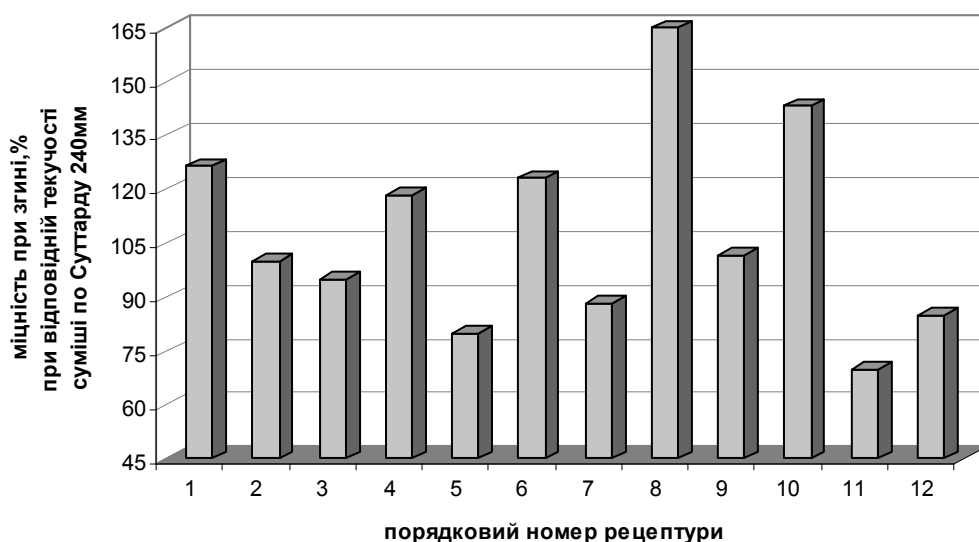


Рис. 3. Границя міцності на розтяг при згині

Висновки. Згідно графічної інтерпретації на рисунках 1-3, найкращі результати комплексного в'язучого за міцністю та водотвердим відношенням, отримані в рецептурах №8 та №10 із застосуванням пластифікуючої і лужної добавки, а також разом з прискорювачем

тверднення. Тому для подальших досліджень властивостей неавтоклавного газобетону доцільно використовувати отримане в'язуче.

Література

1. *Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю.* Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков: Монография. – Киев: Издательство ООО «ИПК Экспресс-Полиграф», 2012. – 258с.
2. *Москвин В.М.* Добавки – ускорители твердения бетона. М.:ОНТИ, 1937.-188с.
3. Растворы и бетоны на нецементных вяжущих /*В.Шульце, В.Тишер, В.П.Эттель*; Пер. с нем. Т.Н.Олесовой; Под ред. М.М.Сычева.- М.: Стройиздат, 1990. – 240с.
4. *Ушеров-Маршак, А.В.* Добавки нового поколения / А.В.Ушеров-Маршак // Химические и минеральные добавки в бетон. – Харьков: Колорит, 2005. с. 45-50.
5. *Дворкин Л.И., Дворкин О.Л.* Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368с.
6. *Козлова В.К.* Использование зол тепловых электростанций в производстве строительных материалов. – Барнаул, 1975.
7. *Сахаров Г.П.* Теплоизоляционные экологически безопасные материалы для ограждающих конструкций зданий / Сахаров Г.П. // Технологии бетонов. – 2005. – № 1. – С. 20-22.
8. *Рунова Р.Ф., Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Носовський Ю.Л.* Вяжучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448с.
9. *Урханова Л.А.* Использование вторичного сырья для производства пенобетона. Строительные материалы. №3. 2008. С49-53.
10. *Батрак А.И.* Шлам зольный – сырье для производства ячеистого бетона. Строительные материалы. №4. 2002.
11. *Иванов Н.К.* Использование шлаков и зол при получении газобетона. Изв. вузов. Строительство / Н.К.Иванов, К.С.Иванов №9. 2004.
12. *Черных К.П.* Закономерности регулирования состава и свойств газобетона на основе зол и углей КАТЭЖа: Автореф. дисс. канд. техн. наук. Барнаул, 2000.
13. *Гладких К.В.* Изделия из ячеистых бетонов на основе шлаков и зол. М.: Стройиздат, 1976. – 256с.

**ПОДБОР СОСТАВА ВЯЖУЩЕГО
ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА**

В. И. Мартынов, Е. А. Крылов

Изучено влияние дисперсного инертного наполнителя, гипсового вяжущего, активной минеральной добавки, химических добавок и суперпластификатора поликарбоксилатного типа на свойства раствора для неавтоклавного газобетона. Разработана рецептура комплексного вяжущего для неавтоклавного газобетона с повышенными физико-механическими характеристиками.

**SELECTION OF BINDING COMPOSITION
OF NON-AUTOCLAVED AERATED CONCRETE**

V. I. Martynov, E. A. Krylov

Investigated the effect of particulate inert filler, gypsum, active mineral additives, chemical additives and polycarboxylate superplasticizer type on the properties of the solution for the non-autoclaved aerated concrete. Developed a complex of binder recipes for non-autoclaved aerated concrete with improved physical and mechanical properties.

ОПТИМІЗАЦІЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНОГО РІВНЯ ТЕПЛОВТРАТ

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчук, Україна*

Розроблено аналітичний і графічний способи визначення оптимальних та раціональних параметрів утеплювача (опору теплопередачі) світлопрозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки енергоефективних будівель з метою забезпечення заданого рівня тепловтрат з урахуванням надходження тепла від сонячної радіації і підтримки комфортного мікроклімату в приміщеннях. Для автоматизації розрахунків розроблено ППП Polar, з використанням якої будуються моделі раціонального опору теплопередачі $R_{стри} = f(A_{\sigma})$ залежно від азимутальної орієнтації будівлі та розраховуються оптимальні геометричні параметри теплоізоляційної оболонки будівель.

Постановка проблеми. Підвищення енергоефективності як звичайних так і енергоефективних будівель можливе за рахунок використання позитивного теплоенергетичного впливу навколишнього середовища, що можна досягти оптимізацією геометричних параметрів (опору теплопередачі) теплоізоляційної оболонки. У зв'язку з цим при проектуванні енергоефективних будівель виникає потреба в розробці способів визначення оптимального опору теплопередачі огорожувальних конструкцій з урахуванням як тепловтрат так і теплонадходження від сонячної радіації через огорожувальні конструкції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] питання оптимізації параметрів утеплювача розглянуто в загальному вигляді без урахування гранної форми будівлі. Вирішенню задачі багатопараметричної оптимізації з точки зору мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції присвячена робота [2], але при цьому не забезпечується заданий рівень тепловтрат через огорожувальні конструкції. Відсутні графічні способи розв'язання цієї задачі.

Мета та завдання статті. Запропонувати аналітичний і графічний способи оптимізації опору теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівлі для забезпечення заданого рівня тепловтрат через огорожувальні конструкції, які можливо застосовувати під час архітектурного проектування.

Основна частина. Розроблено *аналітичний спосіб* оптимізації опору теплопередачі огорожувальних конструкцій при заданому загальному рівні тепловтрат $\Delta Q_{\text{Б}}$ через огорожувальні конструкції.

Наразі оптимізуються декілька геометричних параметрів опору теплопередачі огорожувальних конструкцій протягом опалювального періоду. Для цього складається математична модель теплового балансу $\Delta Q_{\text{гр}i}$ кожної грані будівлі, яка враховує опір теплопередачі ($R_{\text{ст}i}, R_{\text{в}i}$) непрозорих і світлопрозорих конструкцій, площу конструкцій ($S_{\text{в}i}, S_{\text{ст}i}$), геометричні параметри орієнтації для розташування вікон на фасадах будівлі ($A_{\text{в}i}, \omega_{\text{в}i}$) та ін.

Математичну модель теплового балансу грані будівлі можна зобразити у вигляді:

$$\Delta Q_{\text{д}i} = \frac{S_{\text{н}i}}{R_{\text{н}i}} \cdot \left(t_{\text{в}i} - \left(t_{\text{в}i} + \frac{r_i \cdot I_{\text{сп}i}}{\alpha_{\text{ст}i}} \right) \right) \cdot N_{\text{д}i} + \frac{S_{\text{в}i} \cdot D_{\text{д}i}}{R_{\text{в}i}} - Q_{\text{сп}i} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \epsilon_{\text{о}i} \cdot S_{\text{в}i} \quad (1)$$

Розв'язання даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції з декількома змінними з використанням комп'ютера. Змінними є параметри опору теплопередачі теплопередачі ($R_{\text{ст}i}, R_{\text{в}i}$) світло прозорих та непрозорих конструкцій.

Сумарний опір теплопередачі непрозорих і світлопрозорих конструкцій мінімізується:

$$\sum (R_{\text{в}i} S_{\text{в}i} + R_{\text{ст}i} S_{\text{ст}i}) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Система обмежень

Кількість тепловтрат $\Delta Q_{\text{Б}}$ через огорожувальні конструкції відповідає класу енергоефективності будівлі та є незмінною:

$$\Delta Q_{\text{Б}} = \sum \Delta Q_{\text{гр}i} = \text{const}. \quad (3)$$

Кількість утеплювача мінімізується, при цьому обмежуються геометричні параметри опору теплопередачі утеплювача відповідно[3]:

$$1 \leq R_{\text{н}i} \leq 7, \quad 0,5 \leq R_{\text{в}i} \leq 0,75. \quad (4)$$

Залежно від типу будівлі уточнюються параметри обмеження, де $t_{\text{в}i}$ – фактична температура зовнішнього повітря (град); $t_{\text{в}i}$ – температура внутрішнього повітря (град); r_i – альbedo поверхні грані будівлі; $I_{\text{сп}i}$ – енергетична освітленість повітря короткохвильовою радіацією ($\text{Вт}/\text{м}^2$); $\alpha_{\text{ст}i}$ – коефіцієнт теплообміну між зовнішньою поверхнею огорожувальної конструкції та зовнішнім повітрям; $R_{\text{ст}i}$ – опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$); $N_{\text{д}i}$ – кількість днів опалювального періоду [3]; $R_{\text{в}i}$ – опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) [3]; $D_{\text{д}i}$ – кількість градусо-днів опалювального

періоду [3]; $S_{\text{ст}i}$ – площа непрозорої грані огорожувальних конструкцій (м^2); $Q_{\text{ср}i}$ – кількість сонячної радіації, що надходить протягом опалювального періоду ($\text{кВт год}/\text{м}^2$); K_i – коефіцієнт дійсних умов хмарності, що впливають на надходження сонячної радіації [3]; ζ – коефіцієнт, що враховує затінення віконного прорізу непрозорими елементами [3]; ε_{o_i} – коефіцієнт відносного надходження сонячної радіації для світлопрозорих конструкцій [3]; $g = \zeta_i \cdot \varepsilon_o$ – фактор засклення вікон.

Вирішення даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції з використанням комп'ютера за декількома змінними методом Хука–Дживса.

Графічний спосіб визначення раціонального опору теплопередачі непрозорих конструкцій

Для забезпечення заданого рівня тепловтрат ($\Delta Q_{\text{ст}i} = \text{const}$) через непрозорі огорожувальні конструкції з метою підвищення енергоефективності будівлі пропонується використовувати раціональний опір теплопередачі залежно від азимутальної орієнтації.

Раціональний опір теплопередачі $R_{\text{стр}i}$ розраховується за формулою:

$$R_{\text{стр}i} = \frac{N_{\text{дiб}}}{\Delta Q_{\text{ст}i}} \left(t_{\text{в}i} - \left(t_{\text{з}i} + \frac{\rho_i \cdot I_{\text{ср}i}}{\alpha_{\text{зст}i}} \right) \right). \quad (5)$$

Для автоматизації розрахунків розроблено ППП *Polar*, з використанням якої побудовано модель раціонального опору теплопередачі $R_{\text{стр}i} = f(A_\sigma)$, залежно від азимутальної орієнтації будівлі (рис.1).

Суміщення креслень будівлі з моделлю та проведення нормалей дозволить визначити раціональний опір теплопередачі непрозорих конструкцій.

Але в огорожувальних конструкціях будівлі до 50 відсотків тепловтрат відбувається через світлопрозорі конструкції, тому спосіб моделювання раціонального опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій розглянемо далі.

**Раціональний опір теплопередачі непрозорих конструкцій $R_{стр} = f(A_{\sigma})$
для опалювального періоду м. Київ**

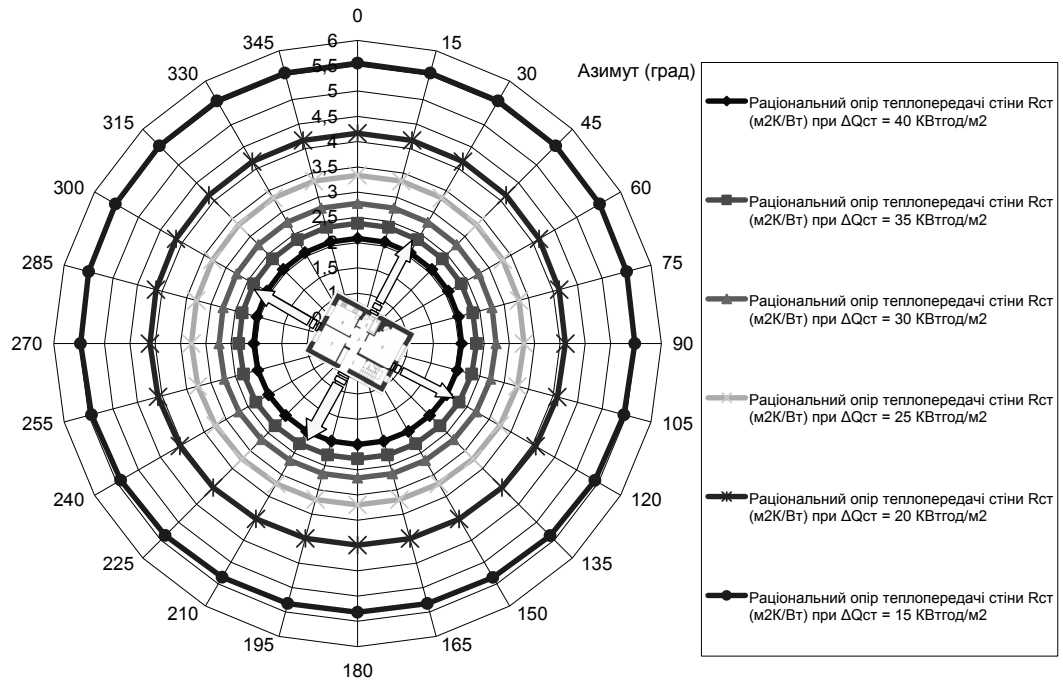


Рис. 1. Графічна модель раціонального опору теплопередачі $R_{стри} = f(A_{\sigma})$ при $\omega=90$ непрозорих конструкцій стін, залежно від азимутальної орієнтації, при заданому рівні тепловтрат $\Delta Q_{cti} = \text{const}$

Графічний спосіб визначення раціонального опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій

Для забезпечення заданого рівня теплового балансу $\Delta Q_{vi} = \text{const}$ світло прозорих конструкцій (тепловтрат і тепло надходжень від СР протягом опалювального періоду) виведено аналітичні залежності для визначення раціонального опору теплопередачі конструкцій.

Раціональний опір теплопередачі вікон $R_{вpi}$ визначається:

$$R_{вpi} = \frac{D_{di}}{\Delta Q_{vi} + Q_{cp i} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_{vi}} \quad (6)$$

Розроблено комп'ютерні програми та побудовано графічні моделі $R_{вpi} = f(A_{\sigma})$ раціонального опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій (рис. 2) (що забезпечують рівень теплового балансу 100, 80, 60, 40 кВт год/м² протягом опалювального періоду) які можуть використовувувати ся ще на етапі архітектурного проектування.

Рациональный опір теплопередачі вікна
 $R_{врі} = f(A_{\sigma})$ при $w = 90$ та $w = 0$ для опалювального періоду м. Київ, $g = 0,5$

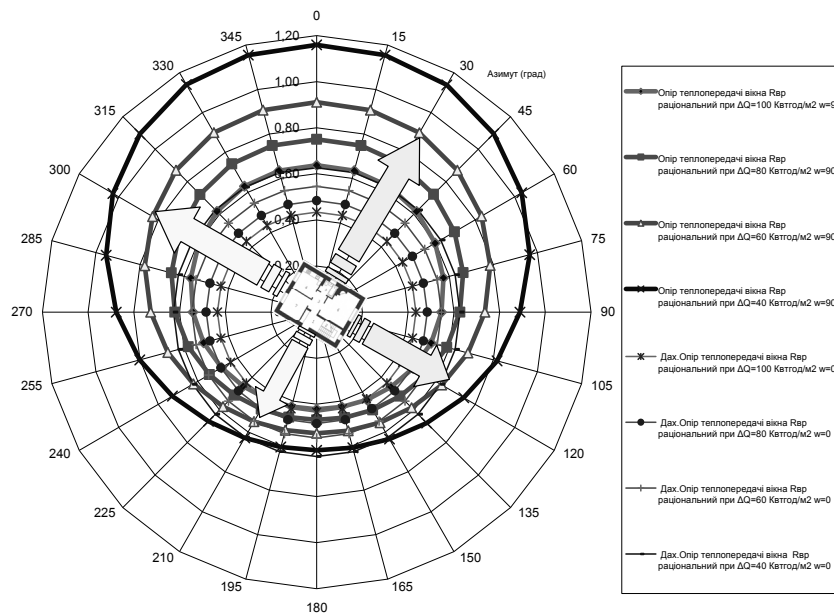


Рис. 2. Визначення раціонального опору теплопередачі вікон залежно від орієнтації та зон раціонального розташування вікон на фасадах будівлі

Для визначення раціонального опору теплопередачі та розташування вікон на гранях будівлі гранної форми разом з отриманими графічними моделями $R_{врі} = f(A_{\sigma})$ застосовуються і креслення будівлі. При цьому план будівлі суміщується з моделями, і проектувальник у діалоговому режимі за комп'ютером визначає раціональний рівень опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій і зони раціонального, допустимого та небажаного розташування вікон в огорожувальних конструкціях будівлі.

Приклад. Для присадибного будинку в м. Київ, використовуючи графічні моделі рис. 2 можна зробити такі рекомендації щодо забезпечення заданого рівня тепловтрат вікон $\Delta Q_{vi} = 60$ кВт/год/м² за рахунок раціонального опору теплопередачі та орієнтації світлопрозорих конструкцій, а саме:

- розташовувати вікна з великими розмірами доцільно на фасаді з орієнтацією $A_{\sigma} = 210^{\circ}$ ($R_{врі} = 0,48$ м²·К/Вт) та $A_{\sigma} = 120^{\circ}$ ($R_{врі} = 0,52$ м²·К/Вт) та відповідно використовувати раціональний опір теплопередачі;

- розташування вікон на фасаді з орієнтацією $A_{\sigma} = 300^{\circ}$ можливо при встановленні вікон з раціональним опором теплопередачі $R_{врі} = 0,82$ м²·К/Вт;

- вікна з орієнтацією $A_{\sigma} = 30^{\circ}$ розташовувати на фасаді недоцільно, але за необхідності їх використання необхідно довести опір теплопередачі до $R_{врі} = 0,9$ м²·К/Вт;

- пропонується по можливості для приміщень з орієнтацією світлопрозорі конструкції $A_{\sigma} = 30^{\circ}$ перенести вікно на стіну з азимутальною

орієнтацією $A_{\sigma} = 120^{\circ}$, а для приміщень з орієнтацією $A_{\sigma} = 300^{\circ}$ перенести вікно на стіну з азимутальною орієнтацією $A_{\sigma} = 210^{\circ}$.

Висновки. Розроблено аналітичний і графічний способи визначення оптимального і раціонального опору теплопередачі світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій з урахуванням теплоенергетичного впливу навколишнього середовища за умови дотримання заданого рівня тепловтрат через огорожувальні конструкції.

Література

1. *Сергейчук О. В.* Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності / О. В. Сергейчук // Матеріали VI Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн». – Сімферополь, 2009. – С. 44–49.

2. *Мартинов В. Л.* Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель / В. Л. Мартинов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн: теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. – С. 135–139.

3. Теплова ізоляція будівель :ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинні від 2007-04-01] // Мінбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).

ОПТИМИЗАЦИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЛОЧКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО УРОВНЯ ТЕПЛОПОТЕРЬ

В. Л. Мартынов

Разработан аналитический и графический способы определения оптимальных и рациональных параметров утеплителя (сопротивления теплопередаче) светопрозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций теплоизоляционной оболочки энергоэффективных зданий с целью обеспечения заданного уровня теплопотерь с учетом поступления тепла от солнечной радиации и поддержания комфортного микроклимата в помещениях. Для автоматизации расчетов разработан ППП *Polar*, с использованием которой строятся модели рационального сопротивления теплопередачи $R_{стри} = f(A_{\sigma})$ в зависимости от азимутальной ориентации здания и рассчитываются оптимальные геометрические параметры теплоизоляционной оболочки здания.

**OPTIMIZATION OF HEAT TRANSFER RESISTANCE OF HEAT-
INSULATING SHEATH OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS FOR
PREDETERMINED LEVEL OF HEAT LOSS**

V. Martynov

Developed analytical and graphical methods for determining the optimal and rational parameters of insulation (thermal resistance) of translucent and opaque walling heat insulating sheath of energy efficient buildings in order to provide a given level of heat with the heat input from solar radiation and maintain a comfortable indoor climate. To automate the calculations developed program Polar, using which management model built heat resistance $R_{\text{wri}} = f(A_{\sigma})$ in dependence on the azimuthal orientation of the building and the calculated optimal geometrical parameters insulating building envelope.

ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ МІСТКОСТІ БАЛОННИХ ГАЗОВИХ ПАЛИВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуті основні різновиди горючих вуглеводневих газів: зріджений вуглеводневий газ (пропан-бутан), стиснений природний газ, зріджений природний газ (рідкий метан). Проведено порівняння кількості теплоти, яку можна отримати при спалюванні обсягу газу, що міститься в 1 м³ балону. Таке порівняння є відправною точкою для аналізу розвитку автономного використання вуглеводневих газів.

За певних обставин газове паливо може використовуватися автономно. В цьому випадку споживач палива має справу з посудиною (балон, резервуар) в якій знаходиться вуглеводневий газ. Газове паливо, що отримують з природного газу (метан) використовують переважно, як моторне паливо для транспортних засобів. Газове паливо, що отримують під час переробки нафти (пропан-бутан), використовуюється, як для автомобільного транспорту так і для газопостачання споживачів, які не мають доступу до мережевих систем газопостачання [1]. Всі ці палива поєднує те, що цими вуглеводневими газами наповнюють балони, а потім використовують газ на відстані від газової мережі. Але умови, в яких знаходяться різні вуглеводневі газу в балонах, суттєво відрізняються. Зріджений вуглеводневий газ пропан-бутан (ЗВГ, або LPG англійською) знаходиться в балонах в стані рідина-пара під тиском до 1,6 МПа. Стиснутий природний газ (СПГ, або CNG англійською) складається переважно з метану і знаходиться в балонах під тиском 20 МПа в газовому стані. Зрідженим природним газом (ЗПГ, або LNG англійською), який складається переважно з метану в рідкому стані, заповнюють теплоізольовані балони при температурі -160 °С під тиском близьким до атмосферного [2]. Оскільки, незалежно від галузі застосування, всі ці газу спалюються, проведено порівняння кількості теплоти, яку можна отримати при спалюванні обсягу газу, що міститься в 1 м³ балону. Результати розрахунків наведені в таблиці.

Таблиця

Енергетична місткість палив

Пропан	І-Бутан	Н-Бутан	СПГ	ЗПГ
24006	26046	26966	7040	20416
МДж	МДж	МДж	МДж	МДж
5,7	6,2	6,4	1,7	4,9
Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал

Таким чином головною перевагою ЗВГ є найвища енергетична місткість одиниці обсягу балона. Головною перевагою СПГ та ЗПГ є використання більш розповсюдженого природного газу. Слід зазначити що енергетична місткість ЗПГ поступається пропану всього на 15%, а енергетична місткість СПГ поступається пропану більш суттєво - на 70%. При цьому умови в яких знаходиться СПГ, з точки зору безпеки, є не зовсім прийнятними для побутового газопостачання. В той же час умови зберігання ЗПГ виглядають досить прийнятними для розробки систем автономного газопостачання, але потребують відповідних технічних засобів для транспортування, зберігання та регазифікації.

Література

1. ДБН В.2.5-20-2001. Газопостачання.
2. *Бармин И.В., Кунис И.Д.* Сжиженный природный газ вчера, сегодня и завтра/Под ред. Архарова А.М. – М. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 – 256 с.

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ВМЕСТИМОСТИ БАЛОННЫХ ГАЗОВЫХ ТОПЛИВ

В. В. Мойсеенко

Рассмотрены основные виды горючих углеводородных газов: сжиженный углеводородный газ (пропан-бутан), компримированный природный газ, сжиженный природный газ (жидкий метан). Проведено сравнение количества теплоты, получаемого при сжигании объема газа, которое содержится в 1 м³ балона. Такое сравнение является отправной точкой для анализа развития автономного использования углеводородных газов.

COMPARISON OF ENERGY CAPACITY OF CONTAINER GAS FUEL

V. Moiseienko

Main kinds of hydrocarbon gases are considered (LPG – liquid petroleum gas, CNG – compressed natural gas, LNG - liquid natural gas). Amount of heat for a cubic meter of reservoir is calculated for these gases. Results of calculation are compared. The comparison is the important moment to consider further development of hydrocarbon gases autonomous usage.

АФІННІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДИСКРЕТНО ПОДАНИХ ПОВЕРХОНЬ (ДПП) З УРАХУВАННЯМ ОБ'ЄМУ, ЩО ПЕРЕКРИВАЄТЬСЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У публікації розглянуто відомі властивості змін об'ємів геометричних фігур при афінних перетвореннях [1], які дозволяють використовувати їх для управління формою поверхонь криволінійних покриттів в архітектурному проектуванні, якщо задано об'єм, що перекривається.

Постановка проблеми. При проектуванні просторових архітектурних покриттів задачі, які пов'язано з опаленням, вентиляцією та кондиціонуванням підоболонкового простору, напрямку можна пов'язати з об'ємом, що перекривається. При цьому виникає проблема управління формою поверхні покриття при заданому об'ємі, що перекривається. Ця проблема ускладнюється, якщо покриття є безмоментним і не може бути описано аналітичним рівнянням. Такі поверхні формуються в дискретному вигляді статико-геометричним методом [2].

Аналіз останніх досліджень. В роботах [3, 4] показано, що результатом афінного перетворення врівноваженої сітки, яку сформовано статико-геометричним методом, є інша врівноважена сітка, що формується під дією зовнішніх зусиль, перетворених у тому самому афінному перетворенні.

В роботі [3] розглянуто афінні перетворення врівноважених сіток, якщо задано подвійну площину перетворення і пару відповідних точок. Подвійна площина перетворення при цьому може займати довільне положення і напрям перетворення може бути також довільним. При цьому утворюється нова сітка, яка також є врівноваженою, але зусилля зовнішнього навантаження на вузли в загальному випадку не можуть моделювати власну вагу покриття, оскільки вектори зусиль зовнішнього навантаження не будуть вертикальними.

В роботі немає аналізу обмежень, які потрібно накласти на параметри афінного перетворення для того, щоб вектори зусиль зовнішнього навантаження залишалися вертикальними.

В проаналізованій літературі не розглядалось питань, які пов'язано з афінним перетворенням сіток, що перекривають заданий об'єм.

Основна частина. Відомо, що загальний випадок афінного перетворення в просторі можна розглядати як ланцюг трьох перспективно-афінних перетворень відносно заданих подвійних площин, які утворюють тригранний кут і ізометричного перетворення (або довільного повороту у просторі [5]).

На рис. 1 показано ланцюг перспективно-афінних перетворень відносно подвійних площин Γ, Λ, Σ з коефіцієнтом перетворення відповідно k', k'', k''' і перенесення (a) у просторі.

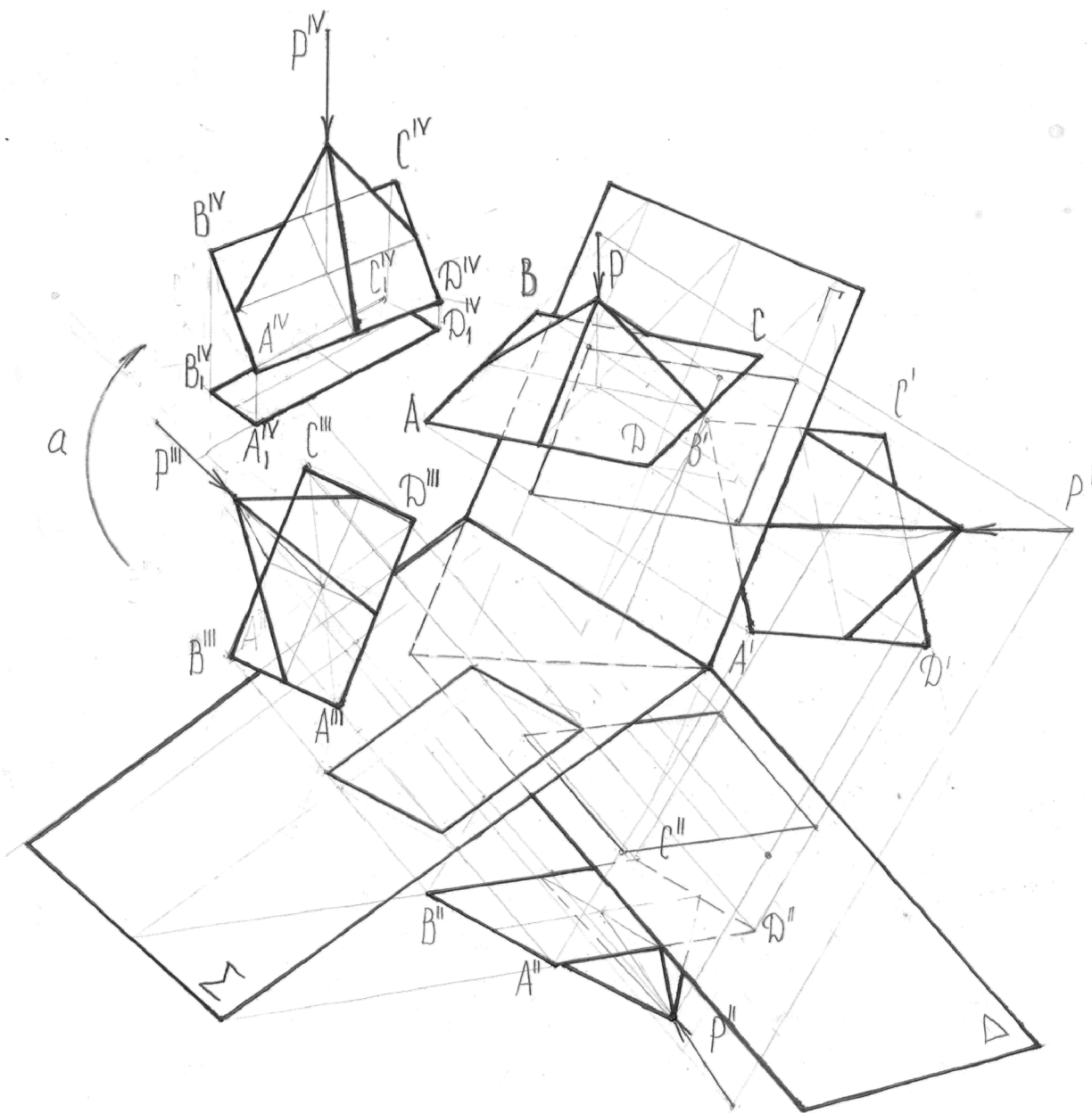


Рис. 1. Ланцюг перспективно – афінних перетворень та поворот у просторі

Оскільки, маємо справу з рівноважними сітками, які утворюються під дією власної ваги P , переміщення (a) повинно бути таким, щоб вектор \vec{P}^{IV} був також вертикальним. Слід також зазначити, що в результаті ланцюга перспективно – афінних перетворень та повороту у просторі, об'єм V^{IV} є об'ємом, що перекривається поверхнею не на горизонтальному плані, а на паралелограмі $A^{IV} B^{IV} C^{IV} D^{IV}$ у площині загального положення.

Практика архітектурного проектування не потребує використання загального апарату перетворення, що показано на рис. 1. Як правило, площина плану вихідної поверхні залишається незмінною, а подвійні площини ланцюга афінних перетворень є координатними площинами у прямокутній Декартові системі координат (рис. 2). У такому разі вертикальні зусилля зовнішнього навантаження залишаються вертикальними і поворот (a) стає непотрібним.

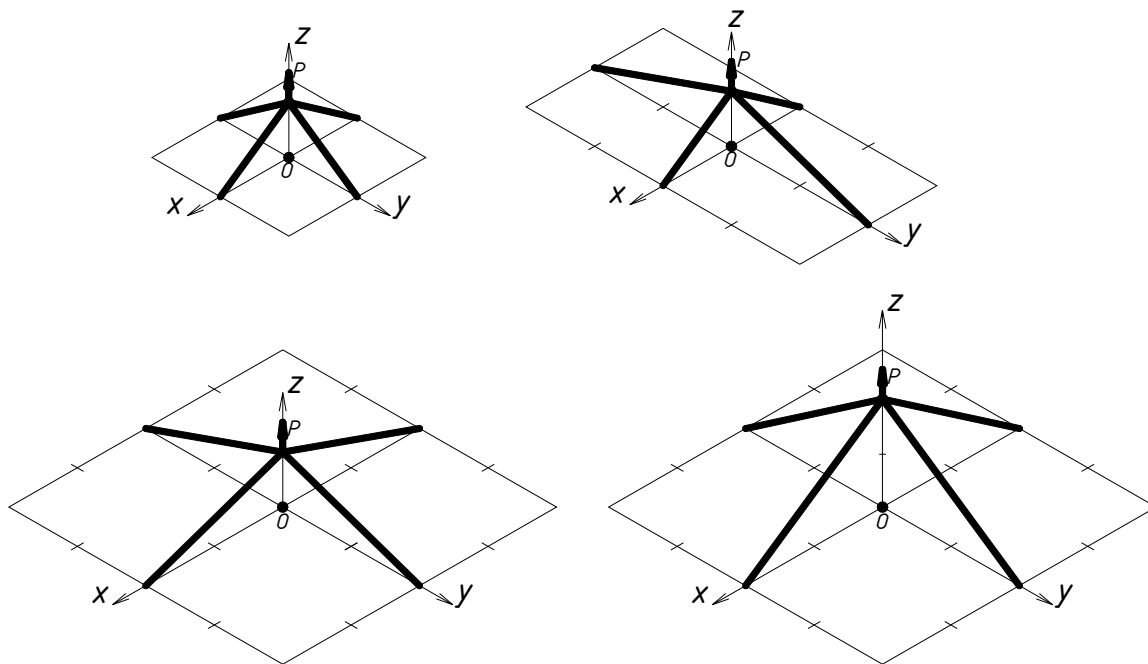


Рис.2. Афінне перетворення ДПП вздовж трьох координатних площин

Перше перспективно-афінне перетворення має подвійну площину XOZ і напрям Oy з коефіцієнтом k_y :

$$y' = k_y y. \quad (1)$$

Друге перетворення має подвійну площину YOZ , напрям Ox і коефіцієнт k_x :

$$x' = k_x x. \quad (2)$$

Подвійною площиною третього перетворення є координатна площина XOY , напрям OZ і коефіцієнт k_z :

$$z' = k_z z. \quad (3)$$

При цьому об'єм V , що перекривається вихідною поверхнею, перетворюється на об'єм V' :

$$V' = V \cdot k_x \cdot k_y \cdot k_z, \quad (4)$$

де k_x, k_y, k_z – параметри управління формою поверхні.

Кожний з коефіцієнтів k_x, k_y, k_z може дорівнювати одиниці. В такому випадку відповідне афінне перетворення стає тотожним

перетворенням (виключається з ланцюга афінних перетворень), параметрами управління формою поверхні залишаються коефіцієнти, які не дорівнюють одиниці.

Приклад 1 (рис. 3).

Статико-геометричним методом сформовано дискретну сітку на квадратному плані з одиничним кроком 6×6 (рис. 3а). Задано аплікату центрального вузла сітки $Z_{33} = 6$. Опорний контур задано у вигляді ламаної лінії з восьми відрізків.

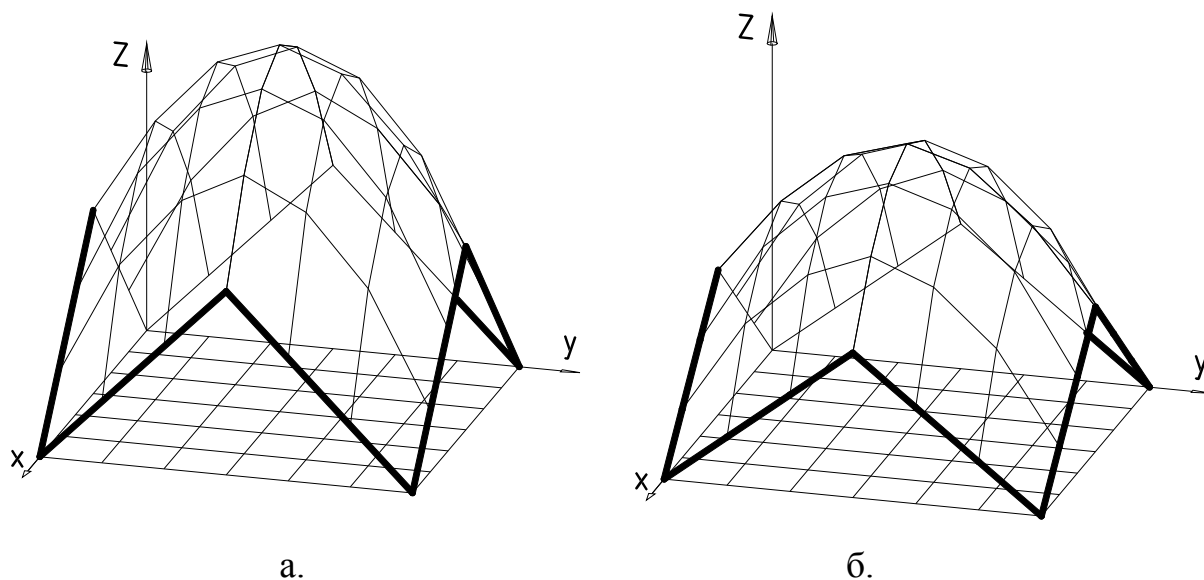


Рис. 3. Дискретно визначена поверхня до афінного перетворення та після

В таблиці 1 наведено всі аплікати вузлів вихідної дискретно визначеної поверхні (ДВП), при чому задані вузли виділено товстою лінією.

Таблиця 1

6	0	1	2	3	2	1	0
5	1	2,9	4,0444	4,5556	4,0444	2,9	1
4	2	4,0444	5,2111	5,6222	5,2111	4,0444	2
3	3	4,5556	5,6222	6	5,6222	4,5556	3
2	2	4,0444	5,2111	5,6222	5,2111	4,0444	2
1	1	2,9	4,0444	4,5556	4,0444	2,9	1
0	0	1	2	3	2	1	0
<i>i/j</i>	0	1	2	3	4	5	6

Для визначення аплікат невідомих внутрішніх вузлів сітки складено і розв'язано скорочену систему рівнянь рівноваги вузлів сітки з врахуванням умов симетрії вихідних даних:

$$\begin{aligned}
-4Z_{11} + 2Z_{21} + kP + 2 &= 0; \\
Z_{11} - 4Z_{21} + Z_{22} + Z_{31} + kP + 2 &= 0; \\
2Z_{21} - 4Z_{31} + Z_{32} + kP + 3 &= 0; \\
2Z_{21} - 4Z_{22} + 2Z_{32} + kP &= 0; \\
2Z_{22} + Z_{31} - 4Z_{32} + kP + 6 &= 0; \\
4Z_{32} + kP - 24 &= 0.
\end{aligned}
\tag{5}$$

За формулою для підрахунку об'єму в [6], що перекривається ДПП, обчислено об'єм, що перекривається вихідною дискретно визначеною поверхнею:

$$V = 129,5108 \text{ куб.од.}$$

Афінно перетворимо сітку у напрямі осі OZ при незмінному плані ($k_1 = k_2 = k_3$) так, щоб об'єм дорівнював $V' = 100$ куб. од. Для цього визначаємо коефіцієнт афінного перетворення:

$$k_z = \frac{V'}{V} = \frac{100}{129,5108} = 0,7721. \tag{6}$$

Аплікати вузлів перетвореної сітки, що перекриває об'єм $V = 100$ куб. од., отримаємо множенням всіх аплікат вихідної сітки на (6). За результатами обчислень, які наведено в таблиці 2, на рис. 3 б побудовано нову сітку.

Таблиця 2

<i>6</i>	0	0,7721	1,5442	2,3163	1,5442	0,7721	0
<i>5</i>	0,7721	2,2391	3,1227	3,5174	3,1227	2,2391	0,7721
<i>4</i>	1,5442	3,1227	4,0235	4,3409	4,0235	3,1227	1,6442
<i>3</i>	2,3163	3,5174	4,3409	4,6326	4,3409	3,5174	2,3163
<i>2</i>	1,5442	3,1227	4,0235	4,3409	4,0235	3,1227	1,5442
<i>1</i>	0,7721	2,2391	3,1227	3,5174	3,1227	2,2391	0,7721
<i>0</i>	0	0,7721	1,5442	2,3163	1,5442	0,7721	0
<i>i/j</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>

Висновки. Апарат афінних перетворень дозволяє керувати формою врівноваженої сітки без порушення рівноваги вузлів, що дозволяє використати зазначений апарат для управління формою сіток, що перекривають задані об'єми.

У перспективі планується видання публікації, в якій досліджено використання апарату суперпозицій для управління формою врівноважених сіток, що перекривають заданий об'єм.

Література

1. Энциклопедия элементарной математики. Книга V. Геометрия. / Гос. изд. технико-теоретической литературы.: М. - Л., 1962. – 458 с.
2. *Ковалёв С.Н.* Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций / С.Н. Ковалёв // Дисс. ... докт. техн. наук: 05.01.01. - М.: МАИ, 1986. – 320 с.
3. *Самчук П.В.* Керування формою дискретно заданих поверхонь в задачах проектування оболонок / П.В. Самчук // Дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01. - К., 1991. - 154с.
4. *Самчук П.В., Пустюльга С.И., Бурчак И.Н.* Формирование дискретных сетей по наперед заданным требованиям // Прикладная геометрия и инженерная графика. - К.: Будивэльнык, 1991. - Вып. 51. - с. 73-76.
5. Математическая энциклопедия. Т. 1-5. М.: Советская энциклопедия, 1985.
6. *Ковалёв С.Н., Юзефчук Н.М.* Формирование дискретно представленной поверхности, перекрывающей заданный объём / С.Н. Ковалев, Н.М. Юзефчук // Труды Таврической ... Мелитополь, 1997. - Вып. 4. - с. 13-14.

АФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С УЧЕТОМ ПЕРЕКРЫВАЕМОГО ОБЪЕМА

А. В. Мостовенко

В публикации рассмотрены известные свойства изменений объемов геометрических фигур при аффинных преобразованиях [1], которые позволяют использовать их для управления формой поверхностей криволинейных покрытий в архитектурном проектировании, если задан перекрываемый объем.

AFFINE TRANSFORMATION DISCRETE SURFACES CONSIDERING THE AMOUNT OF WHICH IS COVERED BY

A. Mostovenko

This publication deals with the known properties of geometric figures volume changes in affine transformations [1], that allow them to control the shape of the curved surface coatings in architectural design, asked if the volume overlapping.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ В'ЯЖУЧІ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕС МОДИФІКОВАНІ СУЛЬФАТНИМИ І КАРБОНАТНИМИ ДОБАВКАМИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Дана стаття присвячена підвищенню енергоефективності в'язучих речовин за рахунок оптимізації складу золонаповнених багатокомпонентних композицій. А також показаний вплив добавки сульфатно-карбонатного складу на властивості золо-цементних композицій.

Постановка проблеми. У зв'язку з підвищенням вартості енергоресурсів в Україні актуальним є застосування енергозберігаючих технологій в різних сферах промисловості, зокрема і в будівництві, де останнім часом особливої популярності набуло зведення будинків монолітно-каркасного типу, що в свою чергу, висуває певні вимоги до будівельно-технічних властивостей в'язучих речовин та бетонів на їх основі. На сьогодні випуск портландцементу є найбільш енергоємним після виробництва сталі і алюмінію. Так, на 1 т цементу необхідно добути близько 1,6 т сировини, переробивши від 3 до 5 т вихідних гірських порід, а при випалюванні 1 т клінкеру в атмосферу виділяється близько 0,9 т CO₂. Вирішенням цієї, а також екологічної проблеми може стати зменшення випуску портландцементу за рахунок заміни його багатокомпонентними в'язучими речовинами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання модифікації золо-цементних композицій сульфатними і карбонатними добавками досліджували багато вчених серед них: Сергеев А.М., Алксніс Ф.Ф., Волженський О.В., Ферронська А.В., Пушкарьова К.К., Овчаренко Г.І., Кропивницька Т.П., Колбасов В.М., Колонтаров І.Х. та інші. В роботах вчених встановлено:

- вплив різних видів складових комплексної сульфатно-карбонатної добавки на зміну міцності золоцементних композицій, ефективність їх сумісної дії [3];
- вплив карбонатних добавок на фізико-механічні властивості портландцементів різних типів [5];
- фазовий склад новоутворень та продуктів гідратації золо-цементних в'язучих речовин, модифікованих сульфатно-карбонатними добавками [4];

Попередніми дослідженнями встановлено можливість покращення властивостей штучного каменю на основі цементних систем за рахунок їх модифікації карбонатними добавками та золо-цементних систем,

модифікованих сульфатними добавками, однак вплив останніх на фазовий склад новоутворень та кінцеву міцність штучного каменю вивчено недостатньо.

Формування цілей та завдання статті. Оптимізувати склад модифікованих золо-цементних композицій, що містять у своєму складі максимальну кількість золи та не відрізняються за своїми технологічними характеристиками від матеріалів, отриманих на основі чистого портландцементу.

Основна частина. Перспективними напрямками підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і реалізації потенціалу енергозбереження в будівництві в першу чергу є впровадження нових і вдосконалення застосовуваних технологій у виробництві енергоємних будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, а також використання відходів деревообробки і місцевих видів палива, утилізація вторинних енергоресурсів [1]. З метою заощадження паливно-енергетичних ресурсів у розвинених країнах постійно збільшується частка багатокomпонентних цементів, які містять у своєму складі відходи теплоенергетики, що представлені золами ТЕС. Застосування добавки золи-винесення одночасно приведе до зниження енергозатрат на виробництво цементу і до вирішення певних екологічних проблем, що виникають під час виробництва портландцементу та дасть можливість утилізувати частину промислових відходів.

Однак нестабільність хіміко-мінералогічного складу зол та їхня невисока пуцоланова активність ускладнюють використання вказаних відходів у значних кількостях. Для підвищення міцнісних характеристик та отримання стабільних продуктів гідратації в'язучих композицій на основі золоцементних систем можна використовувати модифікуючі мінеральні та органічні добавки. Крім зниження матеріалоємності, наповнювачі разом з цементом приймають участь у формуванні структури цементного каменю. Зерна наповнювача не тільки створюють додаткову поверхню, на якій можуть розмішуватися гідратні новоутворення, що сприяє росту кристалів гідратних сполук і їх ущільненню, але й входять до складу новоутворень.

Застосування золо-цементних систем, модифікованих комплексними добавками сульфатно-карбонатного складу, при відносно невеликих втратах портландцементу дозволяє отримувати в'язучі композиції, які за своїми фізико-механічними характеристиками мало відрізняються від характеристик портландцементних в'язучих систем як на ранніх, так і на пізніх етапах тверднення [2].

Метою роботи було вивчення впливу комплексної добавки сульфатно-карбонатного складу на процеси тверднення та склад новоутворень золо-цементних композицій, що містять 10...20 мас.% портландцементу.

Для досліджень застосовували в'язучі композиції, що містили в своєму складі портландцемент М400 виробництва ВАТ Волиньцемент,

золу-винесення Трипільської ТЕС, крейду Миколаївського родовища, гіпс будівельний, крейду Кам'янець-Подільського родовища. Для виготовлення будівельних розчинів на основі золо-цементних в'язучих композицій, модифікованих сульфатними і карбонатними добавками, застосовували гранітний відсів фракції 0,63...2,0 мм, дніпровський пісок фракції 0...0,5 мм і 0,5...1,2 мм. Для зниження водопотреби в'язучих композицій було використано полікарбоксилатний суперпластифікатор.

Таблиця 1

Склад будівельних розчинів на основі модифікованої золо-цементної в'язучої речовини

№ складу	Витрата компонентів, мас. %							
	портланд-цемент	зола	гіпс	крейда	заповнювач			суперпластифікатор
					кварцовий пісок		гранвідсів	
					0-0,5	0,5-1,2		
1	20	11	-	-	28,4	25,6	15	-
2	10	19,2	1,2	0,6	28,4	25,6	15	0,1
3	10	19,2	1,2	0,6	28,4	25,6	15	0,5

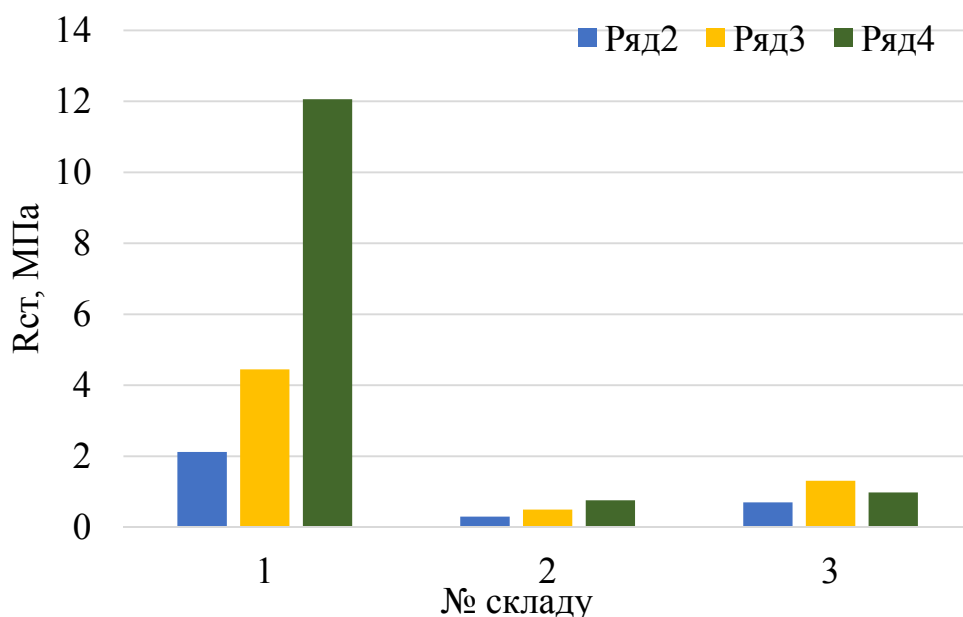


Рис.1. Міцність зразків в віці 1 доби (Ряд 2), 3 діб (Ряд 3) і 7 діб (Ряд 4)

При дотриманні умов тверднення стандартних зразків досягається границя міцності на стиск у віці 1, 3 і 7 діб відповідно 2,12 МПа, 4,45 МПа, 12,06 МПа для складу №1, 0,3 МПа, 0,54 МПа, 0,76 МПа для складу №2 і 0,7 МПа, 1,31 МПа і 0,98 МПа для складу №3.

Для підвищення значення фізико-хімічних характеристик на ранніх строках тужавлення необхідно дотримання наступних заходів:

- попереднє усереднення золошлакових відходів з метою стабілізації їх хімічного і гранулометричного складу;
- сумісний помел складових в млинах різноманітної конструкції протягом деякого часу.

Висновки. Подальша оптимізація рецептури золо-цементних композицій, модифікованих сульфатними і карбонатними добавками, із застосуванням запропонованих заходів будуть конкурентоспроможними звичайним цементним композиціям, а їх застосування дозволить заощадити паливно-енергетичні ресурси та покращити екологічну ситуацію в цілому за рахунок утилізації відходів паливно-енергетичного комплексу та зниження емісії CO₂ в атмосферу.

Література

1. *Саницький М.А.* Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посіб. / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 236 с.
2. *Штарк Й., Вихт Б.* Цемент и известь / Пер. с нем. – А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко. Киев, 2008. – 480 с.
3. *Пушкарьова К.К.* Оцінка впливу комплексної добавки сульфатно-карбонатного складу на властивості композиційних цементів / К.К. Пушкарьова, В.В. Павлюк, І.М. Павлюк // Збірник «Сучасні проблеми будівництва». Донецьк, 2010 –
4. *Пушкарьова К.К.* Особливості модифікації золо-цементних композицій сульфатними і карбонатними добавками різного походження / К.К. Пушкарьова, В.В. Павлюк, І.М. Павлюк //
5. *Кропивницька Т.П.* Вплив карбонатних добавок на властивості портландцементу композиційного / Т.П. Кропивницька, М.А. Саницький, І.М. Гев'юк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2013. – № 755 - 214-220 с.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ВЯЖУЩИЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СУЛЬФАТНЫМИ И КАРБОНАТНЫМИ ДОБАВКАМИ

В. В. Павлюк, А. В. Старостина

Данная статья посвящена повышению энергоэффективности вяжущих веществ за счет оптимизации состава золонаполненных многокомпонентных композиций. А также показано влияние добавки сульфатно-карбонатного состава на свойства золо-цементных композиций.

**ENERGY EFFICIENCY OF ASTRINGENT COMPOSITIONS BASED
ON ASH-SLAG WASTE TPP MODIFIED WITH SULFATE AND
CARBONATE ADDITIVES**

V. Pavlyuk, A. Starostina

This paper devoted the increase of energy efficiency of astringent substances due to optimization of consist ash filling multicomponent compositions. Also shows the influence of sulfate-carbonate additives to the properties of ash cement compositions.

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОГЛИНАЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ АБСОРБЕРА СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВИГОТОВЛЕНОГО З ВУГЛЕГРАФІТОВОЇ ТКАНИНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто методи та результати досліджень абсорбера сонячної енергії геліоколектора, що виготовлений із об'ємної вуглеграфітової трикутної тканини. Наведено схему експериментального стенду та приклад обробки отриманих даних. Обчислено коефіцієнт поглинання тканини та визначено напрямки подальших досліджень.

Розвиток технологій значно удосконалив сонячні теплові колектори і в найближчі роки зміна основної концепції цих приладів не передбачається. Оптимізації можуть бути піддані тільки деталі, наприклад, матеріали, що використовуються. Це призводить до необхідності дослідження характеристик та поведінки нових матеріалів в умовах роботи геліоколекторів та їх впливу на ККД приладу та системи в цілому.

Коефіцієнт корисної дії сучасних теплових сонячних колекторів, як правило, визначається експериментально для кожної конкретної моделі, корелюючи отримані дані з рівнянням описаним у стандарті EN12975[1]:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \frac{\Delta T}{I_B} - k_2 \frac{\Delta T^2}{I_B}; \quad (1)$$

де, η_0 – оптичний ККД колектора;

k_1, k_2 - коефіцієнти, що враховують геометричні характеристики КСЕ;

ΔT – різниця середньої температури теплоносія в колекторі з

температурою з температурою навколишнього середовища, K ;

I_B – інтенсивність, падаючого на площину КСЕ, сонячного випромінювання, $Вт/м^2$.

В свою чергу оптичний ККД в більшості випадків визначається співвідношенням[2]:

$$\eta_0 = A_s \cdot \varphi; \quad (2)$$

де, A_s – коефіцієнт поглинання (поглинаюча здатність) абсорбера;

φ - пропускну здатність світлопрозорого покриття.

Пропускна здатність – це основна характеристика світлопрозорих покриттів, тому цей показник добре відомий. Поглинаюча здатність абсорберів у відомих моделей геліоколекторів визначається експериментально на основі залежності[2]:

$$A_s = \frac{E_K}{E_0} \quad (3)$$

де, E_0 - енергія випромінювання, що потрапляє на поглинаючу поверхню;
 E_K – корисна теплова енергія, яку отримав абсорбер.

Аналітично визначити поглинаючу здатність поверхні при дослідженні нових типів абсорберів не видається можливим, тому вона знаходиться експериментально.

Мета проведення досліджень – це експериментальне визначення поглинаючої здатності абсорбера із вуглеграфітового текстильного матеріалу шляхом порівняння даних роботи сонячного колектора при інсоляції та при безпосередньому підводі електроенергії до абсорбера. Дослідження проводяться на випробувальному стенді (рис.1).

Стенд містить модель повітряного сонячного теплового колектора, що складається з дерев'яного корпусу 4, що має торцеві отвори для пропускання повітря, розміром нетто 1000x500x100 мм накритего віконним склом 1 товщиною 5мм. Герметичність досягається гумовою прокладкою між склом та корпусом, а також силіконовими ущільнювачами. В середині корпусу розміщена теплова ізоляція 3: бокові та торцеві стінки ізолювані пінопластом (20мм), на дні вкрито лист

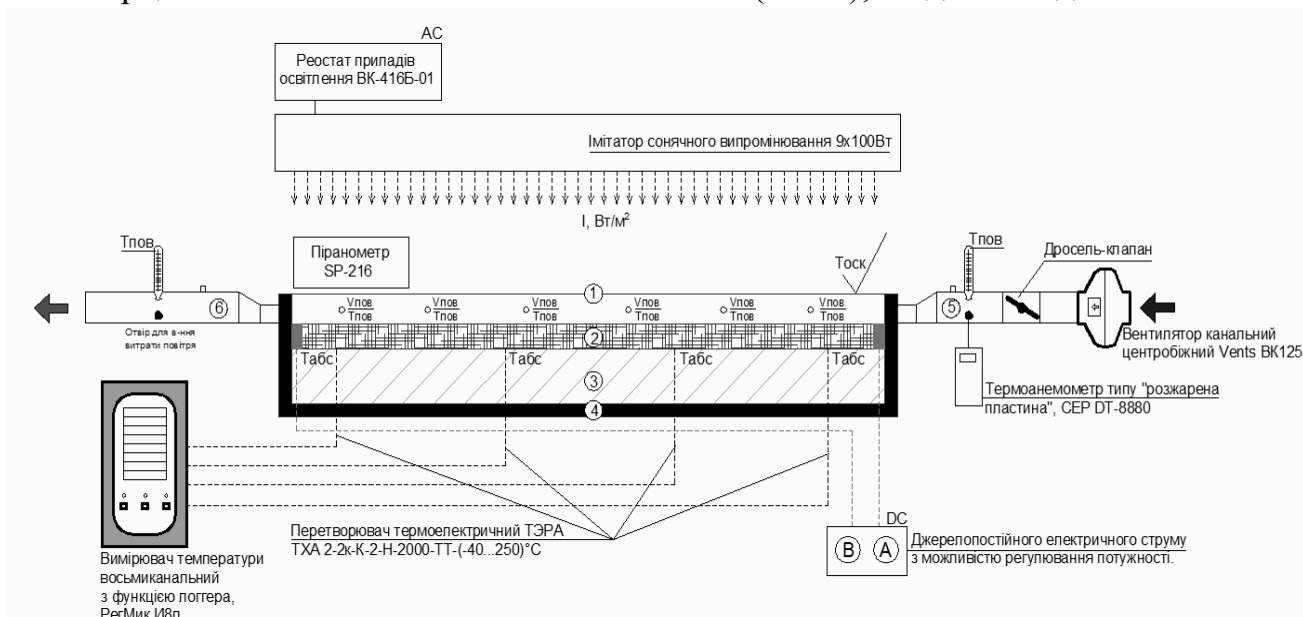


Рис.1. Схема експериментального стенда(1-світлопрозоре покриття, 2-абсорбер, 3- теплоізоляція, 4- корпус, 5-подаючий повітровід, 6-викидний повітровід)

пінопласту товщиною 50 мм, зверху розміщено металізовану мінеральну вату товщиною 25мм, фольгою в бік скла, на котрій закріплено вісім термопар у шаховому порядку для вимірювання температури абсорбера. На ізоляцію укладено об'ємну вуглеграфітову тканину типу «Урал-ТР»[3] товщиною 3-4 мм. Витрата повітря через колектор здійснюється радіальним каналним вентилятором по повітроводам 5 та 6. Витрата повітря регулюється за рахунок ручного дросель клапана. Інсоляцію колектора забезпечує імітатор сонячної енергії, виконаний з куполоподібного рефлектора в який вмонтовано дев'ять 100-ваттних ламп розжарювання. Зміна потужності випромінювання відбувається за рахунок

звичайного реостата. Електричний прогрів абсорбера[4] забезпечується двома мідними провідниками, що вживлені на протилежних краях тканини, підключеними до електроприладу, який зформовано з випрямляча, трансформатора та вимірювальної ділянки (вольтметр, амперметр).

Якщо розглядати колектор як окрему систему, то можна стверджувати, що джерелом теплової енергії в ньому є абсорбер і потужність системи прямо залежить від його температури. Тоді проводяться два типи експериментів: нагрів абсорбера до певної конкретної температури електрострумом та «сонячним випромінюванням», вимірюючи при цьому електричну потужність та потужність випромінювання, що діє на колектор. В такому випадку, тепловтрати через корпус колектора будуть рівними і в кінцевому рахунку скоротяться. Після визначення відношення потужностей отримаємо оптичний ККД колектора з якого з урахуванням відомого значення пропускної здатності скла по залежності (2) визначимо коефіцієнт поглинання. Ефективність перетворення електричної енергії в теплову приймаємо 99%:

$$I_B \cdot F \cdot \eta_0 \cdot K_1 = P_E \cdot K_1 \cdot 0,99; \quad (4)$$

$$\eta_0 = \frac{P \cdot K_1 \cdot 0,99}{I_K \cdot F \cdot K_1} = \frac{P_E \cdot 0,99}{I_K \cdot F}; \quad (5)$$

де, F – площа абсорбера, що сприймає сонячне випромінювання, m^2 ;

K_1 – коефіцієнт тепловтрат через корпус;

P_E – електрична потужність підведена до абсорбера, $Вт$;

Нижче в таблиці 1 наведено приклад обробки експериментальних даних при витраті повітря через колектор 150 кг/год, площі абсорбера $0,46m^2$, також відома пропускна здатність скла - 84%.

Таблиця 1

Експериментальні дані щодо визначення поглинаючої здатності абсорбера

№	t_1 °C	t_2 °C	t_3 °C	t_4 °C	t_5 °C	t_6 °C	t_7 °C	t_8 °C	$T_{абс}$ °C	I_K Вт/м ²	P Вт	η_0	A_s
1 - Е	29,8	30	29,9	30,1	30,1	30,5	30,5	30,7	30,3	233	85	0,79	0,93
1 - С	29,3	29,7	29,7	30,2	30,5	30,5	30,7	31,2	30,4				
2 - Е	39,4	39,5	39,4	39,9	39,9	40,2	40,2	40,4	40,1	302	112	0,8	0,94
2 - С	39,1	39,5	39,4	39,5	40	40,2	40,9	41,1	40,1				
3 - Е	49,2	48,9	49,4	49,5	49,9	50,2	50,4	50,7	49,8	376	137	0,78	0,92
3 - С	48,2	48,2	49,1	49,6	49,7	50,2	50,1	51	49,5				
4 - Е	54,3	54,5	54,4	55,1	55	55,7	55,6	55,9	55,1	466	172	0,79	0,93
4 - С	53,7	54,1	54,2	54,5	54,9	55,4	55,4	55,9	54,8				
5 - Е	64,1	64,2	64,4	64,6	65,1	65,7	66,3	66,4	65,1	650	239	0,79	0,93
5 - С	63,2	64	64,1	64,6	65,2	65,5	65,9	66,9	64,9				

В результаті обробки експериментальних даних встановлено, що поглинаюча здатність об'ємної вуглеграфітової трикотажної тканини складає 0,92-0,94, при тому, що у селективних покриттів сучасних геліоколекторів вона становить 0,95. Відомо, що завданням селективного покриття крім високої поглинаючої здатності є також низький коефіцієнт випромінювання ϵ [5], що спонукає до дослідження ϵ для впевненого твердження про відсутність необхідності в додаткових коштовних покриттях абсорберів виготовлених з вуглеграфітових тканин.

Література

1. A Guide to the standard EN12975, Quality Assurance in Solar Heating and Cooling Technology, SP – Technical Research Institute of Sweden Peter Kovacs, SP, 2012
2. Даффі Дж. А. Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечного излучения. М.: Мир, 1977 г. – 413 с.
3. <http://him-prom.perm.ru/>
4. Пасічник П.О., Приймак О.В. Аналіз властивостей текстильних матеріалів для поглинаючого елемента повітряного колектора сонячної енергії. Енергоефективність в будівництві: науково-технічний збірник. – Вип. 4/– К.: КНУБА, 2013. – 201-204 с.
5. ООО «Виссманн». Книга о «солнце» /- К.: Злато-Граф, 2010, 195с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АБСОРБЕРА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ УГЛЕУГРАФИТОВОЙ ТКАНИ

П. А. Пасечник

В статье рассмотрены методы и результаты исследований абсорбера солнечной энергии гелиоколлектора, изготовленного из объемной углеграфитовой трикотажной ткани. Приведена схема экспериментального стенда и пример обработки полученных данных. Вычислено коэффициент поглощения ткани и определено направление дальнейших исследований.

EXPERIMENTAL STUDY ABSORPTIVE CAPACITY SOLAR ENERGY ABSORBER, WHICH IS MADE OF CARBON FIBER TEXTILES

Pavlo A. Pasichnik

Article describes the methods and results of experimental studies of the properties of the absorber of solar energy, which is made of carbon fiber textiles. Submitted to a test stand and an example of data processing. Calculated the absorption coefficient of textiles and identify areas for further research.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ НА ОСНОВЕ ПАРОКОМПРЕССОРНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ УТИЛИЗИРУЕМОЙ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАННЫХ ВОДНЫХ И ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

На основе анализа установленной аналитической взаимосвязи исходных условий и режимных параметров для предложенной системы определены коэффициенты преобразования, значения которых существенно превышают нормируемые значения. Выявлены условия и рациональные пути энергосбережения в процессах утилизации теплоты отработанных водных и воздушных потоков при эксплуатационном регулировании теплопотребляющих систем закрытых плавательных бассейнов.

Постановка проблемы. Высокоэффективное теплоснабжение плавательных бассейнов определяется условиями энергоэкономичного потребления теплоты в общем процессе поддержания установленной температуры воды в бассейне и микроклимата в помещениях с многократными воздухообменами. Нормируемая температура воды в закрытых и открытых бассейнах должна составлять соответственно 24 и 27°C [1]. Согласно [2] тепловой поток с поверхности бассейна находится в пределах 250÷500 Вт/м², соответственно с защищенной и открытой поверхности водного зеркала. Суточный расход отработанных водных потоков с учетом испарения следует [1] компенсировать 10 %-ным поступлением свежей части воды относительно общего объема её в бассейне. Закономерно, что расход непрерывно удаляемой воды равен подпиточной части, которая компенсирует суммарный расход её обновления с учетом испаряющейся влаги и необходимой для системы горячего водоснабжения.

Основная часть. На рис 1. представлена усовершенствованная [3] схема теплонасосной системы теплоснабжения закрытого плавательного бассейна на основе утилизации энергии отработанных водных и воздушных потоков.

Система позволяет, как одновременно, так и попеременно утилизировать теплоту отработанных водных и воздушных потоков вытяжной системы вентиляции (11). При работе плавательного бассейна (10) указанный режим обеспечивается за счет двух параллельно работающих испарителей (3 и 4) с регулирующим устройством (7). При прохождении отработанных водных потоков через испаритель (4)

происходит отбор теплоты в результате кипения рабочего тела (фреона), циркулирующего в контуре теплонасосной установки. Таким же образом происходит последующий отбор теплоты из удаляемого вентиляционного воздуха с помощью калорифера (12) в испарителе (3). После отбора утилизируемой теплоты пары рабочего тела поступают в компрессор (5), где сжимаются с повышением температуры. Затем они последовательно поступают в форконденсатор (2) и конденсатор (1), где происходит последовательное их охлаждение.

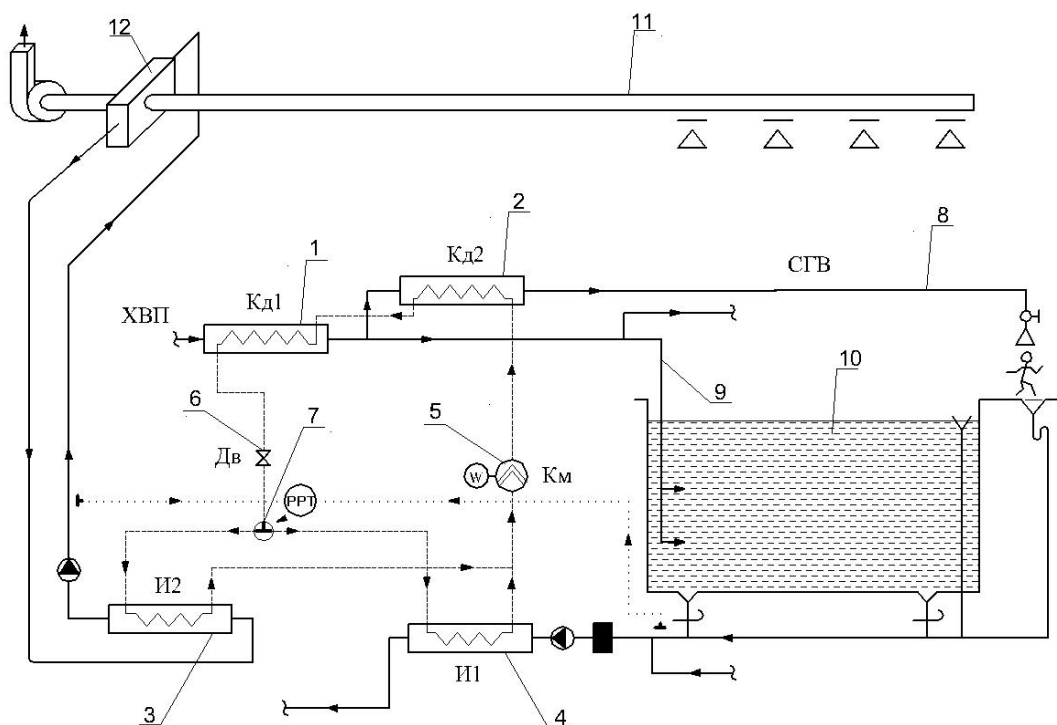


Рис.1. Принципиальная схема теплонасосной системы теплоснабжения закрытого плавательного бассейна. *Условные обозначения:* 1 – конденсатор; 2 – форконденсатор; 3 – испаритель отбора теплоты вентиляционного воздуха; 4 – испаритель отбора теплоты отработанных водных потоков; 5 – компрессор; 6 – дроссельный вентиль; 7 – регулирующее устройство; 8 – система горячего водоснабжения душевых; 9 – система наполнения бассейна; 10 – бассейн; 11 – система вытяжной вентиляции; 12 – калорифер.

Для нагрева поступающей воды в плавательный бассейн используется конденсатор (1), в котором осуществляется также предварительный нагрев части воды для системы горячего водоснабжения (8). Вода, поступающая из хозяйственно-питьевого водопровода, нагревается в конденсаторе, после чего ее первая часть поступает в систему пополнения плавательного бассейна, а вторая - в форконденсатор для догрева перед поступлением в систему горячего водоснабжения. После конденсации в основном конденсаторе (1) рабочее тело дросселируется, проходя через соответствующий вентиль (6), а затем направляется в испарители после регулирующего устройства (7). Трехпозиционное

устройство (7) обеспечивает автоматическое распределение потоков рабочего тела между испарителями, предопределяя соответствующий режим отбора теплоты в работе системы в зависимости от соотношения расходов отработанных низкотемпературных водных и воздушных потоков. Очевидно, что наибольшая энергетическая эффективность отбора теплоты может быть обеспечена при одновременной работе испарителей И1 и И2 в равнозначных температурных условиях при определенном соотношении отработанных анализируемых потоков после соответствующей настройки регулятора разности температур.

Установим взаимосвязь исходных параметров и режимных условий в работе системы теплоснабжения. Располагаемый тепловой поток $Q_{y.v}$ с расходом удаляемого вентиляционного воздуха $G_{y.v}$, который обеспечивает требуемый тепловлажностный режим в обслуживаемом помещении в рабочий период, представляется в виде

$$Q_{y.v} = G_{y.v} \cdot c_B (t_B - t_{y.v}), \quad (1)$$

где t_B и $t_{y.v}$ - температуры удаляемого вентиляционного воздуха на входе в калорифер, и конечная его температура при охлаждении в «сухом» режиме, °С.

Утилизируемый тепловой поток удаляемого вентиляционного воздуха, воспринятый промежуточным энергоносителем $G_{w,и2}$, определяется разностью его начальной на входе $t_{н,и2}$ и конечной на выходе $t_{к,и2}$ температурами в испарителе И2, поэтому

$$Q_{и2} = G_{w,и2} \cdot C_w (t_{н,и2} - t_{к,и2}).$$

(2)

Логично полагать, что конечная температура энергоносителя после испарителя на входе в калорифер может быть представлена в виде

$$t_{к,и2} = t_{y.v} - \Delta t, \quad (3)$$

где Δt – разность температур между температурой удаляемого воздуха после калорифера и конечной температурой энергоносителя после испарителя, последняя из которых может быть принята для анализируемых условий на основе [4] в пределах (10-15)°С.

На изложенной основе зависимость (2) для определения утилизируемого теплового потока из отработанного вентиляционного воздуха в испарителе И2 с учетом (1) и (3) приобретает окончательный вид

$$Q_{и2} = G_{w,и2} c_w \left\{ \left[t_{y.v} - \Delta t + \frac{c_B}{c_w} \cdot \frac{G_{y.v}}{G_{w,и2}} (t_B - t_{y.v}) \right] - t_{к,и2} \right\}. \quad (4)$$

Средняя температура смеси отработанных водных потоков на входе в испаритель И1, поступающих из систем горячего водоснабжения $G_{г.в.}$ и плавательного бассейна $G_б$, представляется в виде

$$t_{н,и1} = \frac{(c_w G_{г.в.} t_{г.в.}^K + c_w G_б t_б^K)}{c_w (G_{г.в.} + G_б)}, \quad (5)$$

где индекс «к» указывает на соответствующие значения конечных температур обработанных водных потоков на входе в испаритель И1, °С.

В результате утилизируемая теплота из смеси водных потоков в испарителе И1 с общим расходом $G_{w,и1} = (G_{г.в.} + G_б)$ определяется по зависимости

$$Q_{и1} = G_{w,и1} \cdot c_w (t_{н,и1} - t_{к,и1}), \quad (6)$$

где $t_{к,и1}$ – предельная температура охлаждения обработанного водного потока, значение которой рекомендуется [3,4] принимать равной 5°С.

Обозначив расход воды на горячее водоснабжение $G_{гв}$, как часть y относительно общего обработанного водного потока $G_{w,и1}$ в виде, $G_{гв} = y G_{w,и1}$, тогда расход поступающей воды из плавательного бассейна определяется соотношением $G_б = (1-y) G_{w,и1}$. Таким образом, следуя (6), утилизируемый тепловой поток в испарителе И1 приобретает окончательный вид

$$Q_{и1} = G_{w,и1} \cdot c_w [yt_{гв}^k + (1-y)t_б^k - t_{к,и1}]. \quad (7)$$

Аналогично определяются соответствующие тепловые потоки нагрева воды в конденсаторах К1 и К2 соответственно

$$Q_{к1} = (G_{гв} + G_б) \cdot c_w (t_б - t_{хв}), \quad (8)$$

$$Q_{к2} = G_{гв} \cdot c_w (t_{гв} - t_б). \quad (9)$$

Энергетическая эффективность утилизации теплоты обработанных водных потоков и удаляемого вентиляционного воздуха [5,6] для нагрева абонентского теплоносителя в теплонасосной системе определяется по коэффициенту преобразования

$$\varphi = \frac{\Sigma Q_k}{\Sigma Q_k - \Sigma Q_{и1}} = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma Q_{и1}}{\Sigma Q_k}}, \quad (10)$$

где разность суммарных энергетических потоков $\Sigma Q_{и1}$ для испарителей и ΣQ_k для конденсаторов отражает тепловой эквивалент приводимой мощности в работе компрессора.

В результате коэффициент преобразования для анализируемой системы согласно зависимости (10) представляется уравнением следующего вида

$$\varphi = \left[1 - \frac{\{[yt_{гв}^k + (1-y)t_б^k] - t_{к,и1}\} + \frac{G_{w,и2}}{G_{w,и1}} \{[t_{у.в.} - \Delta t_{в-в} + \frac{c_{в.}}{c_w} \cdot \frac{G_{у.в.}}{G_{w,и2}} \cdot (t_{в} - t_{у.в.})] - t_{к,и2}\}}{[(t_б - t_{х.в.}) + y(t_{гв} - t_б)]} \right]^{-1}. \quad (11)$$

На основе установленной зависимости для коэффициента преобразования (11) выполнены соответствующие расчеты при следующих

исходных данных: $y=0...0,95$; $t_{ГВ}^k=30^\circ\text{C}$; $t_6^k=25^\circ\text{C}$; $t_{к,и1}=5^\circ\text{C}$; $t_{у.в.}=10^\circ\text{C}$; $\Delta t=5^\circ\text{C}$; $t_в=25^\circ\text{C}$; $c_в=1006 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $c_в=4189 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $t_{к,и2}=5^\circ\text{C}$; $t_6=28^\circ\text{C}$; $t_{хв}=10^\circ\text{C}$; $t_{ГВ}=50^\circ\text{C}$; $G_{у.в.}/G_{w,и2}=1$; $G_{w,и2}/G_{w,и1}=0,1;0,3;0,5$.

На рисунке (2) представлено изменение коэффициентов преобразования от соотношения расходов нагреваемой воды для горячего водоснабжения у относительно её общего расхода в работе плавательного бассейна при следующих соотношениях $G_{w,и2}/G_{w,и1}=0,1;0,3;0,5$.

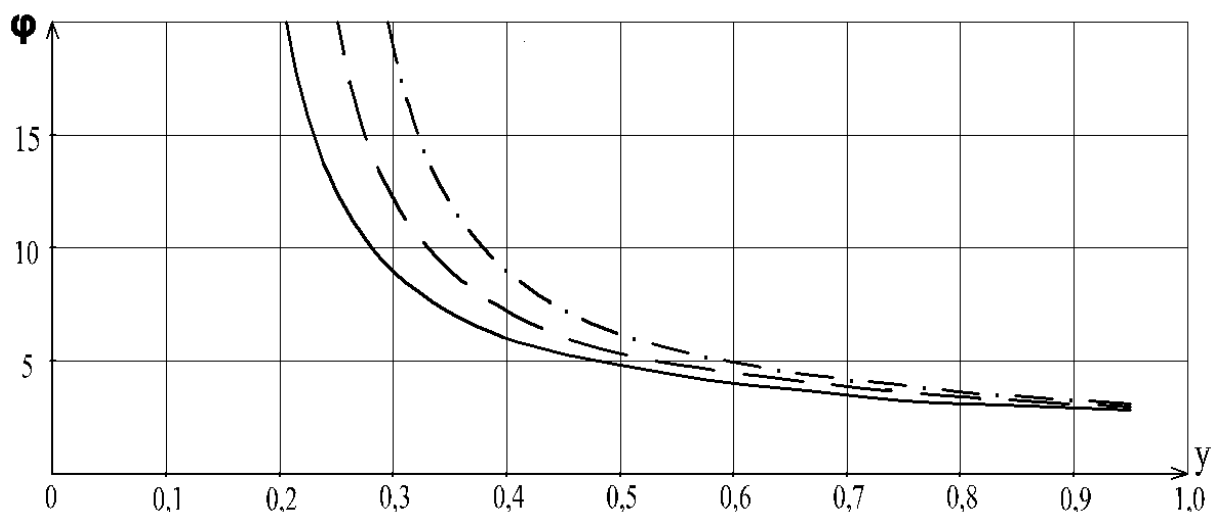


Рис. 2. Зависимость коэффициента преобразования от соотношения расходов нагреваемой воды для горячего водоснабжения и общего ее потребления в работе бассейна при различных режимах ($G_{w,и2}/G_{w,и1}$) утилизации теплоты отработанного вентиляционного воздуха. Условные обозначения: — — — — $G_{w,и2}/G_{w,и1}=0,1$; — — — — $G_{w,и2}/G_{w,и1}=0,3$; — · — — $G_{w,и2}/G_{w,и1}=0,5$.

Из анализа графической взаимосвязи следует, что предложенная система, обеспечивая достаточно высокую энергетическую эффективность утилизации теплоты, весьма существенно зависит от соотношения расходов воды для систем горячего водоснабжения относительно общего расхода воды в здании закрытого плавательного бассейна. Энергетическая эффективность системы весьма существенно возрастает за счет утилизации теплоты отработанных воздушных потоков при возрастании их расхода. Косвенно интегрированный результат указывает на необходимость круглогодичного использования весьма существенного энергетического потенциала отработанных воздушных потоков посредством теплонасосных технологий для нагрева воды вместо рекомендуемого [8] применения традиционных способов утилизации теплоты для предварительного подогрева приточного вентиляционного воздуха, реализуемого только в отопительный период года.

Выводы. Предложена новая система теплоснабжения для зданий закрытых плавательных бассейнов с полиструктурным устройством конденсаторов и испарителей теплонасосной установки, позволяющая

производить ресурсосберегающий нагрев воды для плавательного бассейна и горячего водоснабжения. Система отличается высокой энергетической эффективностью в процессах интегрированной утилизации теплоты отработанных водных потоков и удаляемого вентиляционного воздуха.

На основе анализа установленной аналитической взаимосвязи определены значения коэффициентов преобразования, которые существенно превышают нормируемые [7]. При этом выявлены условия и рациональные пути энергосбережения при эксплуатационном регулировании теплопотребляющих систем закрытых плавательных бассейнов, учитывающие различные режимы утилизации теплоты удаляемого вентиляционного воздуха, обусловленные переменным расходом потребляемой воды.

Литература

1. ДБН В.2.2-13-2003 Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди.–Київ.; Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004, с 80.
2. *Хайнрих Г.* / Г. Хайнрих, Х. Найорк, В. Нестлер// Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения /пер. С нем./ – М.: Стройиздат, 1985. – 351с.
3. *Петраш В.Д.* Теплонасосные системы теплоснабжения : монография / В.Д. Петраш – Одесса : типографія «ВМВ», 2014. - 556 с.
4. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г.Н. Данилова, С.Н. Богданов, О.П. Иванов и др.; Под общ. ред. Г.Н. Даниловой. – 2-е изд., перераб. и доп. –Л.: Машиностроение, Ленингр.отд-ние, 1986. – 303 с.
5. *Мартыновский В.С.* Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов. - М.: Энергия, 1977. - 280 с.
6. *Петраш В.Д.* / В.Д. Петраш, И.В. Сорокина, А.А. Поломанний // Сравнительный анализ энергетической эффективности утилизации теплоты удаляемого вентиляционного воздуха. Вісник ОДАБА. Збірник наукових праць.- Вип. № 37. Одеса. 2010, С. 350-379.
7. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. – Київ.; Мінрегіонбуд України, 2010, с. 57.
8. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Ч.3. кн.1,2. Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.Н. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992.-319 с.

**ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПЛАВАЛЬНИХ БАСЕЙНІВ НА ОСНОВІ
ПАРОКОМПРЕСІЙНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ УТИЛІЗОВАНОЇ
ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ВОДНИХ ТА ПОВІТРЯНИХ
ПОТОКІВ.**

В. Д. Петраш, О. А. Поломанний.

На основі аналізу встановленого аналітичного взаємозв'язку вихідних умов та режимних параметрів для запропонованої системи, визначені коефіцієнти перетворення, значення яких суттєво перевищують нормативні. Виявлено умови та раціональні шляхи енергозбереження в процесах утилізації теплоти відпрацьованих водних та повітряних потоків при експлуатаційному регулюванні теплоспоживаючих систем закритих плавальних басейнів.

**HEATING SWIMMING POOLS BASED ON VAPOR COMPRESSION
TRANSFORMATION OF RECYCLABLE WASTE HEAT WATER AND
AIR FLOWS.**

V. Petrash, A. Polomannuy.

Based on relation analysis of the analytical baseline and operational parameters of the proposed system, the values of the transform coefficients were obtained and determined to be significantly higher than normalized . In addition, the conditions and rational ways of energy saving in the process of waste water heat utilization and air flow regulation of heat consuming indoor swimming pool systems were defined.

ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ СЕРТИФІКАЦІЇ «ЗЕЛЕНОГО» БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуті поняття сталого розвитку та принципи сертифікації «зелених» будівель, висвітлені ключові завдання «зеленого» будівництва в Україні. Проаналізовано принципи побудови і функціонування світових національних систем стандартів «зеленого» будівництва. Обґрунтовано необхідність впровадження систем сертифікації «зеленого» будівництва в Україні.

Постановка проблеми. Наприкінці минулого століття міжнародна громадськість і ділові кола почали активно обговорювати концепцію «зеленого» або екологічного будівництва та експлуатації будівель і споруд, в основі якої лежать принципи сталого розвитку. В останні роки створили і затвердили різні системи критеріїв сталого будівництва [10,2]. Вони представляють собою системи рейтингів, які враховують вплив різних показників, характерних для поняття «стійкість». Спостерігається розвиток і перехід від переліку критеріїв до комплексних систем, в які включені всі етапи проектування та будівництва будівель [11]. Але, на нашу думку, необхідно уніфікувати механізми і інструменти оцінки і створити єдину систему, яку могли б використовуватись в усіх будівлях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання сталого розвитку досліджували вітчизняні та закордонні вчені: Абрамов Е., Андея М., Бубнов Ю., Боссенмайер Хорст та інші. Системи «зелених» стандартів розглядали: Табунщиков Ю., Ісмаїлов Р., Кондратєв А., Грин І. та інші. «Зелене» будівництво та принципи сертифікації будівель висвітлювали: Бродач М., Гай І, Агапова К, Баландіна І., Жук П., Айхер М., Кошкина С., Корчагіна О., Корягіна А., Шульга С. Питанням розробки нормативних документів займаються: Барзилович Д., Фаренюк Г., Сергейчук О.

Постановка задачі. Обґрунтувати необхідність впровадження систем сертифікації «зеленого» будівництва в Україні.

Основна частина. Споживання енергетичних ресурсів у світі постійно зростає. Так з 1900 по 2000 р воно збільшилось в 13 разів, а до 2020 р. зросте, імовірно, ще в півтора рази [9].

Сталий розвиток - це модель використання ресурсів, модель взаємодії між людьми і природою та модель розвитку цивілізації на базі інновацій, при якій досягається задоволення життєвих потреб нинішнього покоління разом із збереженням навколишнього середовища.

При такому підході вирішуються такі завдання:

- зниження всіх типів викидів;
- переробка і повторне використання матеріалів та ресурсів;
- контроль за якістю атмосфери міст та будівель;
- комплексні заходи щодо зниження споживання енергії;
- підвищення ефективності споживання води;
- комплексний розвиток території;
- раціональне споживання та відновлення природного балансу флори і фауни.

Головним завданням інновацій в рамках концепції сталого розвитку є урівноваження потреб людства у використанні ресурсів біосфери. Інновації покликані скоротити витрати ресурсів, час, енергію і зусилля на виробництво, пом'якшуючи навантаження від зростаючих потреб людства.

Досягнення поставлених завдань базується на :

- стандартах проектування, будівництва, експлуатації, ведення бізнесу та життєдіяльності;
- енергоефективності;
- автоматизації процесів;
- кібернетиці і комп'ютеризації;
- інноваціях в науці, техніці, освіті та в галузі інформаційних технологій;
- використанні поновлювальних джерел енергії;
- відродженні традиційних рішень і підходів на новому рівні [1, 5];

При будівництві будинків та споруд сутність сталого розвитку складається в балансі економічних, соціальних та екологічних аспектів . Щоб будівництво було стійким, необхідно підвищити вимоги до всіх етапів і розробити превентивні заходи, пов'язані з процесом здійснення даної інвестиційної ідеї, з моменту прийняття рішення до фактичної реалізації проекту. Це означає, що потрібно давати оцінку на всіх етапах - на етапі проектування, будівництва та експлуатації. Актуальність питань, пов'язаних з сталим розвитком в будівництві, підкреслює Директива Європейського Союзу щодо енергетичних характеристик будівель [7], згідно з якою до кінця 2018р. у громадському секторі всі будівлі повинні звести емісії вуглекислого газу майже до нуля.

Щоб подібна система стала фактом, необхідно включити «будь-який показник в ланцюг причинно-наслідкових зв'язків», яка відображала б кожен аспект [4,8].

Щоб зробити сумарну оцінку сталого розвитку будівель, необхідно використовувати узагальнюючий показник. Його можна розрахувати, коли в узагальнюючій оцінці визначити питому вагу кожного окремого показника системи, і тоді їх сума дорівнюватиме 1.

Вироблення точних критеріїв та інструментів вимірювання сталого розвитку будівлі дуже важлива з точки зору учасників на ринку нерухомості. У будівель, що відповідають певним нормам сталого

розвитку, ряд переваг, у тому числі багаторазове зниження експлуатаційних витрат, тому вони зберігають і поступово підвищують свою ціну [21].

Новим механізмом переходу традиційного проектування і будівництва до проектування і будівництва сучасного стійкого середовища є поширення «зеленого будівництва». Мета «зеленого будівництва» - зробити технології проектування і будівництва більш екологічними, тобто чинити менший вплив на навколишнє середовище і забезпечувати ефективне енергоспоживання, а також благотворно впливати на здоров'я населення.

Технології, які використовуються в «зеленому будівництві» дозволяють значно знизити експлуатаційні витрати, сприяють впровадженню інноваційних проектів і заохочують пошук нестандартних рішень. Можливість заявити про те, що будівля або споруда побудована, використовуючи стандарти «зеленого», або екологічного будівництва, привабливо як для власників житла, будівельників та операторів нерухомості, так і для органів місцевої влади та населення [12,6].

«Зелене» будівництво - це комплекс заходів у будівництві, націлених на створення комфортного середовища проживання, зниження використання природного палива, підвищення використання альтернативних і поновлювальних джерел енергії та збереження навколишнього природного середовища. Термін «зелене будівництво», яке закріпилося в міжнародній практиці має значення екологічного та стабільного будівництва.

В основі концепції «зелених» будівель - розуміння того, що навколишнє середовище безпосередньо впливає на якість нашого життя. В результаті архітектурно-будівельної діяльності може бути створене нове середовище проживання, що володіє більш високими комфортними якостями і в той же час є енергетичним джерелом для підтримки сприятливого клімату.

Держава є найголовнішою зацікавленою стороною у розвитку «зеленого» будівництва, а рейтингові системи оцінки «зелених» будівель містять не тільки вимоги нормативних документів, але, перш за все, орієнтують і стимулюють вирішення державного завдання на інноваційних засадах. З часу прийняття політичного рішення щодо зміни ставлення до енергії та її споживання енергоефективність у будівництві стає для всіх національним завданням. В такому випадку громада, будівельні підприємства, приватні забудовники, архітектори та інші покликані вирішувати питання енергоощадження максимально технічно, екологічно, інноваційно й водночас з урахуванням художньої естетики.

Вигоди від «зеленого» будівництва отримують, в кінцевому рахунку, всі учасники будівельного процесу: девелопери, інвестори, виробники будівельних матеріалів і устаткування, проектувальники, підрядники та, безсумнівно, користувачі будинків [6,3,21].

«Зелене» будівництво дедалі більше стає дієвим регулятором економіки.

Ключові завдання «зеленого» будівництва в Україні:

- підвищення якості середовища проживання / роботи людини, досягнення високих показників комфортності;
- мінімізація і утилізація викидів та відходів;
- підвищення рівня техногенної та екологічної безпеки об'єктів будівництва;
- економія паливно-енергетичних, водних та інших ресурсів;
- стимулювання розвитку в Україні виробництва енергоефективного обладнання, технологій, будівельних матеріалів з поліпшеними екологічними характеристиками;
- підвищення професійного рівня фахівців, зайнятих у будівництві, експлуатації та проектуванні;
- розвиток наукового, методичного та навчального потенціалу «зеленого» будівництва;
- організація проектування та будівництва будівель і споруд високої енергетичної, ресурсної та екологічної ефективності [20].

Розробка «зелених» стандартів почалася в 90-і роки минулого сторіччя. В даний час число «зелених» стандартів, які застосовуються у міжнародній практиці до будівель (проектування, будівництво та експлуатація) становить понад 50. Вибір критеріїв оцінки, як і власне рейтингова оцінка будівель, різний. Варто відзначити, що розроблялися вони з урахуванням національних особливостей і спочатку застосовувалися в країні розробнику, а потім стали застосовуватися по всьому світу [11,22,13].

Беручи до уваги кількість сертифікованих об'єктів та їх географію пропонується наступна класифікація рейтингових систем оцінки стійкості будівель і споруд:

1. Глобальні рейтингові системи. У цю групу рейтингових систем можна віднести стандарт LEED (США) і стандарт BREEAM.
2. Регіональні рейтингові системи. У цю групу рейтингових систем можна віднести стандарт Green Star (Австралія). Існують національні версії даного стандарту - у Південній Африці та Новій Зеландії.
3. Локальні рейтингові системи. У цю групу можна віднести всі національні стандарти, наприклад, німецький стандарт DGNB, французький HQE, датський EcoProfile, японський CASBEE, канадський GBI, стандарти РФ та інші.

Ці системи важко спів ставляти одна з одною, оскільки □:

- існують значні розбіжності між різними системами для одного рівня оцінки чи рейтингу;
- різноманітна кількість категорій, рівнів сертифікації, набраних балів, вагових коефіцієнтів для систем сертифікації;

- будівля за різними системами сертифікації може отримати і різні рівні сертифікації;
- різний рівень мінімальних вимог до об'єктів сертифікації в залежності від системи сертифікації;
- екологічні вагові коефіцієнти не можуть бути однаковими в усіх країнах;
- різноманітні акценти розгляду питань енергоефективності, зеленої енергетики, інновацій при проектуванні, мотивацій до ресурсозбереження, соціальної сфери, якості будівництва, будівельних матеріалів, економічних стратегій по розвитку локальних ринків поблизу будівництва, життєвого циклу будівель, максимального скорочення негативного впливу на навколишнє середовище, набору екологічних параметрів та іншого в національних системах сертифікації ;
- різні смислові значення рівня оцінки будівлі в системах сертифікації для споживача.

Незважаючи на регіональні переваги в застосуванні національних систем сертифікації, домінуючими на сьогоднішній день є системи BREEAM і LEED. Прихильність до цих стандартів об'єктивна з точки зору міжнародних інвесторів, що прагнуть оцінювати свої портфелі нерухомості за єдиними і зрозумілим в будь-якій країні критеріями. З іншого боку, наявність конкуренції на ринку сертифікатів бачиться як позитивний фактор з погляду прогресу і адаптації систем.

Всі системи сертифікації позиціонуються як засоби зменшення впливу будівель на навколишнє середовище. Рейтингові системи зеленого будівництва не можуть бути статичними. Більшість систем сертифікації постійно розвиваються . Так в листопаді 2013 на міжнародній конференції USGBC в Філадельфії оголосили про свіжі оновлення до LEED - версію v.4 LEED , яка фокусується на збільшенні технічної строгості і розробці нових вимог до типів проектів , хоча версія v.3. буде відкрита для реєстрації до 31 жовтня 2016 р. [23]. На основі нових знань будуть постійні доповнення до розроблених систем сертифікації, що дозволить проводити комплексну оцінку екологічної безпеки «зелених» будівель з точки зору їхнього впливу на здоров'я людини, як центру піклування у процесі сталого розвитку.

Перевагами використання «зелених» стандартів при будівництві є:

- визнання будівлі екологічною, що відбивається в ціні, ставкою орендної плати;
- скорочення експлуатаційних витрат і рахунків до оплати комунальних послуг;
- застосування найкращих наявних природоохоронних та енергоефективних технологій, обладнання та матеріалів;
- продовження строку служби будівлі;
- зниження періодичності поточних ремонтів;

- створення екологічного іміджу;
- удосконалення процесу проектування, будівництва та експлуатації;
- підвищення кваліфікації персоналу;
- покращення системи управління експлуатацією будівлею;
- приклад натхнення для подальшого екологічно орієнтованого удосконалення процесу будівництва та експлуатації;
 - є елементом забезпечення сталого розвитку;
 - забезпечення більш комфортних умов роботи та проживання, і як наслідок зростання задоволеності ними населення;
 - як результат - збереження здоров'я населення (зокрема зниження захворювань на астму та алергічних реакцій) і скорочення витрат на оплату лікарняних листів та збільшення продуктивності праці;
 - поліпшення успішності школярів і студентів екологічних шкіл і вузів;
 - прискорення виживності хворих в екологічних госпіталях;
 - збільшення обсягу продажів в «зелених» супермаркетах.

Принципами побудови і функціонування національних систем стандартів екологічного будівництва є:

- використання бальної системи оцінки;
- застосування прямої системи розрахунку підсумкової суми балів, які кожен може перевірити (з зазначенням джерел інформації та формул розрахунку коефіцієнтів);
 - система розрахунку оцінки проста і зрозуміла, а граничні значення показників науково обгрунтовані, і правильність їх використання можна легко відстежити;
 - строгий контроль забезпечення якості; [15,14,17,16,18,19].

Висновки. Світові рейтингові системи «зеленого» будівництва як правило, вибудовані під свої нормативні бази в галузі будівництва, енергозбереження, екології та враховують свої національні традиції, ресурсні, енергетичні та економічні пріоритети.

Актуальність створення в Україні своїх національних «зелених» стандартів та рейтингової системи оцінки, що відповідають нашій нормативно-методичній базі, національним пріоритетам економіки, енергетики, екології, враховуючи значну кліматичну і ресурсну диференціацію регіонів країни, не викликає сумнівів.

Суттю створення нового національного стандарту «зеленого» будівництва України є розгляд і осмислення тільки тих концептуальних рекомендацій загально визначених систем екологічної експертизи об'єктів нерухомості, які зможе ввести в практику національний проектно-будівельний сектор.

Новий стандарт має визначити принципи, категорії, оціночні критерії, індикатори, рекомендовані показники і мінімальні екологічні вимоги до об'єктів нерухомості. Проектування і будівництво об'єктів нерухомості слід здійснювати по рекомендованим показникам, наведеним

у такому стандарті, при обов'язковому дотриманні мінімальних екологічних вимог.

Вимоги нового стандарту повинні бути спрямовані на скорочення споживання енергетичних ресурсів, використання нетрадиційних, відновлювальних і вторинних енергетичних ресурсів, раціонального водокористування, зниження шкідливих впливів на навколишнє середовище в процесі будівництва та експлуатації будівлі, включаючи прибудинкову територію, при забезпеченні комфортного середовища проживання людини та адекватної економічної рентабельності архітектурних, конструктивних та інженерних рішень.

Література

1. *Абрамов Е., Андея М., Бубнов Ю.* Что такое Устойчивое развитие. Разные взгляды и подходы. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/sustainable-development-views-and-approaches>.

2. *Аверьянов В.К., Кочнев А.П., Михайлов А.Г., Тютюнников А.И., Мелкжик А.А.* Комплексная оценка энергоэффективности, экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности жилых и гражданских зданий / Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий : сборник трудов III Всероссийской научно-технической конференции / Под научной редакцией Н.И. Ватина. – СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2011 стр 9-25. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.engstroy.spb.ru/library/sbornik_teplophysics2010.pdf4.

3. *Аганова К.* Зеленый офис Jones Lang Lassalle: экология и экономика на пользу дела // Здания высоких технологий. – 2013. Осень. [Электрон. журн.]. – Режим доступа: <http://zvt.abok.ru/nomer/zvt-4-2013/index.html>.

4. *Аганова К.* Международная практика зеленого строительства / отчет/Москва, 2011г.стр.74.

5. *Аганова К.* Сертификация зданий по стандарту LEED и BREEAM в России // Здания высоких технологий. – 2013. Лето. – [Электрон. журн.]. – Режим доступа: <http://zvt.abok.ru/nomer/zvt-3-2013/index.html>.

6. *Бродач М., Гай И.* Рынок зеленого строительства в России // Здания высоких технологий. 2013. Зима. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zvt.abok.ru/nomer/zvt-1-2013/index.html#/I>

7. Директива Европейского Парламента и Совета по энергоэффективности и соответствующих директив 2004/8/ЕС и 2006/32/ЕС/

8. *Жук П.М. Айхер М.* Структура доказательной базы систем экологической сертификации зданий и оценки устойчивости строительства

Московский архитектурный институт стр.1-19. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/3kvart13/zhuk/zhuk.pdf>.

9. *Зеркалов Д.В.* Энергетическая безопасность. - [Электронный ресурс] : Монография / Д. В. Зеркалов. – Электрон. дан. – К. : Осно-ва, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требования: Pentium; 512 Mb RAM; Windows98/2000/XP; Acrobat Reader 7.0. – Название с тит. экрана.

10. *Исмаилов Р.* Экологически эффективное строительство. Зеленые стандарты в мире и России/ Исмаилов Р // ЭСКО. Города и здания -, 2013-№6. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.journal.esco.co.ua/cities/2013_6/index.html.

11. *Кондратьев А.В., Грин И.Ю.* Экологические стандарты сертификации зеленых зданий / А.В Кондратьев., И.Ю. Грин.// Том 1. Новые идеи нового века - 2014 - стр140-147. . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pnu.edu.ru/media/nionc/articles-2014/140-146.pdf> .

12. *Корягина А.* Системы сертификации зеленого строительства / А.Корягина // Commercial Property №2(91) стр.44-47.2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uagbc.org/uploaded/Green_Certification_System.pdf.

13. Международные «зеленые» стандарты / Зеленые стандарты / НП «Центр экологической сертификации — зеленые стандарты. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/%D0%90%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%>.

14. Офіційний сайт системи сертифікації Австралії. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Nabers (<http://www.nabers.com.au/faqs.aspx>) / Green Star (<http://www.gbca.org.au/green-star/>), Green Building Architecture (<http://www.architecturedecor.com/green-architecture.html/>).

15. Офіційний сайт системи сертифікації Бразилії. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: AQUA (<http://www.vanzolini.org.br/>) / LEED Brasil (<http://www.gbcbrasil.org.br/pt/>).

16. Офіційний сайт системи сертифікації Росії. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012, ГОСТ Р 54954-2012 (<http://www.rsabc.ru>, <http://www.green-agency.ru/>).

17. Офіційний сайт системи сертифікації США. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: LEED (<http://www.usgbc.org/LEED/>) / Living Building Challenge (<http://www.cascadiagbc.org/lbc>) / Green Globes (<http://www.greenglobes.com/>) / Build it Green (<http://www.builditgreen.org/>) / NAHB NGBS (<http://www.nahbgreen.org/>) / International Green Construction Code (IGCC) (<http://www.iccsafe.org/cs/igcc/pages/default.aspx>) / ENERGY STAR (<http://www.energystar.gov/buildings>).

18. Офіційний сайт системи сертифікації Франції. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: HQE (<http://www.certivea.fr/>).

19. Офіційний сайт системи сертифікації Японія. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: CASBEE ([http:// www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm)).

20. Прогнозы и перспективы развития «зеленого» строительства в Украине. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cre.in.ua>.

21. Свободная энциклопедия. Устойчивое развитие. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Устойчивое_развитие.

22. Совет по зеленому строительству США. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.usgbc.org/>.

23. Green building law update. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.greenduildinglawupdate.com.

К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ «ЗЕЛЕНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА В УКРАИНЕ

В. С. Пинчук, В. А. Кошева, А.Н. Панько

В статье рассмотрено понятие устойчивого развития и принципы сертификации «зеленых» зданий. Высветлены ключевые задания «зеленого» строительства в Украине. Проанализировано принципы построения и функционирования мировых национальных систем стандартов «зеленого» строительства. Обоснована необходимость внедрения системы сертификации «зеленого» строительства в Украине.

TO THE QUESTION OF THE CERTIFICATION SYSTEM OF “GREEN” CONSTRUCTION IN UKRAINE

V. Pinchuk, V. Kosheva, O. Panko

The article considers the principles of sustainable development and certification of "green" buildings in the world. Illuminated the key tasks of "green" construction in Ukraine. Analyzed the principles of world's standards of "green" building. Justificated the need of the certification system of "green" building in Ukraine.

**ТЕПЛОНАСОСНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ПОТОКА В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ОХЛАЖДЕНИЯ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

Исследованием установлено, что усовершенствованный вариант базовой системы отбора теплоты из отработанных газов, предусматривающий подогрев теплоносителя с неизменным расходом после конденсатора в рекуперативном теплообменнике предварительного охлаждения газов более эффективен по сравнению с исходным вариантом по теплонасосной составляющей, для характерных условий составляет 0,22-0,45.

Постановка проблемы. Характерным недостатком вращающихся печей в процессе производства цемента и керамзита является крайне низкая эффективность использования энергии первичного топлива (до 45%), при этом потери теплоты с отработанными газами составляют 30-35%, [1, 2, 3], и в стоимости конечной продукции топливная составляющая достигает 60%. Отработанные газы, представляющие наибольший резерв вторичных энергоресурсов в теплотехнологическом процессе производства строительных материалов, отличаются характерной пылегазовой компонентой, сравнительно низкой температурой (до 150-250 °С) и большими расходами. Они обладают мощным теплоэнергетическим потенциалом, который в настоящее время практически не используется для промышленного теплотехнологического и коммунально-бытового теплоснабжения.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ известных систем отбора теплоты из отработанных газов с позиции энергосбережения свидетельствует о необходимости поиска методов более глубокого их охлаждения с одновременной возможностью повышения температурного уровня нагреваемой среды для абонентских систем. При этом в процессе охлаждения отработанных газов экономия теплоты позволяет сократить до 1/3 энергии традиционно сжигаемого первичного топлива. Один из рациональных способов отбора теплоты из отработанных газов реализуется в контактно-рекуперативных системах по известным разработкам [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Постановка задачи. В работе [10] предложена система отбора и трансформации энергии отработанных газов вращающихся печей для промышленного теплоснабжения, которая в качестве базовой открывает ряд возможностей для улучшения тепломассообменных процессов с

расширением температурного диапазона и увеличением объёма отбираемой теплоты из отработанных газов для промышленного теплоснабжения при ниже следующих исходных условиях.

Главное отличие предусматривает поступление подогретого теплоносителя в конденсатор теплового насоса с неизменным общим расходом через рекуперативный теплообменник предварительного охлаждения газов 12. При этом обеспечивается дополнительное контактное взаимодействие нагреваемой среды с отработанным газом после его прохождения через контактные камеры. В результате возможна дальнейшая очистка газа с одновременным его осушением в завихрительном устройстве 35 [11]. Также поддерживается надежность работы системы в летний период года путем использования усовершенствованной конфигурации контура технической воды, для режима минимальной нагрузки на отопление, который обеспечивает непрерывный переток воды из завихрительного устройства, исключая скопления шлама в завихрительном устройстве.

Основная часть. На рис. 1 представлен усовершенствованный вариант системы, работающий по аналогии с базовой системой. Особенность тепломассообменных процессов заключается в том, что в первой секции предварительного охлаждения процесс контактного взаимодействия потоков проходит при более высокой температуре воды после теплообменника 15. Во второй оросительной секции 28 происходит более глубокое доохлаждение парогазовой смеси. Это обусловлено тем, что весь расход теплоносителя после конденсатора 21 направляется по трубопроводу 11 через теплообменник предварительного охлаждения 12. Предложенное техническое решение обеспечивает более глубокое охлаждение отработанных газов в теплообменнике 12, что способствует лучшей работе теплонасосной установки в дальнейшем технологическом процессе.

После прохождения газов первой и второй контактных камер они попадают в завихрительное устройство 35. Завихрительное устройство 35 состоит из наружного 30 и внутреннего 31 цилиндрических элементов. Наружный элемент в нижней части снабжен коническим поддоном по его диаметру, а верхняя часть сопряжена по сечению с общим газоходом. Внутренний, как и наружный, цилиндрические элементы имеет входные сечения, соразмерные с выходным сечением второй контактной камеры. Верхняя часть внутреннего цилиндрического элемента выполнена в форме конуса. Нижняя часть внутреннего элемента снабжена завихрителем и погружена в пенообразующую жидкость, которая находится в коническом поддоне наружного цилиндрического элемента.

Теплообменник 7 с поступающей исходной холодной водой после испарителя 22 обеспечивает предельно достаточное охлаждение парогазовой смеси до 20 °С, установленное [12], что сопровождается конденсацией паров с выделением скрытой теплоты парообразования.

Для повышения надежности работы как оросительных камер, так и всей системы, водно-шламовая смесь с повышенной концентрацией удаляется, например, шнековой системой для последующего применения в исходном процессе замкнутого технологического цикла.

Вода после контактного взаимодействия из поддона 5 с помощью циркуляционного насоса 10 проходит через конденсаторный теплообменник 21. Здесь происходит нагрев воды за счет отбираемой теплоты в испарителе 22 из воды, поступающей после теплообменников 8, 13 и 15, а также части энергии, расходуемой на привод компрессора 23.

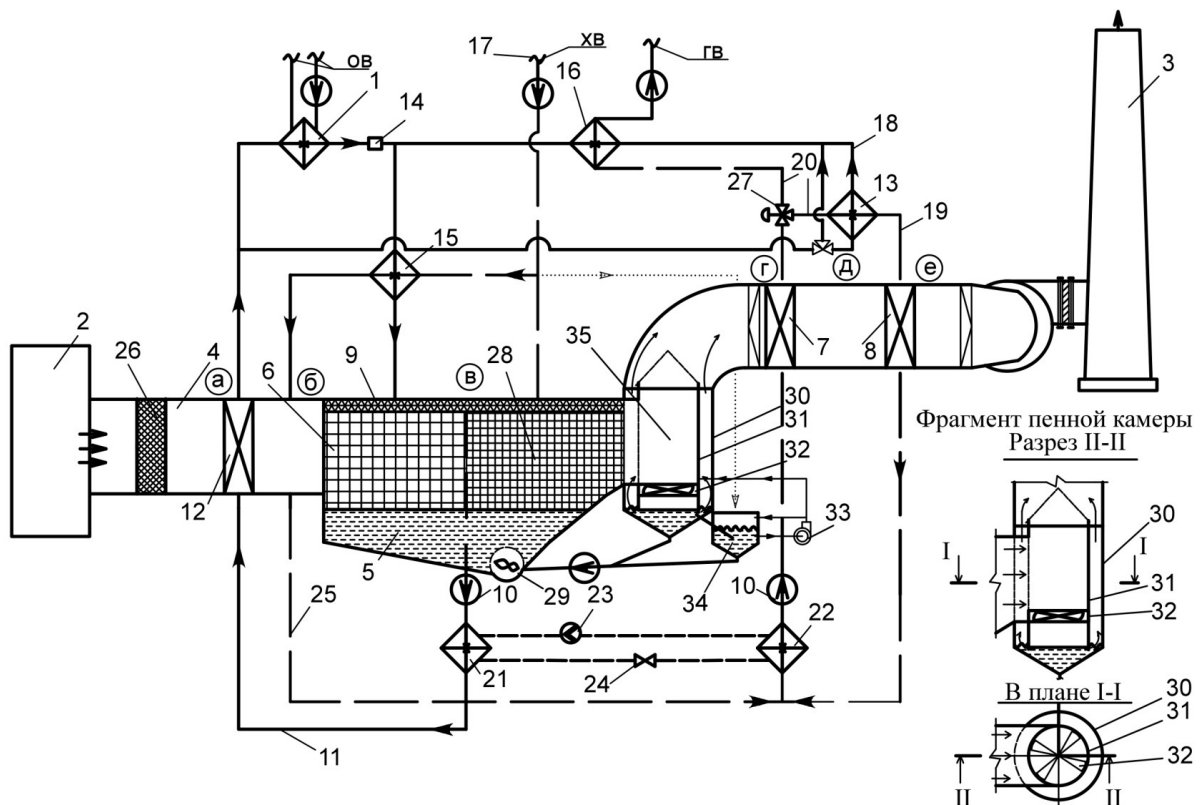


Рис.1. Схема усовершенствованной системы контактно-рекуперативного отбора и трансформации теплоты из отходящих газов.

Условные обозначения: 1-теплообменник нагрева воды для отопительно-вентиляционных систем; 2-газоход (после традиционной очистки отработанных газов из вращающейся печи); 3-дымовая труба; 4-газоход (после тонкой очистки отработанных газов); 5-поддон для сбора воды в контактной камере; 6-первая контактная камера предварительного увлажнения; 7-теплообменник доохлаждения газа; 8-подогреватель; 9-ороситель; 10-циркуляционные насосы; 11, 18, 19, 20-трубопроводы; 12-теплообменник предварительного охлаждения газов; 13, 15, 16-теплообменники; 14-дрессель; 17-трубопровод подачи исходной холодной воды; 21-конденсатор; 22-испаритель; 23-компрессор; 24-дрессельный вентиль; 25-трубопровод подачи воды на горячее водоснабжение; 26-фильтр тонкой очистки; 27-трехпозиционный регулятор расхода жидкости; 28-вторая контактная камера; 29-дренаж; 30-внешний цилиндрический элемент; 31-внутренний цилиндрический элемент; 32-завихритель; 33-шламовый (циркуляционный) насос; 34-промежуточная емкость; 35-завихрительное устройство.

Особенность функционирования термотрансформаторного цикла заключается в полезной работе не только испарителя 22, но и конденсаторного теплообменника 21. В испарителе 22 теплоноситель охлаждается до максимально возможной для воды низкой температуры, что необходимо для высокоэффективной работы теплообменника 7. В конденсаторе 21 осуществляется дальнейший нагрев контактирующей воды для повышения эффективности работы как теплообменников 12, 1, 13 и 16, так и теплообменника 15. После конденсатора вода с повышенной температурой и неизменным расходом после теплообменника 12 разделяется на два параллельно работающих рециркуляционных контура. Первая часть общего потока после прохождения через рекуперативный теплообменник 1 направляется в теплообменник 15, а затем в контактную камеру 9. Вторая часть подогретой воды после прохождения через теплообменники 13 и 16 по трубопроводу 18 поступает в тот же ороситель 9.

Для поддержания работы системы в летний период года, когда нагрузка на отопительные нужды минимальна, предусмотрена скорретированная конструкция контура технической воды, где вся техническая вода, идущая по трубопроводу 11, подается в теплообменник 13, после чего поступает в ороситель 9.

Ввиду относительно высокой стоимости оборудования парокompрессионных тепловых насосов, применяемых в качестве высокоэффективных средств энергосбережения, представляет интерес соотношение энергетической компоненты теплонасосной установки в общем потоке утилизируемой теплоты, генерируемой в разработанной системе теплоснабжения. Из анализа разработанной контактно-рекуперативной системы с термотрансформаторной составляющей охлаждения отработанных газов вращающейся печи, рис 1, следует, что энергетический поток теплонасосной составляющей относительно общей мощности утилизируемой теплоты может быть представлен в следующем виде

$$\bar{Q}_{\text{ТН}} = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{г}}} = \frac{G_{\text{п}} c_{\text{в}} (t_{\text{к}} - t_{\text{м}})}{G_{\text{г}} c_{\text{г}} (t_{\text{г}} - t_{\text{yx}})}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{п}}$ и $Q_{\text{г}}$ – соответственно теплота нагреваемого энергоносителя, проходящего через конденсатор, и общая теплота охлаждения отработанного газа, Вт,

$G_{\text{п}}$ и $G_{\text{г}}$ – расходы проходящего энергоносителя через конденсатор и отработанных газов, кг/с,

$t_{\text{к}}$ и $t_{\text{м}}$ – конечная температура нагрева теплоносителя в конденсаторе и температура смеси воды, поступающей из поддона системы, °С,

$t_{\text{г}}$ и t_{yx} – начальная и конечная температура отработанных газов, °С.

Следуя анализу структурно-функциональной взаимосвязи элементов предложенной системы, рис 1, а также закономерности распределения

нагреваемой воды при взаимодействии с низкотемпературным газом следует, что на исходный технологический цикл подогретая вода поступает с расходом $G_{\text{техн}}$ в соотношении Θ относительно того расхода теплоносителя $G_{\text{п}}$, который направляется для дальнейшего нагрева из поддона в конденсатор. Поэтому, пренебрегая незначительным влиянием изменения расхода сконденсировавшихся водяных паров из газов в общем потоке нагреваемой среды, справедливо соотношение

$$G_{\text{техн}} = G_{\text{хв}} - G_{\text{гв}} = \Theta G_{\text{п}}. \quad (2)$$

Принимая во внимание взаимосвязь соотношения расхода отработанного газа $G_{\text{г}}$ и общего расхода нагреваемой среды в контактных камерах ($G_{\text{к1}} + G_{\text{к2}}$) в виде $a = G_{\text{г}} / (G_{\text{к1}} + G_{\text{к2}})$, взаимосвязь расходов газового потока $G_{\text{г}}$ и проходящего теплоносителя через конденсатор $G_{\text{п}}$ представляется следующим соотношением при соответствующем упрощении в виде

$$G_{\text{г}} = a(G_{\text{к1}} + G_{\text{к2}}) = a[(G_{\text{хв}} - G_{\text{гв}}) + G_{\text{п}}] = a(1 + \Theta) G_{\text{п}}. \quad (3)$$

В результате теплонасосная составляющая (1) с учетом (3) приобретает следующий вид

$$\bar{Q}_{\text{тн}} = \frac{G_{\text{п}} c_{\text{в}} (t_{\text{кд}} - t_{\text{м}})}{G_{\text{п}} a (1 + \Theta) c_{\text{г}} (t_{\text{г}} - t_{\text{yx}})} = \frac{c_{\text{в}} (t_{\text{кд}} - t_{\text{м}})}{a (1 + \Theta) c_{\text{г}} (t_{\text{г}} - t_{\text{yx}})}. \quad (4)$$

Следует отметить, что диапазон рациональных соотношений греющей и нагреваемой среды a для отработанных газов с начальной температурой $t_{\text{г}}$ был ранее установлен в работе [10]. Из определения физического смысла соотношения $\Theta = \frac{G_{\text{техн}}}{G_{\text{п}}}$ следует, что, например, при

$\Theta=1$ соблюдается равенство распределяемых расходов воды из поддона для технологического назначения $G_{\text{техн}}$ и поступающего $G_{\text{п}}$ для последующего подогрева в конденсаторе и для предельно возможного нагрева в теплообменнике предварительного охлаждения газа, обеспечивающего высокоэффективный рекуперативный нагрев воды систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Таким образом очевидно, что для анализа работы предложенной системы диапазон его реального соотношения Θ следует рассматривать в пределах $0,5 \div 2$, то есть при их соотношении в диапазон $(1/2 \div 2/1)$.

Графическая интерпретация теплонасосной составляющей теплового потока $\bar{Q}_{\text{тн}}$ согласно уравнению (4) в зависимости от соотношения расходов энергоносителей на технологическое теплотребление и через конденсатор Θ при работе термотрансформаторной системы иллюстрируется на рис. 2 при следующих исходных данных: $t_{\text{г}}=100$ и 60 °С в условиях $\beta=0,5$, при котором $a=2,6$ и $3,35$ для анализируемых температур нагрева воды в конденсаторе до $t_{\text{кд}}=60$ и 80 °С (для $t_{\text{г}}=100$ °С) и $t_{\text{кд}}=45$ и 55 (для $t_{\text{г}}=60$ °С) при соответствующих значениях $t_{\text{м}}=37,5$ и $32,5$ °С.

Из графиков закономерно следует, что теплонасосная составляющая в общем потоке генерируемой теплоты для усовершенствованной схемы

системы теплоснабжения, рис.1., находится в пределах $0,22 \div 0,45$ при соответствующих начальных температурах низкотемпературных газов 100 и 60 °С в характерных условиях работы с равным соотношением расходов воды ($\Theta=1$) для технологического и коммунально-бытового назначения. Очевидно также, что теплонасосная компонента существенно снижается при увеличении отбора теплоты на технологическое потребление при повышении интенсивности строительного-технологического производства в весенний и летний периоды года, что удачно согласуется со снижением теплового потока для систем коммунально-бытового теплоснабжения в процессе их эксплуатационного регулирования.

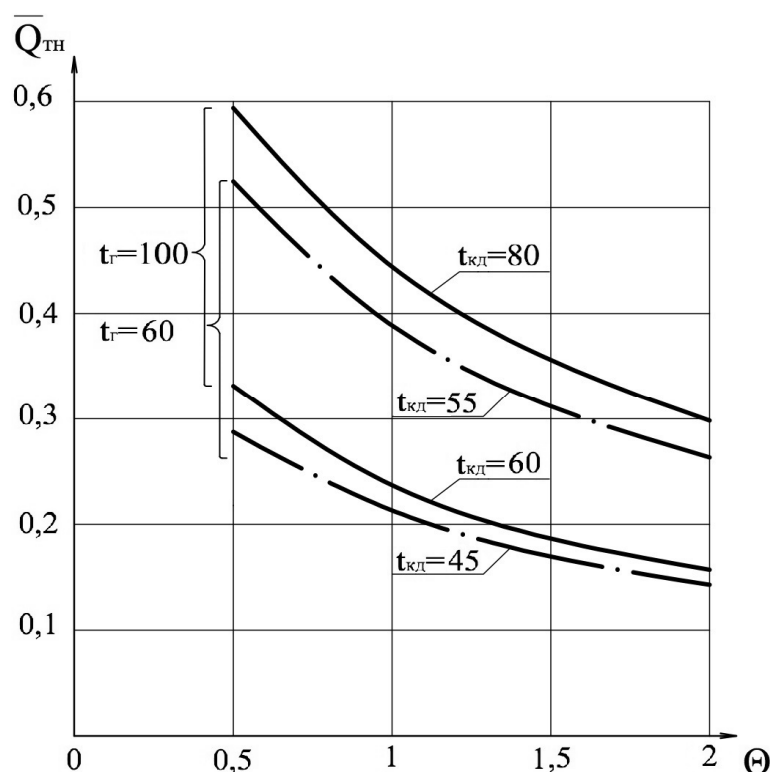


Рис.2. Зависимость энергии теплонасосной составляющей в общем потоке утилизируемой теплоты в системе от соотношения распределения расходов нагретой воды из поддона для технологического и коммунально-бытового назначения при соответствующем расходе отработанных газов:
 — - $t_{кд}=60$ и 80 °С при $t_{г}=100$ °С; - · - · - $t_{кд}=45$ и 55 °С при $t_{г}=60$ °С.

Сопоставительный анализ подтверждает, что энергия теплонасосной компоненты в суммарном утилизируемом тепловом потоке является незначительной величиной, как для усовершенствованной системы, так и для ее базовой структуры в условиях преобладания теплового потока теплотехнологического назначения.

Полученный результат дополнительно подтверждает технико-экономическую целесообразность применения разработанных термотрансформаторных систем для промышленного теплоснабжения, обладающих повышенными возможностями энергосбережения в

технологии производства строительных материалов и изделий на основе утилизации теплоты отработанных низкотемпературных газов.

Выводы. Теплонасосная составляющая теплового потока существенно снижается при возрастании отбора теплоты на технологическое потребление. Усовершенствованный вариант базовой системы отбора теплоты из отработанных газов, предусматривающий подогрев теплоносителя с неизменным расходом после конденсатора в рекуперативном теплообменнике предварительного охлаждения газов более эффективен по сравнению с исходным вариантом по теплонасосной составляющей. Для него теплонасосная компонента энергетического потока составляет $0,22 \div 0,45$ при начальной температуре низкотемпературных газов 100 и 60 °С для характерных соотношений равенства расходов воды на технологическое и коммунально-бытовое теплоснабжение.

Литература

1. *Ходоров Е. И.* Печи цементной промышленности Л.: Изд. Литературы по строительству, 1968г, 456с.
2. *Древицкий Е. Г. и др.* Повышение эффективности работы вращающихся печей М.:Стройиздат, 1990,с.225.
3. *Онацкий С.П.* Производство керамзита М.: Стройиздат, 1987г. 333с.
4. *Аронов И. З.* Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа – Недра, 1978, 280 с.
5. *А.А. Хавин, Н. П. Очеретянко и С. М. Комков* Установка для утилизации тепла и очистки дымовых газов АС СССР №865345– Опытное конструкторское-технологическое бюро по интенсификации теплообменных процессов Института технической теплофизики АН УССР, 1985, 3 с.
6. *Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В. и др.* Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа – ИТТФ, Промышленная теплотехника, т. 30, №3, 2008,
7. *М.М.Полунин, В.Д.Петраш.* Совместная работа теплоутилизирующего комплекса обжиговой вращающейся печи и теплотребляющих систем // Известия вузов. Строительство.– Новосибирск.– 1996.–№11.–С.90-94.
8. *Семенюк Л.Г., Михайлов А.А. и др.* Комплексная система утилизации тепла уходящих газов, Ж. Промышленная энергетика №2, 1991, с. 38-40;
9. *Губарь В.Ф., Лукьянов А.В., Гуцин А.М.* Пути и методы утилизации тепла отходящих газов печей обжига клинкера при мокром способе газоочистки. – «Новые технологические решения для

строительной промышленности Донбасса». Сб. научных трудов, К.: УМК ВО, 1989, с. 140.

10. *Петраш В.Д., Полунин Ю.Н.* Отбор и трансформация энергии отработанных газов вращающихся печей для промышленного теплоснабжения / Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2013. - №6. – С. 59-66

11. *Лукьянов А.В.* Многоступенчатая схема мокрой очистки вентиляционных выбросов в условиях цементного производства, авторефер. дис. канд.техн.наук: 05.23.03 / Макеевский инженерно-строительный ин-т. — Макеевка, 1993. — 18 л.

12. *Клименко В.Н.* Некоторые особенности применения пароконденсационных тепловых насосов для утилизации сбросной теплоты отопительных котлов, Ж. Промышленная теплотехника № 5, 2011, с 42-48.

ТЕПЛОНОСНА СКЛАДОВА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТОКУ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ОХОЛОДЖЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

В. Д. Петраш, Ю. М. Полунін

Дослідженням встановлено, що вдосконалений варіант базової системи відбору теплоти з відпрацьованих газів, який передбачає підігрів теплоносія з незмінною витратою після конденсатора у рекуперативному теплообміннику попереднього охолодження газів є більш ефективним в порівнянні з вихідним варіантом по теплонасосній складовій, для характерних умов дорівнює 0,22-0,45

HEAT PUMP COMPONENT OF THE ENERGY FLOW IN THE HEATINGSUPPLY SYSTEM BASED ON THE COOLING OF EXHAUST GASES.

V. Petrash, Y. Polunin

The study found, that an improved version of the basic heat selection system from the exhaust gases, that comprises heating the coolant with a constant flow consumption after the condenser in the recuperative pre-cooling gas heat exchanger is more effective in comparison with the original version in the area of heat pump component, for typical conditions it is equal to 0,22-0,45

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ СИСТЕМ ПАРПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ПРИ ЗАМІНІ РЕДУКЦІЙНО- ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ ВУЗЛІВ НА ТУРБІНИ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Активним заходом з енергозбереження в умовах енергетичної залежності України та постійного дефіциту паливних ресурсів можна вважати використання парових турбін малої потужності, які потенційно можливі до застосування в процесах утилізації надлишків енергії водяної пари. Таким чином, актуальним є дослідження потенціалів та подальше застосування комплексних систем генерації електричної та теплової енергій при заміщенні редуційних та редуційно-охолоджувальних установок в системах паропостачання промислових підприємств на базі існуючого обладнання.

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії стали останнім часом одним із найважливіших критеріїв сталого розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання. Головними причинами такої уваги є очікуване вичерпання запасів органічних видів палива, різке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світовому спільноту.

Одними з найменш дослідженими є питання енергозбереження, пов'язані з установкою парових турбін малої потужності, які можуть бути класифіковані наступним чином: заміна процесу дроселювання пари в редуційно-охолоджувальних установках на процес розширення пари в турбіні; використання надлишків встановлених парогенеруючих потужностей промислових ТЕЦ; зниження параметрів теплоносіїв з надмірно високим потенціалом, що відправляються на вироблення теплоти; використання надлишків пари на підприємстві шляхом поетапного відбору їх у споживачів (використання струменевих компресорів, скидання надлишків пари в парову турбіну з регульованим відбором); перетворення котелень у міні ТЕЦ; підвищення техніко-економічних показників функціонування ТЕЦ малої потужності, особливо в літній період.

Суттєвого перегляду потребують і схеми паропостачання промислових підприємств. З огляду на те, що перепад тисків пари не використовується, а місце мають процеси дроселювання пари, доцільним буде застосування сучасних парових турбін малої потужності [1]. Крім

цього для загального покращення роботи систем паропостачання і підвищення ефективності окремих її елементів доцільним буде використання установок сепарації пари, інтенсифікація отримання пари вторинного скипання.

Таким чином загальним перспективним та необхідним напрямком є підвищення енергетичної та ексергетичної ефективності об'єктів парового теплопостачання шляхом заміни процесів дроселювання альтернативними процесами динамічного зниження тиску з виконанням технічної роботи (при використанні газових та парових турбін малої потужності). Детальніше задачі по напрямку можуть бути окреслені наступним чином: огляд перспективних об'єктів парового теплопостачання і їх схемних рішень, оцінка теоретичних потенціалів енергозбереження, аналіз технічної системи вироблення електроенергії в процесі динамічного зниження тиску, аналіз існуючих електрогенеруючих потужностей України з визначенням граничних порогів економічної доцільності експлуатації, дослідження впливів параметрів (температури, тиску та вологості) та витрат (робота в маневрових режимах) пари на ефективність турбінних установок малої потужності, дослідження процесів відділення вологи в двофазних середовищах та власне розробка енергоефективних принципових схем систем паропостачання.

Частина задач вже вирішувалась колективом авторів та публікувалися в ряді видань, основні результати та висновки з яких наведені нижче.

Визначення та дослідження критеріїв ефективності виробництва електроенергії на ТЕС України, дослідження технічного стану та енергетичних показників енергоблоків ТЕС, що знаходяться в експлуатації в Україні (на базі статистичного матеріалу по роботі діючих теплових електростанцій), дослідження динаміки цін та собівартості енергетичного вугільного палива в Україні та власне визначення граничного значення питомої витрати умовного палива на відпуск електричної енергії, як параметра, що визначає економічну доцільність заміни електрогенеруючого обладнання ТЕС детально розкрито в [2]. Значення величини граничного порогу економічно доцільної експлуатації склало $456,7 \pm 45,7$ г у.п./кВт·год виробленої електроенергії. Таке значення досягається в 2017 році.

Базові техніко-економічні показники впровадження класичних парових турбін малої потужності замість редуційно-охолоджувальних установок (РОУ) типового ряду наведені в [3]. Досяжний економічний ефект від впровадження парових турбін малої потужності при заміні РОУ в циклах паропостачання промислових підприємств складає від 80 грн/год (для РОУ 2,5) до 2350 грн/год (для РОУ 100).

Дослідження пристроїв розділення двофазного середовища з подвійним відведенням рідкої фази проведено в [4]. Ступінь сухості пари на досліджуваному експериментальному відцентровому сепараторі з

подвійним відведенням рідкої фази склала 0,984-0,998 і залишалась стабільною в маневрових режимах (в рамках дослідження 15-45 м/с в тангенціальному ввіді до сепараційного пристрою).

Нижче наводимо огляд перспективних об'єктів парового теплопостачання та оцінку теоретичних потенціалів енергозбереження, проведеного в рамках натурних досліджень колективом авторів. Огляд деяких парових турбін малої потужності, які доступні в рамках лінійного виробництва наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Огляд сучасних парових турбін малої потужності

Виробник	ПАТ «Калузький турбінний завод»	ПАТ «Пролетарський завод»	ПАТ «Електро-технічна корпорація»	ПАТ «Криворізький турбінний завод «Констар»
Найменування	ТГ 0,5А/0,4Р 13/3,7	ПТГ Р-0,6-15/3	ПРОМ 500/1500-Е-14/3	ПТУ 250-14/5
Тип установки	Паротурбо-генератор	Паротурбо-генератор	Парова роторна машина	Паротурбо-генератор
Потужність, кВт	500	600	500	250
Редуктор	Є	Є	Ні	Ні
Номінальний тиск пари до турбіни, МПа	1,3	1,5	1,4	1,4
Номінальна температура пари до турбіни, °С	250	350	194	250
Тиск пари після турбіни, МПа	0,37	0,3	0,3	0,5
Температура пари після турбіни, °С	-	230	132	170
Витрата пари, т/год	13,2	9	9,1	10
Маса (з генератором), т	9,39	10	5,7	4
Довжина, мм	4235	5110	2810	3330
Ширина, мм	2130	2100	1100	1800
Висота, мм	2270	3110	1205	1235

В таблиці 2 подаються класичні параметри пари технологічних ліній.

Таблиця 2

Характерні технологічні параметри пари різних технологічних процесів

Технологічні споживачі водяної пари	Тиск, МПа	Температура, °С
Автоклави циліндричні (ніздрюватий бетон та пінобетон)	до 1,6	до 210
Ямна пропарювальна камера (ЗБ вироб): - одностороння - двостороння	0,05	80-90 до 100
Тунельні стерилізація та пастеризація (харчова промисловість)	0,2	121-150
Сушильні камери (деревообробка)	0,15-0,3	115-160
Модуль дезодорації (етап рафінації олії)	0,3-0,67	220-230
Установка асептичної консервації (харчова)	0,1-0,3	до 140
Ланцюгові пляшкомиючі машини	0,3	130
Варильні котли (кондитерська промисловість)	0,2-0,6	108-112
Круглосіткові циліндричні вали (сушіння паперу)	0,5-0,6	160-165
Бункери підігріву інертних речовин (пісок, глина і т.п.)	0,4	150
Пропарювальна камера (тротуарна плитка)	0,1	85-90

Мінімальна витрата пари, необхідна для роботи найменшої в типоряді протитискової турбіни типу Р без регульованого відбору пари складає 21,7 т/год. Таким чином по результатам обстеження ряду підприємств та літературному пошуку автор виділяє діапазон витрат пари на рівні 4-22 т/год, які можуть бути цікавими в рамках дослідження. Витрати пари, нижчі за вказаний діапазон практично не мають місця або забезпечуються місцевими парогенераторами, а у випадку наявності таких – працюють в сильно маневрових режимах. Витрати пари, вищі за вказаний діапазон відповідають роботі класичних енергетичних турбін.

Таблиця 3

Параметри пари, отримані при натурних обстеженнях

	Кременчуцький завод технічного вуглецю	Морський торговий порт «Южний»	Зміївська ТЕС
Витрата пари, т/год	1x5..12 т/год	2x4 т/год	2x20, 4x60 т/год (сильно маневровий режим)
Перепад тиску РОУ	16 Ат – 4 Ат	16 Ат – 2 Ат	150 Ат – 20 Ат
Досяжна потужність	0,5 МВт	2x0,2 МВт	25 МВт

Подібний діапазон витрат та параметрів пари був також підтверджений рядом натурних обстежень, основні результати яких подані в таблиці 3.

Для дослідження можливості заміни РОУ на комплекс динамічного зниження тиску створено експериментальний стенд (рис. 1), який дозволяє проводити експериментальні дослідження ефективності роботи аксіальної газової турбіни Garret GTB1549V при роботі насиченим та перегрітим паром.

Результатами експериментальних досліджень стала перевірка на спроможність роботи газових турбін малої потужності насиченим та перегрітим паром. Досяжні електричні коефіцієнти корисної дії установки на даний час склали від 35 до 62% в маневрових режимах. Варто зауважити, що мова не йде про ККД циклів (на кшталт КПД циклу ТЕС чи АЕС, які складають від 20 до 35%): фактично отримані значення є внутрішнім коефіцієнтом корисної дії досліджуваної турбіни. Очевидно, що отримані показники є значно нижчими ніж для класичних енергетичних турбін (внутрішній ККД яких складає до 95%). Проте слід пам'ятати, що в у випадку заміни РОУ маємо справу з «надлишковою» енергією, яка на даний час втрачається на зміну структури потоку при дроселюванні.

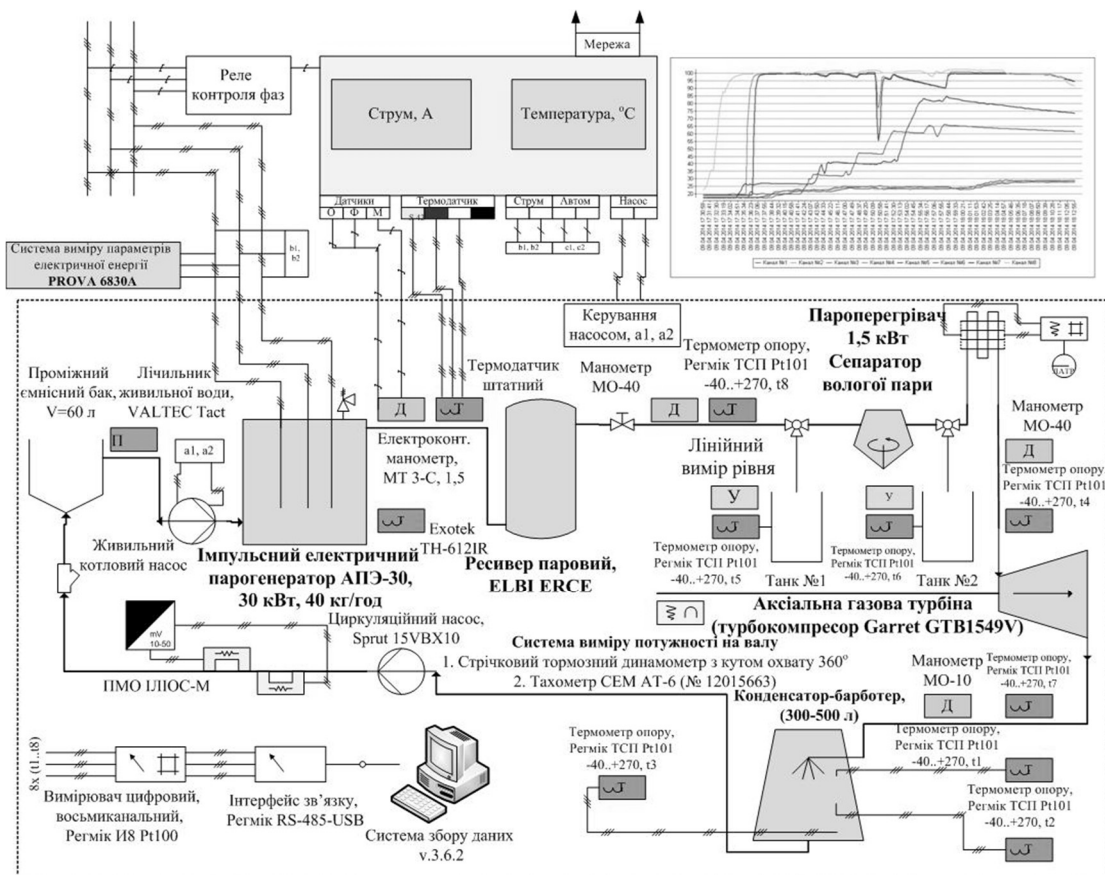


Рис. 1. Схема експериментального стенду для дослідження ефективності роботи пристроїв динамічного зниження тиску

Література

1. *Кирюхин В.И. и др.* Паровые турбины малой мощности КТЗ. М.: Энергоатомиздат. 1987 г. - 386 с.
2. *Падерно Д.Ю., Погосов О.Г.* Визначення порогу граничної економічної доцільності подовження експлуатації обладнання теплових електростанцій. Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: Материалы XXII международной конференции (8-12 июня 2012 г., г. Ялта, пгт. Кореиз)/Институт промышленной экологии. - К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2012. - 256 с.
3. *Малкін Е.С., Погосов О.Г.* Методика техніко-економічного обґрунтування впровадження парових турбін малої потужності в системах теплопостачання промислових підприємства результати її розповсюдження на типові редуційно-охолоджувальні установки. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: науково-технічний збірник. – Вип. 17/відповідальний редактор Е.С. Малкін. – К.: КНУБА, 2014. – 148 с.
4. *Погосов О.Г., Малкін Е.С.* Експериментальні дослідження ефективності відцентрових сепараційних пристроїв з подвійним відведенням рідкої фази. Актуальні проблеми систем теплогазопостачання і вентиляції, водопостачання і водовідведення. Зб. Наук. праць/ Уклад. М.Д. Кізеєв, О.С. Новицька. – Рівне: НУВГП, 2015. – 198 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА СИСТЕМ ПАРΟΣНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ЗАМЕНЕ РЕДУКЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ НА ТУРБИНЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

А. Г. Погосов

Активным средством энергосбережения в условиях энергетической зависимости Украины и постоянного дефицита топливных ресурсов можно считать использование паровых турбин малой мощности, которые потенциально возможны к применению в процессах утилизации избытков энергии водяного пара. Таким образом, актуальной задачей является исследование потенциалов и последующее применение комплексных систем генерации электрической и тепловой энергий при замещении редуцированных и/или редуционно-охладительных установок в системах пароснабжения промышленных предприятий на базе существующего типового оборудования.

**THE RESEARCH OF POTENTIAL OF INDUSTRIAL ENTERPRISES
STEAM SUPPLY SYSTEMS WITH SMALL STEAM TURBINES IN
PLACES OF PRESSURE-REDUCING COOLING UNITS**

Aleksandr G. Pogosov

Active means of energy saving in terms of energy independence of Ukraine and the persistent deficit of fuel resources can be considered as the use of steam turbines of small capacity, which is potentially possible to use in the process of disposing of excess energy of steam. Thus, the urgent task is to investigate the potentials and the subsequent application of the integrated systems of electricity and thermal energy generation by substituting of the reduction and/or reducing-cooling installations of industrial enterprises steam supply systems based on existing types of equipment.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті запропоновано використання теплонасосних установок типу «повітря-вода» в системах вентиляції і кондиціонування повітря. Показано переваги такого рішення у порівнянні з традиційними системами забезпечення мікроклімату громадських будівель.

Ключові слова: повітря, вода, система, вентиляція, кондиціонування повітря, тепловий насос, кільцева система, енергоефективність, теплова потужність, холодопродуктивність

Постановка проблеми. Враховуючи обмежені власні запаси вуглеводневого палива, суттєве підвищення цін на імпортовані енергоносії, постійне зростання потреби в теплоті, підґрунтям енергетичної політики у галузі теплопостачання має стати енергозбереження у сфері споживання і докорінне підвищення енергоефективності у сфері генерації, транспорту та розподілу теплоти. Реалізація енергозберігаючих заходів у секторі споживання передбачає перехід на сучасні норми та стандарти у громадському будівництві, у першу чергу, у сфері будівництва та реконструкції житлового фонду, у всіх галузях промисловості.

Головним напрямом розвитку систем розподілу та споживання теплоти має стати зниження рівнів споживання природних палив за рахунок підвищення ефективності їх використання, розвитку систем теплопостачання на базі електричної енергії, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, природних теплових ресурсів тощо [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У більшості приміщень громадських будівель під час експлуатації виділяються в навколишнє середовище різними джерелами значні теплонадлишки, які зазвичай безповоротно втрачаються шляхом відводу їх системами витяжної вентиляції в атмосферу. При влаштуванні систем водяних теплових насосів ці теплонадлишки можна використати – за рахунок цього експлуатаційні витрати можуть бути знижені до 20-40% в порівнянні з іншими опалювально-кліматичними системами. Джерелами внутрішньої теплової енергії будівлі можуть насамперед виступати :

- електросвітильники;
- офісні працівники, відвідувачі тощо;
- комп'ютерна та оргтехніка;
- технологічне обладнання та устаткування;
- сонячна радіація;

- повітря витяжних вентиляційних систем з механічним спонуканням.

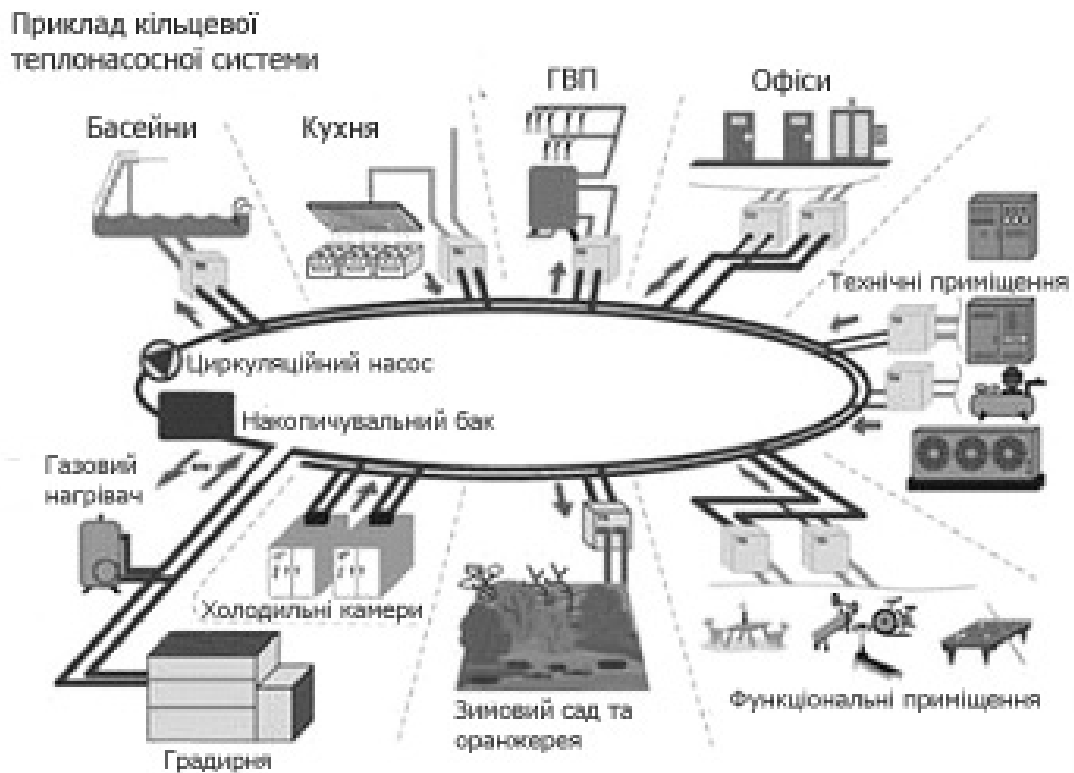


Рис.1. Кільцева система

Існують також і інші джерела надлишкової теплоти в будівлі, проте вищевказані є найбільш значущими. При застосуванні системи WLHP вся ця теплота може бути відібрана в приміщеннях, які вимагають охолодження, і передана у приміщення, котрі потребують опалення. За рахунок цього можна досягти значного зменшення експлуатаційних витрат. Також відомі приклади використання внутрішньої енергії від технологічних систем будівлі (наприклад, господарського-побутового водовідведення) з постійною емісією теплоти. Система WLHP дозволяє, в свою чергу, включати в загальний водяний контур практично будь-якого споживача, одночасно впорядковуючи інженерні системи.

Формулювання мети статті. Обґрунтувати можливість застосування теплонасосних установок типу «повітря–вода» для утилізації надлишкової теплоти у приміщеннях громадських будівель з метою зменшення теплової потужності, а відповідно, і споживання органічного палива яке є основним джерелом теплоти будівлі.

Основна частина. Теплові насоси в системі WLHP функціонують як опалювально-кліматичні елементи, що створюють систему для утилізації теплової енергії (Heating Recovery System), яка в традиційних системах безповоротно видаляється в атмосферу. Система WLHP складається з індивідуальних агрегатів типу тепловий насос «вода/повітря», з'єднаних між собою замкнутим водяним контуром. Вода, що циркулює в цьому контурі,

виконує функцію теплоносія, а також перерозподіляє енергію між різними приміщеннями будівлі, будучи водночас джерелом т.зв. низькопотенційної теплоти. У нашому випадку чинна теза, що теплонадлишки у приміщеннях будівлі можна розглядати не чим іншим як низько потенційними джерелами теплоти.

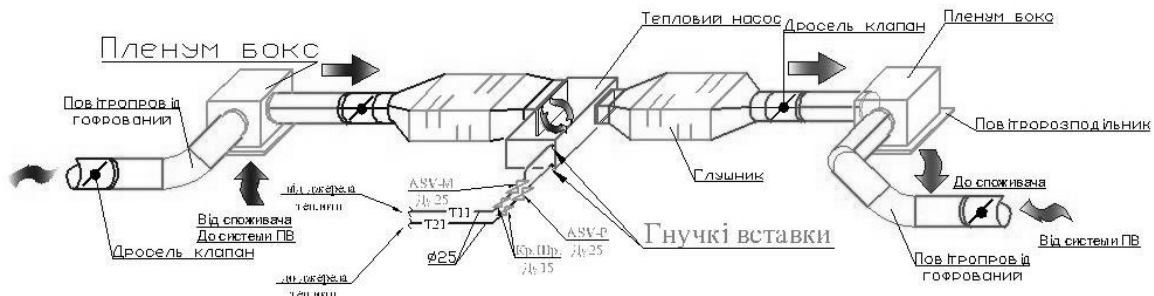


Рис. 2. Тепловий насос

Розглядаючи системи інженерного забезпечення мікроклімату громадської будівлі можна виділити три основні варіанти функціонування будівлі в залежності від періоду року:

1. В теплий період року приміщення будівлі потребують охолодження – надлишок теплоти відбирається тепловими насосами і передається, наприклад, за допомогою води, циркулюючій в замкнутому контурі, до зовнішньої системи охолодження (чиллеру, градирні тощо).

2. В холодний період року слід компенсувати тепловтрати (приміщення будівлі необхідно опалювати) – відібрана від джерела енергії теплота має бути передана циркулюючій в замкнутому контурі воді і розподілена індивідуально в окремих приміщеннях в залежності від потреби за допомогою теплових насосів. У випадку перевищення тепловтрат від можливих теплонадходжень їх компенсація відбувається за допомогою традиційних теплогенеруючих установок або поновлювальних джерел.

3. У певні періоди року частину приміщень будівлі слід опалювати, а частина – потребує охолодження. У цей час теплові насоси абсорбують зайву теплоту і вона надходить до приміщень, які вимагають обігріву. Залежно від кількості надлишкової теплоти, яка може бути утилізована, при певній температурі зовнішнього повітря встановлюється стан рівноваги теплової системи. Це означає, що немає необхідності ні в догріванні, ні в охолодженні циркулюючої в контурі рідини.

Рівень теплової рівноваги досягається при температурі води в замкнутому контурі в межах близько $+(16...36) ^\circ\text{C}$. При нижчих значеннях температури (в холодний період року) тепла енергія надходить від додаткового джерела теплоти у водяний контур для того, щоб утримати її у вказаному вище діапазоні. В теплий період року надлишок теплоти видаляється з водного контуру за допомогою охолоджувачів – температура

не повинна перевищити $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такий діапазон температур для води в замкнутому контурі гарантує повну функціональність встановленого обладнання, що означає, що кожен тепловий насос в стані забезпечити надходження підігрітого або охолодженого повітря в кожне з приміщень, які обслуговуються даною системою.

Виконані розрахунки показали достатню ефективність пропонуваніх рішень – теплова потужність теплогенеруючої установки може бути зменшена до 50 % від потреби. Такий підхід до проектування став можливий у зв'язку з додаванням до зведеного балансу теплової потужності всіх компресорів теплових насосів. Варто зазначити, що завдяки цьому відбувається зменшення як капітальних, так і експлуатаційних витрат, а також викидів забруднюючих речовин – продуктів згоряння палива – в атмосферне повітря.

Джерелом холоду в такій системі можуть бути, наприклад, мокрі градирні закритого типу. Як правило, таке обладнання розташовують на даху будівель. З метою уникнення перенесення вібрації від агрегатів на несучі конструкції споруди слід виконати антивібраційний захист.

Градирні були підібрані на підставі суми розрахункових потужностей теплових насосів і споживаної електричної потужності теплових насосів. Так як дане устаткування встановлене зовні будинку, то для захисту від заморожування в холодний період року у замкнутому гідравлічному контурі необхідно використовувати водно-гліколеві розчини.

В якості такого обладнання можуть бути запропоновані теплові насоси типу GRN Ultra Quiet фірми Climate Master горизонтального виконання, з'єднані між собою водяним контуром зі сталевих труб на зварних з'єднаннях. Гідравлічна система обв'язки теплових насосів виконана як двотрубна система з магістральними стояками і контурами на кожному поверсі будівлі.

Приєднання окремих теплових насосів на кожному поверсі виконано по системі з попутним рухом води і додатковими регуляторами потоку при кожному тепловому насосі. Навіщо? Теплові насоси працюють в системах водяних контурів і вимагають ретельного регулювання витрати води. Це основна умова правильності роботи обладнання.

Як можна побачити, у стовпці «витрата» незалежно від температури надходить в тепловий насос води, є жорсткі діапазони роботи насоса залежно від витрати води. Агрегат не працюватиме при витраті води нижче 0,095 л/с. Занадто мала витрата призводить до зростання тиску конденсації хладону холодильного контуру до критичного рівня і аварійного вимкнення агрегату. Те ж саме відбувається при перевищенні витрати води понад 0,189 л/с. У цьому випадку відбувається падіння тиску конденсації хладону в холодильному контурі до небезпечно низького рівня і, відповідно, аварійне вимкнення агрегату.

Технічна характеристика тепловий насос типу «вода-повітря» GRH 012
виробництва Climate Master
(США)

GRH 012 ClimateMaster, Oklahoma, USA

Температура води на подачу в тепловий насос	Витрата мін/сер/макс л/с	Охолодження температура повітря Вх: д 27 / ви х: д 19 °С		Опалення Температура повітря на вході в тепловий насос 20 °С	
		Повна холодопотужність кВт	Енергетична ефективність EER, Вт/Вт	Теплова потужність кВт	Коефіцієнт перетворення COP, Вт/Вт
-5	0,095	Не рекомендований діапазон		2,03	2,79
	0,145			2,03	2,79
	0,189			2,03	2,79
0	0,095	3,48	6,13	2,16	2,90
	0,145	3,60	6,69	2,23	2,98
	0,189	3,66	6,93	2,26	2,98
20	0,095	2,77	3,65	3,28	3,63
	0,145	2,89	3,97	3,39	3,69
	0,189	2,94	4,16	3,45	3,71
35	0,095	2,17	2,28	Не рекомендований діапазон	
	0,145	2,29	2,51		
	0,189	2,34	2,62		

Вищеописаний аналіз роботи теплових насосів, що працюють в системі водного контуру, показує наскільки важливе забезпечення необхідної витрати води через теплообмінник. Для досягнення необхідної витрати обов'язковим є застосування ефективних регулюючих елементів. Наприклад, можуть бути запропоновані регулятори потоку типу Frese Alpha датського виробника Frese.

Для визначення ефективності пропонованих рішень щодо застосування теплових насосів в системах вентиляції та кондиціонування повітря нижче приведено результати техніко-економічного порівняння з аналогічними за функціональним призначенням системами.

Порівняльна характеристика вартості

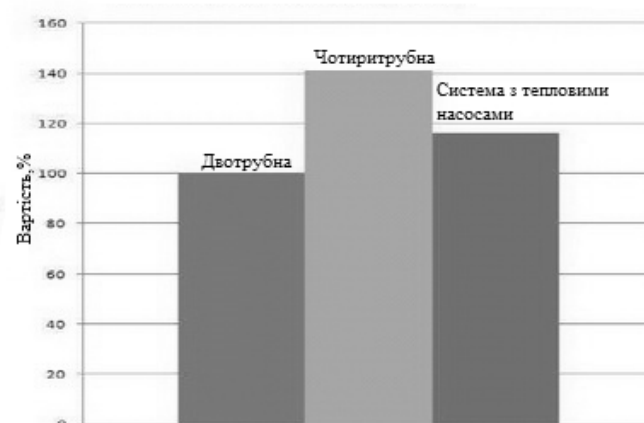


Рис.3. Порівняння вартості системи

Можна впевнитися, що інвестиційна вартість пристрою системи WLHP опинилася на близько 25 % нижче, ніж функціонально тотожної системи на 4-трубних фанкойлах.

Висновки. Загальні переваги системи WLHP:

1. Використання теплонадлишків будівлі шляхом перерозподілу їх в приміщеннях. Ця енергія безповоротно втрачається в інших опалювально-кліматизаційних системах.
2. Низькотемпературна опалювально - кліматизаційна система відповідає Директиві ЄС № 2002/91/ЄС . Це дає можливість присвоєння вищого енергетичного класу для будівлі , і це впливає звідси конкурентні можливості на ринку нерухомості.
3. Порівняно з системою заснованої на 4 - трубних фанкойлах або системою VAV зі змінною витратою повітря - система WLHP найбільш інвестиційно дешева. При цьому забезпечується повний незалежний температурний контроль в кожному приміщенні.
4. Значно менша встановлена теплова потужність додаткового джерела теплоти в порівнянні з традиційними системами .
5. Теплові насоси «вода/повітря» працюють з високою енергетичною ефективністю COP і EER , наслідком чого є менше споживання енергії і більш низькі експлуатаційні витрати.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвалено роз-порядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р., №145-р.
2. *Мхитарян Н.М.* Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспектива.- К.: Наук думка ,2009. – 318стр
3. *Предун К.М.* Деякі аспекти реконструкції систем інженерного забезпечення житлових будинків // Енергозбереження в будівництві та архітектурі: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.1. – с.115...119.
4. *Хмара Д.О.* Проблеми продовження терміну експлуатації ядерних реакторів на українських АЕС // Нова тема. – 2010. – №2. – с.20...23.
5. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень / Мінбудархітектури України. – К., 1993. – 108 с.
6. *Колесник Є.С.* Потенціал енергозбереження в житловому фонді Ук-раїни // Энергосбережение. – 2011. – №11. – с. 6...9.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

К. М. Предун, И. О. Комаренко

В статье предложено использование теплонасосных установок типа «воздух-вода» в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Показаны преимущества такого решения по сравнению с традиционными системами обеспечения микроклимата общественных зданий.

Ключевые слова: воздух, вода, система, вентиляция, кондиционирование воздуха, тепловой насос, кольцевая система, энергоэффективность, тепловая мощность, холодопроизводительность.

THE INCREASING OF ENERGY EFFICIENCY IN SYSTEMS THAT MAINTENANCE THE MICROCLIMATE IN PUBLIC BUILDINGS

K. Predun, I. Komarenko

The article suggests the use of heat pump units such as "air-water" units in ventilation and air conditioning systems. The advantage of this solution compared to traditional systems of microclimate in public buildings.

Keywords: air, water system, ventilation, air conditioning, heat pump, the ring system, energy efficiency, thermal power, cooling capacity.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

В статті розглянуто питання вибору ефективної та економічної системи теплопостачання з використанням відновлюваних джерел теплоти. Запропоновано бівалентну систему теплопостачання з тепловим насосом, геліосистемою гарячого водопостачання та твердопаливним котлом. Наведено рекомендації по вибору потужності складових бівалентної паралельної системи теплопостачання. Запропоновано інші варіанти ефективних систем теплопостачання при значному зростанні вартості палива в Україні.

Постановка проблеми. У зв'язку з різким підвищенням тарифів на енергоносії (ріст цін на природній газ на 280%, теплову енергію - на 72%, електроенергію - на 50%) особливо гостро встає проблема вибору раціональної схемисистеми теплопостачання, як при будівництві нової так і при модернізації існуючої. Така економічна політика на енергетичному ринку, з одного боку, сприятиме зростанню відновлювальної енергетики і максимально повному використанню будь яких теплових потенціалів на основі комплексного і системного підходів та з іншого, підбирати теплоенергетичне обладнання на основі максимально точних теплотехнічних і техніко-економічних розрахунків. Одним із найбільш доступних і енергоємких відновлювальних джерел енергії в Україні є сонячна енергія (СЕ). В середньому на один м² горизонтальної площі за рік падає більше 1000 кВт·год сонячної енергії, що відповідає енергоємності приблизно 100 літрам дизельного палива або 100 м³ природного газу. СЕ перетворюється у теплову в колекторі сонячної енергії (КСЕ), основному елементі геліосистеми теплопостачання (ГСТ). Існуючі конструкції плоских і трубчастих вакуумованих КСЕ для нагріву теплоносіїв [1] дозволяють прийняти максимально раціональне рішення для будь-якої конкретної задачі (схеми) системи теплопостачання. Застосування високоефективного КСЕ не гарантує досягнення найкращого результату роботи ГСТ. В кінцевому результаті все залежатиме від комплексного системного рішення, яке передбачає оптимальний підбір усіх необхідних і достатніх елементів системи з огляду її функціонування протягом року. Це – конструкції і теплові ефективності КСЕ, теплогенераторів, ємкісних баків акумуляторів (АТ), теплохолодонасосних установок (ТН), підсистем автоматизації технологічних процесів, тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Правильно сконструйовані ГСТ з узгодженими між собою елементами можуть забезпечувати близько 50 - 60% щорічної потреби індивідуальної будівлі в енергії для приготування гарячої води [1]. Застосування вакуумованих КСЕ

дозволяють також підтримувати системи опалення[1,2]. Проведений аналіз ефективності використання СЕ для покриття теплового навантаження на опалення показав, що її частка не повинна перевищувати 20%[3]. Другим високотехнологічним елементом ГСТ є тепловий насос (ТН), який дозволяє використовувати низкопотенційний тепловий потенціал довкілля (грунт, повітря, приповерхневі та глибинні води, сонце, вторинні енергоресурси і т.д.), підвищивши його до необхідного для опалення і гарячого водопостачання за рахунок додатково підведеної, наприклад електроенергії, із зовні. Використання відновлюваних джерел енергії, економія паливних ресурсів, зниження шкідливих викидів, гнучкий монтаж, відсутність димової труби, відсутність окремого приміщення для зберігання палива, використання низькотемпературного джерела теплоти, можливість дистанційного керування - все це є перевагами застосування ТН. У літні місяці необхідно передбачити роботу ТН для охолодження приміщень. Таким чином використання теплових насосів як для тепло- так для холодопостачання дозволяє зменшити їх терміни окупності. Найбільш ефективними схемами для використання ТН є так звані «бівалентні схеми», в яких використовують тепловий насос для покриття базового теплового навантаження. В якості додаткового джерела теплоти для покриття пікових навантажень використовується твердопаливний або конденсаційний газовий котел. Такі схеми дозволяють знизити встановлену потужність теплового насоса, а відповідно і його вартість, а також використовувати, окремо, повітряні теплові насоси. Ефективність роботи останніх може обмежуватись температурою зовнішнього повітря мінус 5°C і нижче, а максимальне число годин використання додаткового джерела теплоти (твердопаливний котел) для кліматичних умов України не перевищує 2400 годин, тобто близько 3-х місяців на рік. Одночасно з постійним підвищенням цін на паливо в 80-х роках минулого сторіччя почався інтенсивний розвиток конденсаційних котлів, використовуючих вищу теплотворну здатність палива, або приховану теплоту пароутворення від конденсації водяної пари, що міститься в продуктах згоряння. Чим більша різниця між вищою і нижчою теплою згоряння палива, тим на більшу величину ККД котла можна розраховувати. Найбільший ефект відзначається при спалюванні природного газу. Граничне теоретичне значення ККД газового котла, розраховане за нижчої теплоти згоряння, становить 111%. Практично, при роботі з низькотемпературними опалювальними контурами з параметрами 40/30°C, ККД конденсаційних котлів сягає 109%.

Формулювання мети. Таким чином метою даної статті є розробка раціональної схеми теплопостачання з урахуванням значного зростання цін на енергоносії і річного терміну експлуатації системи.

Аналіз отриманих результатів. На основі аналізу схемних рішень, розрахунків теплових ефективностей елементів ГСТ та досвіду їх впровадження встановлено, що найбільш ефективною є система з

тепловим навантаженням за рахунок СЕ на гаряче водопостачання до 60% і на опалення до 20%. Використання ТН необхідно передбачати для тепло- та холодопостачання протягом року, а застосування твердопаливних котлів, у якості додаткового джерела теплоти, необхідно облаштовувати разом із окремим баком акумулятором. При цьому АТ від котла є більш високотемпературним (90-55 °С) ніж АТ від КСЕ (55-30 °С) і призначений для згладжування піків нерівномірності виробництва теплоти твердопаливним котлом. Запропоновану схему ГСТ представлено на рисунку і її можна віднести до так званих “бівалентних” схем. Бівалентні схеми класифікують в залежності від одночасності роботи двох і більше джерел теплоти при низьких температурах зовнішнього повітря. В результаті аналізу техніко-економічних розрахунків та досвіду експлуатації ГСТ рекомендується при виборі бівалентної паралельної схеми системи тепlopостачання житлового будинку з ТН і твердопаливним котлом приймати такі співвідношення між величинами теплових річних навантажень: потужність теплового насоса рівна 50-70% від сумарного розрахункового теплового навантаження; тепла потужність твердопаливного котла визначається, як різниця розрахункового теплового навантаження та потужності теплового насоса. При цьому усе холодопостачання влітку здійснюється лише від ТН. Теплова потужність КСЕ має забезпечувати 60-70 % річних потреб на гаряче водопостачання і близько 20 % потреб систем опалення і вентиляції. Визначення точної площі поверхні КСЕ здійснюється на основі фізико-математичного моделювання. Для системи гарячого водопостачання, залежно від добової витрати гарячої води, орієнтовно, за укрупненими показниками приймається один м² КСЕ на одну людину, ємність бака-акумулятора в межах 50-100 літрів на один м² колектора. Якщо вибрано ТН повітря-повітря (на рис. зправа), то використовувати геліосистему гарячого водопостачання не завжди доцільно, тому що такий тип ТН в теплий період року достатньо ефективно нагріває воду для СГВ.

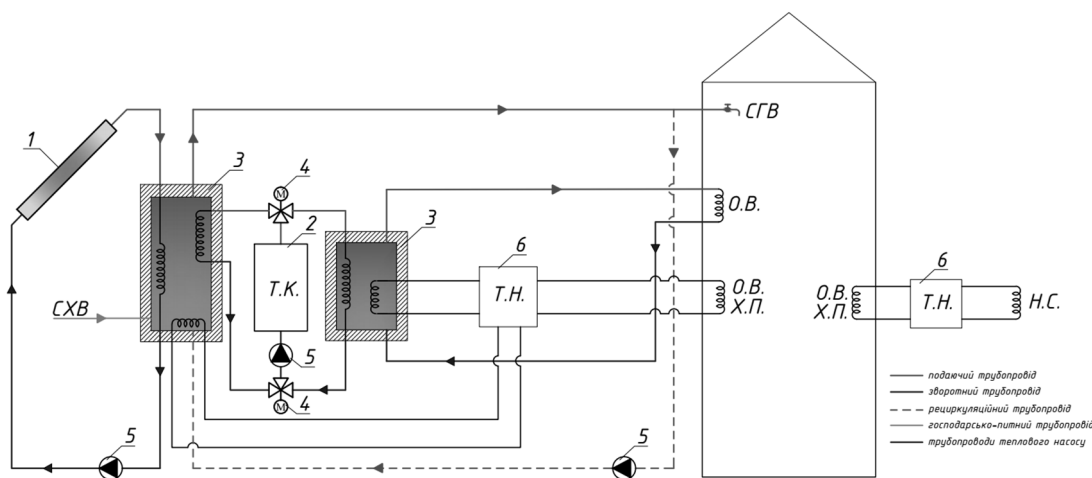


Рис.1. Принципова схема геліосистеми тепlopостачання

СХВ-система холодного водопостачання; ТК-твердопаливний котел; ТН-тепловий насос; СГВ- система гарячого водопостачання; ОВ- система опалення і вентиляції; ХП- холодопостачання; НС-навколишнє середовище; 1- КСЕ; 2-ТК; 3- АТ; 4-триходовий вентиль із електроприводом; 5- насос; 6- ТН.

Враховуючи значне зростання вартості природнього газу в Україні, при виборі бівалентної паралельної систем теплопостачання з тепловим насосом і твердопаливним котлом доцільно отримати нічний тариф на електричну енергію. Тоді можливий варіант застосування електричного котла і конденсаційного газового із місячним спалюванням газу до 200 м³.

Застосування нових технологій теплопостачання (в тому числі із ТН), пов'язаних, як правило, зі значними капітальними вкладеннями, вимагає попереднього техніко-економічного обґрунтування (ТЕО). На стадії розробки ТЕО для об'єктів з теплонасосними системами теплопостачання повинно бути виконано таке: визначені основні архітектурно-планувальні рішення; визначені розрахункові теплові, холодильні та електричні навантаження об'єкта з урахуванням всіх внутрішніх побутових і технологічних тепловиділень; розглянуті можливі заходи щодо зниження енергетичних навантажень традиційними способами; визначена структура споживання енергії (теплової та електричної); визначені добові і річні графіки споживання теплової та електричної енергії; опрацьована схема традиційного (централізованого або автономного) теплопостачання і визначені витрати на її створення (з урахуванням виконання вимог виставлених технічних умов); визначено енергетичний потенціал вторинних енергетичних ресурсів об'єкта (потужність і графік їх надходження); визначений енергетичний потенціал доступних нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії і потрібна потужність для покриття теплових навантажень будівлі; обрана принципова схема системи енергопостачання за допомогою ТН і виконана попередня проектна проробка; розраховані капітальні витрати, пов'язані зі створенням ГСТ, з урахуванням вартості технічних умов на підключення до зовнішніх енергетичних джерел; розраховані річні експлуатаційні витрати по традиційному варіанту теплопостачання та варіанту з тепловими насосами; розрахований термін окупності ГСТ.

У разі якщо термін окупності прийнятний і до реалізації прийнятий конкретний варіант ГСТ, наступні етапи проектування виконуються у відповідності з існуючими нормами з обов'язковим розрахунковим обґрунтуванням вибору структури і технічних характеристик застосовуваного устаткування.

Висновки. З урахуванням значного зростання цін на енергоносії (природній газ - на 280%, тепла енергія - на 72%, електроенергія - на 50%) і на основі аналізу літературних джерел і патентних досліджень запропоновано раціональну схему теплопостачання з використанням енергії сонця, низькопотенційних джерел теплоти, теплового насоса та

твердпального котла. Подальший напрям наукових досліджень полягає у фізико-математичному моделюванні добових і річних теплових навантажень елементів геліосистеми теплопостачання з метою максимально точного визначення їх теплової потужності, технічних характеристик і вартості.

Література

1. *Зубкова Е.* Дорогой коллектор для бесплатной энергии.. Energyland.info 19.07.12.
2. *Васильев Г. П.* Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв Земли (Монография). Издательский дом «Граница». М., «Красная звезда» — 2006. — 220 С.
3. *Мизніков Д. Г.* Сучасні опалювальні установки з високою ефективністю для екологічного будівництва / Мизніков Д.Г. , Янченко С.В. // Будівництво , матеріалознавство , машинобудування : Зб. науч . Праць . Вип. № 75. - Дн -вськ , ПГАСА . 2014.-С. 8 – мал.2 . - Бібліогр .: 4 назв.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

А. В. Приймак, Н. А. Швачко

В статье рассмотрены вопросы выбора эффективной и экономичной системы теплоснабжения с использованием возобновляемых источников теплоты. Предложена бивалентная система теплоснабжения с тепловым насосом, гелиосистемой горячего водоснабжения и твердотопливным котлом. Приведены рекомендации по выбору мощности составляющих бивалентной параллельной системы теплоснабжения. Предложены другие варианты эффективных систем теплоснабжения при значительном росте стоимости топлива в Украине.

SELECTION OF RATIONAL HEATING SYSTEMS USING RENEWABLE ENERGY

O. Priymak, N. Shvachko

The article studies the question of choice of efficient and economical heating system using renewable sources of heat. A bivalent heating system with a heat pump, solar hot water and solid fuel boilers is proposed. Selection guideline for components of bivalent parallel heat supply system. Other options of efficient heating systems are offered due the significant increase in the cost of fuel in Ukraine.

ВЛИЯНИЕ УГЛА ПОВОРОТА НИЖНЕЙ ЧАСТИ ОТРАЖАЮЩЕГО ЭКРАНА НА ОСВЕЩЕННОСТЬ ПЛОСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Украина*

Работа посвящена определению характера влияния угла поворота нижней части отражающего экрана на освещенность плоской экспозиции. В статье определен оптимальный угол поворота нижней части отражающего экрана, проанализирован характер влияния данного фактора на размер области экспозиции, в которой обеспечивается нормативное значение коэффициента естественной освещенности.

Вступление. К особой группе общественных зданий с высокими требованиями к условиям освещения относятся картинные галереи, музеи, выставочные павильоны. Практика музейного строительства показывает, что вопрос естественной освещенности является одним из наиболее важных для создания наилучшей видимости экспонатов. Требования высокого уровня освещенности в помещениях данной специфики сочетаются с потребностью неравномерного распределения световых потоков, ведь необходимо лучше выявить светом художественные особенности экспонатов, а также создать комфортные условия для пребывания зрителей. Это достигается в том случае, когда выставочная зона экспозиции будет иметь наибольшую освещенность, а меньшее количество света будет попадать в место расположения зрителей. То есть нужно обеспечить постепенный рост интенсивности освещения от зрителя до рассматриваемых экспонатов и отсутствие между ними зоны высокой освещенности.

Постановка проблемы. Анализ литературы показал, что существует ряд приемов освещения естественным светом плоских экспозиций [1,2], одним из которых является использование отражающего приставного экрана ломаной формы. Сущность способа заключается в том, что напротив вертикальных световых проёмов, расположенных выше экспозиции, с внутренней стороны устраивается отражающий экран, который одновременно защищает глаза зрителей от прямого света и ослепляющих бликов. Если учесть возможность изменения формы экрана (изменения угла отражения), то данный способ, учитывая небольшую конструктивную сложность и простоту выполнения, является весьма перспективным.

На рис.1 показана схема размещения отражающего экрана, который позволяет перенаправить световой поток от светопроема на поверхность

экспозиции. При этом сам экран освещается как прямым светом (кроме горизонтальной его части) от прямоугольного светопроёма, размерами $h \times lv$, расположенного в вертикальной ограждающей конструкции толщиной t , так и светом, отраженным поверхностями экрана (многократное отражение). Свет, отраженный от земли через светопроём на экран и от экспозиции на поверхность экрана во внимание не принимался.

Расчет освещенности экспозиции выполнялся в компьютерной среде MathCad (авторская программа) при определенных геометрических параметрах экрана и прямоугольного светопроёма. В расчете использовалась модель облачно неба Муна-Спенсер, в которой освещенность в зените условно принималась равной единице. В результате была получена поверхность освещенности плоской экспозиции отраженным от всех трех плоскостей экрана светом [3]. Согласно [2] нормативное значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) при боковом освещении помещений картинных галерей, выставочных залов должна быть не менее 1,5%. В работе [4] было исследовано влияние геометрических и физических параметров отражающего экрана и размеров светопроёма на величину области экспозиции, в которой обеспечивается нормативное значение коэффициента естественной освещенности, а именно:

- коэффициента диффузного светотражения поверхности приставного экрана;
- размеров прямоугольного светопроёма;
- расстояния отражающего экрана от светопроёма.

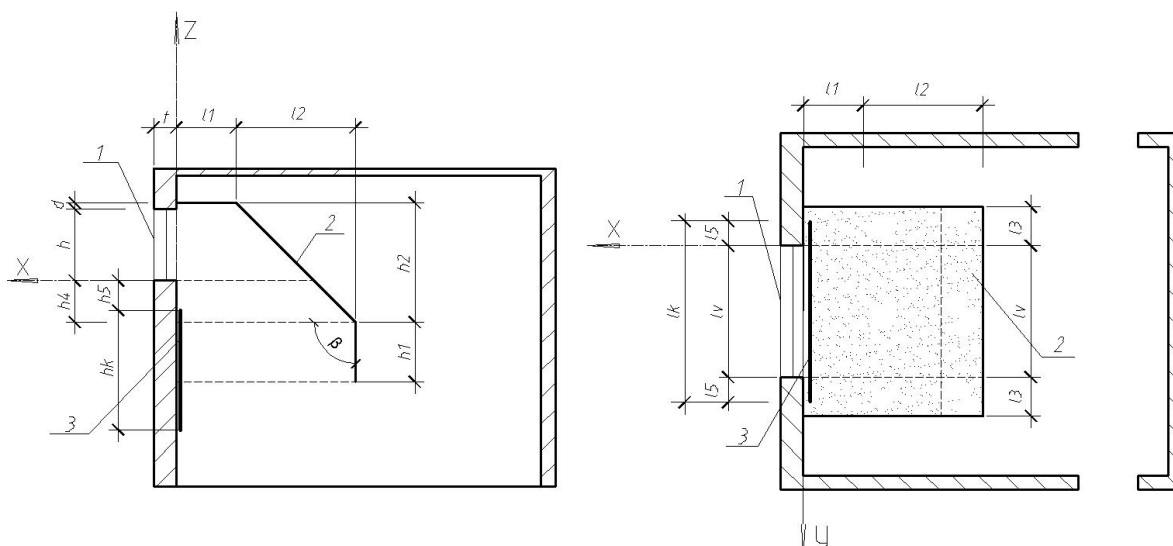


Рис.1. Схема размещения экспозиции, светопроёма и экрана (разрез и план):

1- прямоугольный светопроём; 2 - отражающий экран; 3- плоская экспозиция

Все расчеты в работах [3, 4] выполнялись для отражающего экрана с вертикальной нижней частью ($\beta=90$) (рис.1). Поэтому в статьях [3, 4] не было

исследовано влияние еще одного фактора, позволяющего регулировать интенсивность светового потока, попадающего на плоскую экспозицию, – угла наклона нижней части отражающего экрана.

Определение геометрических параметров приставного экрана в зависимости от условий зрительного восприятия человека. При проектировании помещений такой специфики необходимо обеспечить не только высокий уровень освещенности экспозиции, но и учесть особенности зрительного восприятия человека, то есть геометрические размеры отражающего экрана (в частности длина нижней его части) должны определяться из двух условий:

- получение максимально возможного уровня естественной освещенности на плоскости экспозиции;
- обеспечение непопадания прямого света в поле зрения человека.

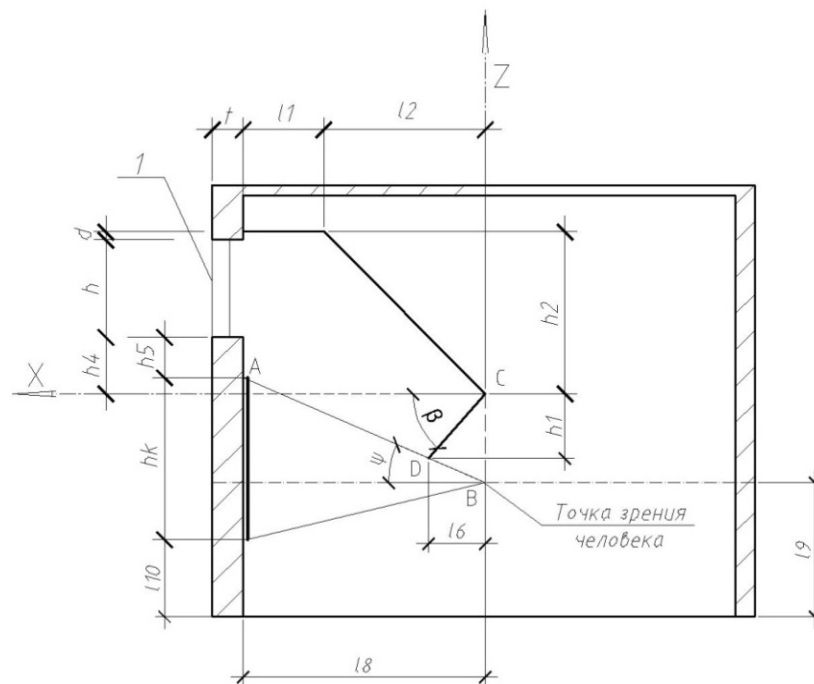


Рис. 2. Схема для определения длины нижней части отражающего экрана

Из анализа геометрической схемы (рис. 2) видно, что длина нижней части отражающего экрана (при заданном угле наклона β) зависит от положения точки зрения человека. Согласно [5] высота глаз стоящего зрителя над уровнем пола принята усредненной $l_9 = 1,65\text{ м}$. В литературе по архитектурным аспектам видимости [6] принимают вертикальный угол оптимального поля зрения вверх равным $\psi = 17$ градусам. При известной высоте экспозиции над уровнем пола $l_{10} = 0,9\text{ м}$ [7] и высоте картины

(экспозиции) $h_k = 2,0 м$ получим зависимость для определения положения оптимальной точки зрения от экспозиции (1):

$$l_8 = \frac{l_{10} + h_k}{\operatorname{tg}(\psi)} \quad (1)$$

Очевидно, что положение точки D нижней части отражающего экрана зависит от расположения прямой АВ, то есть координаты точки D (h_1, l_6) определялись как точки пересечения двух прямых АВ и CD.

Определение оптимального угла поворота нижней части отражающего экрана. Расчет выполнялся в компьютерной среде MathCad [3] (авторская программа), в результате получена поверхность КЕО плоской экспозиции. На рисунке 3 показаны поверхности КЕО плоской экспозиции и их пересечения с плоскостью нормированных значений (1,5%) при значениях угла наклона нижней части отражающего экрана β : $90^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ$.

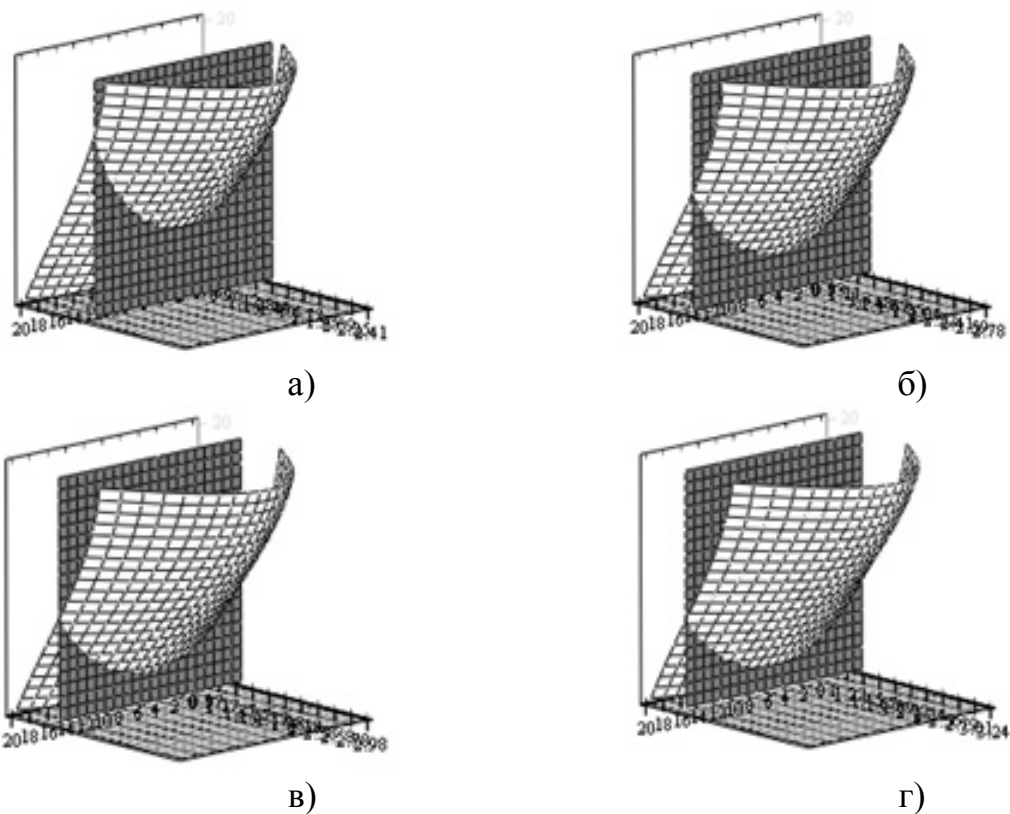


Рис. 3. Поверхности КЕО плоской экспозиции и плоскость, соответствующая нормативному значению КЕО при значениях β : а - 90° ; б - 60° ; в - 45° ; г - 30°

Поверхности освещенности, приведенные на рисунке 3, рассчитаны для таких геометрических параметров: $t = 0,38\text{ м}$; $d = 0,1\text{ м}$; $h = 1,5\text{ м}$; $l_1 = 0,5\text{ м}$; $l_2 = 2,0\text{ м}$; $h_2 = 2,0\text{ м}$; $h_5 = 0,2\text{ м}$; $l_v = 3,0\text{ м}$; $h_k = 2,0\text{ м}$; $l_k = 3,0\text{ м}$; $\rho = 0,98$; $l_{10} = 0,9\text{ м}$; $l_9 = 1,65\text{ м}$.

Рассмотрим влияние угла наклона нижней части отражающего экрана на значение светового потока, падающего на поверхность плоской прямоугольной экспозиции. Для этого определим значение светового потока на поверхности экспозиции при различных значениях угла β . В результате получен график зависимости светового потока от угла наклона нижней части отражающего экрана (рис. 4). При исследовании значение угла наклона экрана менялось от 90° до 20° , с шагом 10° . Как видно из рисунка 4, с уменьшением угла наклона экрана значение светового потока на поверхности плоской прямоугольной экспозиции возрастает почти линейно.

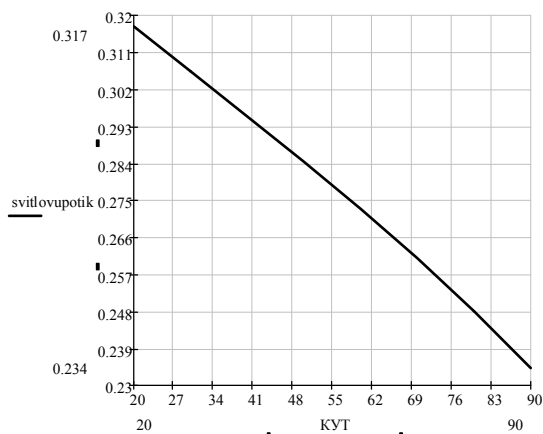


Рис. 4. График зависимости светового потока на поверхности экспозиции от угла наклона нижней части приставного экрана

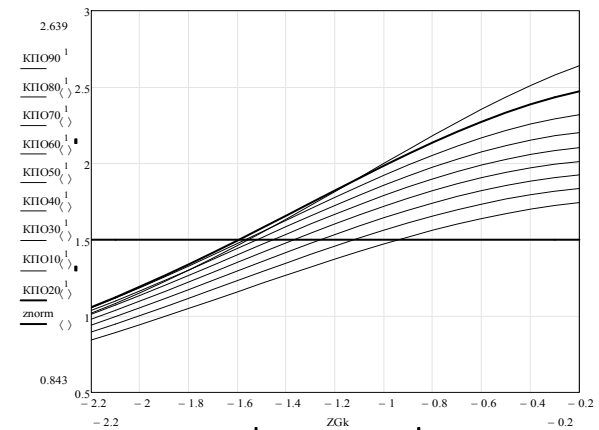


Рис. 5. Графики, иллюстрирующие распределение КЕО по высоте экспозиции вдоль её вертикальных кромок для таких значений β : 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° , 90°

Из анализа рисунка 3 видно, что наименее освещенной является нижняя часть экспозиции, особенно зона, наиболее удаленная от ее вертикальной оси симметрии. Поэтому о площади области экспозиции, в которой не выполняются нормативные требования, можно судить по высоте этой области на вертикальных краях экспозиции. На рисунке 5 показано кривые сечения поверхности КЕО на плоскости экспозиции в крайней вертикальной плоскости, проходящей через вертикальную кромку экспозиции, для таких значений угла наклона нижней части экрана β : 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° , 90° . По горизонтальной оси откладывалась аппликата точки на плоскости экспозиции.

Из анализа графиков (рис.4,5) очевидно, что уменьшение угла наклона нижней части экрана существенно увеличивает значение КЕО на плоскости экспозиции. При этом верхняя часть экспозиции имеет более чем достаточный уровень освещенности. Как видно из графической зависимости (рис. 5), при угле $\beta = 20^\circ$ площадь экспозиции, в которой не обеспечивается нормативное значение коэффициента естественной освещенности, является наименьшей.

Поэтому для увеличения области экспозиции, в которой выполняются нормативные требования, необходимо для каждой конкретной светопрозрачной экспозиции определять оптимальный угол наклона нижней части приставного экрана.

В случае, когда невозможно получить нормированные значения КЕО по всей площади экспозиции, можно использовать искусственные источники света, которые нужно разместить на отражающем экране таким образом, чтобы подсветить зоны с недостаточной естественной освещенностью.

Выводы. В работе исследовано влияние угла поворота нижней части отражающего экрана на размер области экспозиции, где обеспечивается нормированное значение коэффициента естественной освещенности. Показано, что существует оптимальный угол наклона приставного отражающего экрана, позволяющий получить минимальную площадь части экспозиции, в которой не обеспечиваются нормативные требования к освещенности экспозиции. Этот угол нужно определять для каждой конкретной светопрозрачной экспозиции. Полученные результаты позволят более широко использовать геометрию отражающего экрана для создания комфортных условий просмотра экспозиции.

Литература

1. Архитектурная физика: Учебник для Вузов: Спец. «Архитектура» /В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И. В. Мигалина; под редакцией Оболенского. – М.: «Архитектура-С», 2005. – 448 с.

2. Катерного М.Т. Архитектура музейных и выставочных зданий. Киев: издательство Академии Архитектуры Украины, 1952. – 123 с.

3. Пугачов Є. В., Савчук Л. С. Моделювання природної освітленості плоскої експозиції із використанням відбиваючого екрану. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці. Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4, т. 58. – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – С. 119-124.

4. Савчук Л. С., Пугачов Є. В. Аналіз впливу фізичних та геометричних параметрів відбиваючого екрану та розмірів світлопрорізу на освітленість плоскої експозиції. Вісник ХНТУ, 2014, №3(50). – С. 469-473.

5. Архитектура гражданских и промышленных зданий. – Т. 2. Основы проектирования/Л. Б. Великовский, Н. Ф. Гуляницкий, В. М. Ильинский и др. – М.: Стройиздат, 1976. – 215 с.

6. Савченко В. В. Многоцелевые зрелищные и спортивные залы. – К.: Будивельник, 1990. – 160 с.

7. Ревякин В. И. Художественные музеи: Справ. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 248 с.

ВПЛИВ КУТА ПОВОРОТУ НИЖНЬОЇ ЧАСТИНИ ВІДБИВАЮЧОГО ЕКРАНУ НА ОСВІТЛЕНІСТЬ ПЛОСКОЇ ЕКСПОЗИЦІЇ

Є.В Пугачов, Л.С. Савчук

Робота присвячена визначенню характеру впливу кута повороту нижньої частини відбиваючого екрану на освітленість плоскої експозиції. В статті визначено оптимальний кут повороту нижньої частини відбиваючого екрану, проаналізовано характер впливу даного фактора на розмір області експозиції, в якій забезпечується нормоване значення коефіцієнта природної освітленості.

INFLUENCE OF THE ANGLE OF ROTATION OF THE LOWER PART OF THE REFLECTING SCREEN ON ILLUMINATION OF THE FLAT EXPOSITION

E. Pugachov, L. Savchuk

This work is dedicated to the definition of the character of influence of the lower part angle of the reflecting screen on the illumination intensity of the flat exposure. In the article we defined the optimal turn angle of the lower part of the reflecting screen. We analyzed the character of the influence of the given factor on the size of the exposure area where the standardized rated value of the daylight factor is provided.

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ НЕБОСХИЛІВ ДЛЯ М. КИЄВА НА ОСНОВІ ДСТУ ISO 15469:2008 «РОЗПОДІЛ ЯСКРАВОСТІ ДЕННОГО СВІТЛА ПРОСТОРОВИЙ»

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

На основі прийнятих у 2010 р. на території України стандартів ДСТУ ISO 15469:2008 «Розподіл яскравості денного світла» та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» проведений аналіз світло-кліматичного стану небосхилів м. Києва протягом року з подальшим визначенням притаманних даних місцевості стандартизованих МКО типів неба.

Ключові слова: *стандартизований МКО тип небосхилу, сонячне світлове випромінювання, будівельна кліматологія.*

Постановка проблеми. Як відомо, розділ будівельної кліматології є складовою і невід'ємною частиною як будівельної фізики окремо, так і архітектурного проектування в цілому. Вивчення станів атмосфери та атмосферних явищ з позиції будівельної фізики призвело до розробки низки математичних моделей небосхилів, що надають змогу розрахувати як яскравість неба, так і освітленість довільно розташованих у просторі площин від небосхилів. Наразі широкого використання набуває модель небосхилів стандартизована Міжнародною комісією з освітленості (далі по тексту - МКО) - CIE S 011/E:2003 (ISO 15469:2004(E). «Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky» [1], прийнята на території України у вигляді ДСТУ ISO 15469:2008. «Розподіл яскравості денного світла просторовий. Стандартне хмарне та безхмарне небо згідно з CIE (ISO 15469:2004, IDT)» [2]. З огляду на те, що вказані стандарти описують тільки математичне моделювання яскравості небосхилу, детального вивчення потребують шляхи застосування нової моделі в будівельній світлофізиці та визначення градації стандартизованих типів неба на території України на основі даних ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До моменту введення МКО в силу стандарту ISO 15469:2004 «CIE standard general sky», діяв документ CIE S 003/E:1996 (ISO 15469:1997) «CIE standard overcast sky and clear sky» [4], який математично описував тільки небосхил із суцільною хмарністю за формулою Муна-Спенсера [стор. 36, 5]:

$$\frac{L_{\gamma}}{L_z} = \frac{1+2\sin\gamma}{3} = \frac{1+2\cos Z}{3}, \quad (1)$$

де L_{γ} – яскравість довільного елемента небосхилу, кд/м²;

L_z – яскравість в зеніті небосхилу, кд/м²;

γ – кутова висота довільного елемента небосхилу, рад;

Z – зенітний кут довільного елемента небосхилу, рад.

та безхмарний небосхил за формулою Кіттлера [стор. 37, 5]:

$$\frac{L_{\gamma}}{L_z} = \frac{(1 - e^{0.22/\sin\gamma}) / (0.91 + 10e^{-2\chi} + 0.45\cos^2\chi)}{0.274(0.91 + 10e^{-2Z_s} + 0.45\cos^2Z_s)}, \quad (2)$$

де χ – кутова відстань від довільного елемента небосхилу до Сонця, рад;

Z_s – зенітний кут Сонця, рад.

В цей час Інститут будівництва і архітектури Словацької академії наук (Р. Кіттлер та С. Дарула) разом із Дослідницьким центром з вивчення атмосфери, США (Р. Перез) на основі багаторічних кліматологічних даних розробили звіт в якому запропонували єдину математичну модель для 15 типів небосхилів [6]. В результаті цей звіт був розглянутий технічною комісією МКО ТК 3-15 «Моделі яскравості небосхилів» та прийнятий в якості стандарту СІЕ S 011/E:2003 (ISO 15469:2004(E), як документу який включає в себе раніше запропоновані у СІЕ S 003/E:1996 (ISO 15469:1997) моделі хмарного та безхмарного неба та трактує їх як окремі випадки загальної моделі [стор.5, 1, стор.4, 2], заміняє попередній стандарт та вводить 15 типів станів небосхилів [стор.8, 6, стор.12, 7].

З моменту введення нового стандарту проведено багато зарубіжних досліджень градацій стандартних типів небосхилів для конкретних місцевостей. Британський вчений П. Трегенза запропонував метод визначення станів неба на основі вимірних даних яскравості небосхила напівсферою із 145 камерами, сумарної освітленості горизонтальної площини та подальшого співставлення із результатами моделювання яскравості кожного типу неба МКО і розрахункової освітленості горизонтальної площини під відкритим небом [8]. На основі запропонованого методу китайські науковці В.Лі, Л. Танг разом із британським вченим Т. Мунером провели дослідження в якому виконали вимірювання яскравості неба на території Гонконгу з 1999 по 2005 рр. та на основі методу найменших статистичних похибок із використанням нейронних мереж визначили 3 стандартизовані типи небосхилів із найбільшою частотою повторювань протягом року [9]. Згодом інша група китайських вчених виконала уточнення проведених досліджень та запропонувала набір з 4 типових станів небосхилів Гонконгу [10]. Відомі розробки щодо визначення типів неба для Чилі [11] та Сінгапуру [12].

Постановка задачі. На основі кліматологічних даних за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, супутникових даних та існуючих методик визначити відповідність реальних світлофізичних станів атмосфери м. Києва до типів небосхилів за МКО для 12 години 15 числа кожного місяця.

Основна частина. Як зазначалось вище, в основу нового стандарту СІЕ S 011/E:2003 (ISO 15469:2004(E) закладені дослідження словацьких вчених Кіттлера та Дарули в рамках міжнародної наукової програми, що стартувала 1 липня 1994р. та закінчилась 30 червня 1998р. Метою

програми було створення набору типів небосхилів, які б описували найбільш розповсюджені стани неба з можливістю використання даного набору у світлотехнічних розрахунках.

Вказані дослідження базуються на багаторічних вимірюваннях освітленості та яскравості небосхилів отриманих на метеорологічних станціях у декількох містах світу:

- Берклі, штат Каліфорнія, США, 1985-1986рр.;
- Олбані, штат Нью-Йорк, США, 1993-1995рр.;
- Токіо, Японія, 1992р.;
- Сідней, Австралія, 1992р.;
- Братислава, Словачія, 1994-1996рр.

Після співставлення та систематизації отриманих даних було виведено 2 головних параметри системи (рис. 1):

- $\varphi(Z)$ – функція градації яскравості, що поєднує вертикальне положення елемента небосхилу та зеніт в сферичній системі координат, описуючи вертикальний розподіл яскравості від горизонту до зеніту;
- $f(\chi)$ – функція індикатриси розсіювання, що поєднує горизонтальне положення елемента небосхилу та Сонця, описуючи горизонтальний розподіл яскравості.

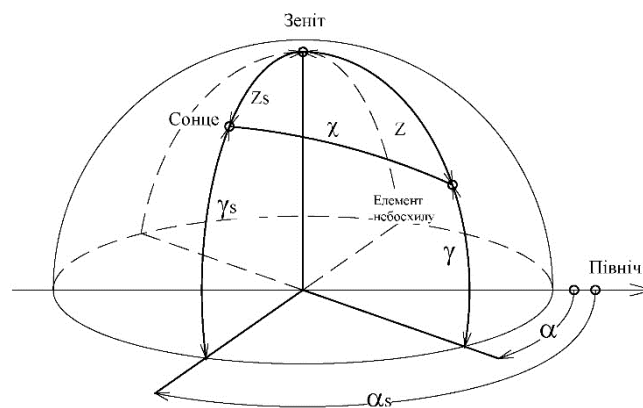


Рис 1. Геометричний апарат моделі стандартизованих типів небосхилів

На основі вказаних функцій виведено 6 груп градацій та 6 груп індикатрис, комбінації яких описують 3 групи небосхилів (хмарне, з мінливою хмарністю та безхмарне) по 5 типів в кожній групі для опису стандартних станів неба [стор.8, 6, стор.12, 7]. Кожному з типів небосхилів відповідають характерні коефіцієнти (табл.1), що підставляються в загальну формулу розрахунку відносної яскравості елемента небосхилу:

$$\frac{L_{\gamma}}{L_Z} = \frac{f(\chi) \cdot \varphi(Z)}{f(Z_s) \cdot \varphi(0)} = \frac{(1+c \cdot [\exp(d\chi) - \exp(d\pi/2)] + e \cdot \cos^2 \chi) \times (1+a \cdot \exp(b/\cos Z))}{(1+c \cdot [\exp(dZ_s) - \exp(d\pi/2)] + e \cdot \cos^2 Z_s) \times (1+a \cdot \exp b)}, \quad (3)$$

де a, b, c, d, e – коефіцієнти, що визначають групу градацій та індикатрис стандартизованого типу небосхилу, [стор.20-21, 6];

Стандартні параметри небосхилів

№	Тип неба	Опис типу небосхилу	Станд. парам. градації	Станд. парам. індикатрис	D_v/E_v	T_v	L_z/D_v	Співвід градацій zenit/горизонт	Співвід індикатрис $f(0)/f(90)$
1	I.1	Стандартне хмарне небо згідно з СІЕ, різка градація у напрямку до zenitu, азимутальна однорідність	a = 4 b = -0.7	c = 0 d = -1 e = 0	0.05– 0.4	>40	>0.38	1:0.1 - 1:0.5	0.8:1 – 1.2:1
2	I.2	Суцільна хмарність із різкою градацією яскравості і невеликими проясненнями у напрямку до zenitu	a = 4 b = -0.7	c = 2 d = -1,5 e = 0,15	0.1 - 0.3	>15	0.38	1:0.1 - 1:0.5	1.2:1 – 3.5:1
3	II.1	Суцільна хмарність із помірною градацією, з азимутальною однорідністю	a = 1.1 b = -0.8	c = 0 d = -1 e = 0	0.1 - 0.35	20	0.33- 0.38	1:0.5 – 1:0.85	0.8:1 – 1.2:1
4	II.2	Суцільна хмарність із помірною градацією і невеликим проясненням у напрямку до Сонця	a = 1.1 b = -0.8	c = 2 d = -1,5 e = 0,15	0.15 – 0.45	15	0.32- 0.35	1:0.5 – 1:0.85	1.2:1 – 3.5:1
5	III.1	Небо з рівномірною яскравістю	a = 0 b = -1	c = 0 d = -1,0 e = 0	0.1 - 0.35	>20	0.3- 0.33	1:0.85 – 1:1.35	0.8:1– 1.2:1
6	III.2	Мінлива хмарність без градації у напрямку до zenitu, невелике прояснення у напрямку до Сонця	a = 0 b = -1	c = 2 d = -1,5 e = 0,15	0.2 – 0.5	15	0.27- 0.32	1:0.85 – 1:1.35	1.2:1 – 3.5:1
7	III.3	Мінлива хмарність без градації у напрямку до zenitu, більш яскраве у зоні, що оточує Сонце	a = 0 b = -1	c = 5 d = -2,5 e = 0,30	0.2 – 0.6	12	0.25- 0.3	1:0.85 – 1:1.35	3.5:1 – 7:1
8	III.4	Мінлива хмарність без градації у напрямку до zenitu, з чіткою сонячною короною	a = 0 b = -1	c = 10 d = -3,0 e = 0,45	0.2 – 0.6	5- 12	0.22- 0.26	1:0.85 – 1:1.35	7:1 – 13:1
9	IV.2	Мінлива хмарність із затіненим Сонцем	a = -1.0 b = -0.55	c = 2 d = -1,5 e = 0,15	0.2 – 0.5	10	0.19- 0.23	1:1.35 – 1:3	1.2:1 – 3.5:1
10	IV.3	Мінлива хмарність із проясненням у зоні, що оточує Сонце	a = -1.0 b = -0.55	c = 5 d = -2,5 e = 0,30	0.2 – 0.5	6- 12	0.17- 0.2	1:1.35 – 1:3	3.5:1 – 7:1
11	IV.4	Біло-блакитне небо з чіткою сонячною короною	a = -1.0 b = -0.55	c = 10 d = -3,0 e = 0,45	0.1 – 0.5	2.5- 6.5	0.15- 0.17	1:1.35 – 1:3	7:1 – 13:1
12	V.4	Стандартне безхмарне небо згідно з СІЕ, яскравість із низькою туманністю	a = -1.0 b = -0.32	c = 10 d = -3,0 e = 0,45	0.1 – 0.4	2 - 5	0.13- 0.16	1:3 – 1:5	7:1 – 13:1
13	V.5	Стандартне безхмарне небо згідно з СІЕ, забруднена атмосфера	a = -1.0 b = -0.32	c = 16 d = -3,0 e = 0,30	0.2 – 0.5	3 – 8	0.12- 0.15	1:3 – 1:5	13:1 – 20:1
14	VI.5	Безхмарне туманне небо із широкою сонячною короною	a = -1.0 b = -0.15	c = 16 d = -3,0 e = 0,30	0.1 – 0.4	4 - 10	<0.13	>1:5	13:1 – 20:1
15	VI.6	Біло-блакитне туманне небо із широкою сонячною короною	a = -1.0 b = -0.15	c = 24 d = -2,8 e = 0,15	0.12 – 0.5	3 – 8	<0.12	>1:5	>20:1

Виходячи з табл. 1 основні параметри, що описують типи небосхилів:

1. Група небосхилу за хмарністю;
2. D_v/E_v – відношення горизонтальної дифузної освітленості до горизонтальної освітленості на межі зовнішнього шару атмосфери;
3. T_v – фактор мутності;
4. L_z/D_v – відношення яскравості у zenitі до горизонтальної дифузної освітленості.

1. За хмарністю небосхили визначаються на основі частоти повторювань днів із хмарним, з мінливою хмарністю або безхмарним небом з подальшим віднесенням до конкретної групи (табл. 2) [13].

Таблиця 2

Таблиця частоти повторювань станів неба за хмарністю

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Загально
Хмарно	22	28	25	11	15	11	11	23	30	27	39	36	24
Мінлива хмарність	55	51	45	23	29	37	31	31	47	38	43	43	36
Без-хмарно	23	21	30	66	56	52	46	46	23	35	18	21	40
Група за хмарністю	II	II	II	III	III	III	III	III	II	II	II	II	II

2. Для визначення співвідношення D_v/E_v дані дифузної освітленості з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 необхідно привести до миттєвих значень.

$$D_v = \frac{D_{v\text{міс}}}{n \cdot t}, \quad (4)$$

де D_v – миттєва горизонтальна дифузна радіація при реальних умовах хмарності, Вт/м²;

$D_{v\text{міс}}$ - середньомісячна горизонтальна дифузна радіація при реальних умовах хмарності, МДж/м² [табл.8, 3];

n - кількість днів в місяці, шт.;

t - довжина світлового дня у секундах (від початку світанку та кінця заходу)

Як зазначалось раніше E_v - горизонтальна освітленість на межі зовнішнього шару атмосфери, Вт/м² та визначається:

$$E_v = E_{v0} \times \sin \gamma_s, \quad (5)$$

де E_{v0} – енергетична освітленість площини нормальної до випромінювання на середній відстані від Сонця до Землі. $E_{v0} = 1366,1$ Вт/м² [18];

γ_s – кутова висота Сонця, °.

Таблиця 3

Зведена таблиця визначення співвідношення D_v/E_v

№р.д.	15.01	15.02	15.03	15.04	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10	15.11	15.12
E_v , Вт/м ²	441.4	621.1	829.3	1036.4	1168.0	1221.9	1200.4	1098.5	915.80	694.11	488.52	390.79
$D_{v\text{міс}}$, МДж/м ²	60	96	170	215	280	290	288	230	168	110	58	44
Час, сек	35220	40260	45060	53340	60060	64260	62340	56100	48900	42300	36540	33660
D_v , Вт/м ²	54.95	85.16	121.70	134.36	150.38	150.43	149.03	132.25	114.52	83.88	52.91	42.17
D_v/E_v	0.1244	0.1371	0.1467	0.1296	0.1287	0.1231	0.1241	0.1204	0.1250	0.1208	0.1083	0.1079

3. T_v – фактор мутності атмосфери, який у даній математичній моделі небосхилів визначається за допомогою наступних формул:

$$T_v = \frac{-\ln \times (P_v/E_v)}{a_v \times m}, \quad (6)$$

де P_v – горизонтальна пряма енергетична освітленість, Вт/м²;
 a_v – коефіцієнт проходження випромінювання крізь атмосферу;
 m – оптична маса атмосфери.

$$a_v = \frac{1}{9.9 + 0.043 \times m}, \quad (7)$$

$$m = \frac{1}{\sin \gamma_z + 0.50572 \times (\gamma_z + 6.07995^\circ)^{-1.6864}} \quad (8)$$

Миттєве значення горизонтальної прямої енергетичної освітленості визначається аналогічно до дифузної:

$$P_v = \frac{P_{vmdc}}{a_v}, \quad (9)$$

де P_{vmdc} - середньомісячна горизонтальна пряма радіація при реальних умовах хмарності, МДж/м² [табл.8, 3];

Таблиця 4

Таблиця визначення T_v

№р.д.	15.01	15.02	15.03	15.04	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10	15.11	15.12
P_{vmdc} МДж/м ²	25	46	100	170	285	300	300	265	170	80	23	15
P_v Вт/м ²	22.89	40.81	71.59	106.24	153.07	155.62	155.23	152.38	115.88	61.01	20.98	14.38
m	3.0714	2.1929	1.6454	1.3177	1.1696	1.1181	1.1381	1.2435	1.4907	1.9640	2.7804	3.4609
a_v	0.0997	0.1000	0.1003	0.1004	0.1005	0.1005	0.1005	0.1004	0.1004	0.1002	0.0998	0.0995
T_v	9.665	12.408	14.844	17.211	17.288	18.336	17.881	15.812	13.818	12.362	11.343	9.589

4. При визначенні співвідношення L_z/D_v дані щодо яскравості взяті із бази супутникових даних, отриманих в результаті діяльності міжнародної наукової програми «Satellite» протягом 5 років – з 1996 по 2000рр [13]. В даній роботі використана інформація за 1996р., як рік найближчий до часу базових вимірювань стандарту CIE S 011/E:2003. При цьому супутникові дані яскравості в зеніті L_z є світловою величиною, тому для можливості співставлення значення горизонтальної дифузної освітленості D_v необхідно перевести з енергетичної величини також до світлової.

Світловий потік джерела з суцільним спектром розраховується [стор.67, 14]:

$$\Phi = 683 \int_{380}^{780} \Phi_{sl}(\lambda) V(\lambda) d\lambda, \quad (10)$$

де Φ – світловий потік, Лм;

$\Phi_{sl}(\lambda)$ – спектральна щільність потоку випромінювання;

$V(\lambda)$ – відносна спектральна світлова ефективність.

Спектральна щільність потоку описана нормативом ДСТУ ISO 9845-1:2010 (ISO 9845-1:1992, IDT) «Енергія сонячна. Стандартний спектральний розподіл потоку сонячного випромінювання на поверхні землі при різних умовах надходження. Частина 1. Пряме перпендикулярне та напівсферичне випромінювання для маси атмосфери 1,5». Але, з огляду на те, що на момент написання статті стандарт не виданий, в даній роботі використовується базовий стандарт – ASTM G159-1998 [15] (E-892-82 та E-891-82) та новий норматив ASTM G173-03-2012 [16], прийняті Американською асоціацією тестування матеріалів [17].

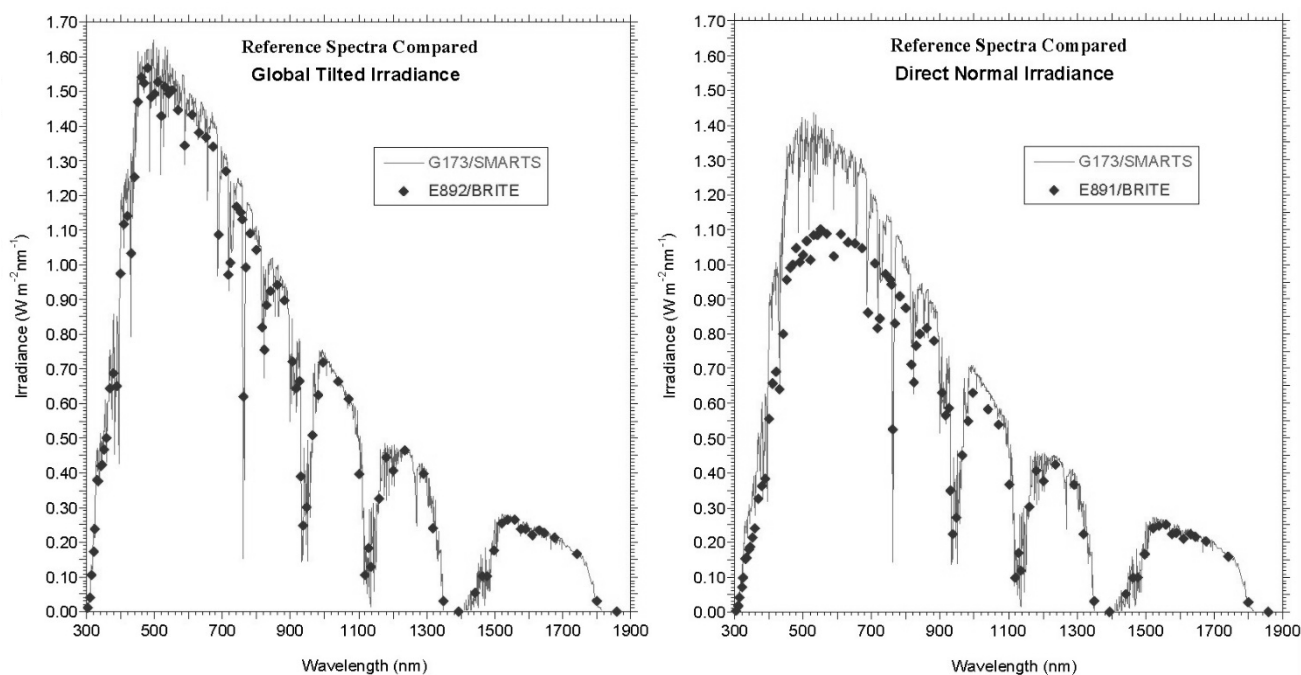


Рис 2. Порівняння результатів спектральної щільності старого стандарту ДСТУ ISO 9845-1:2010 (E892) та нового ASTM G173-03-2012

На даний момент розрахунки по стандарту ASTM G173-03-2012 автоматизовані у програмному комплексі SMARTS, розробленого Національною лабораторією відновлювальної енергетики, США [18].

Спектральна щільність випромінювання отримана для горизонтальної площини на основі вихідних умов о 12⁰⁰ годині 15.VI та 15.XII для м. Києва (50° широти, висота над рівнем моря – 168м, середня денна температура повітря – 18,3°C та -2,5°C [табл.2, 3], вологість – 68% та 85% [табл.24, 3]). Тип атмосфери, об'ємні долі складових речовин (водяна пара, озон, оксид вуглецю), модель атмосферного аерозоля та оптична проникність прийняті на основі низки міжнародних стандартів та супутникових даних [19, 20, 21].

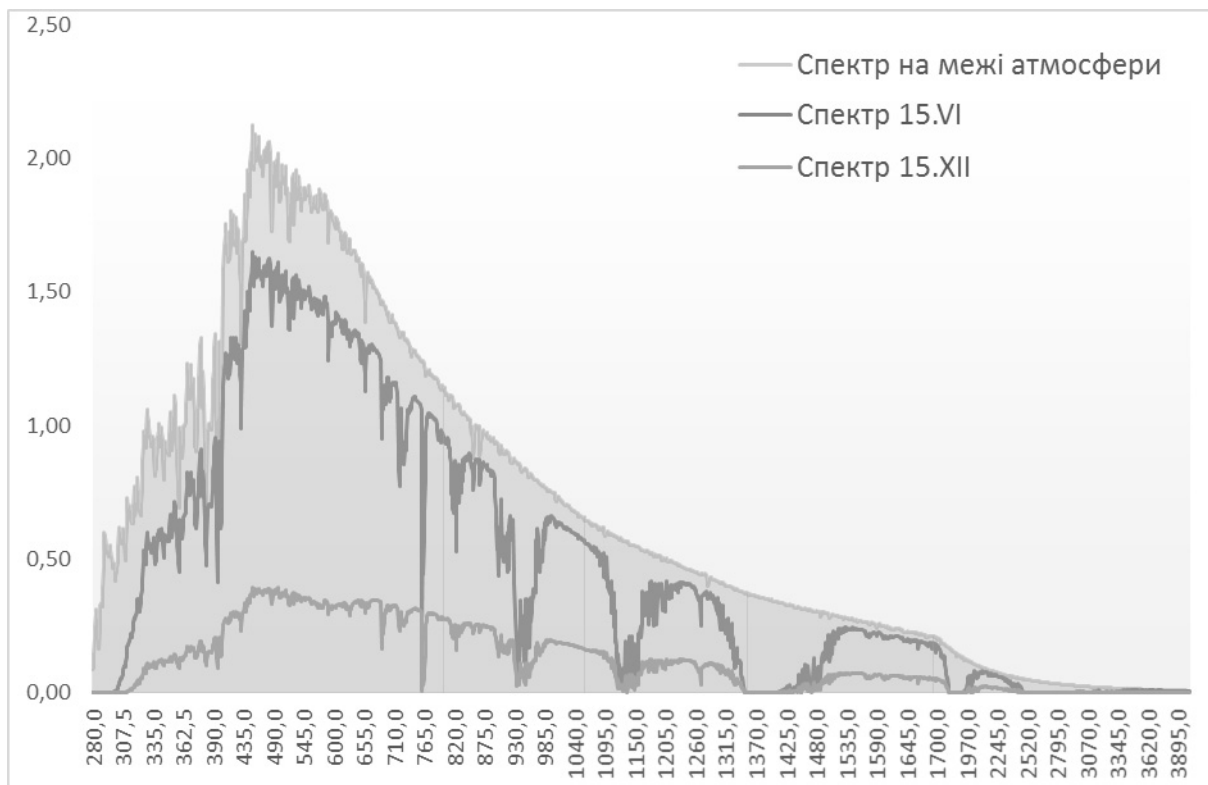


Рис 3. Графіки спектрального складу сонячного випромінювання для м. Києва 12⁰⁰ годині 15.VI та 15.XII на межі атмосфери та на горизонтальній поверхні землі

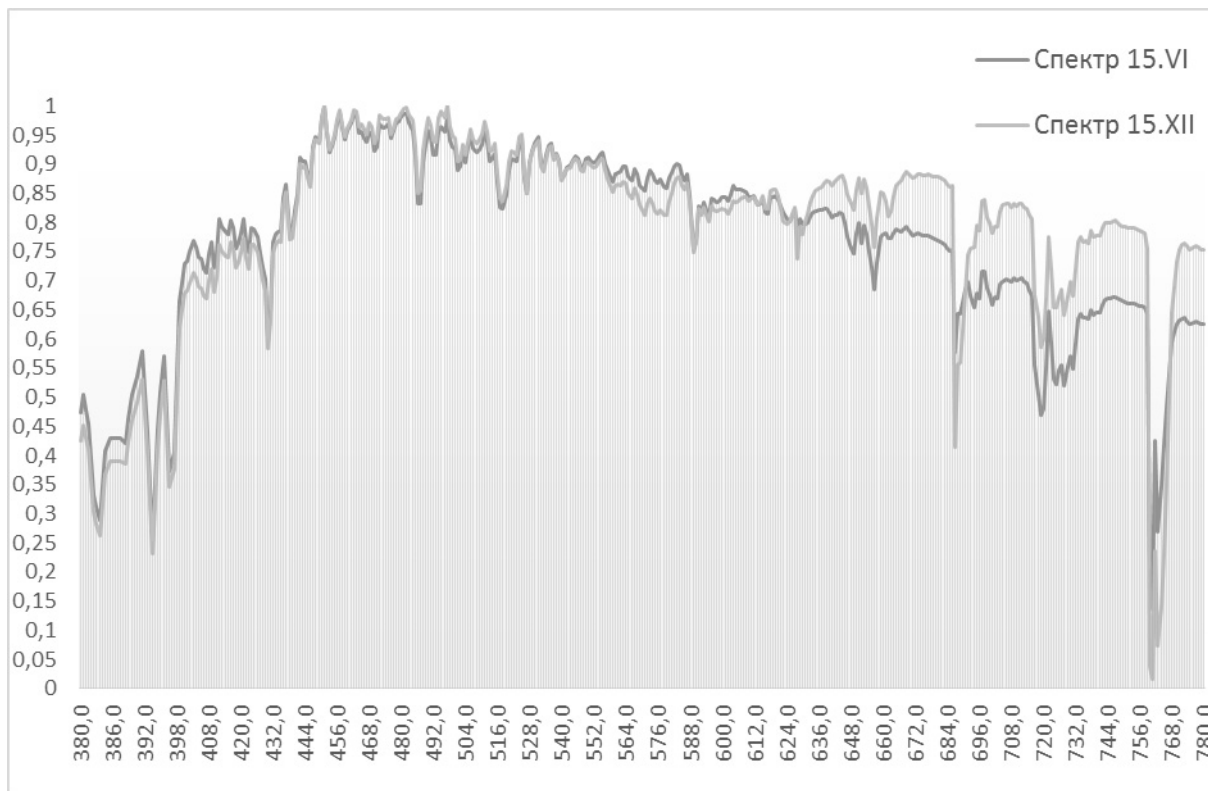


Рис 4. Графіки відносного спектрального складу сонячного випромінювання у видимому діапазоні 15.VI та 15.XII

Таблиця 5

Відносна спектральна щільність потоку випромінювання $\Phi_{\text{ср}}(\lambda)$ у
видимому спектрі для м. Києва, 15.VI

Довжина хвилі, нм	$\Phi_{\text{ср}}(\lambda)$	Довжина хвилі, нм	$\Phi_{\text{ср}}(\lambda)$
380	0.42139978	590	0.741297178
390	0.520214975	600	0.791620862
400	0.710395	610	0.797239526
410	0.671308171	620	0.794308049
420	0.763527544	630	0.734701356
430	0.607059973	640	0.778917797
440	0.821179919	650	0.748748015
450	0.963967	660	0.746915842
460	0.955661414	670	0.771589105
470	0.928789544	680	0.761206791
480	0.969463784	690	0.594356907
490	0.972761695	700	0.692194943
500	0.909490656	710	0.720776841
510	0.898741908	720	0.515207036
520	0.879320875	730	0.593868328
530	0.90106266	740	0.67228533
540	0.846219616	750	0.678148284
550	0.886405277	760	0.074911445
560	0.835104434	770	0.630145352
570	0.804812508	780	0.628557469
580	0.817882008		

Таблиця 6

Відносна спектральна щільність потоку випромінювання $\Phi_{\text{ср}}(\lambda)$ у
видимому спектрі для м. Києва, 15.XII

Довжина хвилі, нм	$\Phi_{\text{ср}}(\lambda)$	Довжина хвилі, нм	$\Phi_{\text{ср}}(\lambda)$
380	0.424936387	590	0.765394402
390	0.476081425	600	0.823664122
400	0.682697201	610	0.837150127
410	0.680152672	620	0.856234097
420	0.749363868	630	0.780152672
430	0.761068702	640	0.868702290
440	0.809160305	650	0.857506361
450	0.978880407	660	0.850636132
460	0.962340967	670	0.882442748
470	0.936132316	680	0.878625954
480	0.988804071	690	0.613994911
490	0.980661578	700	0.798218830
500	0.945292621	710	0.827989822
510	0.951145038	720	0.599745547
520	0.905089059	730	0.697964377
530	0.931297710	740	0.777862595
540	0.872010178	750	0.793638677
550	0.903562341	760	0.038295165
560	0.863104326	770	0.732824427
570	0.820610687	780	0.754198473
580	0.836386768		

На основі графіків відносного спектрального складу сонячного випромінювання виведені таблиці з коефіцієнтами спектральної щільності потоку для 15 червня та 15 грудня (табл. 5,6). Значення відносного

розподілу спектру для інших розрахункових днів отримуються шляхом лінійного інтерполювання. Таким чином, підставивши у формулу (8) коефіцієнти спектральної щільності потоку та коефіцієнти відносної спектральної світлової ефективності сонячного випромінювання (стор. 63, 14), отримуємо світлову величину горизонтальної дифузної освітленості.

Таблиця 7

Зведена таблиця визначення співвідношення L_z/D_v

№р.д.	15.01	15.02	15.03	15.04	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10	15.11	15.12
L_z , кд/м ²	3215,5	4192,6	6430,8	7181,3	7090,7	11183,5	12101,3	8699,2	7315,6	4503,1	3789,4	2720,1
D_v , Вт/м ²	54.95	85.16	121.70	134.36	150.38	150.43	149.03	132.25	114.52	83.88	52.91	42.17
$D_{v, Лк}$	8202,1	12710,4	18164,2	20053,2	22445,6	22452,1	22242,5	19738,9	17092,2	12520,2	7896,9	6293,5
L_z/D_v	0.392	0.330	0.268	0.212	0.168	0.143	0.144	0.175	0.245	0.359	0.479	0.432

На основі результатів щодо групи небосхилів за хмарністю, фактору мутності T_v та відношень D_v/E_v , L_z/D_v , визначено помісячні типи небосхилів (табл.8).

Таблиця 8

Таблиця визначення типів небосхилів для м. Києва відповідно до ДСТУ ISO 15469:2008

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Середньо річне
Тип небосхилу за ДСТУ ISO 15469:2008	III.3 №7	III.4 №8	III.4 №8	IV.2 №9	IV.3 №10	IV.4 №11	IV.4 №11	IV.3 №10	III.4 №8	III.3 №7	III.3 №7	III.2 №6	III.4 №8

Для порівняння результатів підбору типів небосхилів використовуємо дані горизонтальної розсіяної радіації за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [табл. 8, 3], абсолютні значення яскравості в зеніті [13] та розрахункові значення горизонтальної освітленості, отримані при моделюванні поверхні розподілу яскравості небосхилів відповідно до формули (3) за допомогою програмного комплексу «Diffused solar radiation», розробленого проф. Сергейчуком О.В. [стор.150, 22]. Горизонтальна освітленість від поверхні розподілу розраховується як інтегральна характеристика світлового поля (стор.177, 14):

$$E = \int_{\omega} L(\beta, \gamma) \cos\beta d\omega, \quad (11)$$

де $L(\beta, \gamma)$ - яскравість довільного елемента небосхилу в напрямку заданому кутами β і γ , кд/м²;

$\cos\beta$ – функція цінності випромінювання;

ω – тілесний кут, в межах якого знаходиться випромінююча світло поверхня.

Таблиця співставлення метеорологічних даних горизонтальної
дифузної освітленості та результатів розрахунків
за ДСТУ ISO 15469:2008

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
L_z , кд/м ²	3215,5	4192,6	6430,8	7181,3	7090,7	11183	12101	8699,2	7315,6	4503,1	3789,4	2720,1
E_d метеодані, Лк	12748	17022	24236	25517	23253	29916	34386	28476	23083	14154	12101	9595
E_d розрах-ве, Лк	12462	17748	24445	28037	23289	30220	34862	31797	23975	14742	11903	9370
E ,%	2,24	4,09	0,85	8,98	0,15	1,01	1,36	10,44	3,71	3,98	1,63	2,34

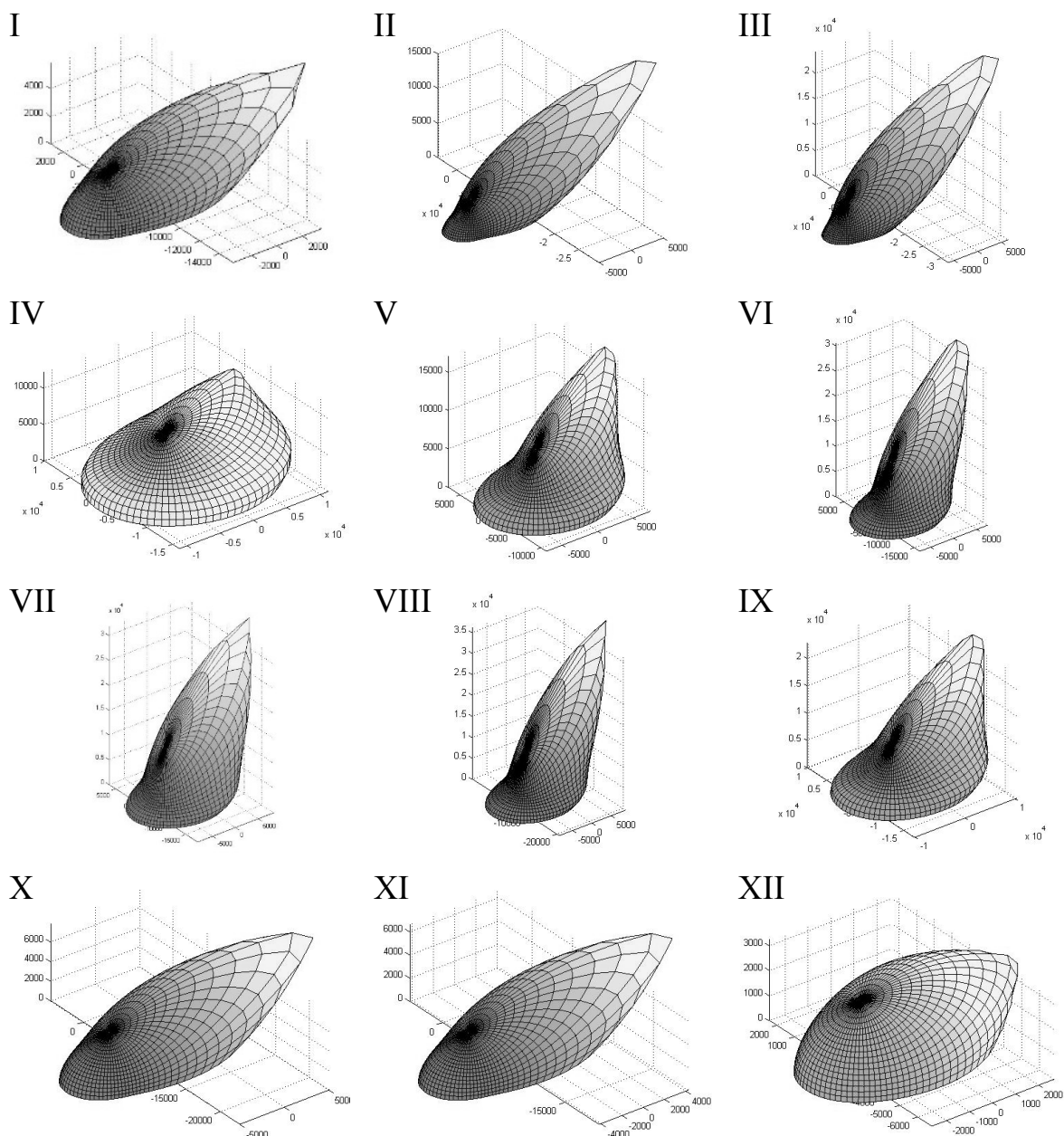


Рис 5. Поверхні розподілу яскравості по місяцям

Висновки та перспективи подальших досліджень. Визначення типів небосхилів відповідно до нормативу надає можливість більш точно та акуратно моделювати світлове поле при вирішенні задач світлофізики. Але в розглянутій математичній моделі врахований тільки дифузний розподіл світлового потоку. Тому для коректних розрахунків яскравості небосхилу перспективним є додаткове використання моделі, що надає можливість врахувати пряме сонячне випромінювання.

Наразі проведено визначення типів неба тільки для м. Києва, тому наступним кроком може бути обрання стандартизованих типів для всієї території України. Вирішення цього питання безпосередньо пов'язано із отриманням деяких відсутніх супутникових метеорологічних даних для інших міст.

Стандарт ДСТУ ISO 15469:2008 «Розподіл яскравості денного світла просторовий» є безпосереднім керівництвом при отриманні вихідних даних для світлотехнічних розрахунків. На даний момент вже існують програми, що використовуються системою просторового розподілу яскравості для проведення візуалізації сцен та визначенні освітленості довільно розташованих у просторі точок [23]. Тому використання даної моделі при розробці нових програмних продуктів для вирішення задач інженерної світлотехніки є перспективним напрямом розвитку.

Література

1. CIE S 011/E:2003 (ISO 15469:2004(E)). «Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky».
2. ДСТУ ISO 15469:2008. «Розподіл яскравості денного світла просторовий. Стандартне хмарне та безхмарне небо згідно з CIE (ISO 15469:2004, IDT)».
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія».
4. CIE S 003/E:1996 (ISO 15469:1997). «Spatial distribution of daylight – CIE standard overcast sky and clear sky».
5. Kittler R. CIE general sky standard defining luminance distribution. / Kittler R., Darula S. // Proceedings of eSim Conference, Montreal, Canada – 2002., pp. 36 – 43.
6. Kittler R. A set of standard skies characterizing daylight conditions for computer and energy conscious design. Final report of the U.S.-Slovak Grant project US-SK 92 052. / Kittler R., Perez R., Darula S. – Bratislava.: Polygrafia, 1998. – 54pp:il.
7. Kittler R. A new generation of sky standards. / Kittler R., Perez R., Darula S. // Proceedings of Lux Europe Conference, Amsterdam, Netherland – 1997., pp. 359-373.

8. *Tregenza PR*. Analysing sky luminance scans to obtain frequency distributions of CIE Standard General Skies. / Tregenza PR // *Lighting research and technology*. – 2004. Vol. 36. – pp. 271-279.
9. *Li W*. Classification of CIE standard skies using probabilistic neural networks. / Li W., Tang L., Lee M., T.Muneer // *International journal of climatology*. – 2009. Vol. 30. – pp. 305-315.
10. *Ng E*. Defining standard skies for Hong Kong. / Ng E., Cheng V., Gadi A., Mu J., Lee M., Gadi A. // *Building and Environment*. – 2007. Vol. 42. – pp. 866-876.
11. *Piderit M*. Definition of the CIE standard skies and application of the HDRI technique to characterize the spatial distribution of daylight in Chile. / Piderit M.B., Cauwerts C. Diaz M. // *Journal of Construction*. – 2014. Vol.13. – pp. 22-30.
12. *Wittkopf S*. Analysing sky luminance scans and predicting frequent sky patterns in Singapore. / Wittkopf S., Soon. L. // *Lighting research and technology*. – 2007. Vol. 39. – pp. 31-51.
13. Satellight. The European database of daylight and solar radiation. Режим доступу: <http://www.satel-light.com/core.htm>
14. *Щепина Н.С*. Основы светотехники. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 344 с.:ил.
15. ASTM 159-1998. Режим доступу: <http://www.astm.org/Standards/G159.htm>.
16. ASTM 173-03. Режим доступу: <http://www.astm.org/Standards/G173.htm>.
17. Reference solar spectra irradiance. National renewable energy laboratory spectral solar radiation database. Режим доступу: <http://rredc.nrel.gov/solar/spectra/am1.5.htm>
18. ASTM E490-00a. Standard solar constant and zero air mass solar spectral irradiance tables. Режим доступу: <http://www.astm.org/Standards/E490.htm>
19. AFGL-TR-86-0110. “AFGL Atmospheric constituent profiles (0-120km)”. Optical physics division, Air force geophysics laboratory. Режим доступу: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA175173>
20. ANSI/AIAA G-003C-2010. Guide to reference and standard atmosphere models. Режим доступу: http://www.spacewx.com/Docs/AIAA_G_003C_2010_9-10.pdf
21. Aerosol optical thickness. NASA database. Режим доступу: http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MODAL2_M_AER_OD&date=2014-10-15
22. *Сергейчук О.В*. Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків: дис. ...доктора технічних наук: 05.01.01 / Сергейчук Олег Васильович. – Київ, 2008. – 425с.
23. Velux. Daylight visualizing system. Режим доступу: <http://viz.velux.com/>

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ НЕБОСВОДОВ ДЛЯ Г. КИЕВА НА
ОСНОВЕ ДСТУ ISO 15469:2008 «РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯРКОСТИ
ДНЕВНОГО СВЕТА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ»**

Д. А. Радомцев

На основе принятых в 2010 г. на территории Украины стандартов ДСТУ ISO 15469:2008 «Распределение яркости дневного света» и ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Строительная климатология» проведён анализ свето-климатического состояния небосводов г. Киева на протяжении года с последующим определением присущих этой местности стандартизированных типов неба.

Ключевые слова: стандартизированный МКО тип небосвода, солнечное световое излучение, строительная климатология.

**DEFINING OF SKY TYPES FOR KYIV BASING ON
DSTU ISO 15469:2008 (CIE S 011/E:2003 (ISO 15469:2004))
“Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky”**

D. Radomtsev

Basing on accepted in 2010 on the territory of Ukraine standards DSTU ISO 15469:2008 “Spatial distribution of daylight” and DSTU-N B V.1.1-27:2010 “Building climatology” was done an analysis of light-climatology conditions of Kyiv’s skies with subsequent defining of inherent standard sky types.

Keywords: CIE standard sky types, daylighting, building climatology.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДИЗАЙНУ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуто головні аспекти проблеми сталого розвитку в галузі дизайну. Обґрунтовано необхідність застосування циклічних екосистем, в основі яких вже закладений принцип енергоефективності. На даний момент спостерігається розповсюдження так званих «зелених» стандартів, які можуть лише вказувати шлях до стійкості. Стійкість не може бути досягнута без системних змін. Перспективи сталого розвитку дизайну набудуть чинності тоді, коли екосистеми будуть розглядати як основні активи.

Постановка проблеми. Сучасний світ характеризується конкуренцією на глобальному рівні. Між собою конкурують не тільки підприємства та цілі галузі, але й цілі країни та групи країн. Ціна будь-якого сучасного виробу містить в собі суттєву енергетичну складову – адже в його виготовленні, транспортуванні та зберіганні беруть участь іноді сотні моторів, нагріваючих та охолоджуючих пристроїв та іншого обладнання, котре споживає енергію.

На енергоемність продукту впливає саме підприємство та технології, котрі застосовуються при виробництві, проте значною мірою на нього впливає також енергетична політика держави. Характерним є те, що високорозвинені країни, зазвичай, є і найбільшими енергоефективними країнами. Потужні гравці не тільки борються за сам енергоресурс, але й активно стимулюють енергоефективність власного виробництва.

Однак нинішній конфлікт між економікою та екологією здебільшого виходить з того факту, що природні екосистеми циклічні, в той час як наші промислові системи лінійні. У природі відбувається безперервний кругообіг матерії, тому екосистеми в цілому відходів не виробляють. Проте суспільство в своїй господарській діяльності перетворює природні ресурси в «товари + відходи» і продає ці товари споживачам, які потім викидають більше, ніж споживають.

Хоч і на даний момент спостерігається розповсюдження так званих «зелених» стандартів (вимоги до енергоефективності і екологічності виробу в системі його виробництва та експлуатації), але такі окремі ініціативи можуть лише вказувати шлях до стійкості, яка в свою чергу не може бути досягнута без системних змін.

Постановка задачі. Виявити відповідність використання процесу переходу до стійкості дизайну на прикладі природних циклічних екосистем, в основі яких закладений принцип енергоефективності.

Основна частина. Промисловий дизайн посідає значне місце в структурі НДДКР (Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи) (R&D) всіх виробничих компаній світу (Рис.1).

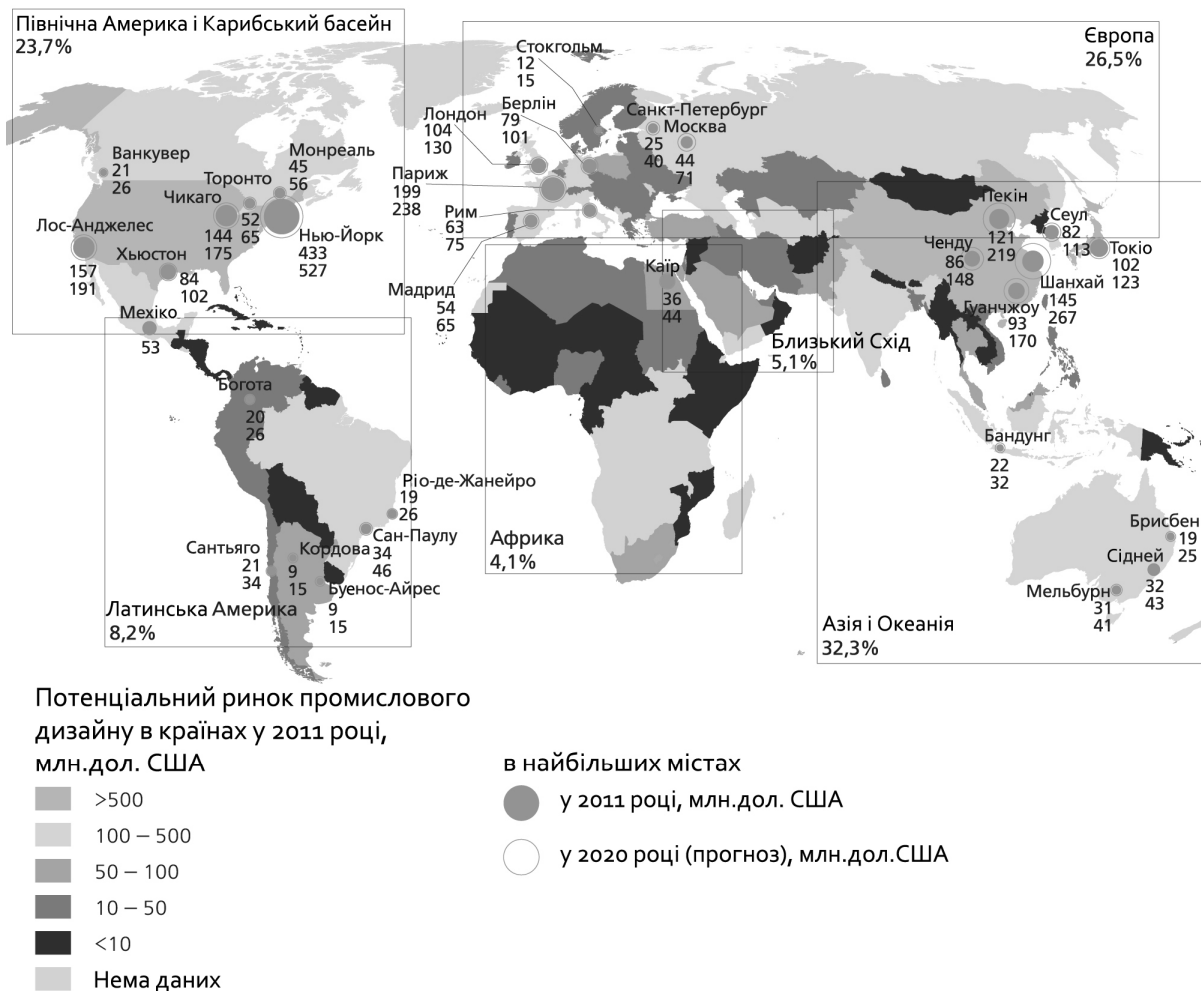


Рис. 1. Глобальний ринок дизайну у 2011 році та прогнози до 2020 року. Потенціал попиту (за матеріалами ICON Group International, Inc.)

Найбільш просунуті в цьому секторі компанії, які виробляють висококонкурентний продукт: автомобілі, засоби зв'язку, комп'ютерні ігри, побутова техніка і т.д. Однак вирішальне значення в реалізації товару має саме дизайн. Очевидно, що визнання індустріального дизайну є суттєвим елементом економічного позиціонування компанії на ринку і одним з найважливіших факторів конкурентоспроможності підприємства. Дизайнер своїм вкладом створює 50% споживчої вартості. Це видно на порівнянні товарів брендових і не брендових, стилізованих і не стилізованих, товарів з більшою чи меншою зручністю використання. Товари з однаковими технічними параметрами, але різними за дизайном, відрізняються не лише ціною. Від дизайну часто залежить сама здатність товару купуватися [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Можна виділити наступні основні світові тренди розвитку промислового дизайну:

1. визнання дизайну одного з найважливіших факторів конкурентоспроможності підприємств;
2. визнання дизайну одного з найважливіших факторів промислової політики держави;
3. перехід до повного життєвого циклу виробу (системний дизайн – системна інженерія);
4. широке розповсюдження принципів органічного дизайну, зеленого дизайну, розширення вимог до енергоефективності та стійкості;
5. ріст на унікальність, персоналізація, кастомізація, дизайн, орієнтований на користувача;
6. широке розповсюдження індустріального дизайну не тільки у B2C (Business-to-consumer – роздрібна торгівля), але і в B2B секторі (Business-to-business – бізнес для бізнесу);
7. скорочення часу розробки продукту, швидке прототипування, тестування виробу в багато використовуваних віртуальних середовищах;
8. перехід від одиничного виробу до великих систем;
9. перехід до серійного виробництва.

На даний момент у світі сформувалися два глобальних ринки: ринок предметів дизайну (в різних сегментах і видах: від упаковки до брендированих товарів) та ринок послуг у сфері спеціалізованої діяльності – художньому та об'ємно-функціональному конструюванні. Глобальний ринок предметів дизайну сформувався ще на початку ХХ-го століття [7]. Проте, лише з 1980-их років ринок остаточно глобалізується і структурується, у ньому визначаються лідери і виробляються стандарти діяльності. Промисловий дизайн перетворюється в самостійний бізнес.

В той же час зрілість ринку дизайну сигналізує про те, що він внутрішньо готовий до зламу тренду і запуску нового, революційного у своєму початку циклу розвитку (Рис.2).

Горизонти постіндустріальної ери з кожним днем стають все ближчими і чіткішими стосовно впровадження енергоефективності. Вони передбачають попит на нові професії, творчий підхід до справи, знання про принципи роботи живих систем і нову мову, що включає в себе такі поняття, як «біомімікрія», «природний капіталізм», дизайн «від колиски - до колиски», «циклічна економіка» та ін. В данному випадку стійкість можна розглядати як втілення намірів, які або враховуються в дизайні, або ні. Досягнення стійкості постійно вимагає застосування знань, навичок та досвіду з різноманітних дисциплін і системного підходу.

Процес переходу до стійкості вже розпочався. Він охоплює не тільки окремі організації, але й цілі міста. На Європейській конференції сталого розвитку великих і малих міст в Ольборзі (Данія) 27 травня 1994 року була прийнята «Хартія міст Європи за сталий розвиток» (Ольборзька хартія). Наслідком уваги світової спільноти щодо проблем сталого розвитку стала поява спеціальної програми «Сталий розвиток міст» за підтримки центру ООН. В цій програмі беруть участь багато міст світу. За думкою світової

спільноти, сталий розвиток міста забезпечує його населенню безпеку і високу якість життя при збереженні природного середовища, ресурсів і екологічної рівноваги всієї економічної і суспільної діяльності громадян. Як зазначає відомий італійський архітектор Массімо Таді, міський сталий дизайн – це не вибір, а питання нового виду розвитку і «підприємцям не варто турбуватися за їхні прибутки, стійкий міський дизайн може принести їм більший прибуток» [8].

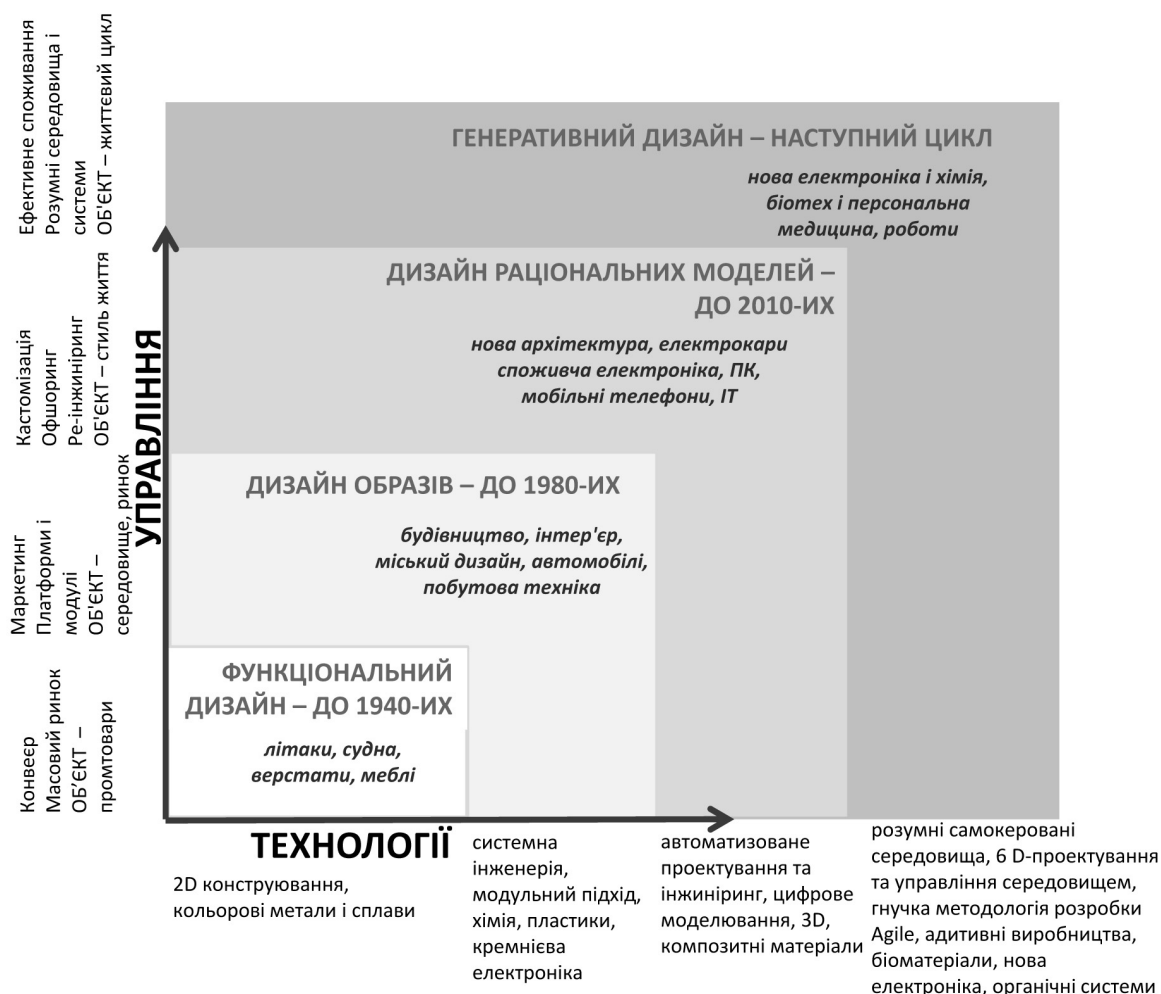


Рис. 2. Новий цикл дизайну в ретроспективі попередніх циклів.

Вже сьогодні вирішенням завдання переходу до стійкості займається безліч новаторів у сфері бізнесу, дизайну, екології та освіти. Ці люди черпають натхнення у вивченні принципів функціонування живих систем і творчо знаходять застосування цього у своїй роботі. Яскравим прикладом вирішення такої проблеми є компанія «ІнтерфейсФЛОР», що входить до складу «Інтерфейс Інк» зі штаб квартирою в Атланті (США), яка виробляє товари і послуги для домашніх інтер'єрів і є світовим лідером з виробництва підлогових покриттів. Компанія прагне до відмови від традиційного лінійного способу виробництва і переходу до циклічного, або замкнутого, способу виробництва товарів. З цією метою

«ІнтерфейсФЛОР» приймає від клієнтів свої вироби по закінченні терміну їх придатності і далі використовує їх, а також відходи виробництва в якості матеріалів для виготовлення нових товарів. Таким чином, виробничий процес в компанії наслідує закон «відходи = їжа» в природі. Для своїх фабрик компанія використовує вітрову і сонячну енергію. Даний приклад демонструє таку модель: у пошуках шляхів реформування промисловості можна черпати натхнення в світі живих систем з тим, щоб наблизити економіку до природи за ступенем ефективності використання відходів, раціонального споживання ресурсів, створення сприятливого середовища та застосуванню сонячної енергії.

Прикладом системних змін щодо переходу до низьковуглецевої економіки є регіон Йоркшир і Гамбер у Великобританії. Піонером цього руху є агентство з регіонального розвитку «Йоркшир Форвард», що працює із сотнею найбільших підприємств регіону з метою зниження об'ємів викиду вуглекислого газу. В регіоні фактично створюється нова модель економіки, при якій передбачається зниження викидів вуглекислого газу на 25% до 2016 року державним і приватним секторами [9]. З тим, щоб досягти своєї мети, регіон Йоркшир і Гамбер планує змінити всі аспекти своєї регіональної політики, включаючи житло, транспорт, енергетику, виробництво продуктів харчування, відновлення навколишнього середовища та ін. В регіоні заснована компанія «Стійке майбутнє», місією якої є просування принципів низьковуглецевої економіки в бізнесі і серед населення.

Організація Об'єднаних Націй [10] в якості найбільш загальних, ключових аспектів, які слід в першу чергу приймати до уваги і враховувати при формуванні стратегії управління життєвого циклу виробу, рекомендує розглядати соціальні, екологічні та економічні складові сталого розвитку (Рис.3).

Висновки. Товари, на виготовлення яких витрачається менше енергії, краще продаються в умовах глобального ринку. Більші продажі означаються, що до державного бюджету надходять більші кошти, відтак – добробут країни загалом підвищується. Таким чином, заохочення до енергоефективності може бути суттєвим стимулом для економіки. А використання такого інструментарію по відношенню до енергоресурсів може здійснюватись лише за допомогою співробітництва урядів, проектних, комерційних і громадських організацій у побудові більш надійних економічних систем, здатних підтримувати екологічну стабільність.



Рис. 3. Сталий розвиток (за матеріалами UN)

Дизайн, бізнес і промисловість повинні взяти на себе головну роль в переході до стійкості. Перспективи сталого розвитку дизайну набудуть чинності тоді, коли суспільство почне розглядати екосистеми як основні активи.

Література

1. Design 2020. Rachel Cooper, Martyn Evans & Alex Williams With contributions from Linda Hodgson, Nick Hall & Qian Sun, 2009
2. High level skills for higher value. UK Design Council's, 2007
3. About Product design, Dick Powell. UK Design Council's, 2010
4. The Future of Industrial Design, a panel discussion with Oliver Kratzer, Mark Armstrong, Brandon Gien & Professor Sam Bucolo. The University of New South Wales, 2012
5. Technologies for Product Design and Virtualisation. Consultation Workshop Report, Information Society, 2006
6. *Храмкова Е.Л.* Промышленный Дизайн как стратегический инструмент бизнеса. – Lumiknows, 2008
7. *Ергин Д.* Добыча: всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть.– М.: ДеНово, 1999. С. 73-74.
8. URL: <http://novoirk.ru/publish/view/473>
9. Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability – United Nations Environment Programme. 2007. ISBN: 978-92-807-2772-2// URL: <http://www.unep.org/pdf/dtie/DTI0889PA.pdf> (дата звернення 28.11.2012).

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ ДИЗАЙНА

С. Г. Ромашко

Рассмотрены основные аспекты проблемы устойчивого развития в области дизайна. Обоснована необходимость применения циклических экосистем, в основе которых уже заложен принцип энергоэффективности. На данный момент наблюдается распространение так называемых «зеленых» стандартов (требования к энергоэффективности и экологичности изделия в системе его производства и эксплуатации), которые могут только указывать путь к устойчивости. Устойчивость не может быть достигнута без системных изменений. Перспективы устойчивого развития дизайна вступят в силу тогда, когда экосистемы будут рассматривать как основные активы.

ENERGY EFFICIENCY AS A WAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF DESIGN

S. Romashko

This article considers the main aspects of sustainable development in the field of design. It's substantiated the necessity to apply of cyclic ecosystems, which are already based on the principle of energy efficiency. "Green" standards (requirements for energy efficiency and environmental product in the system of production and operation) may only specify the way to sustainability. Stability can not be achieved without systemic changes. Prospects for sustainable development of design will take effect when ecosystems are considered as fixed assets.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

*Національний університет водного господарства та природокористування,
Україна*

*В статті наведено порівняльний аналіз технологій біологічного очищення стічних вод, що містять етапи анаеробної, аеробної, аноксидної обробки мулової суміші, з метою досягнення мінімізації енергозатрат на реалізацію процесів водоочищення. Показано, що енергозберігаючою є технологія біологічного очищення стічних вод за модифікованою схемою *Vardenpho* із поділом рециркуляційного активного мулу між ступенями очищення.*

Постановка проблеми. Господарсько-побутові стічні води, що надходять на міські очисні споруди України містять завислі речовини концентрацією 147,3-468,2 мг/дм³, загальний фосфор – 0,21-15,8 мг/дм³, загальний азот – 13,2-63,68 мг/дм³, БСК₅ – 114,1-924,9 мгО₂/дм³ [1]. Гранично-допустимі концентрації на скид до водойм для завислих речовин складають 15 мг/дм³, загального фосфору – 1,5-6 мг/дм³, загального азоту – 2-10,9 мг/дм³, БСК₅ – 8,5-15 мгО₂/дм³.

Очищення господарсько-побутових стічних вод провадять на централізованих очисних спорудах населених пунктів. Основним етапом в загальній технології очищення господарсько-побутових стічних вод є їх біологічне очищення. Наявність в стічній воді забруднюючих домішок, сполук азоту, сполук фосфору в концентраціях, що перевищують встановлені гранично-допустимі концентрації на скид до водойм вимагає заходів з реновації існуючих технологій біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод шляхом реконструкції аеротенків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковим розробкам з інтенсифікації роботи та реновації існуючих споруд біологічного очищення стічних вод присвячено роботи Н. О. Лукіних, П. І. Гвоздяка, Л. А. Саблій, В. А. Ковальчука, О. А. Василенко, Є. В. Кузьмінського, О. В. Поліщука, М. Ю. Козар, В. С. Жукової, О. О. Грицини [2,3,5].

Реконструкцію аеротенків для біологічного очищення стічних вод від сполук азоту провадять з метою стадійної обробки води в аеробних і анаеробних (аноксидних) біореакторах (зонах) для реалізації поступового окиснення амонійного азоту до нітратів і нітритів, та згодом відновленням нітритів та нітратів до газоподібного азоту [5].

Реконструкцію аеротенків для біологічного очищення стічних вод від сполук фосфору здійснюють для забезпечення двоступеневої обробки стічних вод в анаеробних і аеробних умовах [3,7].

Формулювання цілей та завдання статті. Реконструкція аеротенків для реалізації процесів денітрифікації і дефосфотації повинна передбачати максимальне залучення органічних забруднень стічної води як субстрату [4]. Значна частка енергозатрат (до 90%) на реалізацію біологічного очищення стічних вод припадає на функціонування системи аерації, що забезпечує насичення води киснем повітря, перемішування мулової суміші, підтримання активного мулу в зваженому і рівномірно-розподіленому стані в об'ємі аеробних реакторів (аеротенків).

Удосконалення існуючих технологічних рішень очищення господарсько-побутових стічних вод з метою зниження енергозатрат на реалізацію біологічного очищення, враховуючи обов'язкове супутнє очищення стічної води від сполук фосфору та азоту, є актуальною і нагальною науковою задачею.

Основна частина. Необхідний ступінь очищення господарсько-побутових стічних вод по БСК і сполукам фосфору може бути досягнутий шляхом реновації існуючих централізованих каналізаційних очисних споруд відповідно до технологічної схеми, що включає етапи поступової анаеробної, аеробної обробки стічних вод (рис. 1). За такою технологією витрата стічних вод, до 70% від загальної, спрямовується до анаеробного реактора, а до 30% стічної води – до аеробного реактора. Часткове зниження легкоокиснюваних органічних забруднень (до 25%), за рахунок діяльності факультативних анаеробів, в анаеробному реакторі в цілому призводить до зниження навантаження по БСК на аеробний біореактор, тим самим до зменшення загальної витрати повітря, що подається до аеробних реакторів.

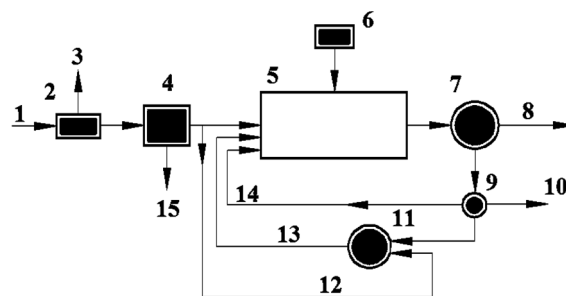


Рис. 1. Технологічна схема повного біологічного очищення стічних вод за модифікованою схемою А/О: 1 - очищені стічні води, що пройшли споруди решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 – піщана пульпа на пісковий майданчик; 4 - первинний відстійник; 5, 11 - аеробний, анаеробний біореактори; 6 - повітрорудна станція; 7 - вторинний відстійник; 8 - трубопровід подачі стічної води, що пройшла біологічне очищення до змішувача із знезаражуючим агентом; 9 - насос; 10 - надлишковий активний мул на ущільнення; 12 – трубопровід подачі частини стічних вод до анаеробного біореактора; 13 – мулова суміш після анаеробного біореактора; 14 – рециркуляційний активний мул; 15 – сирий осад первинних відстійників на обробку.

Однак, для забезпечення стабільності роботи анаеробних реакторів, частину зворотного активного мулу можна спрямувати до проміжного анаеробного біореактора обробки активного мулу (рис. 2). Влаштування

анаеробного біореактора для частини зворотного активного мулу унеможлиблює порушення роботи анаеробних реакторів при залповому надходженні зі стічними водами токсичних домішок, що пригнічують діяльність факультативних анаеробів.

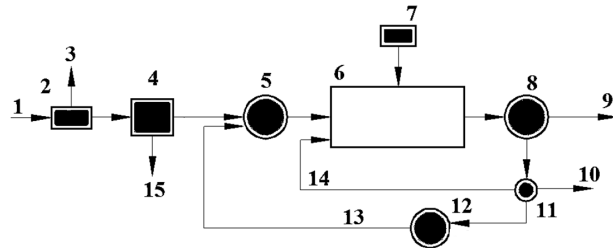


Рис. 2. Технологічна схема повного біологічного очищення стічних вод за модифікованою схемою А/О з анаеробною обробкою зворотного активного мулу: 1 - очищувані стічні води, що пройшли споруди решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 - піщана пульпа на пісковий майданчик; 4 - первинний відстійник; 5, 6, 12 – анаеробний, аеробний, анаеробний біореактори; 7 - повітрорудна станція; 8 - вторинний відстійник; 9 - трубопровід подачі стічної води, що пройшла біологічне очищення до змішувача із знезаражуючим агентом; 10 - надлишковий активний мул на ущільнення; 11 - насос; 13, 14 – рециркуляційний активний мул; 15 - сирий осад первинних відстійників на обробку.

В результаті моделювання в програмному комплексі STOAT встановлено, що при подачі (до 40%) зворотного активного мулу в проміжний анаеробний реактор збільшується навантаження по БСК до 35-40% на аеробний реактор, в порівнянні із реконструкцією аеротенків за модифікованою схемою А/О (рис. 1), що в кінцевому призводить до непродуктивних витрат електроенергії на аерацію.

Повне біологічне очищення стічних вод і супутнє зниження концентрації сполук фосфору та азоту може бути досягнуто шляхом реконструкції каналізаційних очисних споруд за чотирьох ступеневою схемою біологічного очищення Vardenpho (рис. 3).

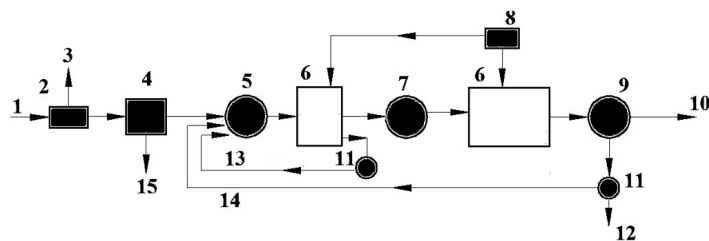


Рис. 3. Технологічна схема повного біологічного очищення стічних вод за схемою Vardenpho: 1 - очищувані стічні води, що пройшли споруди решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 - піщана пульпа на пісковий майданчик; 4,9 - первинний, вторинний відстійники; 5,6,7 - аноксидний, аеробний, анаеробний біореактори; 8 - повітрорудна станція; 10 - трубопровід подачі стічної води, що пройшла біологічне очищення до змішувача із знезаражуючим агентом; 11 - насос; 12 - надлишковий активний мул; 13 - рециркуляційна мулова суміш; 14 - зворотний активний мул; 15 - сирий осад первинних відстійників на обробку.

Нітратний рецикл реалізується на першому ступені в аноксидних біореакторах і другому ступені в аеробних біореакторах. Видалення сполук фосфору забезпечується при послідовній обробці води в аноксидних реакторах третього ступеня і аеробних реакторах четвертого ступеня схеми Bardenpho.

В результаті чисельного експерименту виконаного в програмному комплексі STOAT за ефективністю біологічного очищення стічних вод від сполук фосфору та азоту встановлено, що за схемою Bardenpho оптимальними є об'єми аноксидного, аеробного, аноксидного, аеробного реакторів (зон), % – 25:33:21:31.

Чутливість фосфоракумулюючих автотрофів до зміни фізико-хімічних показників стічної води та порівняно низький їх приріст вимагає заходів із часткової рециркуляції активного мулу до біореакторів різних ступенів очищення (рис. 4).

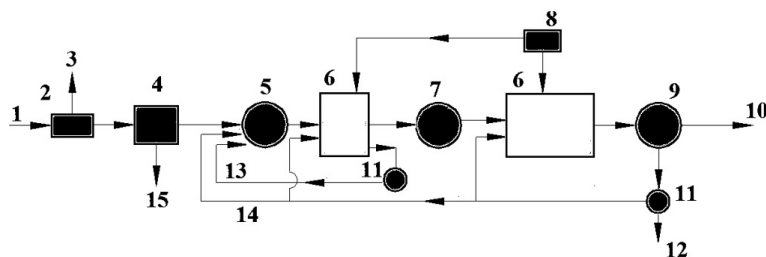


Рис. 4. Технологічна схема повного біологічного очищення стічних вод за модифікованою схемою Bardenpho: 1 - очишувані стічні води, що пройшли споруди решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 - піщана пульпа на пісковий майданчик; 4 -первинний відстійник; 5, 6, 7 - аноксидний, аеробний, аноксидний біореактори; 8 - повітрودувна станція; 9 - вторинний відстійник; 10 - трубопровід подачі стічної води, що пройшла біологічне очищення до змішувача із знезаражуючим агентом; 11 - насос; 12 - надлишковий активний мул; 13 - рециркуляційна мулова суміш; 14 - зворотний активний мул; 15 - сирий осад первинних відстійників на обробку.

Шляхом моделювання в програмному комплексі STOAT встановлено, що часткова рециркуляція (до 25%) активного мулу до аеробного біореактора другого ступеня дозволяє зменшити його об'єм до 60%, порівняно із схемою Bardenpho, тим самим зменшити час перебування стічних вод в аеробних умовах, знизити загальні витрати електроенергії на аерацію.

Висновки. В результаті порівняльного аналізу технологій біологічного очищення стічних вод і проведених досліджень за допомогою програмного комплексу STOAT встановлено, що для досягнення повного біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод, враховуючи обов'язкове супутнє очищення стічної води від сполук фосфору та азоту, енергоощадною є технологія за модифікованою схемою Bardenpho із поділом рециркуляційного активного мулу між ступенями біологічного очищення.

Література

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2010 р. / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. — К., 2011. — С. 564.
2. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод .: Навчальний посібник. — Рівне: ВАТ «Рівненська Друкарня», 2003. — 616 с.
3. Козарь М.Ю. Удаление соединений азота и фосфора: проблемы и их решения / М. Ю. Козарь, В. С. Жукова, Л. А. Саблій // 5-ая Восточно-Европейская конференция "Опыт и молодость в решении водных проблем" — IWA. Киев. 2013. — С. 351-358.
4. ДБН В.2.5 – 75 : 2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування". - К. : Мінрегіонбуд, 2013 – 210 с.
5. Василенко О. А. Впровадження технології біологічної очистки стічних вод від сполук азоту і фосфору на міських очисних спорудах / О. А. Василенко, О. В. Поліщук, Л. О. Василенко // Екологічна безпека і природокористування. – 2014. – Вип. 15. – С. 90-101.
6. Россінський В. М. Удосконалення способів біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод шляхом структурного поділу потоків // Актуальні проблеми теплогазопостачання і вентиляції, водопостачання і водовідведення. Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2015. – С. 146-148.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В. Н. Россинский

В статье приведен сравнительный анализ технологий биологической очистки сточных вод, содержащих этапы анаэробной, аэробной, аноксидной обработки иловой смеси, с целью достижения минимизации энергозатрат на реализацию процессов водоочистки. Показано, что энергосберегающей является технология биологической очистки сточных вод по модифицированной схеме Bardenpho с разделением циркуляционного активного ила между ступенями очистки.

ENERGY SAVING TECHNOLOGIES OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

V. Rossinskyi

In the article, a comparative analysis of biological wastewater treatment technology, comprising anaerobic-aerobic-anoxic processes, for energy minimization is presented. That the energy-saving technology of biological wastewater treatment by modified scheme of Bardenpho with division recirculation of activated sludge between the treatment stages is shown.

МОНІТОРИНГ СУЧАСНИХ БІОПОЗИТИВНИХ ШУМОЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Стаття присвячена моніторингу сучасних біопозитивних шумозахисних конструкцій. Встановлені обабіч магістралей густонаселених районів міст вони захищають від шуму, дорожнього пилу та бруду прилеглі будинки, місця скупчення людей (зупинки громадського транспорту, парки), обмежують видимість приватної власності, неестетичність пейзажів (звалища, промзони, залізничні колії, неблагополучні райони). Показано, що установка таких конструкцій є економічно обґрунтованою та інвестиційно привабливою.

Постановка проблеми. Серед усього розмаїття дестабілізуючих факторів, що впливають на людину, одним з найпоширеніших і значущим є акустичні шуми, захист від яких стає актуальною проблемою для всіх розвинених країн світу [1]. Одним із основних джерел шуму в місті - автомобільний транспорт, інтенсивність руху якого із року в рік постійно зростає. Найбільші високі рівні шуму 90-95 дБ відзначаються на вулицях міст з середньою інтенсивністю руху 2-3 тис. і більше транспортних одиниць на годину. Шум, що виникає на проїжджій частині магістралі, розповсюджується не тільки на при магістральній території, але й углиб житлової забудови (рис. 1).

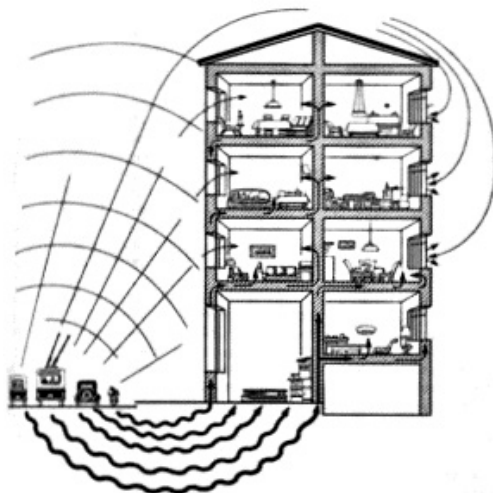


Рис. 1. Вплив шумових хвиль на будівлі, що стоять біля магістралі

За останній час середній рівень шуму, що генерується транспортом, збільшився на 12-14 дБ. Згідно ГОСТ 19358-85 «Зовнішній і внутрішній

шум автотранспортних засобів», рівень шум не повинен перевищувати 60 дБ. Вимірювання показують, що рівень шуму перевищує допустимі межі на 15-20 дБ [2]. За даними експертів, рівень шуму у великих містах щорічно зростає в середньому на 1 дБ. Якщо ще в середині 80-х років минулого століття він знаходився в межах нешкідливою для здоров'я людини норми у 80 дБ вдень і 40 дБ вночі, то зараз рівень шуму вулиці переступив поріг в 100 дБ у світлий час доби і впритул наблизився до 80 дБ в темний час доби. Ось чому проблема боротьби з шумом в місті набуває все більшої актуальності [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед джерел, що створюють несприятливий для людини шумовий фон, можна виділити декілька найбільш потужних (рис. 2). Насамперед, це автомобільний транспорт. На великих транспортних артеріях міста з інтенсивністю руху більше 2 тисяч автомобілів на годину шум досягає 95 дБ, тобто на 15 дБ перевищує безпечний для людини рівень шуму і на 45-50 дБ - комфортний. Значний відсоток шуму на вулицях промислових міст вносить великовантажний обладнаний дизельними двигунами транспорт. Від звуків жвавих автомагістралей страждають не тільки мешканці будинків, розташованих у безпосередній близькості, шум поширюється на значну відстань вглиб житлової забудови (рис. 1).

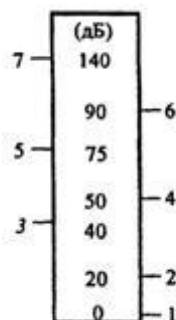


Рис. 2. Шкала рівнів звуку: 1 - межа чутності; 2 - шелест листя; 3 - «спальний» район вночі; 4 - ресторан без музики; 5 - безперервний транспортний потік на відстані 30 м; 6 - реактивний літак на висоті 300 м; 7 - больовий поріг

У другій від автодороги лінії будівель шум може досягати 70 дБ. Як показують виміри, при відкритих вікнах рівень шуму в приміщенні всього лише на 12-15 дБ менше, ніж на вулиці. Зниження міського шуму може бути досягнуто за допомогою установки шумозахисних екранів [4] сучасних біопозитивних шумозахисних конструкцій [5-7]. Вони дозволяють знизити рівень шуму від транспортних потоків на розглянутих територіях до допустимих значень.

Метою роботи є моніторинг сучасних біопозитивних шумозахисних конструкцій, як найбільш ефективних способів та заходів щодо зниження рівня звукового тиску, створюваного міським транспортом.

Виклад основного матеріалу. Відомо [7], що сучасна шумозахисна стіна (екран) складається з двох залізобетонних елементів - стійок і плит, з'єднаних таким чином, щоб після монтажу утворилися порожнини, які заповнюються ґрунтом з частково відкритими для озеленення поверхнями. У ґрунт висаджують різноманітні трави, квіти, в'юнкі рослини, кущі, невеликі дерева.

Ефект гасіння шуму в таких стінах (екранах) складається з декількох чинників (рис. 3):

1. Подовження шляху звукового променя від джерела шуму (двигуна автомобіля, тощо) до об'єкта - зовнішній стіні будівлі. Зазвичай це подовження найбільше позначається на гасінні шуму для нижніх поверхів, для яких воно найбільш актуально.

2. Невелике затухання шуму в масивному ґрунтовому заповненні екрану.

3. Переорієнтація звукових хвиль у просторі внаслідок нерівної поверхні екрану.

4. Поглинання звукових коливань рослинністю на поверхні екрану; особливо ефективно суцільне озеленення верху екрану, що утрудняє проходження звукового променя, який огинає екран зверху.

5. Висота екрану і наявність зверху нього козирка, що подовжує шлях звукового променя, є актуальним.

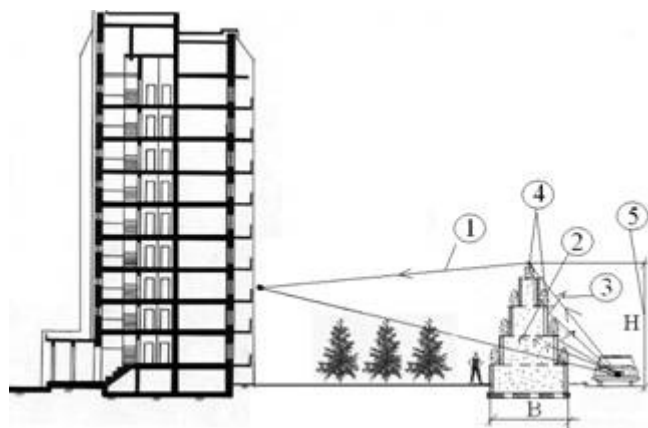


Рис. 3. Схема шумозахисту: 1 - довгий шлях звукового променя від двигуна автомобіля; 2 - загасання шуму в масиві ґрунту; 3 - переорієнтація звуку нерівною поверхнею екрану; 4 - загасання за рахунок озеленення верху і лицьової поверхні; 5 - вплив висоти екрану

За принципом роботи шумозахисні конструкції діляться на:

а) вільно стоячі (рис. 4), що виконуються з бездонних залізобетонних коробів (ємностей), які заповнені рослинним ґрунтом і мають на бічних поверхнях відкриті ділянки ґрунту для висаджування рослин. Залізобетонні короба можуть мати різну форму, з метою отримання вільних горизонтальних ділянок ґрунту: бічні «кишені», консольні виступи, що надають можливість створити досить виразну лицьову

поверхню. Неплоска лицьова поверхня стінки переорієнтує і розбиває звукові потоки. Необхідність влаштування під цими екранами фундаментів з наскрізними прорізами сприяє контактуванню ґрунту всередині екранів з природним ґрунтом, дозволяючи корінню рослин вільно проникати в товщу природного ґрунту;

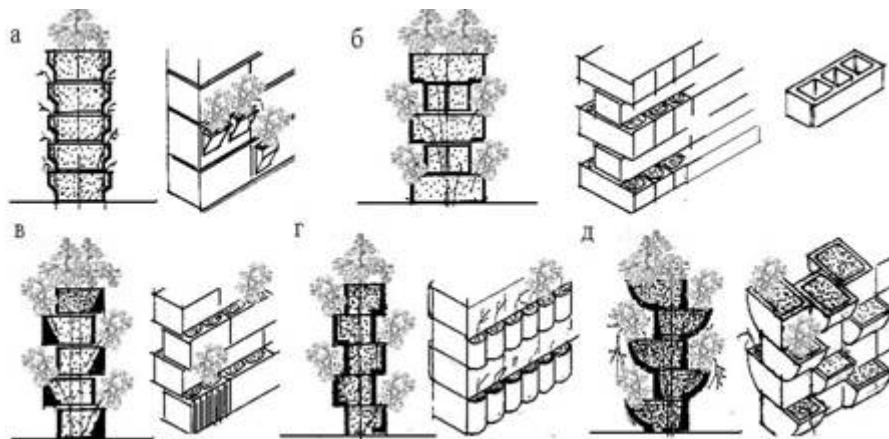


Рис. 4. Вільно стоячі біопозитивні шумозахисні екрани: а - з бічними «кишенями» для озеленення; б-д - зі зрушенням елементів для утворення відкритих поверхонь ґрунту

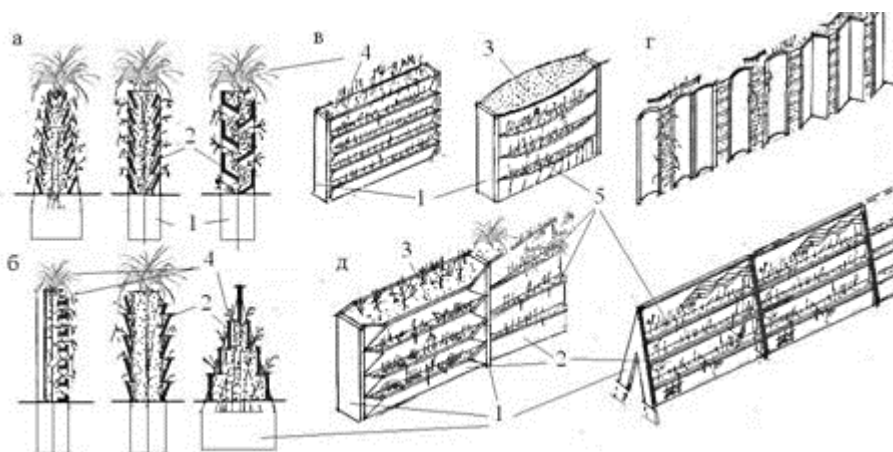


Рис. 5. Контрфорсні стіни: а, б - вертикальний розріз; в-д - перспективне зображення; 1 - плоскі контрфорси; 2 - лицьові плити різної форми (плоскі і оболонки); 3 - ґрунт; 4 - озеленення; 5 - плоска поверхня відкритого ґрунту

б) контрфорсні (рис. 5), що складаються з вертикальних залізобетонних контрфорсів, до яких прикріплені горизонтальні плити або оболонки, що утворюють заповнені ґрунтом порожнини з відкритими ділянками ґрунту. Плоскі залізобетонні контрфорси встановлюють через 4-6 м по довжині стіни. У пази на бічних поверхнях контрфорсів монтують лицьові плити, які можуть мати рельєфний малюнок на поверхні. Контрфорси закладаються в ґрунт або в стовпчасті фундаменти. Контрфорсні стінки можуть мати невелику товщину (40-60 см), що дозволяє рекомендувати такі конструкції для установки в місцях розташування захисних будівель поруч з магістралями;

в) гравітаційні (рис. 6), що представляють собою терасовані за допомогою залізобетонних конструкцій (плит, коробів) споруди. Вони утримують масиви ґрунту з досить великою шириною в підставі (до 4-8 м), на терасах яких висаджені різні рослини (квіти, чагарники, дерева та ін.).

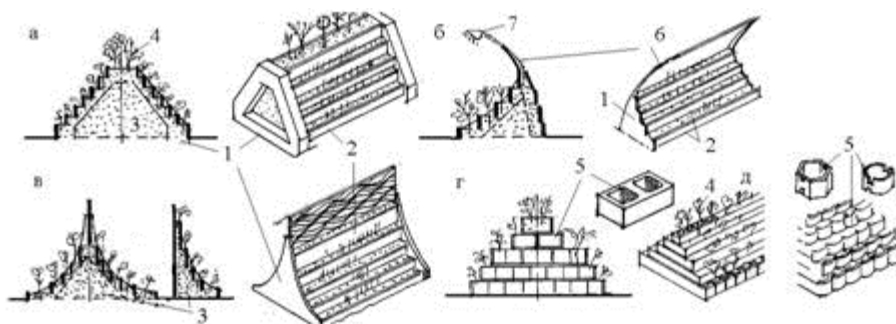


Рис. 6. Масивні (гравітаційні) біопозитивні шумозахисні стіни (екрани): а-в - з масивними контрфорсами для кріплення горизонтальних плит; г, д - з бездонних ящиків з рельєфною лицьовою поверхнею; 1 - контрфорси; 2 – лицьові, що утримують ґрунт плити; 3 - ґрунт; 4 - озеленення; 5 - просторові блоки; 6 - козирок для поліпшення гасіння шуму; 7 - ліхтар

Для створення терас можна встановити плоскі рами з кроком 4-6 м, в пази на бічній поверхні яких змонтувати плоскі плити висотою до 60 см. Внутрішній простір заповнюється ґрунтом з ущільненням (щоб не було значної осадки після поливу), потім на горизонтальних терасах висаджують рослини. Для гарного росту рослинності на шумозахисних екранах необхідний періодичний полив за допомогою спеціально обладнаних машин.

З метою ефективного очищення забрудненого повітря в місці його максимального забруднення (між шумозахисними екранами всередині своєрідного «коробу», утвореного екранами і проїжджою частиною), пропонується принципово нові інноваційні екрани [7]. Моделі шумозахисних стін були випробувані на вплив одностороннього шуму, створюваного генератором шуму в умовах інституту «Зеленоградпроект» [7]. Розроблені типові форми екранів показали хороші шумозахисні властивості. Ефект гасіння шуму таких стін покращується за рахунок загасання шуму в масивному ґрунтовому заповненні екрану, переорієнтації звукових хвиль у просторі внаслідок нерівної поверхні екрану, поглинання звукових коливань рослинністю на поверхні екрану; особливо ефективно суцільне озеленення зверху екрану, що утрудняє проходження звукового променя, який огинає екран зверху (рис. 2). Такі озеленені екрани рекомендується встановлювати обабіч основних транспортних магістралей великих міст. Основні елементи конструкцій такого типу виконуються із збірного залізобетону класу бетону В25. За особливостями конструкції запропоновані інститутом «Зеленоградпроект» екрани діляться на наступні: тип 1 виконується з об'ємних елементів прямокутного перерізу з фактурним облицюванням зовнішніх поверхонь (рис. 7). Додаткові

переваги цього типу полягають у простоті виготовлення залізобетонних елементів в заводських умовах і у великій кількості варіантів установки екранів. Типи 2 і 3 виконуються з елементів більш складної форми.

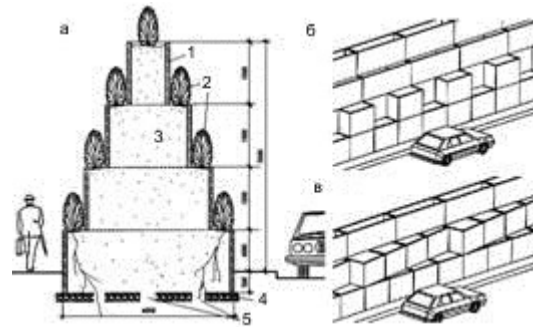


Рис. 7. Екран (тип 1) зі збірних бездонних ящиків з декоративною обробкою: а - розріз; б, в - варіанти монтажу; 1 - ящики; 2 - рослини; 3 - ґрунт; 4 - підстава; 5 - прорізи для коренів рослин і проходу вологи

Ускладнення форми дозволяє зменшити ширину екрану в плані, створює більш рельєфну поверхню екрану, що сприяє кращому поглинанню звуку, покращує зовнішній вигляд конструкцій, але ускладнює виготовлення елементів в заводських умовах і обмежує можливість варіювання (рис. 8).

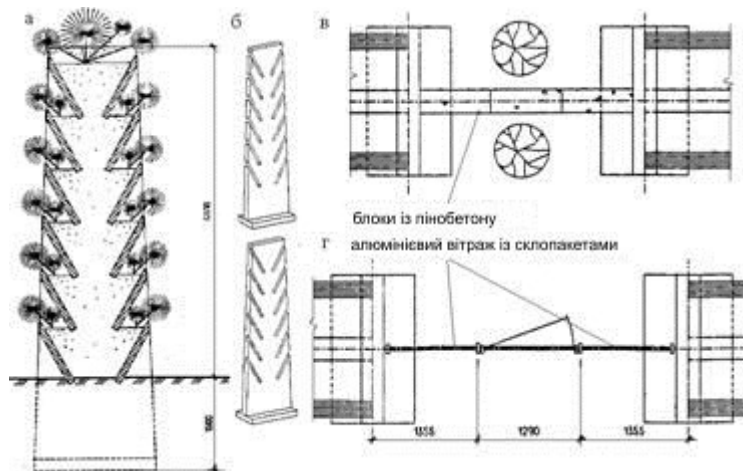


Рис. 8. Екрани типу 7: а - поперечний розріз; б - загальний вигляд стійок; в, г – варіанти екранів у місцях перепадів по висоті з заповненням штучними блоками або скляними вітражами

Екрани типу 7 характеризуються мінімальною шириною, тому їх можна встановлювати поблизу проїжджої частини, що близько примикає до існуючих будівель. Крок контрфорсів приймають зазвичай не більше 4 м з умови забезпечення міцності і тріщиностійкості тонких лицьових плит при їх розрахунку на згин в площині. При вигині в площині жорсткість таких плит достатньо висока, тоді як при вигині з площини при товщині плит 100 мм їх жорсткість мала. Лицьові плити таких екранів рекомендується виготовляти з декоративним малюнком на бетоні,

отриманому в результаті установки декоративних пластикових вкладишів в опалубку перед бетонуванням. Однією з різновидностей екрану типу 7 є екран, в якому основний несучий елемент - вертикальні залізобетонні стіни, забиті в фундамент (рис. 9).

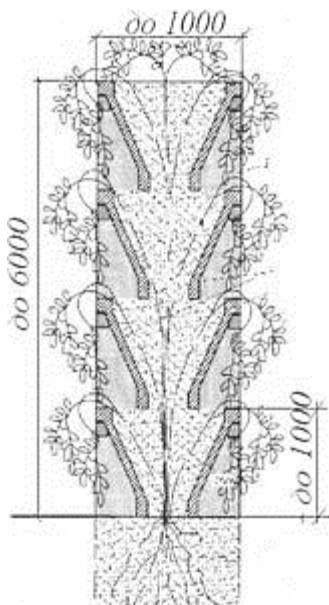


Рис. 9. Екран з похилими лицьовими плитами

Озеленені шумозахисні конструкції рекомендується застосовувати в умовах інтенсивного транспортного руху на магістралях поблизу щільнозабудованих територій [6]. В наведених конструкціях рослини, що закріплені на вертикальних і горизонтальних поверхнях або у вигляді суцільного килима, покращують: склад повітря, очищаючи його від забруднень; мікроклімат; забезпечують існування мікроорганізмів; створюють звукозахист; візуальне сприйняття зовнішнього вигляду споруд.

Висновок. Моніторинг сучасних біопозитивних шумозахисних стін, встановлених обабіч магістралей густонаселених районах міст, показує, що вони захищають від шуму та дорожнього пилу та бруду прилеглі будинки, місця скупчення людей (зупинки громадського транспорту, парки), перехожих від уламків в момент виникнення ДТП, обмежують видимість приватної власності, неестетичність пейзажів (звалища, промзони, залізничні колії і депо, неблагополучні райони). Установка таких конструкцій є економічно обґрунтованою та інвестиційно привабливою.

Література

1. Соловьев Л.П. Состояние системы мониторинга эколого-экономических систем [Текст] / Л.П. Соловьев // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. - № 1. – С. 15-19.

2. Фильков Д.Е. Исследование акустической среды города Мурома [Текст] / Д.Е. Фильков // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - №5. - С. 108-109.

3. Калиниченко М.В. Некоторые аспекты применения резонансных поглотителей на урбанизированных территориях [Текст] / М.В. Калиниченко // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. - № 4. – С. 18-24.

4. Трохименко Н.А. Акустическое благоустройство строительных объектов и территорий [Текст] / Н.А. Трохименко // Буд. конструкції. – 2014. – Вип. 81. – С. 216-223.

5. Никифоров Л.Л. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2015. – 496 с.

6. Тетиор А.Н. Экологичные подпорные и шумозащитные стены. Учебное пособие. – М.: МГУП, 2006. - 175 с.

7. Альбом «Конструкции озеленяемых экранов вдоль транспортных магистралей». – М.: ГУП «Зеленоградпроект», 1996. - 20 с.

МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННЫХ БИОПОЗИТИВНЫХ ШУМОЗАЩИТНЫХ СТЕН

С. О. Семеняко, С. А. Теренчук

Статья посвящена мониторингу современных биопозитивных шумозащитных стен и показывает, что они защищают от шума, дорожной пыли и грязи соседние дома, офисы, производственные площадки, места скопления людей (общественный транспорт, парки), прохожих из-под обломков в момент дорожных аварий, ограничивают видимость частной собственности, не эстетичность пейзажей (свалки, промышленные зоны, железнодорожные пути, неблагополучные районы). Установка таких конструкций экономически обоснована и инвестиционно привлекательна.

MONITORING OF MODERN BIO POSITIVE NOISE PROTECTIVE WALLS

S. Semenyako, S. Terenchuk

The article is devoted monitoring of modern bio positive noise protection walls and shows that they protect against noise, dust and dirt road adjacent homes, offices, production facilities, public places (public transport, parks), passers-by from the wreckage at the time of road accidents, restrict visibility of private property, not aesthetic landscapes (landfills, industrial areas, railways, disadvantaged areas). Installation of such structures economically feasible and attractive investment.

ВРАХУВАННЯ ЗАДАЧ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НОВІЙ РЕДАКЦІЇ ДБН В.2.5-28 «ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»

¹⁾ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

²⁾ ТОВ «КиївПромЕлектроПроект», Україна

У статті аналізується проект нової редакції норм з природного і штучного освітлення, який зараз проходить обговорення. Основну увагу приділено розгляду питань, пов'язаних з економією енергії як безпосередньо на освітлення приміщень, територій та містобудівних об'єктів, так і на підтримання комфортних мікрокліматичних умов у будівлях завдяки оптимізації систем природного освітлення, сонцезахисту та площ світлових прорізів.

Постановка проблеми. За даними як вітчизняних, так і закордонних дослідників енергоефективність у будівництві значною мірою залежить від правильного вибору систем освітлення приміщень в будівлях, зовнішнього освітлення об'єктів, вулиць та майданів населених пунктів, стадіонів, підземних переходів тощо. Відомо, що витрати енергії на штучне освітлення односімейного будинку складають біля 10% від загального енергоспоживання, а у офісних будівлях вони досягають 20% [1].

Тепловтрати зимою через вікна досягають 22-25% від загальних тепловтрат через теплоізоляційну оболонку будівлі, а літній перегрів приміщень практично повністю обумовлений теплонадходженнями через світлопрозорі огороження, оскільки у ясний день сонячна радіація, що проникає через вікна, дає більше 85% теплонадходжень [2]. Враховуючи, що витрати на охолодження повітря приблизно втричі дорожчі ніж на його нагрівання, приведення параметрів мікроклімату до комфортних показників потребує значних коштів.

Природне та штучне освітлення повинне відповідати низці вимог: санітарно-гігієнічним, економічним, естетичним тощо. За останні роки з'явилося нове електрообладнання для штучного освітлення, в якому використовуються нові технології, в першу чергу, світлодіодні лампи з використанням енергозберігаючої LED технології, як вітчизняного так і закордонного виробництва. Ці технології використовуються як для внутрішнього та зовнішнього освітлення так і для реклами. Також в Україні набрали чинності нормативні документи, які вимагають управління та регулювання усіма засобами, як природного, так і штучного освітлення будівель з метою підвищення їхньої енергоефективності. Якщо у частині природного освітлення діючі норми [3] зазнали змін [4], то нормування штучного освітлення суттєво застаріло і не відповідає задачам

енергозбереження. Тому розроблення нової редакції ДБН В.2.5-28 є актуальною задачею.

Аналіз досліджень та публікацій. У спеціальній літературі досить широко обговорюються проблеми, пов'язані з проектуванням, розрахунком і нормуванням природного освітлення. Ґрунтовний аналіз розвитку архітектурної світлології в Україні і формулювання основних напрямків подальших досліджень у цій галузі зроблені в [5]. Аналізу змін [4] присвячена стаття [6].

Питанню використання енергозаощаджувальних джерел штучного освітлення, зокрема світлодіодів, їх впливу на здоров'я людини присвячені статті [7,8].

У Європі норми освітлення регламентуються: EN 12464-1:2002 [9] та EN 12464-2:2007 [10]. Ці норми замінили деталізовані національні стандарти єдиним документом, який дає тільки рамкові рекомендації щодо освітлення робочих місць. У середині рекомендованих рамок проектувальники і користувачі можуть самі орієнтуватися відповідно до їх бажань і з урахуванням національних (місцевих) можливостей. Крім EN 12464, є кілька десятків спеціалізованих норм (наприклад, для дорожнього, вуличного та тунельного освітлення, для освітлення спортивних споруд тощо), а також багато національних норм і правил. Але у всіх нормативних документах регламентуються тотожні параметри. Нормовані величини відрізняються в різних країнах, але ці відмінності не носять принципового характеру.

Норми встановлюють вимоги до кількісних та якісних показників освітлення на площинах, на яких зорові завдання вирішуються постійно або епізодично. Додатково наводяться рекомендації щодо реалізації правильних і енергозберігаючих освітлювальних рішень.

Норми не пропонують проектувальникам і світлодизайнерам будь-яких конкретних «рецептів» і не обмежують їх в застосуванні нових засобів, технологій та інноваційних систем освітлення. У нормах підкреслено, що освітлення робочих місць може бути забезпечено як природним світлом, так і штучними джерелами світла або їх комбінацією.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз врахування задач енергозбереження у проекті нової редакції ДБН В.2.5-28.

Основна частина. При розробленні нормативних вимог до освітлення приміщень різного призначення у проекті нової редакції ДБН В.2.5-28 були проаналізовані санітарно-гігієнічні вимоги до якісних параметрів освітлення, так і технічні та економічні можливості їх досягнення. Запропонований більш диференційований підхід до рівнів освітлення робочих поверхонь в залежності від умов зорової роботи, знижені показники природного освітлення при суміщеному освітленні, розроблені деталізовані таблиці з розширеною номенклатурою приміщень у будинках громадського, житлового та комунального призначення.

У розділі «Природне освітлення» запропоновано нове світлокліматичне районування території України, яке враховує зміну кліматичних показників за останні 30 років. Це дозволить точніше враховувати особливості місцевого клімату при проектуванні природного освітлення.

Системи природного освітлення доповнені новими видами: транспортоване та акумульоване природне освітлення, які вже застосовується в архітектурних об'єктах багатьох країн світу. Вони дозволять забезпечити природним освітленням приміщення, розташовані далеко від зовнішньої оболонки, а значить збільшити ширину будинків та застосовувати акумульоване природне освітлення вночі.

Сформульовані вимоги по обладнанню світлових прорізів сонцезахисними пристроями в залежності від кліматичних умов. Нормативні вимоги з природного освітлення ув'язані з вимогами до інсоляції.

Розрахунок природного освітлення поки що залишився таким, який був впроваджений Зміною № 2 ДБН В.2.5-28-2006, але передбачається, що він буде суттєво удосконалений у майбутніх стандартах-настановах, які необхідно розробляти в доповнення до норм [11].

У розділі «Штучне освітлення» закріплені основні вимоги ЄС щодо енергетичної ефективності будівель (Директиви 2010/30/ЄС, 2012/27/ЄС, 2012/31/ЄС). Головна вимога цих документів – підвищення енергоефективності використання первинних енергоносіїв до 2020 року на 20% від рівня 1990 року.

ДБН В.2.5-28-2006 не відповідає цим вимогам, як за нормами використання штучних світлодіодних та інших джерел світлових приборів, так і за зв'язком з діючими нормативними документами з енергоефективності для будівель. Потенціал енергозбереження при реконструкції існуючого житлового фонду, бюджетних та цивільних будівель на штучне освітлення складає до 40% тільки на штучним освітленні. Нова редакція розділу «Штучне освітлення» повністю виключає застосування не енергоефективних джерел освітлення, встановлює зв'язок з нормативними документами по управлінню інженерними мережами за рівням автоматизації будівлі. Зміни, які внесені в нову редакцію розділу «Штучне освітлення» відповідають вимогам Директив ЄС. Ці вимоги відносяться і до інших розділів нової редакції ДБН В.2.5-28, щодо використання джерел для штучного та сумісного освітлення.

Окремо зупинимось на *зовнішньому освітленні вулиць і доріг відповідно до їх класифікації за ДБН 360-92***.

Пік загальної потужності люстри зовнішнього освітлення м. Києва припадав на 1996 рік і становив 27200 кВт. Проте у подальшому ця величина почала знижуватись, а кількість світлоточок – невпинно зростати, що свідчить про впровадження енергоекономічних типів світильників.

Можна прослідкувати, як, незважаючи на зменшення потужності світильників, їх світловіддача (лм/Вт) і їх термін служби зростає, починаючи від ламп розжарювання і до світлодіодних джерел світла.

Проте виникає питання, чому при підвищенні якості зовнішнього освітлення, яка повинна забезпечуватися відповідними нормативами, які весь час удосконалюються, кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) у темний час доби постійно зростає [12,13].

Слід зазначити, що моменти увімкнення і вимкнення зовнішнього освітлення встановлені, виходячи з можливості економії електроенергії і одночасного забезпечення відповідного рівня безпеки дорожнього руху.

Так, в Україні прийнято вмикати зовнішнє освітлення міст у вечірні сутінки при зниженні горизонтальної освітленості до 20 лк і вимкати в ранкові сутінки при 10 лк. Тобто, величина освітленості в ранкові сутінки менша, ніж у вечірні сутінки, тоді як за кордоном навпаки – в ранкові сутінки освітлення вимикають при більшій величині горизонтальної освітленості (у 1,5–2 рази), ніж його вмикають у вечірні сутінки. Це пов'язане з поняттями «темнова» і «світлова» адаптація.

Зважаючи на те, що за даними МКО кількість ДТП у темний час доби може бути скорочена на 30% за рахунок дотримання нормативів проектування зовнішнього освітлення і встановлення відповідних режимів його роботи, вважаємо за необхідне ввести наступну методику техніко-економічного розрахунку моментів увімкнення (вимкнення) зовнішнього освітлення міст [14].

В основу такої методики може бути покладений принцип визначення передбачуваного скорочення збитків народному господарству від ДТП і порівнянні їх з витратами на додаткове споживання електроенергії при більш ранньому увімкненні і пізнішому вимкненні зовнішнього освітлення.

Якщо позначити моменти увімкнення зовнішнього освітлення через t_1, t_2, t_3 , де t_1 – час, що пройшов після заходу Сонця у хвилинах, і вибрати ці моменти так, щоб t_1 відповідало рівню природної горизонтальної освітленості 30 лк, t_2 – 20 лк і t_3 – 10 лк, то неважко вивести формулу розрахунку оптимального моменту увімкнення зовнішнього освітлення у вечірні сутінки. Так як моменти часу t_1 змінюються протягом року, необхідно орієнтуватись на середню добу. Наприклад, для населеного пункту, що знаходиться приблизно на широті 50° (Київ, Львів, Івано-Франківськ), моменти часу t_1, t_2, t_3 , віднесені до середньої доби, відповідно дорівнюють 22,7 хв., 25,5 хв., 29,5 хв.

Припустимо, освітлення у місті увімкнули при горизонтальній освітленості 10 лк (t_3), а ми хочемо перейти на увімкнення при 20 лк (t_2), то доцільність цього заходу буде обумовлена, якщо задовольняється умова:

$$C \leq S_{\Delta t} \cdot K \cdot P,$$

де C – вартість додатково витраченої протягом року електроенергії в гривнях, визначається за формулою:

$$C=6,08 \cdot \Delta t \cdot w \cdot d,$$

де 6,08 – перевідний коефіцієнт хвилин в години (для високосного року дорівнює 6,1); Δt – різниця між існуючим моментом увімкнення освітлення і запропонованим, хв. (у даному прикладі $\Delta t = 29,5 - 25,5 = 4$ хв.); w – встановлена потужність на зовнішнє освітлення в місті, кВт; d – вартість 1 кВт·год. електроенергії, прийнята для даного населеного пункту; $S_{\Delta t}$ – збитки від ДТП (у грн.), що мали місце у вечірні сутінки в проміжку часу Δt за рік, що передуює переходу на раніше увімкнення освітлення; K – коефіцієнт прогнозу, середній за 3–5 років, що враховує тенденцію до зменшення (збільшення) кількості ДТП в проміжку часу Δt ; P – ймовірність зменшення річної кількості ДТП в проміжку часу Δt при введенні більш раннього увімкнення освітлення, приймається рівною в середньому 0,3.

Перевірка, проведена за даною формулою, показує, що увімкнення освітлення необхідно проводити при рівні горизонтальної освітленості 20 лк для міст з населенням до 500 тис. чол., а для міст з населенням понад 1,5 млн. чол., виявляється доцільним увімкнення освітлення при 30 лк.

Взагалі, при чотирипровідній системі мереж зовнішнього освітлення на основі вищевикладеного для магістральних вулиць значних і найзначніших міст доцільно застосовувати наступну послідовність увімкнення (вимкнення) світильників:

1. Увімкнення світильників, розміщених у найнебезпечніших місцях, у вечірні сутінки при $E_{кр}=32$ лк;
2. Увімкнення всіх світильників при $E=25$ лк;
3. Вимкнення 2/3 або 50% світильників в черговому режимі (світильники в небезпечних місцях повинні залишатися увімкненими);
4. Вимкнення 2/3 або 50% світильників при $E_{кр}=46$ лк;
5. Вимкнення всіх світильників при $E=60$ лк.

Цей принцип і був закладений у проект нової редакції ДБН В.2.5-28. Він дозволить суттєво знизити витрати енергії на освітлення вулиць і доріг і запобігти значній кількості ДТП.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Прийняття нової редакції ДБН В.2.5-28 дозволить оптимізувати витрати енергії на освітлення приміщень та територій у вечірній та нічний час, знизити навантаження на системи кліматизації будівель, гармонізувати національні норми з нормами ЄС.

Негайною задачею є розроблення державної програми зі створення системного комплексу нормативних документів рівня стандартів та стандартів-настанов з проектування, розрахунку, монтажу та технічного обслуговування систем природного, суміщеного і штучного освітлення.

Література

1. *Сеппанен О.* Требования к энергоэффективности зданий в странах ЕС / *О. Сеппанен* // Энергосбережение. – 2010. – № 7. – С. 42-51.
2. Как приходит и уходит тепло из дома [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tehnoluch.com/library/lossofheat/>
3. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. [Чинні з 2006-10-01] / Держбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 76 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. Зміна № 2 [Чинні з 2012-09-01] / Мінрегіон України. – К. : Укрархбудінформ, 2012. – 32 с. – (Державні будівельні норми України).
5. *Пугачов Є. В.* Розвиток архітектурної світлології в Україні / *Є. В. Пугачов* // Вісник Нац. ун-ту водн. госп. – Рівне : НУВГ, 2007. – Вип. 4(40). – С. 319–325.
6. *Подгорный А. Л.* Геометрические основы изменения № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «Естественное и искусственное освещение» / *А. Л. Подгорный, Е. В. Пугачев, О. В. Сергейчук* и др. // Прикл. геометрия та інж. графика : міжвід. наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2012.– Вип.90. – С. 272-280.
7. *Айзенберг Ю. Б.* Энергоэффективное освещение. Проблемы и решения. / *Ю. Б. Айзенберг, О. В. Малохова* // Энергосовет. – 2010. – № 6 (11). – С. 20-26.
8. *Дейнего В.* Выбор концепции построения безопасной и энергосберегающей системы освещения / *В. Дейнего* // «КАБЕЛЬ-news», № 2, 2012, С. 50-64 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.kabel-news.ru.
9. DIN EN 12464-1, Ausgabe 2003-03. Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Deutsche Fassung EN 12464-1:2002. – 44 p.– (Національний стандарт Німеччини).
10. DIN EN 12464-2, Ausgabe 2007-10. Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien; Deutsche Fassung EN 12464-2:2007.– (Національний стандарт Німеччини).
11. *Сергейчук О. В.* Пропозиції з розроблення комплексу нормативних документів з освітлення / *О.В. Сергейчук* // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. праць. – Вип. 77. – К.:ДП НДІБК, 2013. – С. 288-292.
12. *Рейцен Е. А.* Обеспечение безопасности дорожного движения в больших городах при искусственном освещении / *Е. А. Рейцен, И. И. Казимилова* // Проблемы больших городов. Вып. 9. – М.: МГНЦНТИ, 1989. – 24 с.
13. *Рейцен Е. А.* Наружное освещение города и безопасность дорожного движения / *Світло люкс.* – № 2, 2002. – С.38-40.
14. *Рейцен Є.* Організація і безпека міського руху: навчальний посібник / *Є.О. Рейцен.* – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2014. – 454 с.

**УЧЕТ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В НОВОЙ РЕДАКЦИИ ДБН В.2.5-28
«ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»
*О. В. Сергейчук, Е. А. Рейцен, В. С. Громадский***

В статье анализируется проект новой редакции норм по естественному и искусственному освещению, который сейчас проходит обсуждение. Основное внимание уделено рассмотрению вопросов, связанных с экономией энергии как непосредственно на освещение помещений, территорий и градостроительных объектов, так и на поддержание комфортных микроклиматических условий в зданиях благодаря оптимизации систем естественного освещения, солнцезащиты и площадей световых проемов.

**NEW EDITORIAL DBN V. 2.5-28 «NATURAL AND ARTIFICIAL
LIGHTING" TAKE INTO ACCOUNT ENERGY EFFICIENCY
*O. Sergeychuk, E. Reytsen, V. Gromadsky***

The article researches in new editorial norms on natural and artificial lighting, that currently under consideration. The purpose is to study the issues directly related to energy economy of lighting in premises, territories and town-planning projects. As well as, maintaining buildings comfort of microclimatic conditions, due to optimization of the natural lighting, solar shading systems and the areas of the translucent enclosing structures.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ З ТОЧКИ ЗОРУ АРХІТЕКТОРА

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто деякі особливості процесу наукових досліджень в галузі альтернативних джерел енергії з метою виявлення технічних вимог до архітектурно-планувальних рішень науково-дослідних закладів. Наведено визначні вибіркові приклади роботи вчених в цій галузі. Розглянуто науково-дослідні центри альтернативних джерел енергії, як об'єкти, що вимагають особливої уваги в типології будівель та споруд. Висунуто пропозиції щодо забезпечення необхідних умов дослідницького процесу, які впливають на специфіку архітектурно-планувальних рішень.

Ключові слова: *архітектура будівель і споруд, науково-дослідний центр, альтернативні, нетрадиційні, відновлювані джерела енергії, технології енергозбереження, енергоефективність, сталий розвиток.*

Поточний історичний період можна охарактеризувати як стан кризи енергоресурсів, який є наслідком помилкової концепції ведення господарства, логістики енергетичних ресурсів, політики виробництва та споживання. Передати цю проблему наступним поколінням не зазнавши втрат людство не зможе. Таке положення вимагає безпрецедентних дій, акумуляції особистих та загальних зусиль для переходу в «новий стан суспільства», в якому базовим є розуміння, що людина має піклуватись про планету на якій живе так само старанно, як і про стан свого особистого здоров'я. Значних перетворень мають зазнати галузі людської діяльності пов'язані з енергетикою, зокрема: промисловість, транспорт, будівництво та архітектура, в яких перехід до сталого розвитку має відзначитися не тільки на економії ресурсів та ефективному їх використанні, але й на відновленні того, що вже витрачено.

Таким чином, в професійних колах відбулася акцентуалізація питання наукової діяльності в галузі дослідження альтернативних джерел енергії з метою невідкладного впровадження результатів досліджень в життя суспільства. А в свою чергу це було ознаменовано появою ***науково-дослідних центрів альтернативних джерел енергії (НДЦ АДЕ)*** як закладів у принципово новій якості, ніж НДІ періоду кінця ХХ сторіччя. [2] Розуміння запитів наукової спільноти до забезпечення ефективної дослідницької діяльності та усвідомлення специфіки технологічних процесів, що мають відбуватися в ході досліджень допоможе архітектору сформулювати вимоги до архітектурно-

планувальних рішень науково-дослідних центрів альтернативних джерел енергії. Розглянемо деякі приклади роботи вчених в цій галузі дослідження

Заслужений професор електротехніки та обчислювальної техніки університету Пардью (Вест-Лафайетт, Індіана, США) **Джеррі Вудолл** опублікував понад 350 статей і володіє 85 патентами, отримав широке визнання і був нагороджений Національною медаллю технологій та інновацій в 2001 році. [9] На початку своєї кар'єри вчений займався розробкою матеріалів для мікроелектроніки, зокрема його вважаються піонером технології виробництва червоного світлового діоду. Разом з іншими дослідниками університету Вудолл розробив легкий спосіб видобутку водню з води за допомогою сплаву двох металів, алюмінію і галію. Визначною особливістю нового газогенератора є те, що він видає водень по мірі необхідності, а вихідні компоненти реакції негорючі. Відтак, для зберігання водню відпадає необхідність використовувати резервуари, що знаходяться під тиском. Реакція не дає ніяких шкідливих газів, що забруднюють навколишнє середовище.

Це відкриття відноситься до ранньої роботі Вудолла в галузі напівпровідників. У 1968 році намагаючись виростити кристали в сумішах алюмінію та рідкого галію Вудолл виявив, що при додаванні води до цієї суміші, алюміній розщеплює воду на газоподібний водень і оксид алюмінію, вивільняючи при цьому тепло (близько 8,8 кВт год./кг металу). Галій виступає в якості каталізатора і в реакції не приймає участь.

Оскільки відкриття було несподіваним і на той момент виходило за межі напряму досліджень, вчений відклав цю ідею і повернувся до неї лише за 40 років потому, заснувавши компанію «HydroAlumina». Технологію названо іменем винахідника (The Woodall Process). Компанія розробляє реактори видобутку високочистого водню, а також постачає високочистий оксид алюмінію для електронної промисловості. В нових розробках пропонується в якості енергоносія використовуватися алюмінієві кульки оброблені галієм, ведуться дослідження щодо застосування солоної морської води.

Хоча питання відновлюваності такого альтернативного енергоносія є дискусійним, розробник технології затверджує, що вона забезпечує цикл з невизначеним терміном використання і може утворити ідеальний механізм перетворення сонячної енергії або енергії ГЕС в компактну і придатну до легкого транспортування.

Наразі лабораторія Вудолла працює над новим типом сонячних елементів, які вловлюють енергію світла і тепла, а також продовжує працювати над реалізацією технології зеленого світло діоду.

Використання водню в якості паливного елементу більш ефективно за традиційні джерела енергії: 1г водню дає 28,6ккал (120кДж енергії), а 1г бензину – лише 10,5-11ккал (44-47кДж енергії). Застосування водневих двигунів може зробити транспорт, а як наслідок і економіку екологічно чистими, сприявши позбавенню від нафтової залежності. Можливо саме

тому технологією зацікавилися такі авто концерни як «Volkswagen» і «Toyota», які вже в 2014 році представили на ринок серійні моделі автомобілів на водневих паливних елементах.



Рис.1. Професор Джеррі Вудолл у своїй лабораторії в Каліфорнійському університеті в Девісі. Вимірювання чутливості експериментальної чарунки фотоелементу, / фото Gregory Urquiaga, UC Davis

Більше як пів сторіччя минуло з винаходу сонячних батарей і люди все ще використовують громіздкі, негнучкі та вартісні технології. Крім того, виникають проблеми з утилізацією відпрацьованих фотоелементів, оскільки в цих фотоелементах крім кремнію міститься ще і кадмій. І нарешті, кремнієві фотоелементи по мірі роботи сильно нагріваються. Після чого їх продуктивність починає знижуватися.

Зрушити цю проблему з місця допоміг **Алан Джей Хігер** (Alan J. Heeger) з Кліфорнійського університету в Санта-Барбрі - американський дослідник, (спільно з *А.Мак-Діармідом* і *Х.Ширакавою*) був удостоєний Нобелівської премії з хімії 2000 року за відкриття і розробку полімерів-провідників. Один із засновників корпорації UNIAХ, яка комерціалізувала полімери-провідники. З 2005 року директор компанії Heeger Center for Advanced Materials в Кореї.

У 1975 році, зацікавившись статтею Морта Лабеса, в якій той описав швидкопровідний полімерний матеріал, Хігер звернувся до Мак-Діарміда. На прохання Хігера він синтезував подібні сполуки, і вони систематично досліджували їх властивості. Під час візиту Мак-Діарміда в Кіотський

університет, де працював Х.Ширакава, відбулася помилка стажиста Ширакави, який випадково додав каталізатор в грамах замість міліграм. Це призвело до отримання сріблястого поліацетилену. На подив експериментаторів на поверхні рідини утворилася красива срібна плівка. Відразу виникло очевидне питання: «Якщо отриманий пластик своїм блиском схожий на метал, чи не може він і проводити електричний струм?». Повноцінна реалізація задуму стала можливою завдяки поєднанню цього пластику і фулерену (одна з кількох алотропних модифікацій вуглецю у вигляді сфери). *Відкриті в 1985 Робертом Керлом, Гарольдом Крото й Річардом Смолі, ці молекули, що складаються тільки з атомів вуглецю, отримали свою назву на честь Річарда Бакмінстера Фулера — архітектора, що прославився побудовою ажурних куполів. Першовідкривачі отримали Нобелівську премію з хімії в 1996 році.*

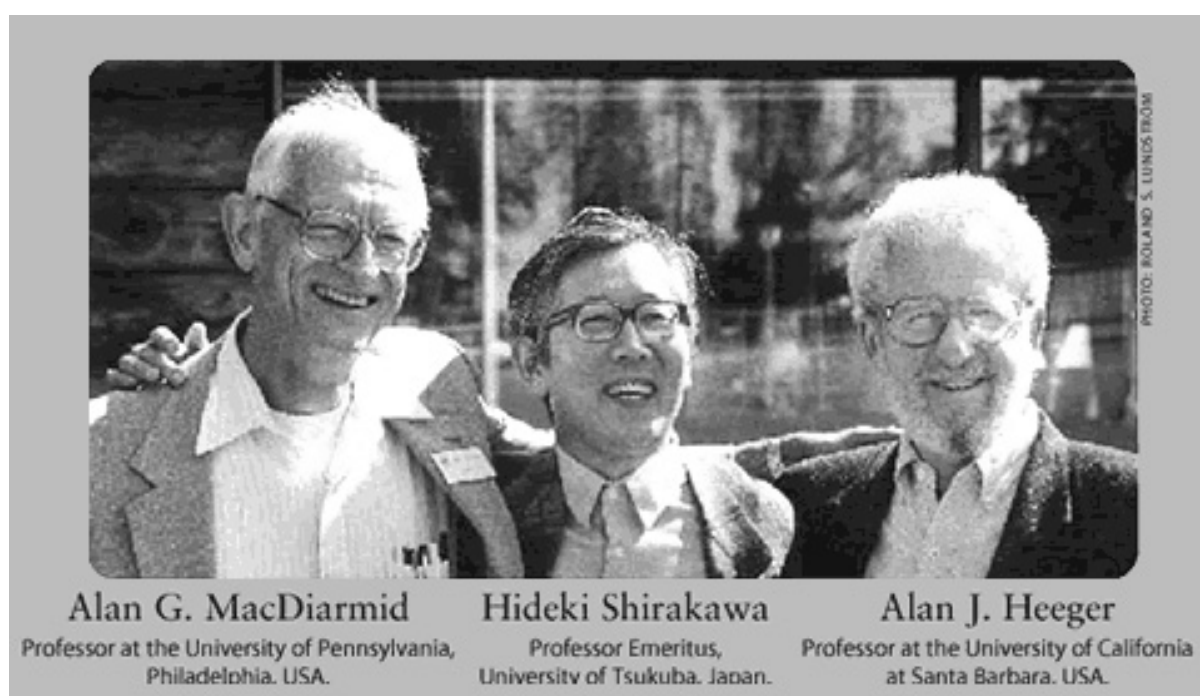


Рис.2. Лауреати Нобелівської премії з хімії 2000 року
матеріали сайту : <http://www.nobelprize.org/>

Електрони в такій пластмасі рухаються під впливом світла. Матеріал можна використовувати в рідкому вигляді і в якості покриття. Технологія "сонячних чорнил" дає можливість виготовляти сонячні батареї на друкарському пресі, використовуючи матеріал, товщина якого може бути порівняна до 1/10 людського волосу. Сонячні батареї на основі полімерів-провідників можуть житися навіть від тьмяного світла в хмарний день, виробляють електроенергію від штучного світла та вловлювати світло, спрямоване під кутом.

Застосування таких технологій суттєво змінить концепцію сонячних батарей в найближчому майбутньому і зможе вплинути на зовнішній

вигляд енергоефективних об'єктів, зміщуючи акцент у формуванні архітектурного образу з інженерних вимог в бік нової технічної естетики.

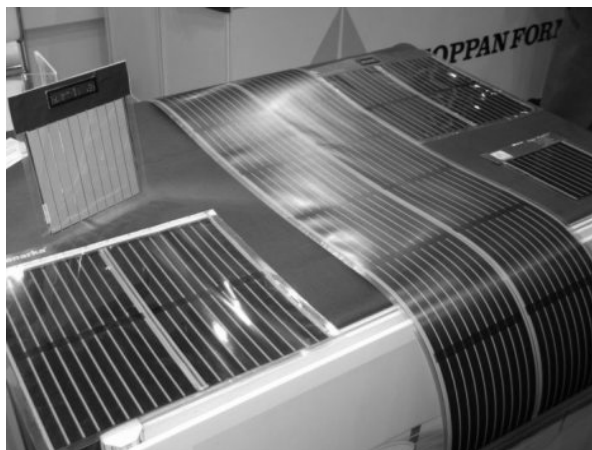


Рис.3. Процес виробництва гнучких сонячних батарей на основі полімерів-провідників

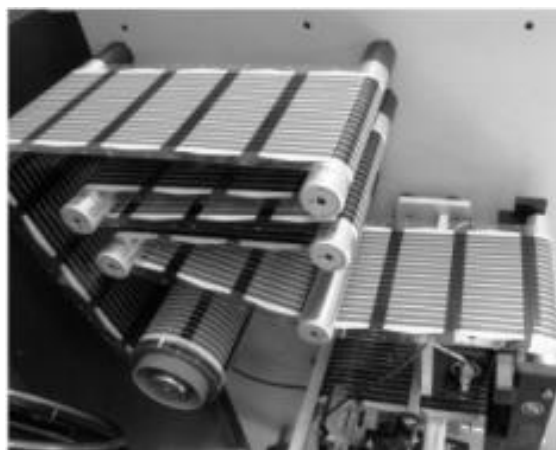


Рис.4. Багатошаровий друк сонячного фотоелемента на гнучку плівку

Розглянувши два визначних приклади роботи вчених в галузі альтернативних джерел енергії слід підсумувати, що проектуючи об'єкти енергоефективного вжитку, архітектор окрім суміжних спеціальностей має долучитися до питань, які лежать на перетині багатьох технічних та фізичних дисциплін, та достеменно осягнути більшість з них. Отже, постають задачі пов'язані з поглибленням знань в нових напрямках та синтезі цих знань з набутим практичним досвідом.

Продовження досліджень в цьому напрямку будуть викладені автором в подальших публікаціях

Література

1. *Вайскопф В.* В защиту физики высоких энергий / Успехи физических наук, 1965, т.86, №4 ; [перевод Л. Г. Ланцберга, М. С. Маринова и др.]. А. М. Переломова, В. С. Попова, Ю. А. Симонова, М. В. Терентьева, под редакцией И. Ю. Кобзарева
2. *Платонов Ю. П.* Проектирование научных комплексов / Платонов Ю. П., Сергеев К. И., Зосимов Г. И. - М. : Стройиздат, 1977. - 133 с.
3. *Платонов Ю. П.* Психология коллективной деятельности [Текст] : теорет.-методол. аспект / ЛГУ ; ЛГУ. - Л. : ЛГУ, 1990. - 181,[2] с. ; 21
4. *Селиванов, Н.П.* Энергоактивные здания/Под ред. Э.В.Сарнацкого и Н.П.Селиванова.-М.: Стройиздат,1988.-376 с.

5. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективное здание: синтез архитектуры и технологии / Ю. А. Табунщиков. - Архитектура и строительство Москвы, 2003.- № 2-3.-С. 14-23.

6. Король В. П. Архітектурне проектування житла: навчальний посібник. – К.: Феніс, 2006. – 208 с.

7. Проблемы истории и методологии научного познания / Ред. Б. М. Кедров, Н. Ф. Овчинников]. –М.: Наука, 1974. – 311 с.

8. LED pioneer Woodall turns focus to energy, water [Электронный ресурс] : / Andy Fell – UC Davis News. – December 12, 2013. – Режим доступа до журн. :

<http://www.davisenterprise.com/local-news/ucd/led-pioneer-woodall-turns-focus-to-energy-water/>

9. Success Story: Plastic Solar Cells Prove Their Flexibility [Электронный ресурс] : / The Institute of Energy Efficiency. - California. – 2014. – Режим доступа. :

http://iee.ucsb.edu/plastic_solar_cells_prove_their_flexibility

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
АРХИТЕКТОРА
А. И. Селиванова**

В статье рассмотрены некоторые особенности процесса научных исследований в области альтернативных источников энергии с целью выявления технических требований к архитектурно-планировочным решениям научно-исследовательских учреждений. Приведены выборочные примеры работы выдающихся ученых в этой отрасли. Рассмотрены научные центры альтернативных источников энергии, как объекты, заслуживающие отдельного внимания в типологии зданий и сооружений. Выдвинуты предложения по обеспечению необходимых условий исследовательского процесса, влияющих на специфику архитектурно-планировочных решений.

Ключевые слова: архитектура зданий и сооружений, научно-исследовательский центр, альтернативные, нетрадиционные, возобновляемые источники энергии, энергосберегающие технологии, энергоэффективность, теория стабильного развития.

FEATURES OF THE RESEARCH OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN TERMS OF ARCHITECT

O. Selyvanov

This article considers some of the features of the process researches of alternative energy sources in order to identify technical requirements for architectural and planning solutions of research institutions. In the text provides examples the work of outstanding scientists in the industry. The article reviews research centers of alternative energy sources as objects that require special attention in the typology of buildings. Also proposed to ensure the necessary research process conditions that affect the specific architectural and planning decisions.

Key words: architecture of buildings and structures, research center, alternative, renewable energy sources, energy saving technologies, energy efficiency, the theory of sustainable development, sustainability, Sustainable Design Innovation.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ І ЖОРСТКОСТІ ПІДРІЗОК В МОНОЛІТНИХ СТІНАХ З ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ ВІЗЛІВ

¹⁾Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій (НДІБК)», Київ
²⁾ТОВ «РУШ», Дніпропетровськ, Україна

Найбільш поширеною в сучасному будівництві України є фасадна теплоізоляція стін з опорядженням тонкошаровою штукатуркою. Така система забезпечує найбільший за значенням коефіцієнт термічної однорідності для основаного поля стіни. Проблема значних тепловитрат (кут, прорізи віконних та дверних отворів, стик міжповерхового перекриття) може бути вирішеною за рахунок запропонованого авторамиспособу підрізки стін ззовні з розташуванням в неї додаткового шару утеплювача. Ефект підвищення теплозахисних показників встановлено, невирішеним залишається питання забезпечення міцності стику та жорсткості остову будівлі з урахуванням зменшення перетину несучих стін. В роботі наведено результати розрахунків напружень та надані рекомендації по армуванню послаблених перетинів.

Постановка проблеми, мета дослідження. Найбільш поширеною в сучасному будівництві України є фасадна теплоізоляція стін з опорядженням тонкошаровою штукатуркою. Така система забезпечує найбільший за значенням коефіцієнт термічної однорідності для основаного поля стіни. Проблема значних тепловитрат (кут, прорізи віконних та дверних отворів, стик міжповерхового перекриття) може бути вирішеною за рахунок запропонованого авторами [1] способу підрізки стін ззовні з розташуванням в неї додаткового шару утеплювача. Ефект підвищення теплозахисних показників встановлено невирішеним є питання забезпечення міцності стику та жорсткості остову будівлі з урахуванням зменшення перетину несучих стін.

Цегляна неармована стіна перевіряється згідно п. 11.6.2. ДБН В.2.6–162 [2] за граничним станом при втраті несучої здатності для розрахункових умов. Приймавши відстань між осями несучих стін 6 м, висоту поверху 3,3 м, а кількість поверхів від 1-го до 14-ти, була виконана перевірка. Розрахункова величина вертикального навантаження, прикладеного до стіни з кам'яної кладки N_{Ed} повинна бути менше або дорівнювати розрахунковій величині вертикальної міцності стіни N_{Rd} так, щоб виконувалась вимога $N_{Ed} < N_{Rd}$.

За результатами розрахунків міцності кладки для конструктивного рішення зовнішніх кутів з підрізкою ділянки кладки встановлена величина можливої підрізки. Для цегляних стін товщиною 250 мм, 380 мм та 510 мм вона становить відповідно 55 мм, 120 мм та 120 мм. Зниження несучої спроможності у порівнянні з варіантом без підрізки становить до 20% для всіх варіантів, при цьому несуча спроможність у всіх випадках забезпечується.

Для конструктивного рішення стику міжповерхового перекриття з підрізкою ділянки кладки товщиною 250 мм, 380 мм та 510 мм величина підрізки становить відповідно 55 мм, 120 мм та 120 мм. Зниження несучої спроможності становить до 40%, до 20% та до 14% відповідно.

Міцність запропонованих рішень для кутів та віконних отворів є достатньою, потрібне тільки конструктивне армування для всіх товщин стін. У місцях міжповерхових перекриттів запропоноване обмеження поверховості будинків для стін товщиною 250 мм – не більш 5-ти; 380 мм – не більш 9-ти; 510 мм – не більш 11-ти поверхів. Потрібне додаткове армування сіткою з проволочи В500 (ВрІ) Ø4 з розміром комірки 40x40 мм для товщини до 380 мм, та Ø5 – для 510 мм.

Для найбільш поширеного будівництва багатоповерхових будівель з монолітного залізобетону потрібна додаткова перевірка, що і стало метою даного дослідження

Розв'язання проблеми. З метою визначення надійності прийнятих конструктивних рішень енергозберігаючих з'єднань з утеплення віконних прорізів з зовнішнім утепленням в стіні, додатковому утепленню в рівні плити перекриття \ і кута будівлі з монолітного залізобетону виконані перевірені розрахунки несучих зовнішніх стін для 16-ти поверхової будівлі з монолітного залізобетону з довільним плануванням. При порівняльних розрахунках каркаса виконувався розрахунок 2-х каркасів будівлі: 1 – без запропонованих енергозберігаючих з'єднань (схема 1); 2 – з урахуванням прийнятих конструктивних рішень по утепленню віконних прорізів з зовнішньої підрізкою в стіні, підрізкою в рівні плити перекриття і кута будівлі (схема 2).

Розрахунки напружено-деформованого стану основних несучих конструкцій 16-ти поверхової будівлі для схем 1 і 2 виконані методом кінцевих елементів, реалізованому в програмному комплексі «Ліра-Windows» версії 9.6 [3].

Геометричні розміри конструктивних елементів будівлі:

- зовнішні і внутрішні стіни прийняті товщиною 250 мм з бетону класу С20/25;
- міжповерхові перекриття і плита покриття прийняті товщиною 200 мм з бетону класу С20/25;
- розміри віконних прорізів прийняті згідно розроблених рішень при розробці енергозберігаючих вузлових з'єднань 1510 мм x 1510 мм;

- підрізування у рівні перекриттів і в кутах будинку прийняті згідно розроблених рішень при розробці енергозберігаючих вузлових з'єднань 100 мм.

У розрахунковій схемі приймалися такі види завантажень:

1) постійні навантаження – власна вага конструкцій каркасу будівлі, а також вагу конструкцій підлоги, покрівлі, перегородок, утеплення та штукатурки зовнішніх стін.

1*) модальний аналіз конструкцій каркасу будівлі для схеми 1 і 2.

2) снігове навантаження на покриття будівлі.

3) тимчасові навантаження на перекриття і покриття будівлі.

4) вітрові навантаження уздовж глобальної осі X.

5) вітрові навантаження уздовж глобальної осі Y.

Розрахункові поєднання зусиль (напруг) від завантажень. В елементах конструкцій з урахуванням прийнятих конструктивних рішень енергозберігаючих з'єднань виявилось наступне.

Периметр віконних прорізів.

Аналіз зміни напружень в розглянутих перетинах по (100 мм) свідчить (рис. 1) про наступне:

- в горизонтальних і вертикальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_y і N_x – збільшення напружень на 24...55,3% і 33,9...73% відповідно, при цьому відзначається збільшення до 40% відносних змін напруг із збільшенням висоти;

- про зниження поперечних сил Q_x та місцевих згинальних моментів M_x на величину до 101,3% і 100,0% відповідно через появу ексцентриситетів зворотного знака.

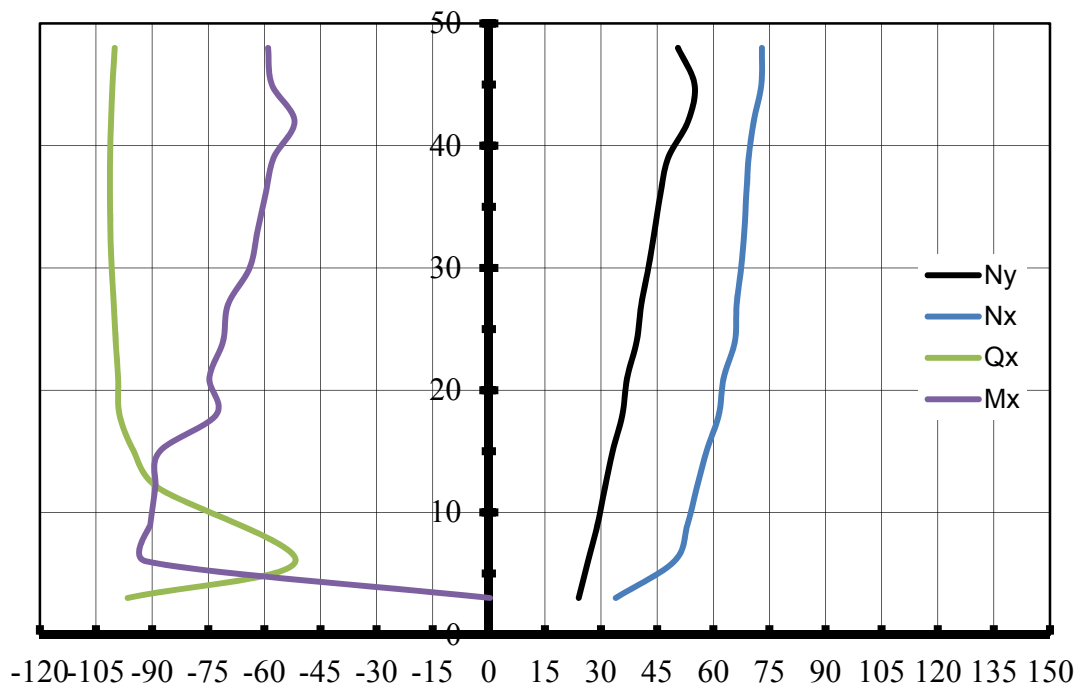


Рис. 1. Відносна зміна напруги в місцях підрізування по периметру віконних прорізів для схеми 2 залежно від висоти

Перетини в рівні перекриття.

Аналіз зміни свідчить про наступне:

- в горизонтальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_y – збільшення напружень на 113,9...138%, при цьому наголошується, що до відм. +39.0 м значення відносних змін мають приблизно однакову величину (100%), а з відм. +39.0 м по відм. +45.00 м напруги збільшуються ще на величину до 25%;

- у вертикальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_x – збільшення напружень на 2...188,5%, при цьому відзначається зниження відносної величини зміни напружень зі збільшенням висоти;

- про зниження поперечних сил q_x та місцевих згинальних моментів M_x на величину до 101,8% та 139% відповідно через появу ексцентриситетів зворотного знака.

Кути будинку.

Зміни напружень в розглянутих перетинах в з зовнішньою підрізкою (100 мм) свідчать про наступне:

- в горизонтальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_y – збільшення напружень на 11,1...74%, при цьому наголошується, що до відм. +45.0 м значення відносних змін мають приблизно однакову величину (33%), а на відм. + 48.0 м напруги збільшуються ще на величину до 41%;

- у вертикальних перетинах відбувається перерозподіл (концентрація) напружень поздовжніх сил N_x і поперечних сил Q_x – значне збільшення напружень на 40...610%, при цьому відзначається приріст відносної величини зміни напружень зі збільшенням висоти;

- про зниження згинальних моментів M_x на величину 21,1...56,4% через появу ексцентриситетів зворотного знака.

Результати розрахунку армування.

Периметр віконних прорізів.

Зафіксовано зниження коефіцієнтів використання для схеми 2 на 1÷70% з найбільшим зниженням в рівні цоколя, яке відбувається через перерозподіл напружень. При цьому несуча здатність і експлуатаційна придатність з урахуванням прийнятого для схеми 1 армування забезпечується.

Перетини в рівні перекриття.

Аналіз результатів розрахунку армування в розглянутих перетинах в рівні перекриття з зовнішньою підрізкою(100 мм) свідчить про зниження коефіцієнтів використання для схеми 2 на 30...80% до відм. +33.00 м і збільшення з відм. +33.00 м до відм. + 48.00 м на величину до 15% з найбільшим збільшенням в рівні перекриття на відм. +42.00 м, при цьому несуча здатність і експлуатаційна придатність з урахуванням прийнятого для схеми 1 армування забезпечується з максимальним $K_{\text{вик}} = 0,94$.

Для забезпечення міцності розглянутих ділянок і жорсткості будівлі в цілому рекомендується установка додаткових каркасів згідно зі схемою, наприклад, для перекриття армування показаної на рис. 2. Крім цього рекомендується не виконувати підрізування в рівні перекриття на відм. + 0.00 м, а так само обмежити підрізування до величини $\delta_{\text{п}} = 50$ мм з відм. + 39.00 м (після 12-го поверху).

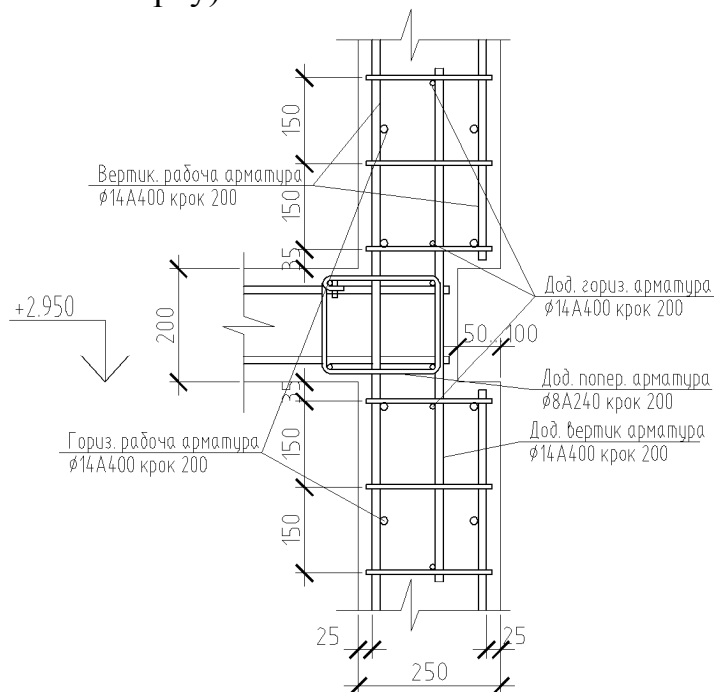


Рис. 2. Схема армування вузла в місцях підрізування в рівні перекриттів для схеми 2

Висновки.

1. У місцях підрізування по периметру віконних прорізів несуча здатність забезпечена, виконано аналіз зміни напруг і розроблені типові рішення по конструюванню вузла.

2. У місцях підрізування в рівні перекриттів відзначається збільшення напружень N_x і N_y на 120...180%, при цьому несуча здатність забезпечується з максимальним $K_{\text{вик}} = 0,94$, розроблені конструктивні заходи та обмеження щодо застосування даного типу енергозберігаючого з'єднання.

3. У місцях підрізування в кутах будинку відзначається істотне збільшення (концентрація) напружень N_x і Q_x до 600% в рівні перекриття, що зажадало для забезпечення несучої здатності введення конструктивних заходів та обмежень щодо застосування даного типу енергозберігаючого з'єднання.

Література

1. Спосіб утеплення кута стіни з поглибленням з зовнішнього боку. Патент України на корисну модель № 80039. У 2012 13522 від 13.05.2013. Бюл. № 9. (Прищенко А.М., Прищенко М.Г., Тимофеев М.В.).
2. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Нормыпроектирования. – К.: МинстройУкраины. – 2010.
3. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013. Учебноепособие / Городецкий А.С. (ред.). - Киев-Москва: Электронноеиздание, 2013. 376 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормыпроектирования. – К.: МинстройУкраины. – 2006.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ ПОДРЕЗОК В МОНОЛИТНЫХ СТЕНАХ С ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ УЗЛОВ

Н. В. Тимофеев, А. Н. Прищенко

Наиболее распространенной в современном строительстве Украины является фасадная теплоизоляция стен с отделкой тонкослойной штукатуркой. Такая система обеспечивает наибольший по значению коэффициент термической однородности для основанного поля стены. Проблема значительных теплопотерь (угол, проемы оконных и дверных проемов, стык межэтажного перекрытия) может быть решена за счет предложенного авторами способа подрезки стен снаружи с расположением в ней дополнительного слоя утеплителя. Эффект повышения теплозащитных показателей установлено, нерешенным остается вопрос обеспечения прочности стыка и жесткости остова здания с учетом уменьшения сечения несущих стен. В работе приведены результаты расчетов напряжений и даны рекомендации по армированию ослабленных сечений.

PROVIDING OF THE STRENGTH AND STIFFNESS OF UNDERCUT IN MONOLITHIC WALLS WITH ENERGY EFFICIENT DESIGN OF ITS UNITS

M. Tymofieiev, A. Pryschenko

The most common in modern construction in Ukraine is insulated exterior walls decorated with thin-layer plaster. This system provides the greatest value for the coefficient of thermal uniformity for field-based wall. The problem of significant heat loss (corner openings of windows and doorways, the joint intermediate floors) can be solved by the proposed method trimming the outside wall with the location it an extra layer of insulation. The effect of increasing thermal protection parameters established unresolved issue of joint strength and stiffness of the core of the building with the reduction in cross section bearing walls. The results of calculations of stresses and recommendations for reinforcement of weakened sections.

СТРУКТУРНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ МУНІЦИПАЛЬНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна*

На підставі виконаного аналізу розроблено моделі формування інфраструктури муніципальних систем теплопостачання (СТ): модель, в якій зовнішні або внутрішні збурення в системі теплопостачання вимагають розвитку інфраструктури СТ; модель, в якій зовнішні та внутрішні збурення в СТ та її інфраструктурі вимагають розвитку як самої СТ, так і її інфраструктури.

Постановка проблеми. На теперішній час однією з основних проблем подальшого розвитку енергетичного комплексу України залишається проблема модернізації та реконструкції муніципальних систем теплопостачання (СТ). Спроектовані та побудовані в 50-60 роках минулого сторіччя більшість муніципальних СТ на теперішній час не відповідають за своїми техніко-технологічними та економічними показниками сучасним вимогам, а відсутність ресурсного та науково-технічного підґрунтя для їх реформування робить проблему актуальною, такою що має державне значення[1...5].

Огляд публікацій та визначення невирішених проблем. На теперішній час в світі діє значна кількість моделей розвитку енергетичних систем, серед яких найбільш признаною вважається оптимізаційна модель MARKAL/TIMES [6,7]. Для дослідження енергетичної та екологічної політик, сценаріїв розвитку національної енергетичної системи в ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України" було розроблено економіко-математичну модель "TIMES - Україна", в якій об'єктом дослідження виступає вся енергетична система України, яка представлена єдиним регіоном [8]. При цьому, виконаний аналіз показує, що на рівні муніципального утворення енергетичне моделювання в Україні не поширене.

Основною балансовою моделлю для умов України слід вважати модель розвитку муніципальних СТ, яка запропонована Наказом Мінрегіонбуду України від 26 квітня 2006 р. № 147. До основних недоліків запропонованої моделі розвитку муніципальних СТ слід віднести слабку інформаційну забезпеченість вихідними даними, які носять більш інтегральні показники елементів системи ніж ті, які потрібні при моделюванні СТ, відсутність розділів щодо моделювання ризиків, які виникають при визначенні напрямків розвитку СТ, моделі зниження їх впливу на СТ, тощо. В зазначеній моделі відсутні структурні елементи, які визначають впливи існуючої інфраструктури на ефективність прийняття

рішень, щодо модернізації та реконструкції СТ. Це потребує перш за все створення моделі формування інфраструктури муніципальних систем теплопостачання.

Метою дослідження є розробка структурної моделі формування інфраструктури муніципальних систем теплопостачання.

Вирішення завдань дослідження. У відповідності до вимог, щодо формування систем теплопостачання одним з критеріїв виступає критерій приведених витрат:

$$\Pi = \left(\sum_{i=1}^k S_i + \sum_{i=1}^k (E_{Hi} \cdot K_i) \right) \rightarrow \min,$$

де S_i – експлуатаційні витрати на i -тий елемент системи; K_i – капітальні вкладення на i -тий елемент системи; E_{Hi} – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень на i -тий елемент системи [30]. Значення показників S_i, K_i містять в собі фінансові витрати та капітальні вкладення, пов'язані з організацією (реконструкцією) елементів інфраструктури, яка забезпечує роботу елементів СТ:

$$S_i = (S_i^C + S_i^U),$$

$$K_i = (K_i^C + K_i^U),$$

де S_i^C, S_i^U – експлуатаційні витрати на i -тий елемент системи теплопостачання та елементи його інфраструктурного забезпечення, відповідно; K_i^C, K_i^U – капітальні вкладення на i -тий елемент системи

теплопостачання та елементи його інфраструктурного забезпечення. При цьому, нормативні коефіцієнти ефективності капітальних вкладень становлять відповідно: E_{Hi}^C, E_{Hi}^U . Таким чином при формуванні проектів

реконструкції муніципальних систем теплопостачання повинні вирішуватися, також, питання щодо мінімізації показників $S_i^U \rightarrow \min,$

$K_i^U \rightarrow \min:$

$$\Pi = \left(\sum_{i=1}^k (S_i^C + S_i^U) + \sum_{i=1}^k (E_{Hi}^C K_i^C + E_{Hi}^U K_i^U) \right) \rightarrow \min$$

Умовно інфраструктура муніципальної СТ складається з організацій та підприємств, які задіяні у роботі системи теплопостачання та безпосередньо технологічних систем. До блоку організацій та підприємств інфраструктури СТ відносяться постачальники енергетичних ресурсів, енергетичного обладнання та допоміжних матеріалів, організації

теплопостачання, сервісні компанії, проектні організації, будівельні організації та підприємства, навчальні заклади, інші підприємства та організації.

До блоку основних технологічних систем – система водопостачання, електропостачання, постачання енергетичних ресурсів, інші системи. В свою чергу до системи постачання енергетичних ресурсів, стосовно умов України, слід віднести перш за все систему газопостачання, систему постачання твердих видів палива та рідких.

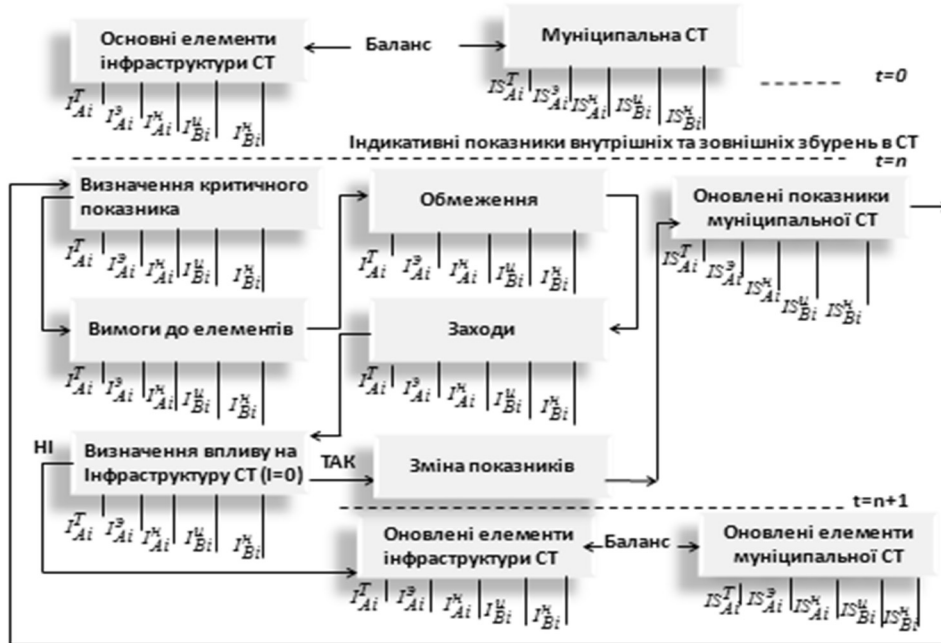
Для існуючої системи теплопостачання існує баланс між індикативними показниками основних елементів інфраструктури, яка забезпечує роботу системи теплопостачання, та безпосередньо індикативними показниками самої СТ:

$$\text{real } CT_n = \begin{bmatrix} I_{Ai}^T, I_{Ai+1}^T, \dots, I_{An}^T, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ I_{Ai}^{\mathcal{E}}, I_{Ai+1}^{\mathcal{E}}, \dots, I_{An}^{\mathcal{E}}, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ I_{Ai}^H, I_{Ai+1}^H, \dots, I_{An}^H, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ I_{Bi}^u, I_{Bi+1}^u, \dots, I_{Bn}^u, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ I_{Bi}^H, I_{Bi+1}^H, \dots, I_{Bn}^H, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \end{bmatrix} \quad \text{real } IS_n = \begin{bmatrix} IS_{Ai}^T, IS_{Ai+1}^T, \dots, IS_{An}^T, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ IS_{Ai}^{\mathcal{E}}, IS_{Ai+1}^{\mathcal{E}}, \dots, IS_{An}^{\mathcal{E}}, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ IS_{Ai}^H, IS_{Ai+1}^H, \dots, IS_{An}^H, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ IS_{Bi}^u, IS_{Bi+1}^u, \dots, IS_{Bn}^u, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \\ IS_{Bi}^H, IS_{Bi+1}^H, \dots, IS_{Bn}^H, \\ \tau = 0 \quad \tau = 0 \quad \tau = 0 \end{bmatrix}$$

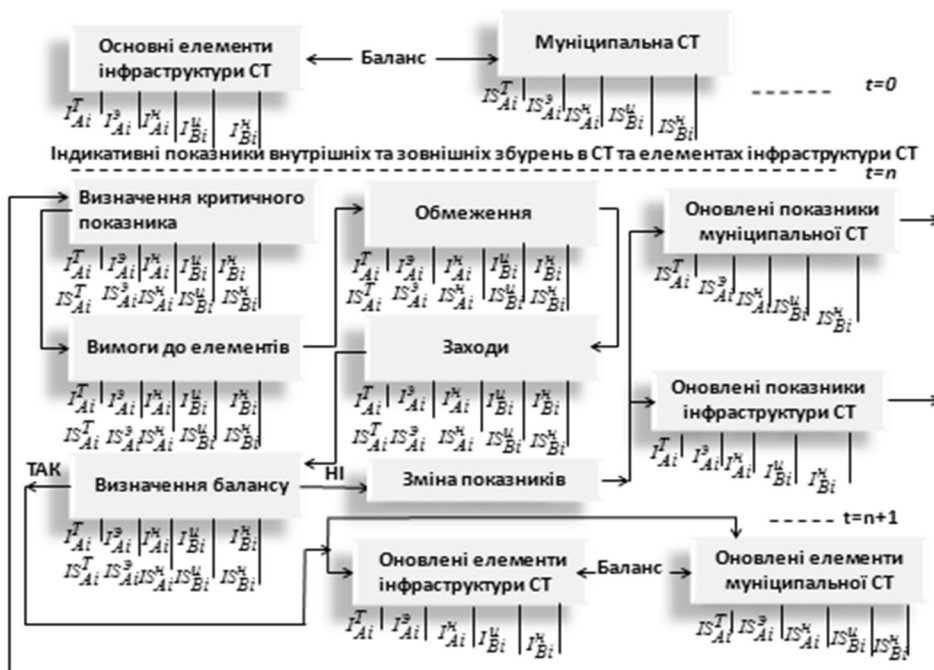
де $\text{real } CT_n$, $\text{real } IS_n$ – відповідно матриці індикативних показників системи теплопостачання та її основних інфраструктурних елементів; $\tau = 0$ – час визначення параметричних та структурних показників СТ та її інфраструктури; I_{Ai}^T , $I_{Ai}^{\mathcal{E}}$, I_{Ai}^H , I_{Bi}^u , I_{Bi}^H – відповідно параметричні техніко-технологічні, економічні та нормативні індикативні показники, а також структурні техніко-технологічні та нормативно-структурні індикативні показники муніципальної системи теплопостачання; IS_{Ai}^T , $IS_{Ai}^{\mathcal{E}}$, IS_{Ai}^H , IS_{Bi}^u , IS_{Bi}^H – параметричні техніко-технологічні, економічні та нормативні індикативні показники, а також структурні техніко-технологічні та нормативно-структурні індикативні показники основних елементів інфраструктури, що забезпечує роботу муніципальної системи теплопостачання.

З часом $\tau \neq 0$ в системі теплопостачання в наслідок її експлуатації або впливу інституціональних вимог потребуються зміни, які призводять до порушення існуючого балансу між індикативними показниками СТ та індикативними показниками інфраструктури, що забезпечує її роботу. Ці

обставини потребують корегування показників інфраструктури СТ за рахунок розвитку їх організаційних структур або технологічних систем. Виконаний аналіз впливу різних факторів на розвиток інфраструктури СТ дозволив розробити наступні моделі її розвитку: модель, в якій зовнішні або внутрішні збурення в системі теплопостачання вимагають розвитку інфраструктури СТ (рис.2,а); модель, в якій зовнішні та внутрішні збурення в СТ та її інфраструктурі вимагають розвитку як самої СТ, так і її інфраструктури (рис.2,б).



а)



б)

Рис 2. Структурні моделі розвитку інфраструктури СТ

В основу розроблених моделей покладено процеси гармонізації структурно-параметричних показників системи тепlopостачання та інфраструктури СТ. В загальному випадку модель визначає структурно-параметричні показники СТ та елементів її інфраструктури, які максимально задовольняють умовам балансу між СТ та її інфраструктурою.

Висновок. Розроблені структурні моделі враховують існуючий вплив розвитку СТ на її інфраструктуру та служать основою для формування загальної моделі розвитку інфраструктури муніципальних систем тепlopостачання.

Література

1. Концепція Державної цільової програми модернізації та розвитку систем тепlopозабезпечення України на 2012-2022 роки [Електронний ресурс] <http://www.minregion.gov.ua/index.php?> – Загол. з екрану
2. Сучасний стан і основні напрямки застосування електричної енергії для тепlopостачання в Україні. За редакцією академіка НАНУ А.А. Долінського, канд. техн. наук Д.Й. Розинського. – К.: – Видавництво Купріянова О.О.–2009. – 252с.
3. *Y. Semikolenova, L. Pierce, D. Hankinson* Modernization of the District Heating Systems in Ukraine: Heat Metering and Consumption-Based Billing, 2012 [Електронний ресурс] [/http://siteresources.worldbank.org/UKRAINEIN/UKRAINIA/NEXTN/Resources/4556801334298618571/Ukraine_DH_report_ENG.pdf](http://siteresources.worldbank.org/UKRAINEIN/UKRAINIA/NEXTN/Resources/4556801334298618571/Ukraine_DH_report_ENG.pdf) – Загол. з екрану
4. Механизмы управления проектами и программами регионального и отраслевого развития: Монография [Текст] / В.Н. Бурков, В.С. Блинцов, А.М. Возный, К.В. Кошкин, К.М. Михайлов, Ю.Н. Харитонов, С.К. Чернов, А.Н. Шамрай. – Николаев: издавництво Торубара О.С., 2010–176с.
5. *Eugen Finkel* Ukraine Energy and Poverty Note, 2006 [Електронний ресурс] [/http://siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/490023-1120841262639/Ukraine_Energy_and_Poverty_Note.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/490023-1120841262639/Ukraine_Energy_and_Poverty_Note.pdf) – Загол. з екрану
6. Modeling Optimal Transition Pathways to a Low Carbon Economy in California: California TIMES (CA-TIMES) Model/ Institute of Transportation Studies ° University of California, Davis, 2014.– Pg 123.
7. Overview of TIMES Modelling Tool [Електронний ресурс <http://www.iea.etsap.org/web/Times.asp>] – Загол. з екрану
8. *Подолець Р.З.* Стратегічне планування у паливно-енергетичному комплексі на базі моделі "Times - Україна" [Текст] / Р.З.

Подолець, О.А. Дячук // Національна академія наук України, Інститут економіки та прогнозування, 2011.–150 С.

**СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ
ИНФРАСТРУКТУРЫ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СИСТЕМ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Ю. Н. Харитонов

На основе выполненного анализа разработаны модели формирования инфраструктуры муниципальных систем теплоснабжения (СТ): модель в которой внешние и внутренние возмущения в системе теплоснабжения требуют развития инфраструктуры СТ; модель, в которой внешние и внутренние возмущения в СТ и ее инфраструктуре требуют развития как самой СТ, так и ее инфраструктуры.

**THE STRUCTURAL MODELS OF FORMATION THE
INFRASTRUCTURE OF MUNICIPAL DISTRICT HEATING SYSTEMS**

Y. Kharytonov

On basis of the analysis were developed models for the formation of the infrastructure of municipal district heat systems (DH) : the model in which external or internal disturbances in the heating system requires infrastructure development and model in which internal and external disturbances in DH and in him infrastructure requires of development of the DH and its infrastructure.

ІННОВАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна*

Запропонована концепція створення муніципальних наукових центрів. Робота центрів полягає в наступному: реалізація статистичних досліджень, проведення енергетичного аудиту, формування технічних завдань на розробку генерального плану, реалізація конкретних проектів та програм, стратегій розвитку, підготовка форм аналітичної інформації та таке інше. Розроблена інноваційна модель розвитку об'єктів комунальної інфраструктури.

Постановка проблеми. На теперішній час реалізація процесів розвитку муніципальних утворень та елементів їх інфраструктури вирішується на підставі широко використовуваного у світовій практиці підходу – шляхом створення та виконання цільових проектів та програм [1,2]. Аналіз виконуваних проектів та програм розвитку муніципальних утворень доводить, що формування та виконання проектів їх подальшого розвитку охоплює широке коло питань, які потребують свого вирішення не тільки на політичному та законодавчому рівнях, а враховуючи складність процесів розвитку об'єктів комунальної інфраструктури (КІ) потребує, також, вирішення ряду наукових задач та науково-прикладних проблем [3,4]. Це вказує на актуальність питань створення відповідних моделей управління, які забезпечать ефективний розвиток всіх елементів житлово-комунального господарства та самого муніципального утворення.

Огляд публікацій та визначення невирішених проблем. Виконаний аналіз довів, що на теперішній час існуюча, відносно велика, кількість моделей управління розвитком муніципальних утворень (МУ) не забезпечує комплексного вирішення проблем, які існують в даній предметній області [5...8].

Метою дослідження є розробка моделі розвитку об'єктів комунальної інфраструктури та муніципального утворення.

Вирішення завдань дослідження. Розвинута інфраструктура муніципального утворення, соціально-економічна важливість ефективності її функціонування, а також існуюча складність прийняття управлінських рішень, щодо проектів та програм розвитку МУ дозволила висунути концепцію створення наукомістких муніципальних центрів, яка полягає в наступному: ефективне управління проектами та програмами розвитку муніципальних утворень досягається шляхом створення при органах

виконавчої влади наукомісткого муніципального центру (підприємства) – НМЦ, який інтегрує існуючі проблеми, щодо питань розвитку муніципального утворення та його комунальної інфраструктури і генерує раціональні, науково - обґрунтовані варіанти їх вирішення.

Функціонально наукомісткий центр вирішує комплексні завдання управління проектами та програмами розвитку муніципального утворення (рис.1) та його комунальної інфраструктури, які передбачають комплексний характер створюваного продукту, організацію та проведення науково-дослідних робіт, високий науково-технічний рівень результатів, відносно високі витрати на наукові роботи, виконання різних за своїм цільовим призначенням проектів та програм, застосування наукоємних технологій, інше.



Рис.1. Наукомісткий муніципальний центр в структурі основних елементів муніципальних послуг

Як інтегратор існуючих проблем розвитку наукомісткий муніципальний центр функціонально виконує та координує роботи щодо виконання статистичних спостережень, енергетичних обстежень, енергозбереження, формування технічних завдань на розробку генерального плану та окремих проектів і програм, розробляє стратегії розвитку КІ, формує аналітичні довідки, висуває обґрунтовані вимоги щодо подальшого розвитку нормативно-законодавчої бази (блок 3), технологій та обладнання, які використовуються в житлово-комунальному господарстві (блок 2), а також до напрямків наукових досліджень і формування кадрового потенціалу (блок 1), сприяє розвитку інвестиційної привабливості (блок 4), тощо.

Функціонування центру, як наукомісткого підприємства підтверджується вищезначеними ознаками, а також тим фактом, що НМЦ забезпечує вирішення багатокритеріальних, багатофакторних задач розвитку, користується в своїй діяльності сучасними досягненнями обчислювальної техніки та геоінформаційних технологій, методами енергетичного менеджменту, теорії ігор, числового моделювання, системотехніки, вирішення соціальних та економічних задач, тощо.

Реалізація концепції створення наукомісткого центру муніципального утворення передбачає його функціонування на підставі розробленої узагальненої моделі управління проектами та програмами реконструкції муніципальних систем життєзабезпечення(рис.2).

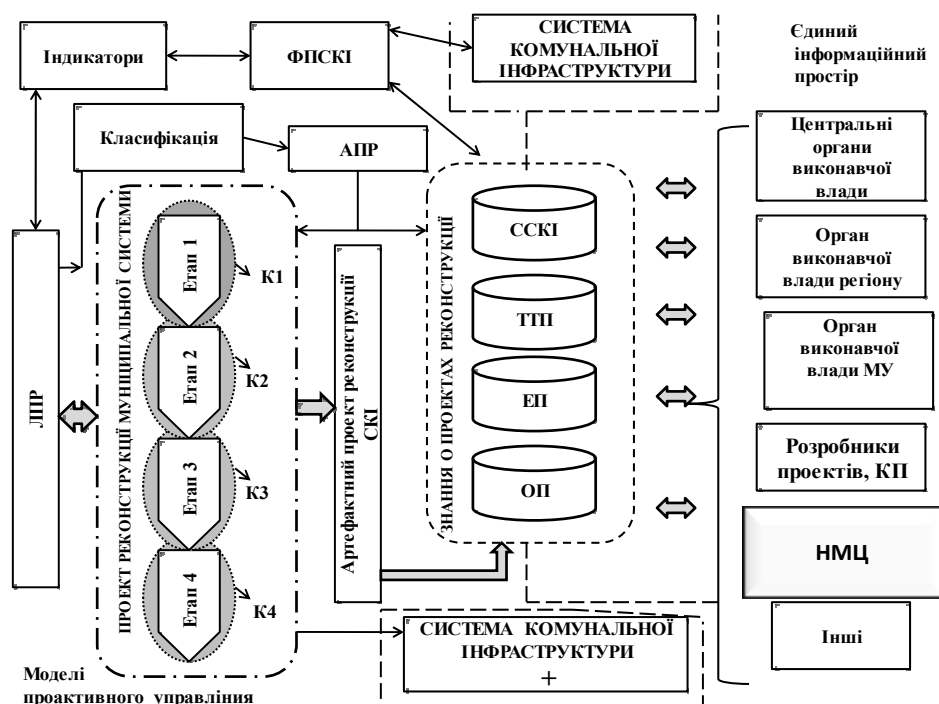


Рис. 2. Узагальнена модель управління проектами та програмами реконструкції муніципальних систем життєзабезпечення

ФПСКІ – фазовий портрет КІ; К1, К2, К3, К4 – контури креативних рішень за етапами проекту; ССКІ – схема систем комунальної інфраструктури; ТПІ - техніко-технологічна платформа; ЕП - економічна платформа; ОП – організаційна платформа

Виходячи із запропонованої концепції діяльність НМЦ, стосовно муніципального утворення, реалізує наступні основні завдання: забезпечення динамічного, науково - обґрунтованого розвитку муніципального утворення; забезпечення населення муніципального утворення якісними послугами у сфері житлово-комунального господарства відповідності до існуючих державних стандартів з врахуванням визначення їх мінімальної вартості; створення умов щодо ефективної роботи підприємств житлово-комунального господарства; забезпечення раціонального використання ресурсів; створення умов щодо залучення

інновацій та інвестицій; забезпечення формування, виконання, моніторингу та контролю проектів та програм розвитку муніципального утворення, об'єктів комунальної інфраструктури.

Діяльність НМЦ безпосередньо торкається діяльності підприємств житлово-комунального господарства: питань формування житлової політики муніципального утворення; утримання будинків, споруд та прилежних до них територій; розвиток муніципальної архітектури та забудови територій; надання послуг централізованого водопостачання та водовідведення; виробництво, транспортування та розподілення теплової енергії; благоустрій населених пунктів; розвиток системи поводження з твердими побутовими відходами; реформування об'єктів комунальної інфраструктури, тощо.

Висунута концепція створення муніципального наукомісткого центру дозволяє розробити модель розвитку об'єктів комунальної інфраструктури та муніципального утворення за рахунок його діяльності. На рис.3 наведена розроблена структурована схема інноваційної моделі розвитку підприємств ЖКГ, об'єктів комунальної інфраструктури та муніципального утворення.

На першому етапі на підставі виконаних НМЦ спільно з підприємствами житлово-комунального господарства попередніх досліджень і робіт, розроблених науково обґрунтованих рекомендацій формується та затверджується, у відповідності до існуючих вимог, стратегія розвитку муніципального утворення та його комунальної інфраструктури. Уточнюються елементи забезпечення НМЦ та підприємств житлово-комунального господарства щодо можливостей виконання стратегії розвитку.

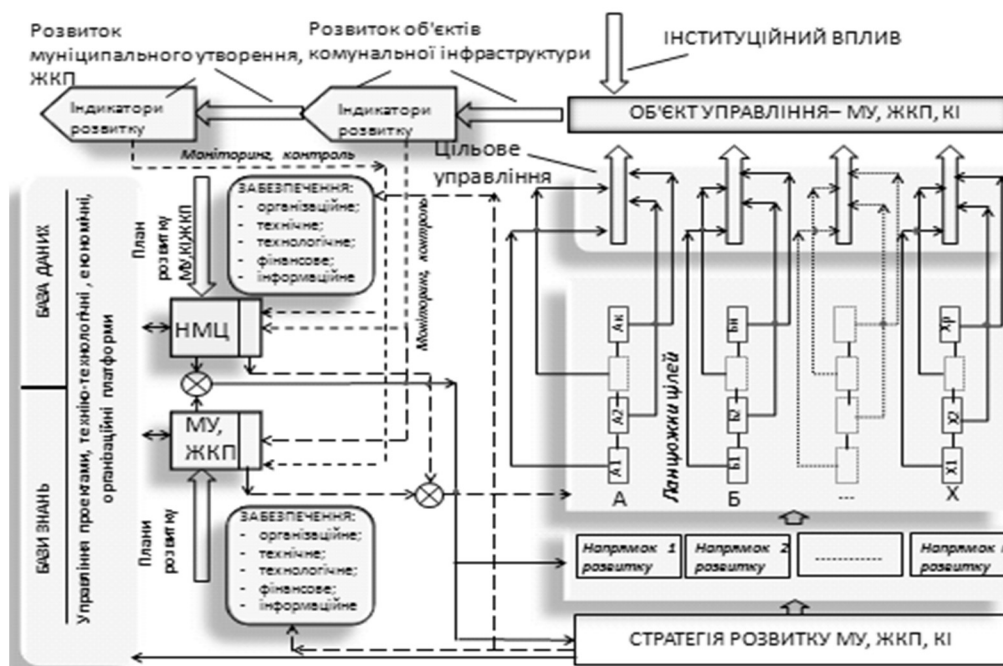


Рис. 3. Інноваційна модель розвитку об'єктів комунальної інфраструктури та муніципального утворення

Умовами реалізації основних завдань слід вважати їх нормативно-правове, організаційне, технічне, кадрове та фінансове забезпечення.

Кожне з підприємств житлово-комунального господарства муніципального утворення для себе визначає у відповідності до стратегії розвитку основні напрямки свого розвитку, які потрібні для забезпечення подальшого розвитку об'єктів комунальної інфраструктури та муніципального утворення. Підприємства за напрямками розвитку отримують цілі, які потрібно буде досягати у визначені терміни. На підставі ланцюжків цілей формуються процеси цільового управління, які спрямовані на об'єкти комунальної інфраструктури та дозволяють забезпечувати сталий розвиток підприємств житлово-комунального господарства.

Висновки.

1. Створення якісно нового підприємства – наукомісткого муніципального центру – в структурі органів управління розвитком житлово-комунального господарства може розглядатися в якості перспективного довгострокового стратегічного проекту, який забезпечить якісно новий підхід до вирішення завдань розвитку комунальної інфраструктури муніципальних утворень.

2. Концентрація в рамках НМЦ проблем розвитку комунальної інфраструктури, організований, завдяки створенню єдиного інформаційного простору, відкритий доступ до існуючих проблем та сценаріїв їх вирішення дозволить створити достатню кількість інновацій в економіці.

Література

1. *Tonchia S.* Industrial Project Management: Planning, Design, and Construction. Springer. Berlin, 2008. 229 p.
2. *Юрченко Є.Л.* Розробка проектів енергозбереження в будівлях бюджетних підприємств на основі реінвестування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13. 22 «Управління проектами і програмами» / Є.Л. Юрченко. – Дніпропетровськ, 2004. – 22 с.
3. *Храменков С.В.* Оптимизация восстановления водоотводящих сетей [Текст] / С.В. Храменков, В.А. Орлов, В.А. Харькин. – М.: Стройиздат, 2002.
4. *Харитонов Ю. Н.* Практика управления проектом реконструкциисистемы теплоснабжения малого мунципального образования [Текст] /Ю.Н. Харитонов // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал:– Київ, 2010.– №3-4.– С.276-280
5. *Божухин В. Б.* Совершенствование механизма развития предпринимательства в жилищно-коммунальном хозяйстве: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. экономич. наук: спец. 08.00.05

«Экономика и управление народным хозяйством» / В.Б. Божухин.– Санкт-Петербург – 2010, 20 с.

6. Модели, методы и алгоритмическое обеспечение проектов и программ развития наукоемких производств: Монография / А.М. Возный, В.В. Драгомиров, А.Я. Казарезов, К.В. Кошкин, Н.В. Фатеев, Ю.Н. Харитонов, С.К. Чернов. – Николаев: НУК, 2009.–194 с.

7. *Gordon, G.* Strategic planning for local government. Washington, DC: ICMA.1993.

8. *Bryson, J.* Strategic planning for public and nonprofit organizations. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.1995.

ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ю. Н. Харитонов, М. Ю. Подаенко

Предложена концепция создания муниципальных научных центров. Работа центров заключается в следующем: реализация статистических исследований, проведение энергоаудита, формирование технических заданий на разработку генерального плана, реализация конкретных проектов и программ, стратегий развития, подготовка форм аналитической информации и прочее. Разработана инновационная модель развития объектов коммунальной инфраструктуры.

INNOVATIVE MODEL OF DEVELOPMENT OF THE UTILITY INFRASTRUCTURE

Y. Kharytonov, M. Podaenko

The concept of creating municipal science centers has been proposed. The work of the center is following: implementations of statistical researches, energy audit, formation of technical tasks for the development of the master plan, realization specific projects and programs, development strategies, preparation forms of the analytical information and other. Innovative model of development of the utility infrastructure has been developed.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Робота присвячена аналізу систем опалення існуючих промислових теплиць. Розглянуто напрямки вдосконалення систем опалення теплиць. Комплексний підхід до вдосконалення системи опалення дозволить зменшити витрати теплової енергії і відповідно знизити собівартість сільськогосподарської продукції.

Ключові слова: енергозбереження, теплиця, опалення, тепла енергія.

Постановка проблеми. Одним з найважливіших питань енергетичної політики України в сучасних умовах є зниження витрат енергоносіїв для забезпечення технологічних процесів в різних галузях сільського виробництва. Культиваційні споруди захищеного ґрунту – найбільш енергоємні об'єкти серед будівель сільськогосподарського призначення. Вартість енергоносіїв в собівартості продукції захищеного ґрунту складає 50-60%. Тому дуже важливо при проектуванні та будівництві вибрати найбільш енергозберігаючу систему опалення культиваційних споруд.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досвід експлуатації тепличних комбінатів довів, що економії теплової енергії являється одним із важливих факторів який впливає на конкурентоздатність продукції тепличного господарства [2,3].

Формулювання цілей та завдання статті. Ціллю даної роботи є огляд основних складових, що впливають на ефективність систем опалення промислових теплиць та їх комплексне застосування в отриманні зниження собівартості сільськогосподарської продукції за рахунок зниження споживання теплової енергії теплиць.

Основна частина. В більшості сучасних блокових промислових теплицях використовується система водяного опалення. Теплові витрати теплиць компенсуються системами підлоткового, верхнього, зонального, нижнього та бокового обігрівів (рис. 1).

Системи обігріву передбачаються з попутнім рухом теплоносія та з вимушеною циркуляцією води в системі за допомогою циркуляційних насосів [1].

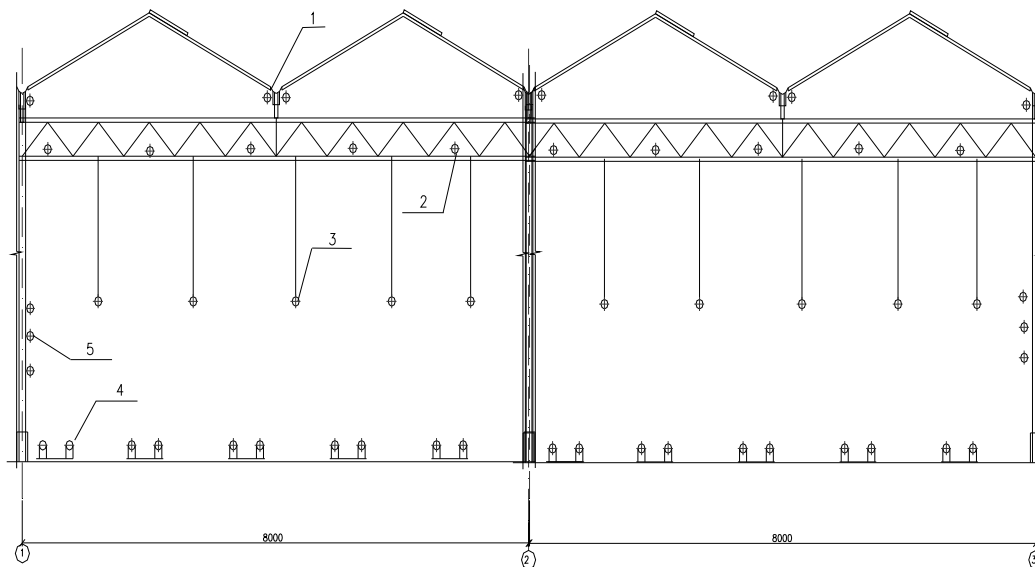


Рис. 1. Системи обігріву теплиці:

1 – підлотковий; 2 – верхній; 3 – зональний; 4 – нижній; 5 – боковий

Системи підлоткового, верхнього, нижнього та бокового обігрівів монтуються із сталевих електрозварних труб $\varnothing 51 \times 2,5$ мм (ГОСТ 10704-91), а система зонального обігріву – $\varnothing 32 \times 2,5$ мм. Обігрівальні труби систем підлоткового, зонального та нижнього обігрівів приєднуються до розподільних трубопроводів за допомогою гумотканинних рукавів, з встановленням запірної арматури (кульових кранів Ду 15; Ду 20). Обігрівальні труби системи верхнього обігріву приєднуються до розподільних трубопроводів за допомогою сталевих водогазопровідних труб діаметром Ду 20 (ГОСТ 3262-89*) без запірної арматури. Опалювальні прилади (гладкі реєстри) розташовуються рівномірно по площі в робочій зоні теплиці [2].

Для підтримання в теплиці необхідних параметрів температури повітря запроектовані вузли управління (змішувальні групи) системи опалення. Вузли управління монтуються на колекторах (подавальному та зворотньому) гребінки, а їх кількість відповідає кількості незалежних контурів системи опалення теплиці (4 – 5 контурів на 1 гектар площі).

До складу вузла управління контуром входять: триходовий змішувальний клапан (фірми “Honeywell”, “Danfoss”) з електроприводом, циркуляційний насос потужністю 0,8 – 3 кВт (фірми “Johnson”), міжфланцеві засувки (засувки «баттерфляй»), автоматичний повітровідвідник, датчик контролю температури теплоносія, прилади контролю температури та тиску (термометри, манометри), крани для спуску води (рис.2а).

У випадку коли необхідна висока температура теплоносія в зворотньому магістральному трубопроводі використовують замість триходового чотириходовий змішувальний клапан в комплекті з зворотнім клапаном (рис. 2б).

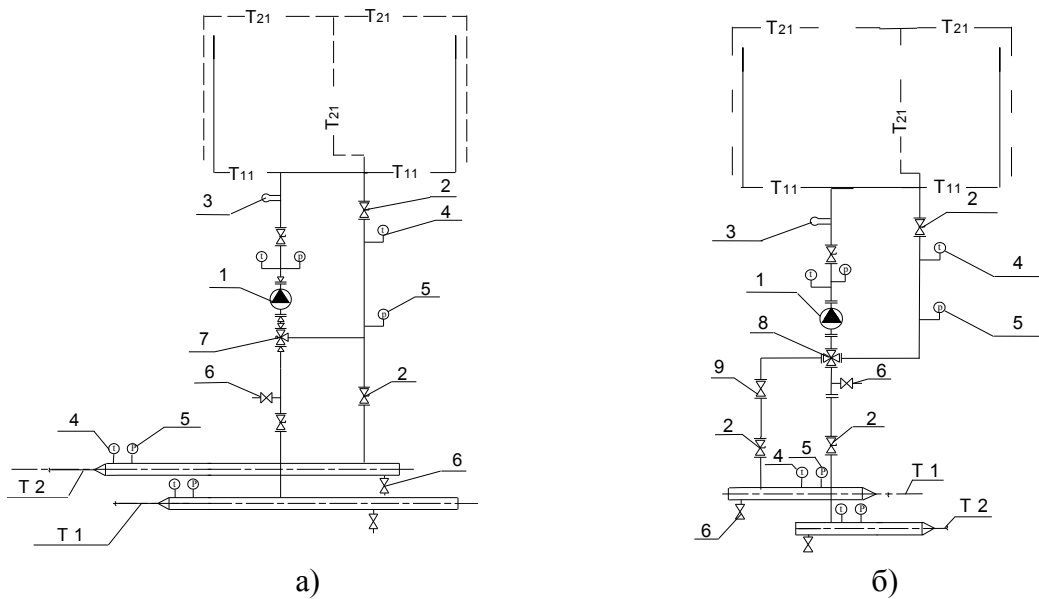


Рис. 2. Вузли управління систем опалення:

а – з триходовим змішувальним клапаном; б – з чотириходовим змішувальним клапаном; 1 – циркуляційний насос; 2 – засувка; 3 – датчик контролю температури; 4 – термометр; 5 – манометр; 6 – кран для спуску води; 7 – триходовий змішувальний клапан з електроприводом; 8 – чотириходовий змішувальний клапан з електроприводом; 9 – зворотній клапан

Температурний режим теплиці безперервно контролюється та підтримується автоматизованою системою управління мікрокліматом теплиці (АСУ МТ). До даної системи надходять дані з метеостанції (швидкість і напрямок вітру, зовнішня температура повітря, освітленість, наявність опадів) та з температурних датчиків, які встановлені в теплиці (датчики подавальних труб контурів систем обігрівів, загальних розподільних теплопроводів та температури в середині теплиці). Система АСУ МТ в автоматичному режимі обробляє входні дані і, залежно від заданого температурного режиму, регулює об'єми подачі теплової енергії, виходячи із оптимальних умов виробництва. Комп'ютерна програма автоматизованої системи управління мікрокліматом теплиці дозволяє відобразити у вигляді графіка всі розрахункові, задані і оптимальні, в результаті вимірів, значення за будь-який період часу (рис. 3).

Функціональні можливості автоматизованої системи управління мікрокліматом теплиці дозволяє створити архів зібраних статистичних даних основних параметрів мікроклімату в теплиці та зовнішніх кліматичних параметрів (за даними метеостанції) протягом одного року.

Досвід експлуатації тепличних комбінатів довів, що важливим напрямком економії теплової енергії являється використання індивідуальної котельні невеликої потужності, яка розміщується безпосередньо між блоками теплиць. Таке об'ємно-планувальне рішення котельні дозволяє виключити зовнішні магістральні трубопроводи, а відповідно, зменшити тепловтрати при транспортуванні теплоносія від котельні до розподільної гребінки системи опалення теплиці [3].

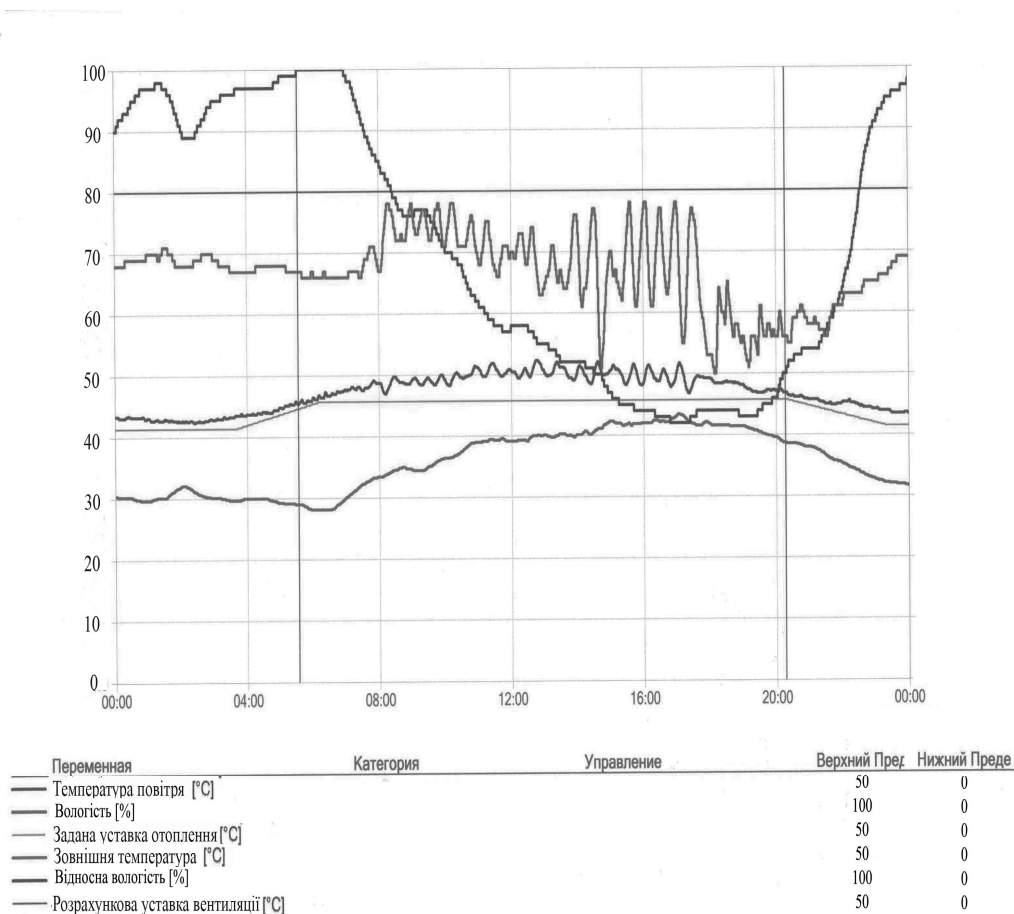


Рис. 3. Графік зміни параметрів повітря в теплиці протягом доби

Важливим елементом сучасних котельень являється бак-акумулятор. Бак-акумулятор підключається в теплову мережу і працює сумісно з котлом, який укомплектований економайзером і забезпечує виробництво CO₂ для підживлення рослин в теплиці. Котел, від якого ведуть відбір CO₂, працює в денний час. При цьому частина виробленого тепла використовується для опалення теплиці, а надлишок тепла надходить в бак-акумулятор, де і накопичується. В нічний час CO₂ не потрібен рослинам, а тому котел в цей період не працює. Необхідний температурний режим в теплиці забезпечується існуючою системою опалення, в якій в цей час використовується гарячий теплоносій, який за допомогою транспортного насоса подається з бака-акумулятора через транспортну гребінку на розподільну гребінку теплиці, а потім і в необхідний контур системи опалення теплиці (рис. 4).

Увесь цей час система опалення працює в автоматичному режимі. Залежно від площі теплиць використовуються баки-акумулятори різного об'єму (200 ... 2000 м³) та різних конструктивних рішень (горизонтальні або вертикальні). Використання баків-акумуляторів в системах теплопостачання теплиць дозволяє зменшити витрати тепла на обігрів теплиць.

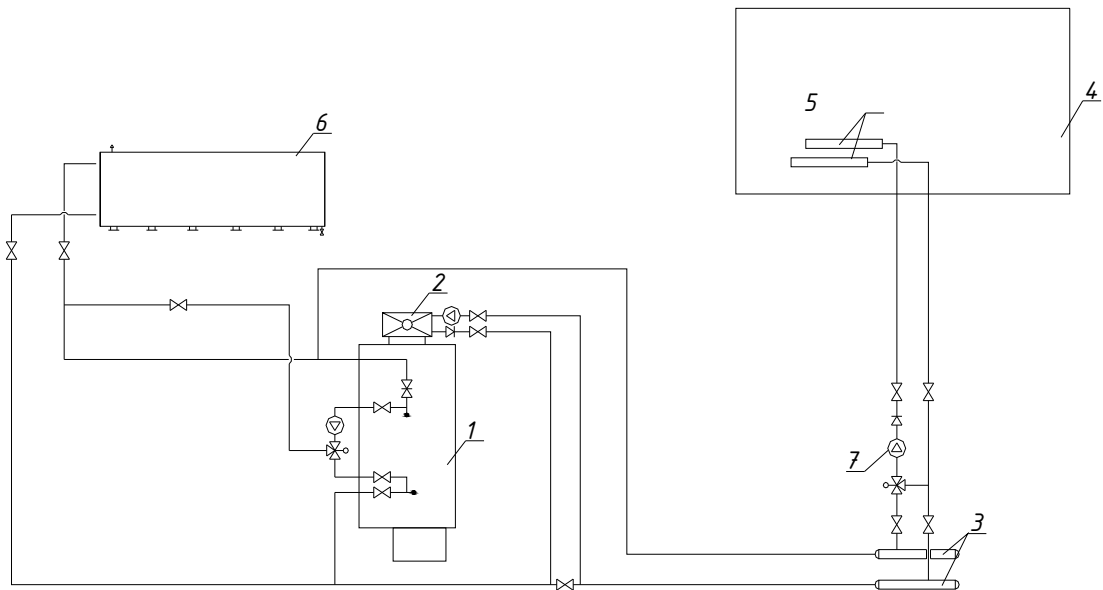


Рис. 4. Принципова теплова схема:

1 – газовий котел; 2 – економайзер; 3 – транспортна гребінка; 4 – теплиця; 5 – розподільча гребінка теплиці; 6 – бак-акумулятор горизонтальний; 7 – транспортний насос

Висновки. Комплексний підхід до вдосконалення системи опалення теплиць, а саме: будівництво індивідуальної котельні, впровадження системи опалення з незалежними контурами, використання високоякісного обладнання для вузлів управління контурами системи опалення, підключення баків-акумуляторів в теплову мережу, автоматизований контроль і регулювання температурного режиму теплиці дозволить зменшити до 40% споживання теплової енергії, а відповідно знизити собівартість сільськогосподарської продукції.

Література

1. ДБН В.2.2 – 2 – 95. Теплиці та парники. – К. : Укрбудінформ, 1996. – 20с.
2. Шишко Г.Г., Потапов В.О., Сулима Л. Т. и др. Теплицы и тепличные хозяйства. / Справочник. Под редакцией Г.Г. Шишко. - К. : Урожай, 1993. – 422 с.
3. Чепурна Н.В., Чепурний В.В. Збереження енергоресурсів та підвищення конкурентноздатності тепличних господарств. / Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. - К. : КНУБА – 2007. – Випуск 11. – С. 83 – 88.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦ

Н. В. Чепурная, М. А. Кириченко, В. В. Чепурной

Работа посвящена анализу систем отопления существующих промышленных теплиц. Рассмотрены варианты совершенствования систем отопления теплиц. Комплексный подход к совершенствованию системы отопления позволит уменьшить тепловой энергии, а соответственно снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: энергосбережение, теплица, отопление, тепловая энергия.

ENERGY EFFICIENT HEATING SYSTEMS OF MODERN INDUSTRIAL GREENHOUSES

N. Chepurna, M. Kyrychenko, V. Chepurnoy

The paper analyzes the existing industrial heating greenhouses. Discussed options for improving the heating of greenhouses. The complex going near perfection of the system of heating will allow to decrease thermal energy, and accordingly to cut prime cost agricultural produce.

Keywords: energy, greenhouse, heating, thermal energy.

ДОСВІД ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ М. МЮНХЕН (ФРН) ПО ВПРОВАДЖЕННІ МАГІСТЕРСЬКИХ ПРОГРАМ «ЕКОЛОГІЧНА ІНТЕГРАЦІЯ»

Київський національний університет будівництва й архітектури, Україна

Метою даної статті є ознайомлення з досвідом Технічного університету м. Мюнхен (ФРН) по розробці магістерських програм «Екологічна інженерія» для будівельних спеціальностей. Представлено зміст чотирьох навчальних програм, зміст міждисциплінарних курсів і вимоги до кваліфікації й обов'язків менторів.

У Технічному Університеті (ТУ) м. Мюнхена (ФРН) на факультеті підготовки інженерів у будівництві й геодезії (Facultat fur Bauingenieur - und Vermessungswesen) уважають, що мети Болонської конвенції по забезпеченню мобільності студентів і взаємному визнанню документів про утворення не були досягнуті, до цього висновку привели численні протести студентів(2009). У результаті в ТУ минулому розроблені «Загальні правила проведення іспитів і організації навчального процесу»(Allgemeine Prufungs- und Studienordnung - APSO), затверджені Сенатом і Навчальною радою ТУ 18.03.2011. Впровадження нових правил було заплановано в зимовому семестрі 2013 року.

Згідно нових правил:

- один модуль, як правило, завершується за допомогою письмового або усного іспиту;

-метою іспиту є перевірка ступеня засвоєння студентами змісту пропонованого навчального матеріалу;

-основним завданням іспиту повинна бути перевірка ступеня досягнення поставлених навчальних цілей.

На основі цих правил на Факультеті підготовки інженерів у будівництві й геодезії були розроблені магістерські навчальні програми по напрямку «Екологічна інженерія» для чотирьох спеціальностей:

1. Міське природне навколишнє середовище й транспорт (36 ECTS).

2. Ризики для навколишнього середовища й менеджмент ресурсів (36 ECTS).

3. Якість навколишнього середовища й поновлювані джерела енергії (36 ECTS).

4. Енергоефективність і стійкість будинків протягом їхнього життєвого циклу, за європейськими стандартами - 50 років (36 ECTS).

За фахом 1 вивчаються наступні дисципліни:

- Організація стійкої інфраструктури в міських будинках
- Планування й розвиток технічних пристроїв для постачання й утилізації (питна вода, стічні води, відходи)

- Керування міськими й міжрегіональними транспортними темами
- Кліматичні й гігієнічні аспекти міської інфраструктури

Підрозділи:

- Технологія водопостачання в містах
- Менеджмент матеріальних потоків
- Міське планування
- Транспорт і інфраструктура
- Міський клімат

За фахом 2:

- Прогноз, оцінка й мінімізація негативних впливів на природу й навколишнє середовище

- Основні ризики - вода, геодезичні небезпеки, поширення шкідливих речовин і зміна клімату

- Вивчення технічно обґрунтованих концептуальних рішень і стратегій для усунення й зменшення можливого збитку

Підрозділи:

- Небезпеки повеней і менеджмент русел рік
- Річкова динаміка
- Геодезичні ризики
- Ризики для навколишнього середовища
- Аналіз і керування ризиками

За фахом 3:

- Стійкий менеджмент матеріальних, водних, земельних і повітряних ресурсів

- Техніки й концепції по використанню поновлюваних джерел енергії (енергія води, геотермія, вітряна енергія)

Підрозділи:

- Стійкий менеджмент земельних ресурсів
- Якість води
- Якість ґрунту і її захист
- Забруднення повітря
- Поновлювані джерела енергії
- Менеджмент матеріальних потоків

За фахом 4:

- Енергоефективність і стійкість будинків з обліком екологічних, економічних і соціально - культурних аспектів

- Розгляд життєвого циклу будинків і будівельних матеріалів

Підрозділи:

- Будівельні конструкції

- Будівельна фізика й енергоефективність
- Інструменти планування стійкості

Міждисциплінарні курси (21 ECTS):

- Вища математика
- Імітаційне моделювання
- Аналіз даних і їхнє графічне подання
- Технічна механіка
- Гідромеханіка
- Менеджмент будівельних процесів
- Економічні проблеми збереження навколишнього середовища, правові аспекти, соціологія

Курсовий проект (15 ECTS).

Магістерська випускна робота (30 ECTS).

Виконується протягом 6 місяців.

Ментори.

Ментор виступає як консультант при виборі навчального напрямку, при виборі модуля в навчальній програмі або міждисциплінарному курсі.

Ментор потрібен, якщо виникає потреба змінити навчальну програму:

- Якщо навчальний проект виходить за рамки навчальних напрямків або обраних міждисциплінарних курсів

- Для одержання дозволу на програму навчання за кордоном

Менторами можуть бути особи, що є фахівцями з дисциплін навчальної програми й имеющие право екзаменувати.

Висновки.

1. Доцільно розробити й впровадити в університеті магістерські програми по напрямку «Екологічна інженерія», аналогічні програмам Технічного університету м. Мюнхена (ТУМ).
2. Установити творчі контакти з факультетом підготовки інженерів у будівництві й геодезії ТУМ для вивчення досвіду організації навчального процесу, підготовки навчальних посібників і можливості навчання (стажування) студентів університету в ТУМ.

Література

1. Technische Universität München. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.umwelt.bgu.tum.de/>

**ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА Г. МЮНХЕНА (ФРГ)
ПО РАЗРАБОТКЕ МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»
*Ю. В. Четверяков***

Целью данной статьи является ознакомление с опытом Технического университета г. Мюнхен (ФРГ) по разработке магистерских программ «Экологическая инженерия» для строительных специальностей. Представлено содержание четырёх учебных программ, содержание междисциплинарных курсов и требований к квалификации обязанностей менторов.

**EXPERIENCE TU MUNICH IN INTRODUCING MAGISTERSAL
STUDY PROGRAMS
“ENVIRONMENTAL ENGINEERING”
*Y. Chetverikov***

This article presents experience TU Munich in introducing magisterial study programs “Environmental Engineering” for constructional specialties. The contents of four study programs, special courses and demands for mentors are introduced.

ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТУ

Криворізький Національний Університет, Україна

В статті розглянуті причини руйнування існуючого мосту та наведені технологічні рішення відновлення та підсилення залізобетонних конструктивних елементів мосту

Постановка проблеми. Залізобетонні конструкції широко застосовуються при зведенні мостів. Із залізобетону будують мости всіх груп — від малих, великих і до найбільших споруд. Поряд з довговічністю і зменшенням витрати металу (в порівнянні з металевими мостами) залізобетонні мости мають й інші переваги: зниження експлуатаційних витрат внаслідок відсутності необхідності періодичного фарбування, велика жорсткість конструкцій, більша стійкість проти коливань від рухливих транспортних засобів. Але з часом залізобетонні конструкції мостів потребують проведення відновлювальних або ж підсилювальних заходів, що є актуальним питанням підтримки нормального функціонування інфраструктурного комплексу країни.

Міст через річку Інгулець в с.м.т. Петрове Кіровоградської області побудований і введений в експлуатацію в 1960-х роках. Міст знаходиться на автодорозі Т-12-10 Кіровоград – Жовті Води. За тривалий час конструкції мосту зазнали експлуатаційних пошкоджень та потребують проведення підсилювальних й відновлювальних заходів. Ефективний та довготривалий ремонт, як відомо, можна здійснити лише за умови проведення детальної діагностики конструкцій і з'ясуванні причин руйнування, які повністю враховуватимуться в процесі проектування, підбору матеріалів і технології здійснення робіт, відповідних умовам дії зовнішнього середовища і експлуатаційним навантаженням, оцінки якості робіт на всіх етапах, включаючи виконання контролюючих заходів в конструкціях.

Аналіз стану досліджень. Вивченню питань підсилення залізобетонних конструкцій присвятили свої роботи Л.В.Афанасьєва, А.Я.Барашиков, С.В.Бондаренко, Б.А.Боярчук, О.І.Валовой, О.Б.Голишев, О.Д.Журавський, П.И.Кривошеев, Е.Ф.Лисенко, Г.А.Молодченко, Л.А.Мурашко, Й.П.Новаторський, Р.С.Санжаровський, П.О.Сунак, Г.Н.Хайдуков, О.Л.Шагін, В.С.Шмуклер, А.Касассбех, Г.В.Чанг, Л.М.Лі, М.А.Максур та інші.

Автори даної статті, спираючись на результати обстеження мосту, норми проектування [1] й праці згаданих вище вчених, наводять технологічні рішення щодо проведення ремонтних й відновлювальних робіт для залізобетонних конструкцій мосту на автодорозі через річку Інгулець.

Постановка мети і задач. Враховуючи експлуатаційні пошкодження та особливості роботи конструкції мосту, навести технологію підсилення та відновлення його залізобетонних конструктивних елементів.

Основна частина і результати досліджень. Вісь мостового переходу пересікає русло річки Інгулець під кутом 90° та розташований у верхній частині Іскрівського водосховища.

Ширина води під мостом приблизно 80 метрів. Рівень води під мостом - регульований, залежить від скидання води через греблю Іскрівського водосховища (на 20 км. нижче за течією річки Інгулець). Коливання рівня води не перевищує 0,5 м. Течія під мостом – спокійна. Конуси і уклони насипів підходів укріплені з.б. плитами. Стан конструкції кріплення уклонів і конусів - задовільний.

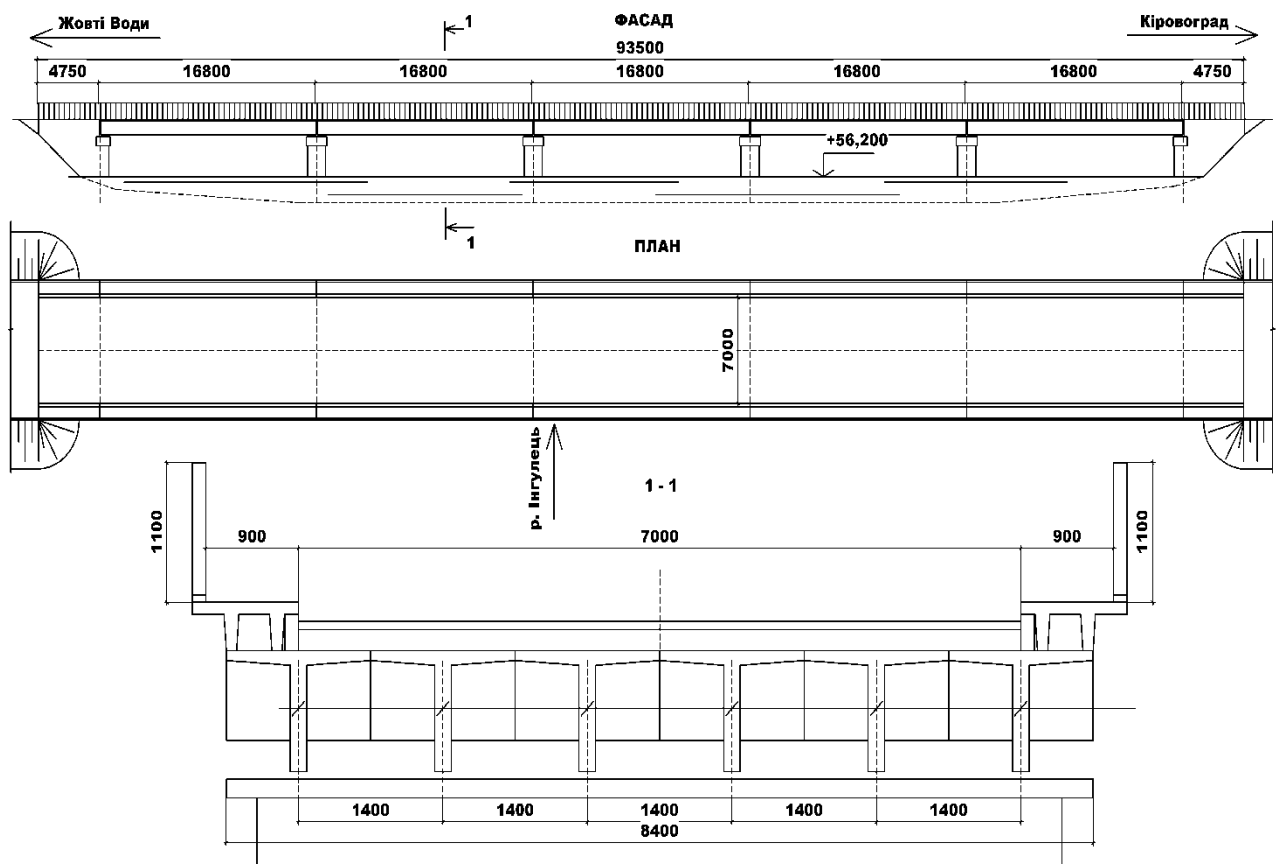


Рис. 1 Загальний вигляд мосту

Повна довжина моста складає 93,5 метрів. Прольотні споруди моста з розрахунковим прольотом 16,3 м і повною довжиною 16,8 м виконані із збірного залізобетону.

- повної заміни дорожнього полотна на мості, включаючи гідроізоляцію, захисний шар і покриття, зі створенням поперечних ухилів для водовідводу, відповідно до чинних норм;
- демонтажу існуючих тротуарних блоків і влаштування нових тротуарів і обгороджувань, у тому числі відбійного бруса;
- устрій нових деформаційних швів.

Прольотна споруда складається з шести балок, які між собою об'єднані шістьма діафрагмами (дві опорних і чотири проміжних) з кроком 3300см. Товщина діафрагми дорівнює 160см.

Відстань між осями балок прольотної споруди дорівнює 1,4м, а повна його ширина – 8,4 м. Армування балок виконане каркасною арматурою періодичного профілю класу А-II діаметром 32мм. Як розподільна використана гарячекатана арматура класу А-I діаметром 6, 8 і 10мм.

Прольотні будови встановлені на металеві опорні частини тангенціального типу.

Загальний вигляд мосту наведений на рис.1.

Проміжні опори моста – однотипні циліндрові конструкції. Підходи до моста виконані на насипах заввишки до 4 м. Покриття проїжджої частини на мосту – асфальтобетон.

Пішохідна частина – збірні залізобетонні тротуарні коробчасті блоки із залізобетонним обгороджуванням поручнів. Обгороджування проїжджої частини від пішохідної на мосту відсутнє.

За тривалий час експлуатації конструкції мосту зазнали суттєвих пошкоджень, які потребують проведення наступних видів робіт:

- підсилення робочої арматури прольотних споруд мосту;
- відновлення зруйнованого захисного шару бетону опор і прольотних споруд мосту;
- встановлення дренажних і водовідвідних систем для відведення води з поверхні покриття;

Але в цій статті ми зупинимося на питанні відновлення та підсилення залізобетонних конструктивних елементів мосту.

Технологія підсилення

Технологією ремонту та підсилення захисного шару та ремонту дефектів залізобетонних конструкцій мосту передбачені наступні види робіт:

1. Підготовка поверхні.

- Очистити поверхню конструкції від залишків слабо закріпленого і зруйнованого бетону використовуючи молотки, скребки і тому подібне.
- За допомогою піскострумного або водострумного апарату очистити поверхню арматури від продуктів корозії до металевого блиску.
- Стислим повітрям знепилити і просушити очищену поверхню арматури і бетону.

2. Створення антикорозійного і адгезійного шару.

- На підготовлену поверхню нанести перший шар матеріалу Альфакон-Антикор.
- Через 10-15 хвилин просушити перший шар стислим повітрям і нанести другий шар цього ж матеріалу.
- Не пізніше, ніж через 2 години слід нанести на покриття Альфакон-Антикор перший шар захисного полімерцементного покриття.

3. Відновлення захисного шару бетону.

- На поверхню бетону та арматури нанести необхідну кількість шарів матеріалу Альфакон-Ремонт за допомогою торкрет установки.

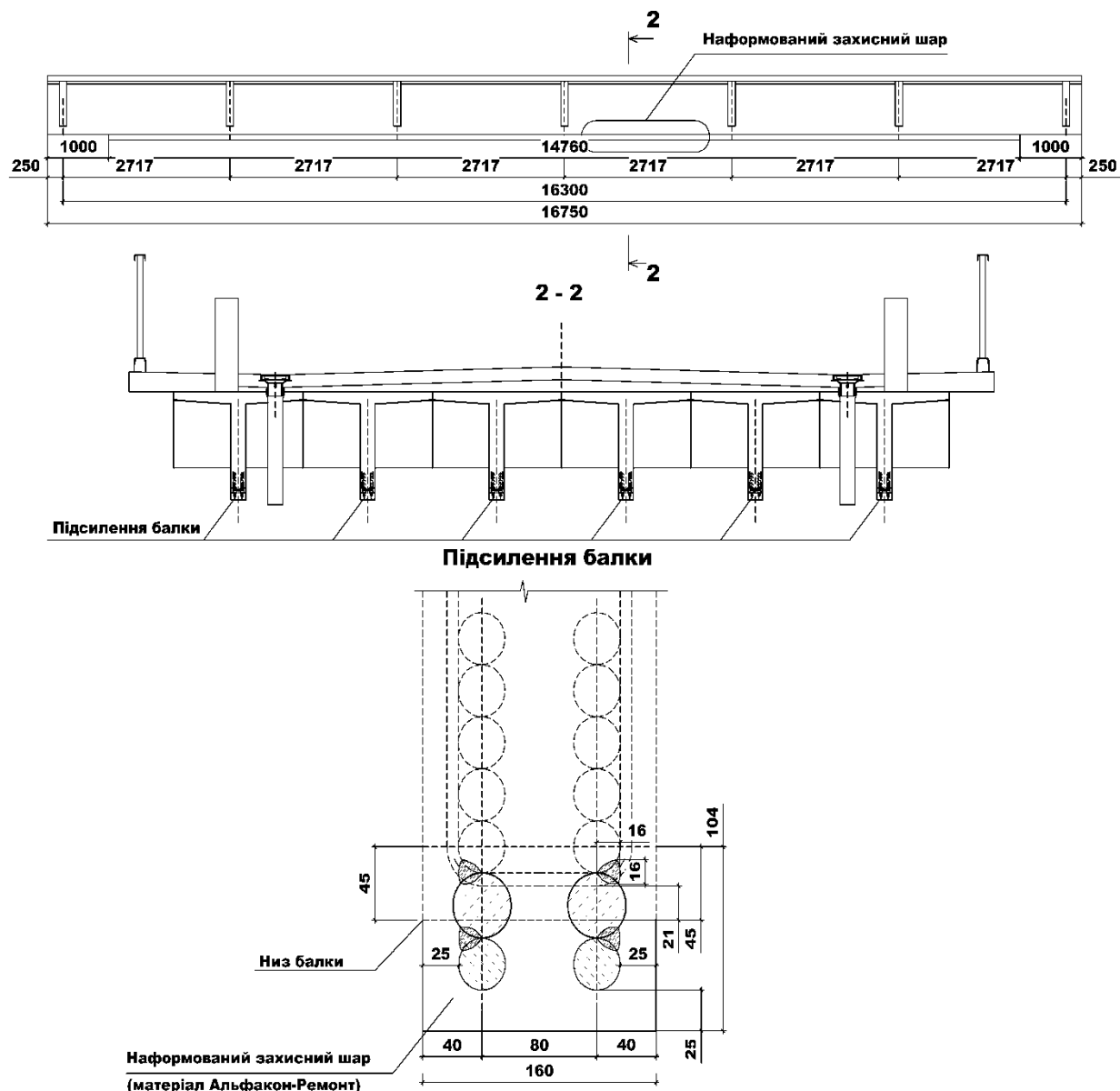


Рис. 2 Підсилення балок

- В труднодоступних місцях, а також при відновленні бетону на невеликих ділянках, можливе виконання роботи з використанням ручного інструменту.

- Перед нанесенням першого шару бетонну поверхню, яка не покрита матеріалом Альфакон-Антикор, слід зволожити.

- Перші декілька діб після нанесення необхідний вологий догляд, як за звичайним бетоном, в залежності від температури і вологості повітря.

- Матеріал можна наносити в декілька шарів до загальної товщини 20-25

4. Підсилення балок та відновлення захисного шару нижнього поясу балок залізобетонних споруд.

- Пробити борозди в бетоні для встановлювання коротишей.

- Приварювати коротиши дуговим ручним зварюванням (електроди марки Е50А).

- Коротиши встановлювати відповідно до рис.2 між хомутами.

- Нанести необхідну кількість шарів матеріалу Альфакон-Ремонт відповідно до рис.2 та п.3.

Висновки.

Завдяки з'ясуванню причин руйнування та проведенню детального обстеження, авторами статті були прийняті наведені вище технологічні рішення щодо проведення підсилювальних й відновлювальних робіт для залізобетонних конструкцій мосту на автодорозі через річку Інгулець. Урахування усіх експлуатаційних нюансів та результатів обстеження при прийнятті цих рішень дозволяє гарантувати довготривалий та ефективний результат.

Література

1. Норми проектування. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2–2:2006. [Чинний від 2007-01-01]. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 60 с. – (Державні будівельні норми України).

ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТУ

В. М. Чирва, Т. Л. Чирва, К. М. Романенко, В. Л. Яструбінецький

В роботі приведена технологія відновлення і підсилення залізобетонних конструкцій мосту, а також розглянуті сучасні методи створення антикорозійного та адгезійного шарів на бетонній поверхні.

STRENGTHENING OF REIMFORSED CONCRETE BRIDGE

V. Chyrva, T. Chyrva, K. Romanenko, V. Yactrybinetskiy

This paper presents technology for rehabilitation and strengthening of reinforced concrete bridge and also considers modern methods of anticorrosion and adhesive layers formation on the concrete's surface

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕЛІОПОКРІВЛІ ІЗ ВІДКРИТИМ ТЕПЛОПОГЛИНАЧЕМ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Описано результати досліджень надходження сонячного випромінювання на геліопокрівлю. Проаналізовано ефективність використання геліопокрівлі без прозорого покриття в системі сонячного теплопостачання із механічним побудженням до руху теплоносія. Встановлено залежність ефективності геліопокрівлі від кутів падіння теплового потоку та його інтенсивності.

Вступ. Серед нетрадиційних джерел енергії сонячна радіація за масштабами ресурсів, екологічній чистоті та перспективі розвитку посідає перше місце. Це підтверджується рядом експериментальних робіт, проведених у галузі геліоенергетики. Кількість сонячної енергії, яка надходить на Землю, перевищує енергію всіх земних запасів нафти, газу, вугілля та інших енергетичних ресурсів. Перевагами сонячної енергії, порівняно з традиційними видами палива, є: можливість використання сонячної енергії практично на всіх ділянках земної поверхні; можливість безпосереднього перетворення сонячної енергії в теплову або електричну; можливість отримання високотемпературних теплоносіїв.

Тому виникає необхідність у здійсненні комплексних заходів щодо використання нових нетрадиційних джерел енергії. Вирішення цієї проблеми вимагає істотних змін у світовому енергетичному балансі. Альтернативою традиційної енергії є використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії: енергія Сонця, вітру, надр землі, тепла промислових та каналізаційних відходів, води, та ін. Вони є повністю безкоштовними для людства і даються нам практично в необмеженій кількості.

Постановка проблеми. У теперішній час спостерігається істотний дефіцит енергії практично у всіх областях народного господарства. На даний час існує багато видів сонячних колекторів, що відрізняються конструктивними та техніко-економічними показниками. Достатньо ефективні та прості в експлуатації є плоскі сонячні колектори, які мають високу вартість та складність конструкції. Тому на даний час важливим є вдосконалення існуючих та розроблення нових сонячних колекторів в яких теплопоглинач виконаний з гофрованого матеріалу, що є частиною покрівельного матеріалу будівлі. Таке виконання сонячного колектора дозволить максимально здешевити його вартість та підвищити міцність. Для пошуку оптимальної конструкції геліопокрівлі важливо дослідити як

змінюється її ефективність при наявності прозорого покриття те без нього.

Основна частина. Для проведення експериментальних досліджень була змонтована експериментальна установка, яка складалася із геліопокрівлі, бака-акумулятора, джерела випромінювання та вимірювальних приладів. Схема експериментальної установки зображена на рис. 1.

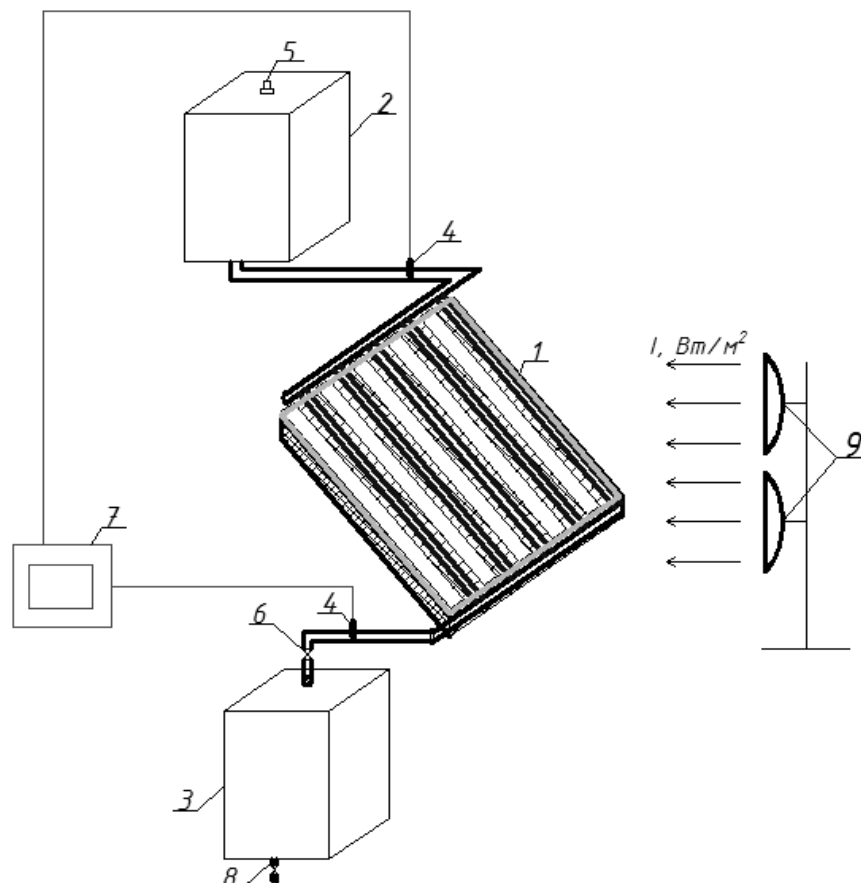


Рис. 1. Принципова схема експериментальної установки:
1 – геліопокрівля; 2 – ємність з водою; 3 – бак-акумулятор;
4 – термометри опору; 5 – патрубок подачі холодної води; 6 – запірний вентиль; 7 – дисплей; 8 – патрубок відбору теплоносія; 9 – джерело випромінювання

Експериментальна установка працює наступним чином. Холодна вода через патрубок подачі холодної води поступає у ємність з водою. За допомогою запірного вентиля встановлюється певна витрата води, що проходить через геліопокрівлю, в якій нагрівається, та поступає у нижній бак-акумулятор. Відбір нагрітого теплоносія здійснюється через патрубок. Заміри температури води в нижньому та верхньому баках-акумуляторах здійснювались ртутними термометрами.

Під час досліджень здійснювався контроль за тим, щоб на проведення експерименту не впливали інші фактори (сонячна енергія через вікно, гладкі поверхні, затінення сонячного колектора, тощо).

Кожного разу перед початком експерименту система заповнювалась свіжою порцією води. Видалялось повітря із системи. Перевірялась герметичність системи при робочому тиску та справність вимірювальних приладів.

Інтенсивність потоку енергії, що випромінювало джерело вимірювалась актинометром. Температура теплоносія вимірювалась у двох точках системи (на виході з геліопокрівлі та на вході в геліопокрівлю) термометрами опору. Температура зовнішнього повітря та його швидкість вимірювалась термоелектроанемометром TESTO 405 – V1.

Витрата води становила 12 л/год, що відповідає значенню 1л/(хв м²).

Між кожною наступною серією експериментів виключались теплові випромінювачі, зупинялась циркуляція теплоносія, зливався теплоносій і система заповнювалась новою порцією охолодженого теплоносія.

Була складена матриця планування трифакторного експерименту із врахуванням взаємодії факторів. Факторами були обрані:

- азимутальний кут повороту геліопокрівлі α° , [30; 90];
- кут нахилу геліопокрівлі β° , [30; 90];
- інтенсивність теплового потоку I_e , [300; 900].

Параметром оптимізації вибрано коефіцієнт ефективності геліопокрівлі без прозорого покриття K_{ef} . Він визначається за формулою:

$$K_{ef} = \frac{y_i}{y_{cm}} \quad (1)$$

де y_{cm} – теплова енергія отримана геліосистемою при куті падіння променів – $\alpha = 90^\circ$ і $\beta = 90^\circ$; y_i – отримана теплова енергія геліосистемою за інших кутів падіння променів.

Теплова енергія, що акумулювалась в баку-акумуляторі визначалась за формулою:

$$Q_{бак} = m \cdot c \cdot (t_k - t_n), \quad (2)$$

де m – маса теплоносія в баці-акумуляторі, кг; c – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К); $t_{бак}$, t_{ex} – відповідно кінцева та початкова температури води в баці-акумуляторі, К.

Результати експериментальних досліджень подані у графічній формі (рис.2). За результатами була отримана емпірична залежність:

$$K_{ef} = (0,7133 - 0,0009 \cdot x_2) + (-0,0195 + 3,05 \cdot 10^{-5} \cdot x_3) \cdot x_1 + (0,0392 - 4,2833 \cdot 10^{-5} \cdot x_3) \cdot x_2 + (0,0003 - 3,3333 \cdot 10^{-7} \cdot x_3) \cdot x_1^2 + (-0,0003 + 3,3333 \cdot 10^{-7} \cdot x_3) \cdot x_1 \cdot x_2 + (-0,0002 + 1,6667 \cdot 10^{-7} \cdot x_3) \cdot x_2^2$$

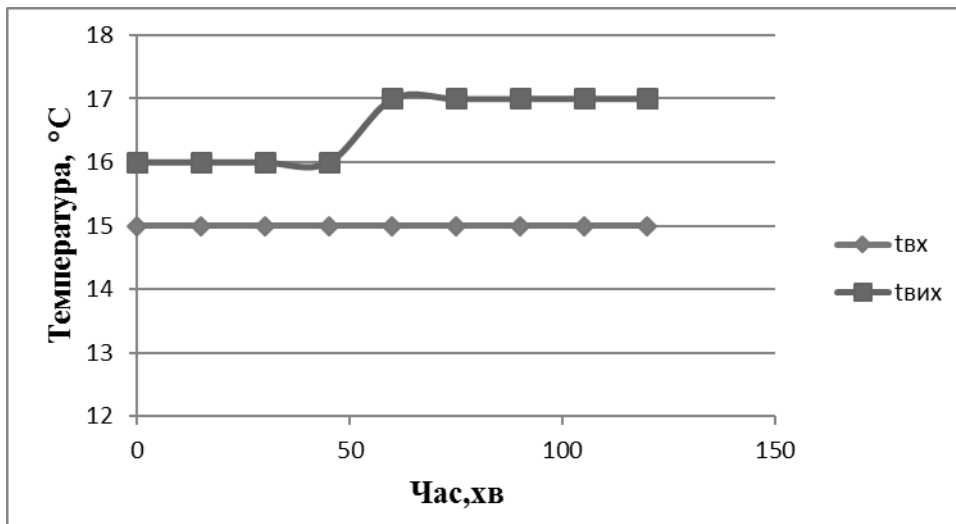


Рис. 2. Результати експериментальних досліджень геліопокрівлі без прозорого покриття для $I_0 = 300 \text{ Вт/м}^2$: $t_{вх}$ – температура води на вході в геліопокрівлю, °C; $t_{вих}$ – температура води у баку-акумуляторі, °C.

З графіку (рис. 2) спостерігається збільшення температури води після 45 хв. Після цього нагрів теплоносія зупиняється.

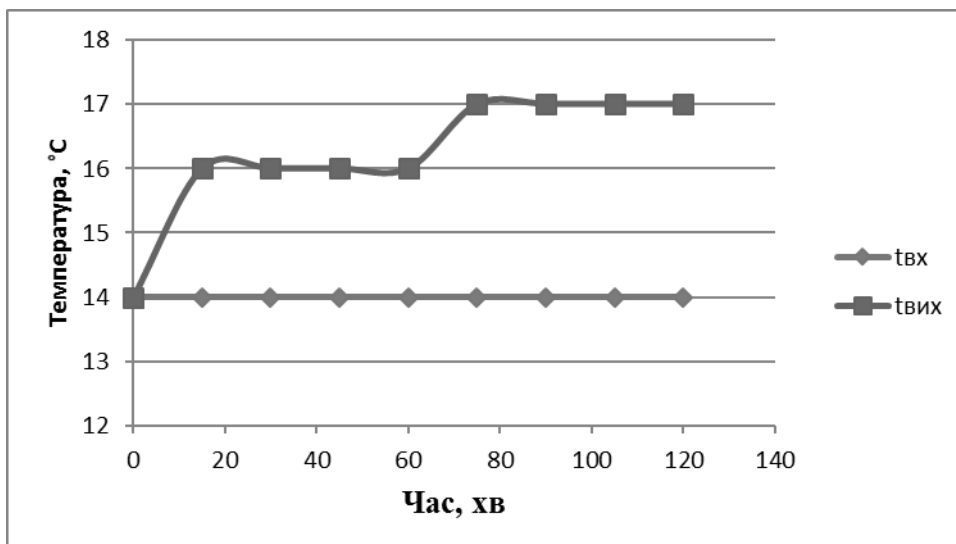


Рис. 3. Результати експериментальних досліджень геліопокрівлі без прозорим покриттям для $I_0 = 900 \text{ Вт/м}^2$: $t_{вх}$ – температура води на вході в геліопокрівлю, °C; $t_{вих}$ – температура води на виході з геліопокрівлі, °C;

На графіку (рис. 3) спостерігається різке збільшення температури теплоносія після 15 хв нагріву. Потім нагрівання теплоносія відбувається аж після 60 хв, після чого нагрів теплоносія зупинився.

Висновки. Проаналізувавши експериментальні дослідження можна зробити висновок, що ефективність геліопокрівлі без прозорого покриття у системі тепlopостачання із механічним побудженням руху теплоносія є достатньою для теплoзабезпечення будівель. Так, після 2-х годин нагріву теплоносії у геліопокрівлі нагрівся на 20% при інтенсивності теплового потоку 300 Вт/м^2 . Ці дані свідчать про те, що важливим фактором для

підвищення ефективності геліопокрівлі у системах теплопостачання із механічним побудженням руху теплоносія є застосування прозорого покриття для зменшення тепловтрат. Проте за незначної дії вітрового потоку та при ефективному відборі отриманої енергії дана система може ефективно працювати.

Література

1. *Возняк О. Т.* Основи наукових досліджень у будівництві : навч. посібн./О. Т. Возняк, В. М. Желих. – Л. : В-во НУ "ЛП", 2003. – 176 с.
2. *Андерсон Б.* Солнечная энергия (Основы строительного проектирования) / Б. Андерсон ; пер. с англ. А. Р. Анисимова. – М. : Стройиздат, 1982. – 375 с.
3. Использование низкопотенциальных солнечных установок / [Г. Я. Умаров, Р. Т. Раббимов, Р. Р. Авезов, М. У. Установ]. – Ташкент : Фан, 1976. – 97 с.
4. *Шаповал С. П.* Ефективність системи теплопостачання на основі сонячного колектора при зміні кута надходження теплового потоку / С. П. Шаповал, О. Т. Возняк, О. С. Дацько // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" ["Теорія і практика будівництва"]. – Л. : В-во НУ "ЛП", 2009. – № 655. – С. 299-302.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕЛИОКРОВЛИ С ОТКРЫТЫМ ТЕПЛОПОГЛОТИТЕЛЕМ

С. П. Шаповал

Описаны результаты исследований поступления солнечного излучения на гелиокровлю. Проанализирована эффективность использования гелиокровли без прозрачного покрытия в механической системе теплоснабжения. Установлены зависимости между углами падения теплового потока, интенсивностью теплового потока от эффективности гелиокровли.

EFFECT OF INTENSITY RADIATION ON THE EFFICIENCY OF OPEN ABSORBER OF GELIOROOF

S. Shapoval

The results of studies on the incoming solar radiation on the gelioroof and results are described. There was analyzing the efficiency of the helioroof without transparent cover in mechanical heating system. The dependences between the angles fall heat flux and intensity of the heat flux on the effectiveness helioroof is established.

**КОМФОРТНІСТЬ ШКІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ (НА ПРИКЛАДІ
КОНКУРСНОГО ПРОЕКТУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ШКОЛИ В
МІСТІ ГАЗІАНТЕП, ТУРЕЧЧИНА)**

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті дослідженні умови комфорту навчальних закладів та їх вплив на архітектурно-будівельну організацію будівель. Описані основні прийоми проектування шкіл для жаркого клімату на основі конкурсного проекту школи в місті Газіантеп, Туреччина.

Навчально-виховна система є невід'ємною складовою гармонічного суспільства. Пройшовши великий шлях розвитку впродовж історії, в нинішньому інформаційному суспільстві освіта набула вирішального значення. Саме школа протягом тривалого часу виступає основним соціально-детермінуючим фактором життєдіяльності дітей та підлітків. Також безперечним є факт, що навчальний заклад є незамінним та практично єдиним (після сім'ї) органом, який спроможний впливати на стан здоров'я дітей та підлітків.

Проте в реальності школа не завжди виправдовує тих сподівань, які на неї покладають. Перебуваючи у школі, школярі часто страждають зниженням рівня концентрації та уваги, підвищенням рівня втомлюваності та захворюваності, що негативно впливає на рівень освіти в цілому. Високий темп та ритм життя, модернізація навчального процесу (перехід навчальних закладів на новий зміст, структуру і термін навчання), форм і методів навчання, інформаційні перенавантаження висувають високі вимоги до організму школярів та планувальної організації навчально-виховного закладу [1].

Дослідження показують, що стан організму людини та її продуктивність залежать від параметрів фізичної комфортності середовища. Таким чином постає задача детального вивчення процесів, що відбуваються у школі, та умов середовища, які були б найбільш комфортними для кожного окремого процесу, і сприяли б підвищенню рівня концентрації, працездатності, а таким чином, і освіти в цілому.

Термін «комфорт» в тлумачному словнику С. І. Ожегова трактується як «умови життя, перебування, обстановка, що забезпечують зручність, спокій, затишок»[2].

Комфортне шкільне середовище - це внутрішній простір школи, система умов, що дозволяють зберегти психофізіологічне здоров'я учнів, сприяють їх оптимальній участі в загальноосвітній діяльності, успішній самореалізації. Комфорт дозволяє максимально зберегти здоров'я дитини, сприяє адекватній поведінці та продуктивній діяльності, підтримує

позитивний емоційний фон, формує стійке переживання задоволення від перебування в школі.

Структурними складовими загального комфорту є психологічний, інтелектуальний і фізичний комфорт, а їх єдність у процесі освітньої діяльності є умова повноцінного особистісного зростання школяра.

Фізичний комфорт школяра характеризується відповідністю між його тілесними, соматичними потребами та предметно - просторовими умовами шкільного середовища. Одним з найбільш важливих показників фізичного комфорту є термальний комфорт.

Згідно вимог термального комфорту, оптимальними вважаються такі умови праці, за котрих має місце найвища працездатність і гарне самопочуття. Допустимі мікрокліматичні умови передбачають можливість дискомфорту відчуттів, але таких, що не виходять за межі можливостей організму [3]. Термальний комфорт оцінюється за допомогою ефективної температури. Ефективна температура - це один з біометеорологічних індексів, що характеризує ефект впливу на людину комплексу метеоелементів: температури, вологості повітря і вітру.

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов на робочому місці дані параметри мають бути взаємопов'язаними. За низької температури оточуючого повітря його рухливість повинна бути мінімальною, оскільки підвищена рухливість повітря створює відчуття ще більшого холоду, недостатня рухливість повітря за високої температури — відчуття перегрівання [3].

Занадто висока температура повітря у навчальних приміщеннях може викликати швидку стомлюваність працюючого, перегрів організму і велике потовиділення. Це веде до зниження уваги, млявості і може виявитися причиною виникнення нещасного випадку. Так само і вплив холоду викликає повільне зниження здатності до розв'язання інтелектуальних завдань, орієнтації в просторі, розпізнавання сигналу, вирішення виникаючих проблем.

Оптимальне для організму людини поєднання параметрів температури, відносної вологості та швидкості руху повітря становить комфортність робочої зони. Для умов роботи відчуття теплового комфорту має місце при температурі близько 21 °С, відносній вологості - близько 60% та швидкості повітря — не більше як 0,2 м/сек. [3]. Однак ці показники є загальними і мають свої нюанси для різних типів приміщень. Наприклад, там, де людина займається важкою фізичною працею, температурна комфортність досягається при більш низькій температурі (до 15°C). Для розслабленого стану організму краще підійде трохи вища температура в кімнаті.

Також показники термального комфорту є неоднаковими для різних кліматичних регіонів. Таким чином, при проектуванні будівель в різних кліматичних умовах, необхідно вирішувати різні архітектурні та

інженерно-конструктивні задачі та використовувати специфічні архітектурно – планувальні прийоми.

Загальними принципами для організації термального комфорту в будівлі є створення відповідного мікроклімату всередині та максимальна ізоляція від зовнішнього середовища. В більшості випадків цьому сприяють компактна форма будівлі, правильна орієнтація вікон та оптимальна площа застакнення, якісні теплоізолюючі матеріали, відсутність щілин та містків холоду.

В рамках архітектурного конкурсу було зроблено спробу створення комфортної шкільної будівлі, розташованої в жаркому сухому кліматі (м. Газіантеп, Туреччина). Даний клімат характеризується тривалим спекотним літом (більше 100 днів у році), високими температурами повітря - абсолютний максимум, що дорівнює або перевищує 40 ° С, та середній максимум самого жаркого місяця дорівнює або перевищує 29 ... 30 ° С при середній відносній вологості повітря самого жаркого місяця менше 50 ... 55% [5].

Метою конкурсу було проектування початкової школи в рамках ЕКО проекту, розробленого муніципалітетом міста Газіантеп. За умовами конкурсу школа мала бути розрахованою на дітей віком від 6 до 10 років і вмщати 400 учнів. Проект мав поєднувати елементи класичної системи навчання з сучасними тенденціями в даній сфері. Крім того, школа мала задовольняти вимоги мультикомфортного будинку ISOVER та мати показник енергозатрат менше 15 кВт*год/м² (розрахунок проводився з допомогою програми Designer).

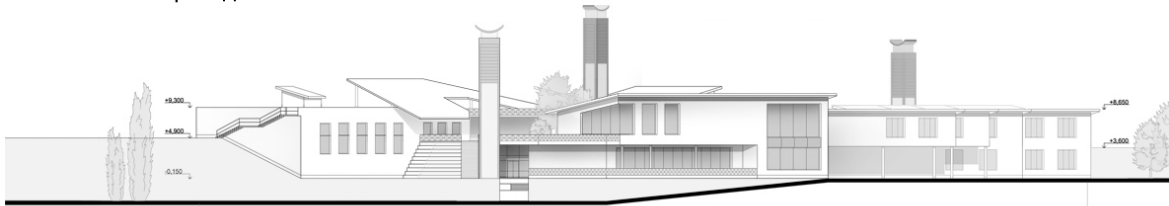
Для проекту було надано прямокутний участок, витягнутий зі сходу на захід, з перепадами висоти 8 м у напрямку північ-південь. Оскільки потік учнів очікувався зусібіч, було прийнято рішення організувати два входи в будівлю з північного та південного боку. Вся територія школи організована як екопарк, який є відкритим для відвідувачів і має 6 тематичних зон. Для створення оптимального мікроклімату було запроєктовано два внутрішніх двори з вітровими баштами, які охолоджують та звожують повітря шляхом випаровування. Сама форма будівлі витягнута зі сходу на захід, що дає змогу мінімізувати площу східного та західного фасадів, які особливо піддаються впливу низьких сонячних променів.

В проекті використано виключно південну орієнтацію класних приміщень, що забезпечує надходження мінімум сонячної енергії влітку (гострий кут падіння сонячних променів) і максимум - зимою. На південних фасадах застосовано горизонтальний сонцезахисті на східних та західних фасадах - вертикальний. Захисну роль від сонячних променів також грають зелені насадження навколо будівлі.

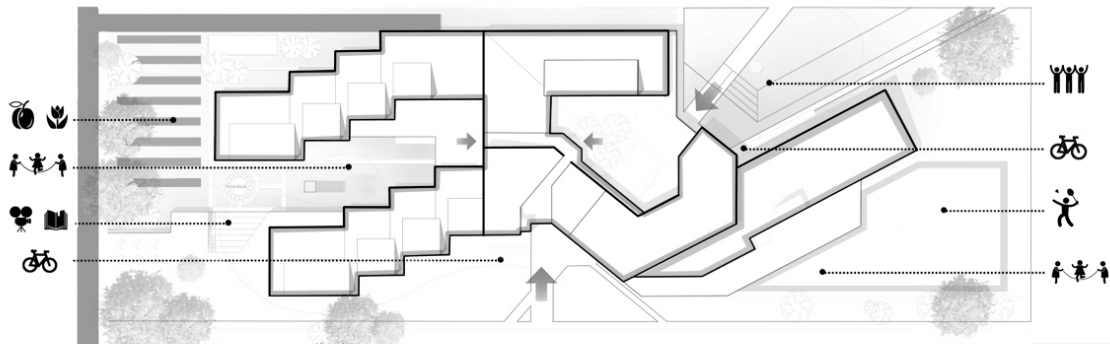
Вентиляція школи здійснюється з допомогою геотермального повітряного насосу з системою рекуперації. Також використовується природня нічна наскрізна вентиляція. В літній період для охолодження

повітря всередині будівлі впроваджена система водяного охолодження (циркуляції холодної води по трубах).

Головний фасад



Генплан



План другого поверху

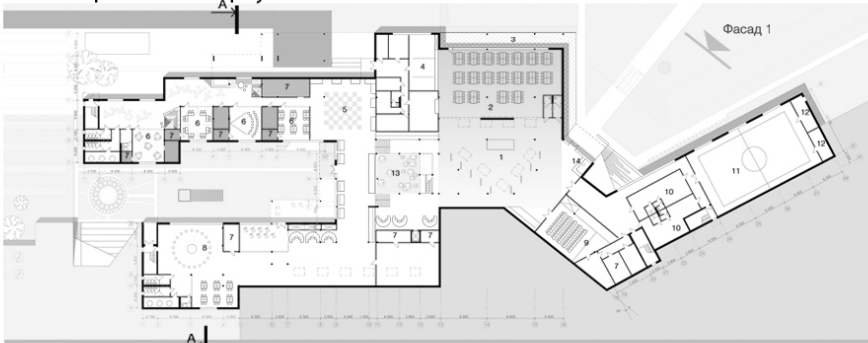


План другого поверху

Експлікація до плану другого поверху:

1. Хол.
2. Охорона.
3. Клас музики.
4. Друге світло.
5. Багатофункціональний відкритий простір (курс англійської мови).
6. Навчальні класи.
7. Підсобні приміщення - комори.
8. Зелена тераса.
9. Бібліотека.
10. Хол.
11. Конференц-зал.
12. Адміністративні приміщення.
13. Трибуни.
14. Приміщення спортивної структури.

План першого поверху



План першого поверху

Експлікація до плану першого поверху:

1. Виставковий хол.
2. Столова.
3. Відкрита тераса.
4. Кухня.
5. Багатофункціональний відкритий простір.
6. Навчальні класи.
7. Підсобні приміщення - комори.
8. Блок місцевих занять.
9. Конференц-зал.
10. Роздягальня.
11. Спортивний зал.
12. Інвентарні.
13. Зелений сад.
14. Охорона.

Розріз А-А

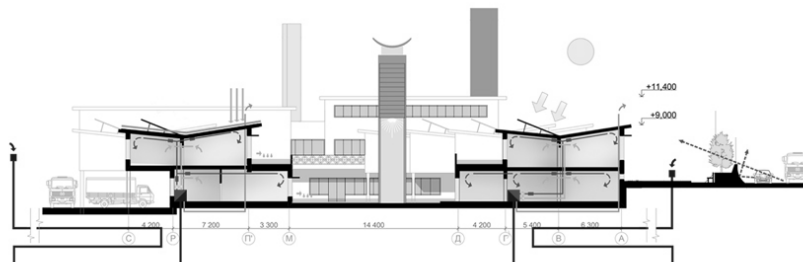


Рис. 1. Конкурсний проект енергоефективної школи в місті Газіантеп, Туреччина.

Термальна комфортність школи забезпечується також і конструктивними рішеннями, такими як максимальна теплоізоляція огорожуючих конструкцій, відсутність "містків холоду"; використання подвійних склопакетів, зі значенням коефіцієнту теплопередачі 1,0...1,5 W/m²K (враховуючи віконну раму) і значенням коефіцієнту пропускання сонячної енергії склом 0,6.

Проведене дослідження дозволило сформулювати умови термального комфорту середовища та їх вплив на формування архітектурно-планувальної організації шкільних будівель. Результати дослідження можуть бути враховані при проектуванні та реконструкції навчальних закладів в жаркому кліматі.

Література

1. *Кучма В. Р.* Комплексный подход к охране здоровья подростков в образовательных учреждениях, содействующих укреплению здоровья / Современный подросток: Материалы конференции. — М., 2001. — С. 2936.
2. Толковый словарь русского языка Ожегова. Электронный ресурс: <http://www.ozhegov.org/>
3. Вплив чинників середовища на працездатність людини. Електронний ресурс: <http://lib.lntu.info/book/knit/ktpn/2011/11-40/page25.html>
4. *Попов Н. Н., Чарыев М.* Железобетонные и каменные конструкции. Учебное пособие/ - М.: Высшая школа, 1996.
5. Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини. Електронний ресурс: <http://subject.com.ua/safety/bezpeka/35.html>
6. *Дячок О. М.* Принципи формування архітектури шкіл з нетрадиційними методами навчання.
7. *Шулдан Л. О.* Принципи архітектурно-типологічного вдосконалення шкільних будівель з врахуванням енергозаощаджування : Дис... канд. наук: 18.00.02 - 2007.

КОМФОРТНІСТЬ ШКІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ (НА ПРИКЛАДІ КОНКУРСНОГО ПРОЕКТУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ШКОЛИ В МІСТІ ГАЗІАНТЕП, ТУРЕЧЧИНА)

Е. В. Шапран, Т. А. Кащенко

В статье исследованы условия комфорта учебных заведений и их влияние на архитектурно-планировочную организацию зданий. Описаны основные приемы проектирования школы для жаркого климата на основании конкурсного проекта школы в городе Газиантеп, Турция.

**COMFORT OF SCHOOL BUILDING (ON EXAMPLE OF CONTEST
PROJECT OF ENERGY EFFICIENT SCHOOL IN GAZIANTEP,
TURKEY)**

O. Shapran, T. Kashchenko

The article analyses conditions of comfort in educational institutions and their impact on architectural design of buildings. Key methods of school design in hot climate are described on the basis of contest project of school in Gaziantep, Turkey.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ІЗ ПОВОРОТНИМИ ВИПРОМІНЮВАЧАМИ

НУ “Львівська політехніка”, Україна

У даній статті наведено техніко-економічне порівняння інфрачервоних систем опалення, які базуються на використанні поворотних та стаціонарних електричних нагрівачів. Проведено техніко-економічне обґрунтування використання променевих систем опалення з поворотними інфрачервоними електричними обігрівачами.

Постановка проблеми. У світовій енергетичній структурі частка споживання природного газу, як основного енергоносія для енергетики, безупинно зростає. В паливно-енергетичному балансі Україні вона становить близько 50%. У той же час робота паливно-енергетичного комплексу як єдиної системи, що забезпечує розвиток усього народного господарства країни, визначається в першу чергу ефективністю енергоспоживання, це поставило проблему розробки, дослідження й впровадження енергозберігаючих технологій у ряд стратегічних завдань держави.

У помірних кліматичних умовах України велика частка енергетичних витрат припадає на системи опалення виробничих приміщень з великими будівельними об'ємами, що обумовлене технологічними процесами. У зв'язку з цим гострим постає питання у економії енергії. Найбільш економічним способом теплозабезпечення таких виробничих приміщень є використання інфрачервоних систем, які дозволяють забезпечити необхідні температурні параметри у приміщенні при менших витратах палива. За рахунок застосування променевих систем опалення можна досягти зниження температури повітря в приміщенні на декілька градусів, що є важливим резервом теплової енергії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізуючи сучасний стан існуючих систем забезпечення мікроклімату, можна зробити висновок, що належна увага наділяється вискоелективним, енергоощадним та економічним систем. Тому доцільно розрахувати техніко-економічні показники систем теплозабезпечення промислових приміщень.

Формулювання цілей та завдання статті. Обґрунтовано доцільність використання поворотних інфрачервоних нагрівачів для локального обігріву виробничих приміщень. Проведено порівняльний аналіз економічної ефективності електричної та газової променевої системи опалення.

Основна частина. За умов зростаючої енергетичної кризи в Україні, високих цін на енергоносії актуальним залишається використання енергоощадних опалювальних систем. На відміну від традиційних систем теплозабезпечення, які є достатньо енергомісткими, слід застосовувати ефективніші системи, що дають змогу здійснювати локальне нагрівання та забезпечувати динамічний тепловий режим. Це зокрема системи інфрачервоного опалення.

Інфрачервоний обігрівач дає можливість створення комфортного теплового режиму приміщення шляхом автономного підведення променевої теплоти безпосередньо до поверхні людини або до певної зони опромінення приміщення, що дозволяє значно зменшити теплове навантаження променевої опалювальної системи в порівнянні з конвективною.

Промєневе опалення є одним із різновидів опалювальних систем, де в якості джерела теплоти застосовуються електричні або газові інфрачервоні випромінювачі. Воно може застосовуватися в якості самостійного або допоміжного різновиду теплозабезпечення.

При використанні інфрачервоного обігріву важливим є значення густини і рівномірності поля променевої енергії у робочій зоні. Так, при радіаційному опаленні розподіл густини теплової енергії по площі опромінення є не рівномірним [3,6]. Для підвищення ефективності роботи системи променевого опалення запропоновано нагрівальний пристрій [4,5], за допомогою якого досягається рівномірний розподіл інтенсивності опромінення.

Розрахунок економічної ефективності виконано для радіаційного опалення виробничого приміщення розміром 36x72x7,2 м з використанням електричних поворотних нагрівачів. Для порівняння обрана інфрачервона система теплозабезпечення, яка ґрунтується на використанні традиційних нерухомих обігрівачів.

Економічна ефективність визначалась за відомою методикою [1,2]:

$$E = Z_1 - Z_2, \quad (1)$$

де Z_1 , Z_2 – щорічні витрати відповідно для базового і запропонованого варіантів, грн./рік.

Щорічні витрати обох систем опалення були визначені:

$$Z = K_t - E_{et}, \quad (2)$$

де K_t – капітальні вкладення за рік, грн.;

$E_{e,t}$ – експлуатаційні витрати за рік, грн.

Термін окупності капіталовкладень визначався як відношення додаткових капіталовкладень до економії експлуатаційних витрат порівнюваних варіантів:

$$T = \frac{C_2 - C_1}{E_1 - E_2}, \quad (3)$$

де C_1 та C_2 – капітальні вкладення кожного із варіантів систем опалення, грн.;

E_1, E_2 – експлуатаційні витрати кожного із варіантів систем опалення, грн..

Капітальні вкладення систем опалення були визначені за кошторисною вартістю. Система опалення цеху вважається економічно доцільною, коли при заданому тепловому ефекті сума капіталовкладень і експлуатаційних витрат за даним способом нагріву буде знижена в порівнянні з прогресивними існуючими рішеннями. При цьому необхідно, щоб додаткові капіталовкладення, викликані подорожчанням кошторисної вартості, окупувались за рахунок економії експлуатаційних витрат в установленій термін, так званий термін окупності.

Експлуатаційні витрати на опалення приміщення цеху охоплюють щорічні витрати на електроенергію, заробітну плату персоналу з обслуговування, амортизаційні відрахування, на капітальний та поточний ремонт, а також включають загальні додаткові витрати:

$$E = E_{el} + E_{z/n} + E_a + E_p + E_{ood}. \quad (4)$$

Витрати на електроенергію розраховувалися за формулою:

$$E_{el} = N_p \cdot B_e, \text{ грн.}, \quad (5)$$

де N_p – річна витрата електричної енергії, кВт·год./рік;

B_e – вартість електроенергії за 1 кВт·год. електроенергії, грн.

Річні витрати на електроенергію при рівномірному споживанні визначалися за формулою:

$$N_p = 24 \cdot \eta \cdot N_{yct} \cdot z \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год.} / \text{рік}, \quad (6)$$

де N_{yct} – вихідна потужність обладнання, кВт;

η – ККД пристроїв;

z – тривалість експлуатації обладнання, діб.

Витрати на заробітну платню включають річний фонд заробітної плати обслуговуючого персоналу та витрати на оподаткування:

$$E_{z/n} = 12 \sum N \cdot a \cdot k_1, \text{ грн.}, \quad (7)$$

де $\sum N \cdot a$ – кількість працівників та їхня місячна заробітна плата, грн.;

k_1 – витрати на оподаткування.

Амортизаційні відрахування (грн./рік) розраховувалися за формулою:

$$E_a = \frac{C \cdot A_a}{100}, \quad (8)$$

де C – вартість будівельно-монтажних робіт, грн.;

A_a – норма амортизаційних відрахувань, %.

Витрати на поточний ремонт систем опалення (грн./рік) становлять 20 % амортизаційних відрахувань:

$$E_p = 0,2 \cdot E_a, \quad (9)$$

Додаткові витрати оцінюються в 30% суми витрат на заробітну платню обслуговуючого персоналу, на поточний ремонт та амортизаційні відрахування:

$$E_{\text{дод}} = 0,3 \cdot (E_{\text{з/н}} + E_a + E_p) \quad (10)$$

При порівнянні двох вищезазначених варіантів за допомогою щорічних витрат (3) вибрався варіант з меншими їх затратами.

Розрахунок техніко-економічних показників систем інфрачервоного опалення з використанням поворотних та стаціонарних електричних нагрівачів зведено в таблицю.

Таблиця 1

Таблиця розрахунку техніко-економічних показників порівнюваних систем опалення

Параметр	Тип інфрачервоного нагрівача	
	Електричні стаціонарні нагрівачі	Електричні поворотні нагрівачі
1	2	3
Вартість обладнання і матеріалів, тис. грн.	780	585
Питома витрата електроенергії, кВт/год.	180	135
Витрати на електроенергію, тис. грн./рік	497,952	373,464
Економічний ефект, тис. грн./рік	124,488	

Висновки. На основі отриманих результатів підтверджено доцільність використання поворотних інфрачервоних нагрівачів як енергоощадних. Встановлено, що економічний ефект від використання поворотних джерел променевого опалення в порівнянні зі неповоротними становить близько 25%.

Література

1. *Богуславский Л.Д.* Экономика теплогазоснабжения и вентиляции: учеб. [для вузов] / Богуславский Л. Д. – М.: Стройиздат, 1988. – 351 с.
2. *Богуславский Л. Д.* Экономия теплоты в жилых зданиях / Богуславский Л. Д. – М.: Стройиздат, 1990. – 119 с.
3. *Желих В.М., Шенітчак В.Б.* Експериментальні дослідження температурного режиму зони опромінення поворотними інфрачервоними

обігрівачами // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. - 2013. - Вип. 4. - С. 119-123.

4. Патент України на корисну модель № 81275. Інфрачервоний обігрівач/ В.Б. Шепітчак, Н.А. Сподинок, В.М. Желих, 2013.

5. Патент України на винахід № а 2014 13671. Пристрій інфрачервоного обігріву приміщень/ В.Б. Шепітчак, Н.А. Сподинок, В.М. Желих, 2014.

6. *Konrad Bakowski. Sieci i instalacje gazowa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Polska.*

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С ПОВОРОТНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ

В. Б. Шепітчак, В. М., Желих, Ю. В. Фурдас.

В данной статье приведены технико-экономическое сравнение инфракрасных систем отопления, основанные на использовании поворотных и стационарных электрических нагревателей. Проведено технико-экономическое обоснование использования лучевых систем отопления с поворотными инфракрасными электрическими обогревателями.

Ключевые слова: отопление, тепло, энергосберегающие системы, лучевая энергия, площадь облучения, интенсивность облучения, инфракрасные обогреватели, поворотные излучатели, инфракрасная система отопления.

TECHICAL AND ECONOMIC STUDY OF HEATING SYSTEMS WITH ROTARY RADIATOR

V. Shepitchak, V. Zhelyh, Y. Furdas

This article deals with the technical and economic comparison of infrared heating systems based on the use of rotary and stationary electric heaters. Technical and economic study on the use of radiation heating systems with rotary infrared electric heaters has been done.

Keywords: heating, heating supply, energy-saving systems, radiant energy, radiation area, irradiation intensity, infrared heaters, rotary heaters, infrared heating system.

ОВОИДНЫЙ ГЕОКУПОЛ С УВЕЛИЧЕННЫМИ НЕСУЩИМИ СТЕНОВЫМИ ПАНЕЛЯМИ

ИД «БАУбизнес», Киев, Украина

Представлены концепция и проектное предложение быстровозводимого энергоэффективного дома в виде овоидного геокупола из несущих теплоизолирующих конструктивных панелей из унифицированных элементов увеличенного размера с малоотходным раскроем стеновых материалов. Показаны особенности геометрии и конструкции, широкая унификация стеновых несущих панелей, возможность применения промышленных способов строительства с высокой степенью префабрикации (заводской готовности) элементов оболочки здания, описаны схемы предварительной сборки элементов и транспортировки комплекта для крупноузловой сборки, а также способ быстрого монтажа и возведения оболочки всего здания. Показана независимость конструктивного исполнения стеновых несущих конструкций и их толщины от геометрии овоидного геокупола, что дает возможность применения различных технических решений и материалов для изготовления несущих теплоизолирующих стеновых панелей, тем самым расширяя круг возможных предприятий-изготовителей. Также показаны особенности геометрии здания для достижения солнцезащиты от летнего перегрева помещений и увеличения доли тепла от солнечных лучей в холодное время года при высокой степени естественной освещенности помещений здания.

Постановка проблемы. Необходимость в массовом экономичном строительстве энергоэффективного быстровозводимого частного жилья в Украине в нынешнее время представляется особенно актуальной.

Широко известна форма зданий в виде т.н. геокупола [1, 2, 3, 4, 5]. Считается, что геокупол – очень прочная, жесткая и энергоэффективная форма для здания, дающая преимущества для минимизации теплопотерь и существенную экономию стеновых материалов за счет максимального внутреннего объема при минимальной площади поверхности, соотносящихся между собой пропорционально радиусу кривизны прилегающей к геокуполу описанной поверхности в степени $3/2$.

На практике, для всех применяемых способов аппроксимации сферической поверхности в многогранные плоские элементы и обычной (каркасной) технологии возведения, ни одно из заявленных преимуществ геокуполов для жилых зданий небольшого размера не соответствует действительности.

Анализ основных исследований. В специальной литературе достаточно широко описаны проблемы, связанные с проектированием,

расчётом и технологией возведения геокупольных сооружений. В своем большинстве геокуполы продолжают оставаться уникальными сооружениями [3, 4], а в зависимости от способа аппроксимации криволинейной поверхности, они обычно строятся из элементов с неповторяющимися угловыми и линейными размерами или из элементов с очень малой степенью унификации (ребристо-кольцевые купола, [2, 5]). Можно сказать, что все детали для стен геокуполов изготавливаются индивидуально, а чаще – по месту. Это препятствует широкому распространению геокупольных конструкций для индивидуального жилья и использованию для них промышленных методов строительства, что в целом крайне удорожает стоимость и сроки возведения геокупольных жилых зданий; особенно это ограничение справедливо для строительства из элементов с высокой степенью заводской готовности.

Именно геометрия куполов и выбранные материалы играют определяющую роль и влияют на технологические особенности и стоимостные параметры при строительстве геокупольных зданий [5], диктует техническое решение для реализации конструкции оболочки здания [2]. Если для условно плоских видов элементов геокупольной конструкции (листовое стекло, металлические или сотовые тонкие листы и т.п.) трудности реализации обычно ограничиваются точным изготовлением каркаса, элементов крепежа и раскроя плоских заготовок, сложностями маркировки и логистики множества деталей и высокой трудоемкостью монтажа [1, 5], то у жилых сооружений сложность их геометрии приводит, как правило, к невозможности создать теплоизолированную оболочку с параметрами, соответствующими нормативным требованиям по энергосбережению, не говоря уже о требованиях, предъявляемых к пассивным домам.

Это приводит к тому, что геокупольные оболочки жилых домов обычно изготавливаются из рулонных материалов, укладываемых поверх каркаса, а неточности и зазоры приводят к обилию скрытых мостиков холода и другим дефектам теплоизоляции.

Но главным недостатком традиционных геокупольных конструкций оказывается то, что, на практике, из-за сложной геометрии при их изготовлении происходит значительный перерасход при раскрое стеновых материалов (как листовых, так и панельных), порой даже превышающий теоретическую разницу в площади оболочки для геокупольных и традиционных сооружений в виде параллелепипеда.

Постановка задачи. Поиск геометрии оболочечной конструкции для индивидуального жилого дома с минимальными отходами при раскрое стеновых материалов стал главным побудительным мотивом для проектирования и представляемого здесь технического решения. Цель статьи – ознакомить с подходом для поиска геокупольного жилья новой формы и с результатами эскизного проектирования, полученными для двухэтажного дома с мансардой.

Основная часть. Обычный способ аппроксимации сферической поверхности геокупола ведется в направлении огрубления степени приближения заменяющей ее пространственной многоугольной формы, он состоит в поиске компромисса между желаемыми максимальными размерами плоских многоугольных элементов и подобия итоговой формы к полусфере. Вторая обычная особенность геокуполов – расположение вершины многогранной системы на самом верху, т.е. при вершине заменяющего сферу пространственного многогранника обычно имеется схождение, стык множества ребер, граней и зауженных мест плоских деталей.

Автор применил для выбора геометрии геокупола подход «от обратного» – аппроксимация проводилась от простейших правильных геометрических тел, вписанных в сферу, к более сложным формам. Главный критерий достаточности степени аппроксимации – получение элементов с оптимальным (малоотходным) раскроем стеновых материалов.

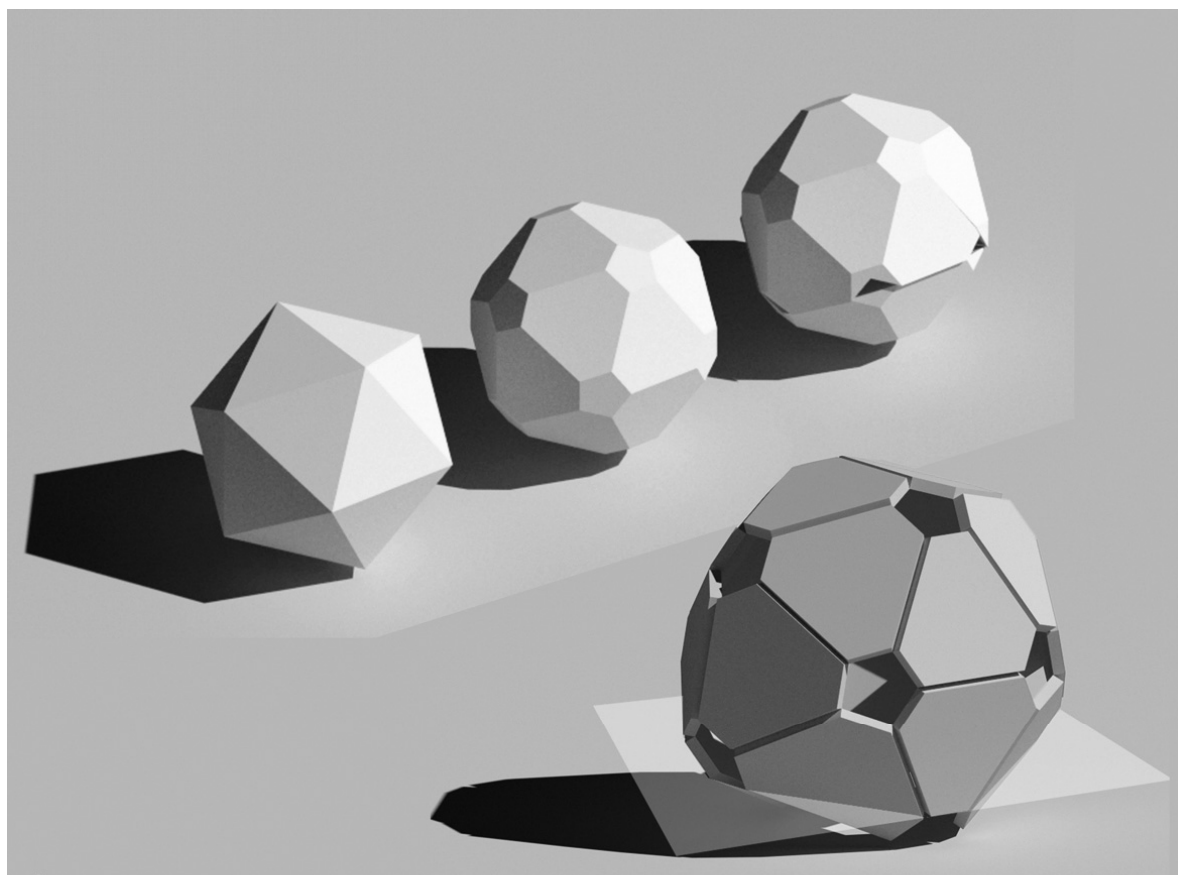
Последовательно проводя анализ, начиная с правильной треугольной пирамиды, куба, додекаэдра, икосаэдра, правильного фуллерена, выбор замещающего тела был сделан в пользу полуправильного усеченного икосаэдра (рис.1а)), который имеет 12 пятиугольных и 20 шестиугольных граней, при этом его шестиугольники имеют 2 пары по 3 одинаковых ребра, а пентагоны остаются правильными многоугольниками.

Кроме того, в верхней части геокупола была размещена не вершина, как обычно, а грань пространственного многоугольника – т.е. сфероид был повернут вокруг горизонтальной оси (рис.1 б)). Основная плоскость (плоскость «нулевого» уровня) была выбрана по нижним коротким граням нижних «лицевых» шестиугольных элементов.

Выбор геометрии шестигранника и примерная схема для раскроя несущих теплоизолирующих конструктивных панелей показаны на рис. 1 с), а на рис. 1 d) – примерная схема раскроя с минимальными отходами из прямоугольных элементов с соотношением сторон 1:2 см, например, из SIP-панелей толщиной 20 см и размерами 1200х2400 мм. Размеры строительной панели (например, SIP) приведены ориентировочно. Точные размеры шестигранника можно получить после конструкторско-технологической проработки и уточнения размеров обвязки несущего элемента, раскроя деталей панели, размеров внутреннего каркаса. Размеры прямоугольной строительной панели были выбраны как очень часто встречающееся сочетание минимальных размеров при поставке различных листовых материалов, габаритов изолирующих панелей разной конструкции и шага, обычно применяемого для каркасных конструкций с заполнением из пористых материалов (минеральная вата и т.п.)

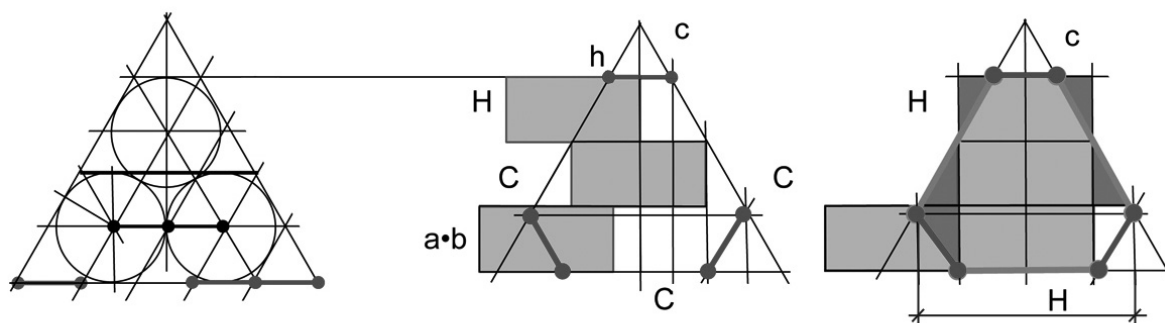
В результате была получена рабочая геометрическая форма для проектирования жилого двухэтажного дома с мансардой, которая приближена к сфере. Для улучшения будущей планировки дома было решено трансформировать пространственный многогранник ближе к

эллипсоидной форме путем разворота двух прилегающих групп из пяти шестиугольников вокруг оси верхнего ребра.



a)

b)



$$c = 2r / (3)^{1/2}; 2r = D; C = > 2r + 3c = 2r + 6 / (3)^{1/2} \cdot r = 2r \cdot (1 + (3)^{1/2})$$

$$a \cdot b \approx 1200 \cdot 2400 \text{ мм}; h = r; H - h = H - r = 3a \approx 3 \cdot (1200) \approx 3600 \text{ мм}$$

c)

d)

Рис.1. а) аппроксимация сферы от икосаэдра к усеченному полуправильному икосаэдру; б) основная рабочая форма заменяющего пространственного многогранника – наверху расположено ребро, а ниспадающие шестигранники образуют форму двускатной крыши, по нижнему ребру нижнего «лицевого» элемента показана плоскость, определяющая «нулевой» уровень; в) геометрия шестигранника – фигура, описанная вокруг трех одинаковых окружностей; д) примерная схема малоотходного раскроя теплоизолирующих несущих панелей из прямоугольников со сторонами 1:2.

Решено было полностью отказаться от формообразующего каркаса.

Роль силового каркаса геокупола выполняет обвязка несущих панелей, соединенная поворотными замковыми шарнирами, закрепленными вдоль длинных граней панельных элементов.

Для проверки геометрии геокупола при трансформации из сфероидной формы в продолговатую было применено компьютерное 3D-моделирование. На рис. 2 а) показана «раскладка» (развертка) крупнопанельных элементов, соединенных шарнирами, их номенклатура, внешний вид на внутреннюю поверхность (рис. 2 б), шарнирное соединение панелей (ось шарнира – вдоль граней панелей, обращенных внутрь (рис. 2 с)), схема трансформации (расширения) «лицевых» панелей (рис. 2 д) путем разворота боковых граней относительно вершины. Две их параллельные грани при этом удлиняются. После нескольких шагов 3D-моделирования трансформации угол при вершине расширенных панелей был назначен 75° , как весьма удобный для точного воспроизведения.

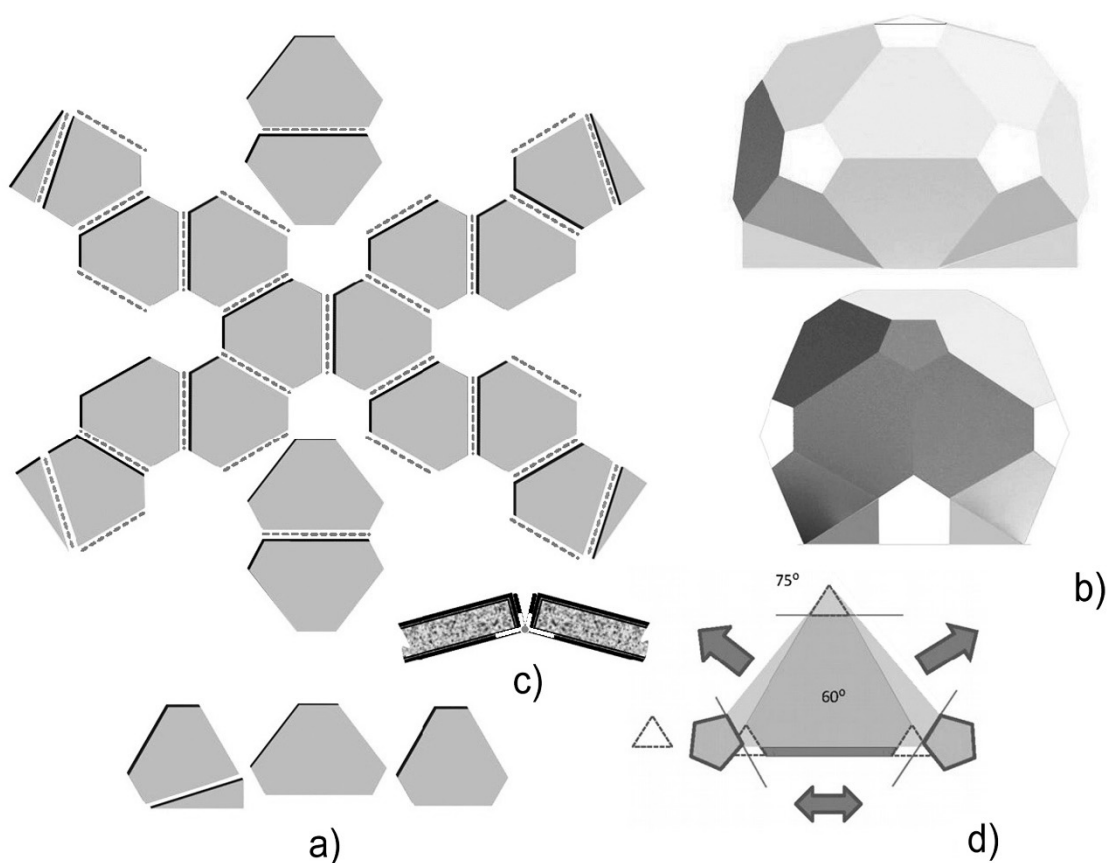


Рис. 2. Результат 3D-трансформации: а) номенклатура крупнопанельных элементов, соединенных шарнирами, и их раскладка; б) внешний вид на внутреннюю поверхность геокупола; с) шарнирное соединение панелей по внутренней поверхности; д) схема трансформации (расширения) «лицевых» панелей.

3D-моделирование показало, что при трансформации правильный верхний пентагон, который в сфероидной форме оставался полностью

лежащим в одной плоскости, получил «излом» и теперь состоит из примыкающих треугольника и трапеции, а для того чтобы нижний вспомогательный элемент трапециевидной формы оставался полностью плоским, без излома, необходимо было несколько развернуть нижние лицевые расширенные панели по их длинной грани вокруг оси шарниров. То есть, основание геокупола теперь стало несколько шире, а нижние лицевые панели – более вертикальными. Таким образом, описанная прилегающая поверхность при трансформации из сфероида утратила свою горизонтальную ось вращения, и теперь геокупол стал скорее овоидом – некоей оболочечной формой, напоминающей яичную скорлупу.

Несущие конструкционные теплоизолирующие панели составляют принципиально прочную и жесткую компактную форму овоида. Все элементы (несущие панели) подразделяются на 4 унифицированные группы: 10 основных элементов, еще 4 основные расширенные («лицевые») элемента, 4 вспомогательных стеновых элемента и 4 малых опорных элемента – все детали в итоге соединены шарнирами, легко перевозятся и быстро монтируются прямо на месте застройки.

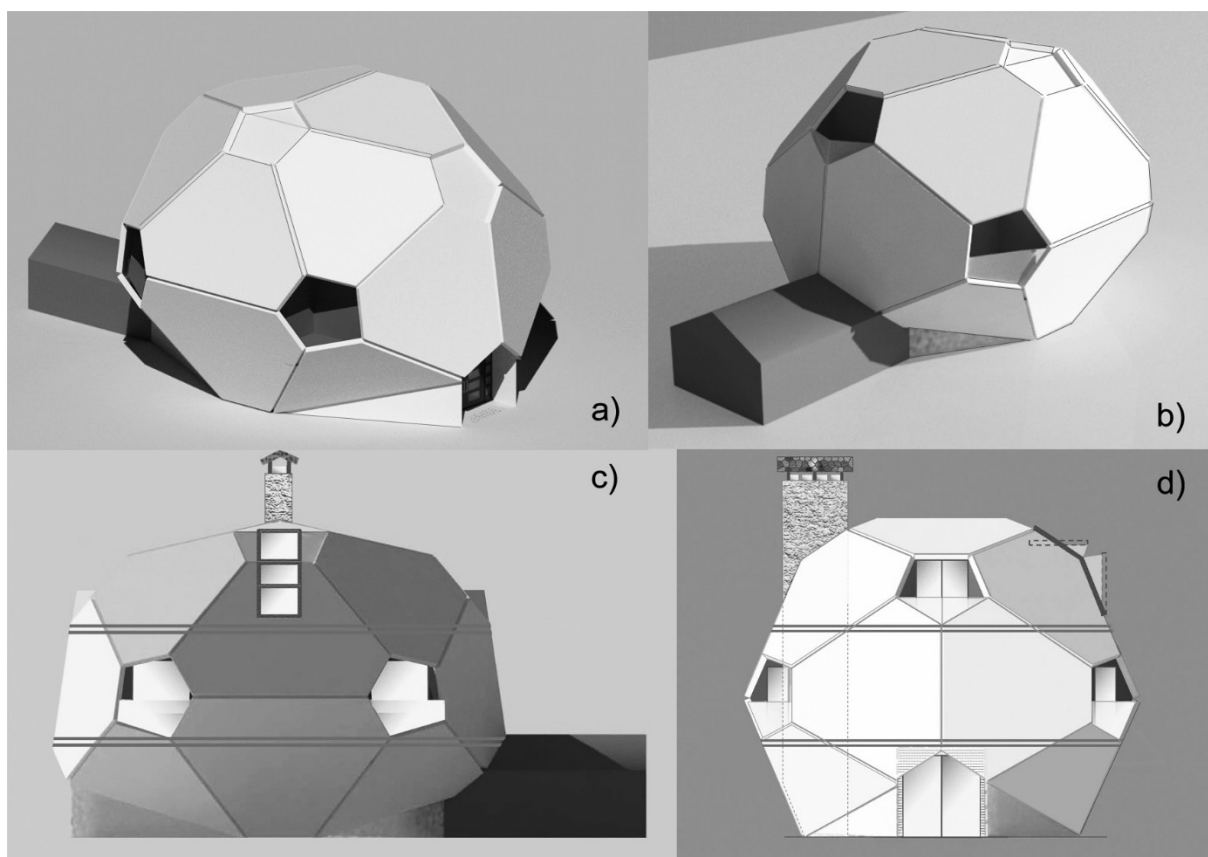


Рис. 3. 3D-моделирование наружной формы двухэтажного дома с мансардой в виде овоидного геокупола: а) «утопленная» входная группа с «козырьком»; б) на 2-м этаже – 4 балконные ниши с навесами, с) 2 балкона мансарды с двух сторон и сверху накрыты свесами панелей крыши; д) колонна дымоходов и вентканалов.

Из рис. 3 видно, что увеличение толщины панели (что означает применение вместо SIP-панелей толщиной 20 см теплоизолирующих

несущих панелей любой другой конструкции, из других материалов, в т.ч. «экологически чистых», например, сотовых деревянных панелей типа Dendrolight или несущих панелей с наполнителем из прессованной термомодифицированной соломы – «страмита») не изменяет геометрии внутреннего пространства овоида. Увеличение габаритов прямоугольных строительных панелей, из которых выкраивается несущая панель овоида, в итоге масштабирует внутренние размеры, а увеличение толщины панелей приводит к увеличению высоты в нижней части, что компенсируется выбором размеров малых опорных элементов треугольной формы.

Т.о., следующей основной задачей при 3D-моделировании экстерьера и размеров внутренних элементов здания была проверка, возможно ли при размерах строительных панелей 120x240x20 см (т.е., когда габариты основного элемента овоида – 360x360x20 см) получить эргономичные размеры внутреннего пространства, удобные подъемы и ширину лестниц, нормальные габариты дверей и оконных проемов, приемлемую высоту потолков, размеры балконов и входных групп.

Некоторые особенности наружной формы: входная группа в виде параллелепипеда «утоплена» и имеет «козырек», гараж (крытая терраса, остекленная веранда и т.п.) примыкает снаружи – шире и несколько выше входной группы; все 4 балконные ниши 2-го этажа и 2 ниши на мансарде имеют «навесы», ограждение балконных ниш – безопасное ламинированное остекление; колонна дымоходов и вентканалов вписана в размеры проема для комбинированной мансардной оконной группы, которая используется и как балконное ограждение лестничной площадки.

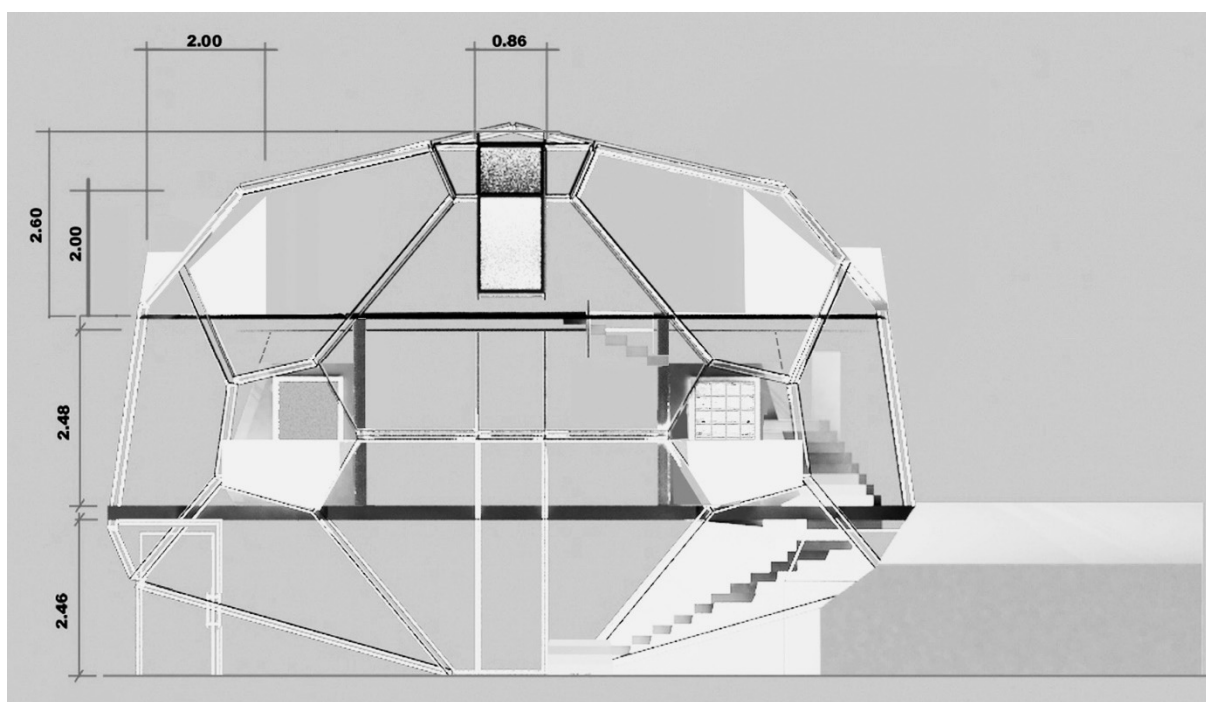


Рис. 4. Основные размеры высоты внутреннего пространства

Результат 3D-проверки размеров внутреннего пространства представлен на рис. 4. Толщина межэтажного перекрытия принята 28 см.

Были получены вполне эргономичные основные размеры высоты потолков, что позволило распланировать помещения, вырезы полов и расположение широких лестниц с рекомендованными удобными углами подъема, расположенных вдоль наклонных стен, применить дверные проемы из ряда типичных размеров, что показано на рис. 5 и 6.

Поэтажная планировка (рис. 5 и 6) подтвердила, что даже при минимальных размерах панелей овоидного геокупола (габарит 3,6х3,6 м) достигается просторность помещений, удобные углы подъема лестниц, короткие маршруты передвижения и короткие инженерные коммуникации – водоснабжение, нагрев воды, отопление, вентиляция, канализация, энергоснабжение. Благодаря рациональной схеме компоновки инженерных систем на мансарде тоже можно устроить полнофункциональные санузлы.

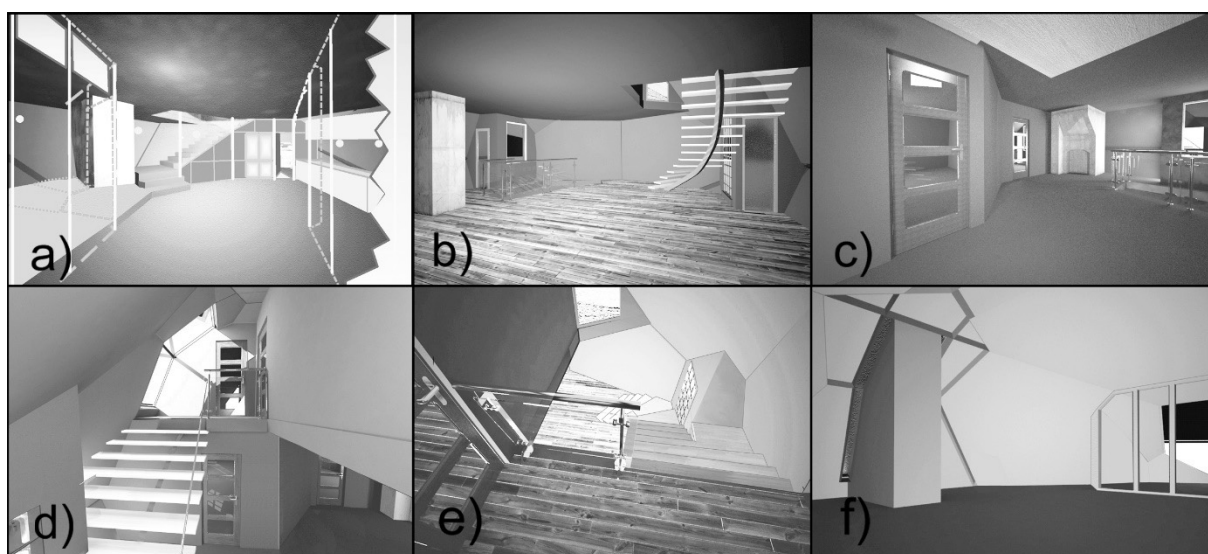


Рис. 5. 3D-моделирование внутреннего пространства: а) 1-й этаж; б) выход на 2-й этаж и лестница на мансарду; с) каминный зал на 2-м этаже; d) лестница на мансарду; е) вид с лестничной площадки мансарды на 2-й этаж f) колонна дымоходов и вентканалов на мансарде и часть остекления выхода на балкон.

На 1-м этаже размещен многофункциональный отопительный агрегат, служащий одновременно и массивным тепловым аккумулятором (что очень важно при изготовлении оболочки здания из элементов с малой теплоемкостью, например, из SIP-панелей), в колонне дымоходов которого проложены вентканалы для эффективной естественной вентиляции и подачи зимой подогретого воздуха на 2-й этаж и мансарду. Имеется место для установки наружных систем теплового насоса «земля-вода» и энергосберегающей автоматики, включая систему «умный дом».

Расположение световых остекленных проемов и «козырьки» для солнцезащиты на всех балконах (рис. 6 с), d)) обеспечивают круглогодичное естественное освещение в течение всего светового дня.

Помимо предусмотренных мер по энергосбережению, включая рекуперацию энергии при вентиляции, применению световых фонарей, комбинированных со светодиодным освещением и с проветривателями,

балконные «козырьки», сама форма и наклон панелей овоидного геокупола также обеспечивают «геометрическую солнцезащиту» стен и световых проемов от «высокого» летнего солнца и свето-теплопропускание от утреннего, вечернего и низкого "зимнего" солнца (рис. 6 а), b), c)), что вносит значительный вклад в тепловой баланс и экономит энергию.

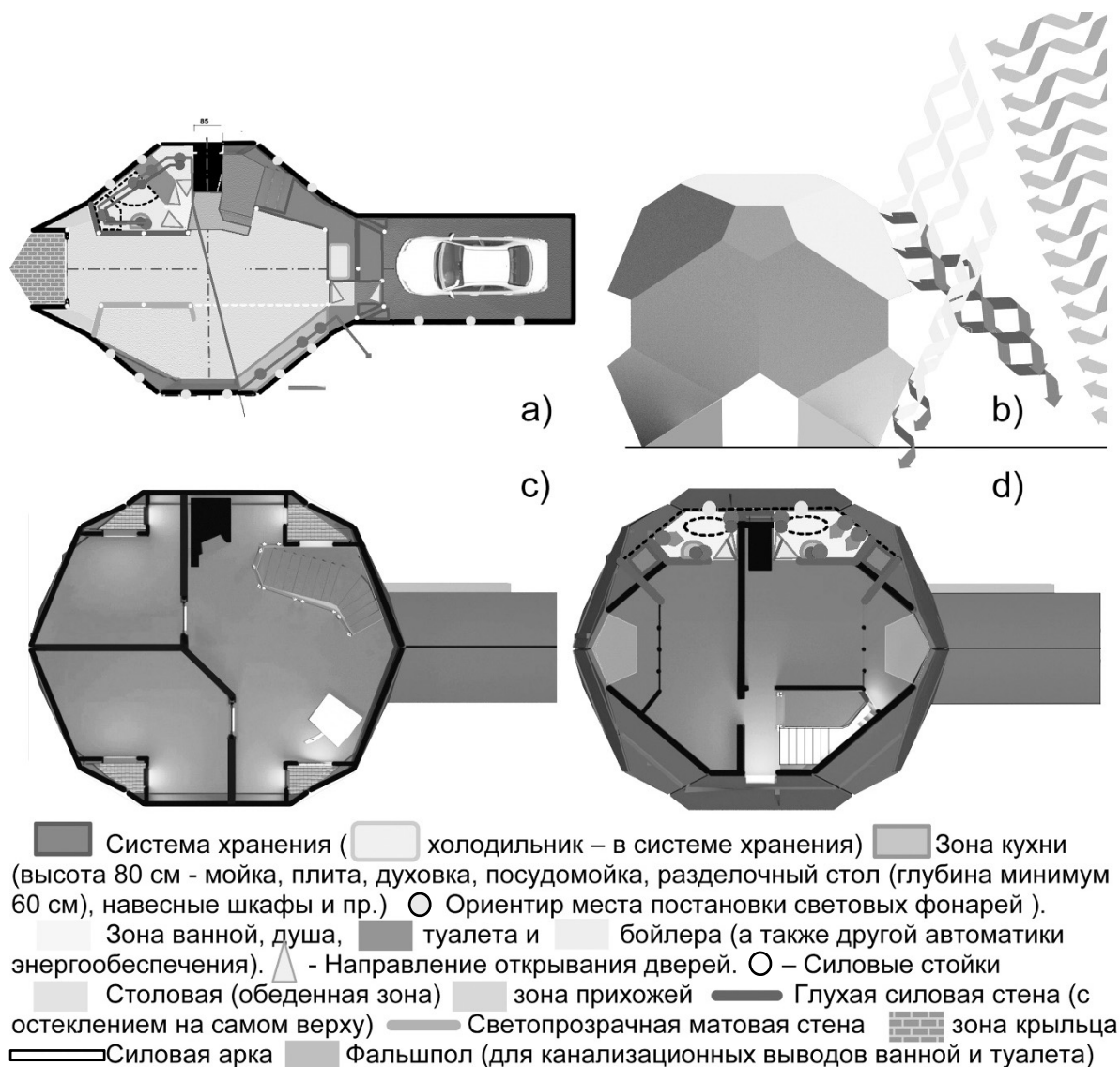


Рис. 6. Поэтажная планировка: а) 1-й этаж (длина метки - 1м); б) «геометрическая солнцезащита» стен и световых проемов; в) 2-й этаж – каминный зал; д) мансарда с навесами крыши над балконами.

Возможность применения промышленных способов строительства с высокой степенью префабрикации (заводской готовности) и с контролем качества элементов конструкции на производстве получает дальнейшее развитие благодаря шарнирным соединениям панелей.

На рис. 7 представлена схема предварительной сборки элементов для транспортировки комплекта для крупноузловой сборки, упрощающая логистику и перевозку, а также способ быстрого монтажа и быстрого

возведения оболочки всего здания: в фабричных условиях выполняется изготовление и попарная сборка 22 панелей на неразъемные шарниры (рис 7 а)). Все 11 «пакетов» из двух стеновых панелей (3,6х3,6м и 3,6*4,4м) можно погрузить в один полуприцеп ТИР и перевезти к месту монтажа. Вес всего комплекта крупноузловой сборки оболочки геокупола из SIP-панелей толщиной 20 см вместе с шарнирами не превышает $\approx 5 \div 6$ т.

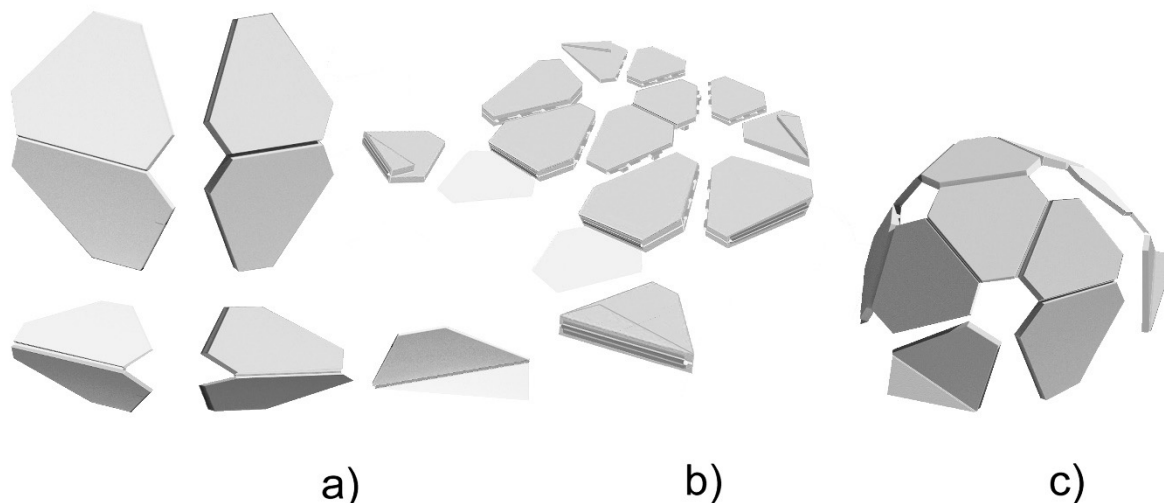


Рис. 7. Схема предварительной сборки элементов и быстрого возведения оболочки всего здания: а) «пакеты» сборки; б) подготовка на месте строительства; в) схема сведения углов и замыкания оболочки овоида.

На горизонтальной поверхности на стапеле к 1-й сборке (верхние панели) стыкуются еще 8 парных сборок на заранее смонтированные разъемные шарниры (рис. 7 б)). За центральную сборку все детали поднимаются вверх, шарнирно соединенные сборки под действием веса «раскрываются», затем сводятся углы панелей и фиксируются разъемы шарниров; 2 замыкающие пары подводятся отдельно и также фиксируются (рис. 7 в)). Затем вся конструкция опускается на основание, крепится к фундаменту, после чего все панели жестко заневоливаются вдоль ребер, а стыки панелей заделываются.

Выводы. Представленная концепция и проектное предложение быстровозводимого энергоэффективного дома в виде овоидного геокупола из несущих теплоизолирующих конструктивных панелей из унифицированных элементов увеличенного размера с малоотходным раскрытием стеновых материалов обеспечивают экономичность при строительстве и дальнейшей эксплуатации здания, рациональность конструкции и планировки здания в виде компактной жесткой энергоэффективной геометрической формы.

Компактное размещение коммуникаций и экономное решение всех инженерных систем (отопление и вентиляция, подача воды, канализация, электроснабжение...) также снижает общую стоимость строительства, трудоемкость и сроки строительства. Применение естественного освещения

поддержано "геометрической солнцезащитой" от летнего перегрева самой формой здания в виде овоидного геокупола из-за «отрицательного» наклона стен и применения балконных «козырьков».

Широкое разнообразие возможных применяемых материалов и множество конструктивных решений для теплоизолирующих несущих стеновых панелей (что существенно расширяет круг возможных предприятий-изготовителей) дополняется преимуществами максимальной префабрикации элементов с минимальными отходами и с заводским контролем качества. Отказ от отдельного каркаса и жестких соединителей и применение установленных в заводских условиях разъемных и неразъемных поворотных шарниров обеспечивают быстровозводимость здания, упрощение логистики, легкость транспортировки и сокращение сроков монтажа, а малый вес оболочки здания позволяет использовать экономичный облегченный фундамент.

Развитие представленного подхода и опыт, полученный при реализации данного проекта, позволит найти и другие решения для несущих конструкций энергоэффективной компактной овоидной или эллипсоидной формы с малоотходным раскроем стеновых материалов для быстровозводимого индивидуального жилья и других типов зданий.

Автор признателен выпускнику КНУСА И. Давыдову за помощь в проведении 3D-моделирования для данного проекта.

Литература

1. *Беленя Е.И., Гениев А.Н., Балдин В.А.* Купольные покрытия.– В кн.: Металлические конструкции. Учеб. для вузов / Под общ. ред. Е.И. Беленя. – М.: Стройиздат, 1976.

2. *Голосов В.Н., Ермолов В.В., Лебедева Н.В. и др.* Купола ребристые, сетчатые и панельные. – В кн.: Инженерные конструкции. Учеб. для вузов по спец. "Архитектура" / Под ред. В.В. Ермолова. – М.: Высш. шк., 1991.

3. *Савельев В.А.* Металлические купола. – В кн.: Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник / Под ред. Ю.А. Дыховичного, Э.В. Жуковского. – М.: Высш. шк., 1991.

4. *Гохарь-Хармандарян И.Г.* Большепролетные купольные здания. – М.: Стройиздат, 1972. – 150 с.

5. *Сиянов А.И.* Численные исследования металлических ребристо-кольцевых куполов. - В кн.: Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. – Випуск 2, 2008 р. – Вінниця: Вінницький національний технічний університет, Україна, 2008 г.

ОВОЇДНИЙ ГЕОКУПОЛ ІЗ ЗБІЛЬШЕНИМИ НЕСУЧИМИ СТІНОВИМИ ПАНЕЛЯМИ

С. М. Шовкопляс

Надається концепція та проектна пропозиція швидко-монтованого енергоефективного будинку у вигляді овоїдного геокуполу з несучих теплоізолюваних конструкційних панелей з уніфікованих елементів збільшеного розміру з маловідходним розкромом стінових матеріалів. Показані особливості геометрії та конструкції, широка уніфікація стінових несучих панелей, можливість застосування промислових методів будівництва з високим рівнем префабрикації (заводської готовності) елементів оболонки будівлі, наданий опис схем попереднього складання елементів та транспортування комплекту для великовузлового монтування, а також спосіб швидкого монтажу та спорудження оболонки всієї будівлі. Показані незалежність конструктивного рішення щодо виготовлення теплоізолюваних конструкційних стінових несучих панелей та їх товщини, що збільшує коло можливих підприємств-виробників. Також показані особливості геометрії будівлі для досягнення захисту від сонця та збільшення частки тепла від сонячних променів в холодний сезон року одночасно з високим рівнем природнього освітлення приміщень будівлі.

THE OVOID GEODESIC CUPOLA WITH INCREASED STRUCTURAL WALL PANELS

S. Shovkoplyas

The concept and project proposal of quick-mounting (rapidly erected) building in form of ovoid geodesic cupola made of structural insulated panels from uniform elements with increased dimensions with low-waste layout of workpieces are presented. The features of geometry and design are shown as well as the possibility of using of low-cost industrial methods of buildings with high level of prefabrication of details of building's envelope, the high level of unification of its elements with low-waste layout of workpieces, the schemes of preliminary assembly operation and transportation of kit for semi-knocked down assembly are shown also as well as the method of quick montage (rapidly erection) of building in whole. The independence of design and thickness of structural wall details from geometry of ovoid geodesic cupola is shown; these features give a wide possibility to use a different technical solutions for manufacturing of the structural insulated panels for enlarge a number of involved manufacturing plants. The features of geometry for solar shading and increasing of solar gain with high level of usage of natural lighting in the building are shown also.

ФУТЕРІВКА ТЕПЛОВИХ АГРЕГАТИВ ІЗ ЖАРОСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТУ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті наведені результати досліджень жаростійких в'язучих і матеріалів на їх основі для футерівки теплових агрегатів. Проведений вибір оптимальних складів жаростійких в'язучих та досліджено їх основні термомеханічні властивості. Також проаналізовано термомеханічні властивості отриманих жаростійких матеріалів. В умовах діючого виробництва здійснено впровадження футерувальних блоків печей випалу ванна.

Тривалість роботи теплових агрегатів на підприємствах чорної і кольорової металургії, підприємствах по виробництву будівельних матеріалів залежить від довговічності футерувальних матеріалів. Жаростійкі матеріали на основі глиноземистого цементу відрізняються стійкістю до постійних високих температур і забезпечують мінімальні енергозатрати, а також знижують собівартість будівництва на відміну від дрібноштучних вогнетривів.

Однією з причин недостатньо швидкого впровадження і заміни дрібноштучних вогнетривів жаростійкими матеріалами є низька термічна стійкість матеріалів на глиноземистому в'язучому, відсутність випуску нових видів в'язучих речовин на основі місцевих недефіцитних матеріалів. Тому використання жаростійких матеріалів на основі попутних продуктів і відходів виробництва металургійної промисловості є актуальним.

Проблемою дослідження підвищення термічної стійкості жаростійких матеріалів на основі глиноземистих цементів займалися К.Д. Некрасов, А.П. Тарасова, Т.В. Кузнєцова, І.В. Кравченко, М.Ф. Чебурков, Д.З. Ильин, В.А. Іконніков, Шاپитько та інші [1-4].

З різних методів підвищення довговічності жаростійких матеріалів і зниження їх собівартості є використання тонкомелених добавок та дрібних і крупних заповнювачів із відходів промисловості.

Досвід будівництва і експлуатації теплових агрегатів із жаростійких матеріалів на основі глиноземистого цементу і тонкомелених добавок показав що:

1. Є можливість використання місцевих матеріалів, попутних продуктів промисловості і відходів виробництва.
2. Підвищується довговічність теплових агрегатів, за рахунок збільшення термічної стійкості.
3. Знижується собівартість будівництва теплових агрегатів та енергозатрати.

4. Поліпшується екологічний стан навколишнього середовища.

При сучасних темпах будівництва і ремонту теплових агрегатів необхідне їх швидке впровадження в експлуатацію. У зв'язку з цим найбільш перспективними для виготовлення жаростійких матеріалів є в'язучі з швидкими строками твердіння. До таких в'язучих можна віднести глиноземистий та високоглиноземистий цемент. Жаростійкі матеріали на глиноземистому цементі застосовують при температурах експлуатації до 1450°C, а матеріали на високоглиноземистому цементі – до 1700°C. Ці цемента найбільш часто застосовують з алюмосилікатними заповнювачами, так як хімічний і мінералогічний склад глиноземистого цементу близький до широко розповсюджених заповнювачів з алюмосилікатних матеріалів.

Глиноземисті цемента дозволяють отримати матеріал з маркою за міцністю на стиск М50 – М300, температурною усадкою 0,6-1%, коефіцієнтом теплопровідності (при температурі 600°C) 0,23-1,2 Вт/(м·К). Термостійкість таких виробів може досягати 50 циклів водних тепломінів при середній густині виробів від 750 до 2600 кг/м³ [1-3, 5].

На кафедрі будівельних матеріалів КНУБА були розроблені і дослідженні склади жаростійких в'язучих речовин і матеріалів на їх основі та визначені основні термомеханічні показники.

Вихідні компоненти та їх основні властивості:

1. Глиноземистий цемент М400. Хімічний склад: SiO₂-8%, Al₂O₃-32,3%, CaO-48,9%, Fe₂O₃-2,9%, FeO-4,4%, TiO₂-1,5%. Питома поверхня 420-430 м²/кг; залишок на ситі №008, 0,1-0,5%; нормальна густина цементного тіста 27%; початок тужавлення не пізніше 1,5 год.; кінець тужавлення не пізніше 5,0 год.
2. Пил газоочищення виробництва марганцевих феросплавів. Хімічний склад: SiO₂-38,7...49,8%, Al₂O₃-3,9...4,8%, CaO-4,2...4,86%, Fe₂O₃-2,2...2,8%, TiO₂-0,4...0,8%. Насипна густина не менше 500 кг/м³; питома поверхня 300 м²/кг; вологість за масою 3 %; масова частка SiO₂, не більше 45%; стійкість проти силікатного розпаду 0,76%; втрати при прожарюванні 0,87%.
3. Метакаолін. Хімічний склад: Al₂O₃-39,15%, Fe₂O₃-2,2...2,8%. Вогнетривкість 1690°C.
4. Шамотний заповнювач двох фракцій 1...3 мм і 3...6 мм. Хімічний склад: SiO₂-61,1%, Al₂O₃-33,9%, CaO-1,7%, Fe₂O₃-1,4%, MgO-0,8%, Na₂O+K₂O-1,1%. Істинна густина 2350 кг/м³; середня густина 1400...1500 кг/м³; водопоглинання 6...8 %; втрати при прожарюванні 0,3...0,4%; вогнетривкість 1680°C.

Фізико-технічні властивості жаростійкого в'язучого на основі глиноземистого цементу залежать від виду добавок і їх кількості. Тому в роботі досліджено вплив комплексної алюмосилікатної добавки на властивості в'язучого з метою визначення його оптимального складу.

Для визначення оптимального складу жаростійкого в'язучого було проведено двофакторне планування експерименту на зразках в'язучого [8, 9]. У якості параметрів, що варіюються прийнято вміст компонентів в'язучого: метаксаоліну і пилу газоочищення виробництва марганцевих феросплавів.

Параметрами оптимізації були: межа міцності на стиск після 3-ох діб тверднення, межа міцності на стиск після сушіння при температурі 110°C, межа міцності на стиск після випалювання при температурі 400, 600, 800, 1000, 1300°C.

Результати випробувань зразків жаростійких в'язучих наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

План проведення експерименту. Результати випробувань

Точки плану	Склад в'язучого, мас. %			Вихідні параметри						
	Глиноземистий цемент	Метаксаолін	Пил	Міцність на стиск цементного каменю після 3-ох діб тверднення	Міцність на стиск цементного каменю при температурі випалювання, МПа					
					110°C	400°C	600°C	800°C	1000°C	1300°C
1	75	15	10	36,3	33,1	13,6	21,1	16,0	10,9	12,5
2	85	15	0	47,9	44,8	30,5	75,3	39,8	33,0	34,1
3	85	5	10	37,9	34,8	31,3	29,3	20,8	9,4	10,5
4	95	5	0	59,6	56,8	82,0	83,6	33,8	19,6	20,4
5	80	15	5	47,3	43,5	41,3	47,5	41,9	22,8	24,0
6	90	5	5	49,6	45,3	43,2	41,3	25,8	18,8	19,9
7	80	10	10	44,7	40,9	38,3	35,4	26,9	22,6	23,9
8	90	10	0	57,1	53,8	53,0	53,3	35,8	33,9	34,8
9	85	10	5	46,3	42,8	32,5	29,1	20,3	16,5	17,9
контрольний	100	0	0	38,5	35,4	23,6	11,3	19,3	13,4	14,5

Отриманні моделі дають змогу якісно і кількісно оцінити вплив кожного із факторів на параметр оптимізації, а їх адекватність свідчить про те, що кількість добавки за межами оптимального використання не впливає на показники міцності на стиск.

У відповідності з даними по визначенню оптимальної кількості добавки були розроблені склади жаростійкого в'язучого для отримання жаростійких матеріалів підвищеної термостійкості. В'язуче готували на тісті нормальної густоти, що складає 27%.

Міцність на стиск жаростійких в'язучих визначали після 3-ох діб тверднення та сушіння при температурі $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ і нагріванні до температур 400, 600, 800, 1000, 1300°C . Результати випробувань наведені в табл. 1 склади 5, 6, 9.

Слід відмітити, що жаростійке в'язуче на основі глиноземистого цементу метакаоліну і пилу виробництва марганцевих феросплавів характеризується як і глиноземистий цемент швидким нарощуванням міцності. Характер зміни міцності зразків після випалювання для жаростійкого в'язучого і глиноземистого цементу аналогічний. Значну частину своєї міцності розроблені склади жаростійких в'язучих втрачають при випалюванні до температури 400°C , що пов'язано з повною дегідратацією гідроалюмінатів. При подальшому підйомі температури зниження міцності жаростійких в'язучих сповільнюється, а при нагріванні вище 1000°C спостерігається незначне зростання міцності внаслідок часткового спікання, що характерно для глиноземистого цементу. Підвищення залишкової міцності жаростійкого в'язучого до 60...70% сприяє збільшенню термічної стійкості матеріалу [2, 3, 6, 7].

Були визначені основні термомеханічні властивості отриманих оптимальних складів жаростійких в'язучих речовин (склади 5, 6, 9 таблиця 1) результати яких наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Основні термомеханічні властивості жаростійких в'язучих речовин

№ складу	Залишкова міцність	Коефіцієнт лінійного термічного розширення, $\times 10^{-6} \times \text{C}^{-1}$	Температурна усадка при 1300°C , %
5	88,6	7,3	0,72
6	52,0	6,9	0,71
9	43,9	7,0	0,71
контрольний	50,1	8,5	0,76

Однією з вимог, що висуваються до жаростійкого матеріалу, який працює в режимі наперемінного нагріву і охолодження є підвищення залишкової міцності. Були проведені випробування по визначенню контрольної і залишкової міцності розроблених складів жаростійких матеріалів і їх міцності після 3-ох діб тверднення в нормально-вологих умовах та після сушки і випалу при температурі 400, 600, 800, 1000 і 1300°C . Кінетика набору міцності жаростійких матеріалів аналогічна кінетиці набору міцності жаростійких в'язучих. Результати випробувань наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Термомеханічні властивості жаростійких матеріалів

№ складу матеріалу	Межа міцності при стиску, МПа після:						Залишкова міцність, %	
	3-ох діб тверднення	Сушіння до температури 110°C	Випалу при температурі, °C					
			400	600	800	1000		1300
5	20,5	18,6	14,8	13,8	7,8	8,6	9,9	38,1
6	22,4	20,0	15,0	10,2	11,2	11,8	12,8	50,0
9	19,1	16,8	11,6	10,8	10,8	11,6	12,5	56,5
контрольний	18,9	16,8	14,8	7,8	10,0	10,6	11,5	52,9

Результати визначення коефіцієнту лінійного термічного розширення, температурної усадки, термічної стійкості та вогнетривкості наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Коефіцієнт лінійного термічного розширення, температурна усадка, термічна стійкість та вогнетривкість жаростійких матеріалів

№ складу	Коефіцієнт лінійного термічного розширення, $\times 10^{-6} \times ^\circ\text{C}^{-1}$	Температурна усадка при 1300°C, %	Термічна усадка, водних теплових змін	Вогнетривкість, °C
5	4,90	0,61	19	1470
6	4,50	0,60	25	1490
9	4,60	0,60	24	1480
контрольний	6,45	0,65	10	1520

Був також визначений клас за гранично допустимою температурою застосування жаростійких матеріалів який складає И13, тобто гранично допустима температура застосування 1300°C.

Проведене впровадження розроблених складів жаростійких матеріалів у вигляді футерувальних блоків на ПАТ «Житомирському комбінаті силікатних виробів». Строк експлуатації такої футерівки для печей випалу вапна до капітального ремонту 3,5-4 роки.

Література

1. *Кравченко И.В.* Глинозёмистый цемент / *И.В. Кравченко.* - М.: Стройиздат, 1961. – 176 с.
2. *Кузнецова Т.В.* Глинозёмистый цемент / *Т.В. Кузнецова, И. Талабер.* - М.: Стройиздат, 1988. – 87с. – ISBN 5-274-00217-X.

3. Чебуков М.Ф. Глинозёмистый цемент / М.Ф. Чебуков. - ГОНТИ, 1938. – 125 с.
4. Некрасов К.Д. Жаростойкие бетоны / К.Д. Некрасов. - М.: Стройиздат, 1976. – 42-57 с.
5. Инструкция по технологии приготовления жаростойких бетонов СН 156-79. М.: Стройиздат, 1979.
6. Мельников Ф.И. Жаростойкие бетоны на быстротвердеющих цементах // Бетон и железобетон / Ф.И. Мельников, Н.П. Жданова, 1972. - №2. – С. 5-7.
7. Пащенко О.О. В'яжучі матеріали: підручник / Пащенко О.О., Сербін В.П., Старчевська О.О. - К.: Вища школа, 1995. – 414 с. – ISBN 5-11-004171-7.
8. Дворкин О.Л. Проектирование составов бетона. Основы теории и методологии / О.Л. Дворкин. - Ровно: УГУВХП, 2003. – 266 с.
9. Вознесенский В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов / В.А. Вознесенский. - К.: Буддвельник, 1983. – 144 с.

ФУТЕРОВКА ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ИЗ ЖАРОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГЛИНОЗЁМИСТОГО ЦЕМЕНТА

Е. Ю. Якуш

В статье приведены результаты исследований жаростойких вяжущих и материалов на их основе для футеровки тепловых агрегатов. Проведен выбор оптимальных составов жаростойких вяжущих и исследовано их основные термомеханические свойства. Также проанализированы термомеханические свойства полученных жаростойких материалов. В условиях действующего производства осуществлено внедрение футеровочных блоков печей обжига извести.

LINING-UP OF THERMAL AGGREGATES FROM HEAT-RESISTANT MATERIALS ON BASIS OF ALUMINA CEMENT

Eugen I. Iakush

In the article the brought results over of researches heat-resistant astringent and materials on their basis for enwall of thermal aggregates. An optimal selection of heat-resistant astringent and investigated their main thermomechanical properties. Thermomechanical properties of the got heat-resistant materials are also analysed. In the conditions of operating production introduction of the refractory-lined blocks of stoves of burning of lime is carried out.

ПРО ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ З РЕАГЕНТНОЮ ОБРОБКОЮ ВОДИ ДЛЯ ПІДЖИВЛЕННЯ

КП "Житомиртеплокомуненерго", Україна

Досвід використання комплексної реагентної обробки мережної води з метою її дегазації та попередження накипоутворення показав перспективність вибраного напрямку. Використання цього методу призводить до зменшення витрат солі для пом'якшення води та зменшення її собівартості, що генерується та подається споживачам.

Постановка проблеми. Економічно-соціальні проблеми життя суспільства нашої країни змушують переглядати наше відношення до використання природних ресурсів в комунальній сфері. Вимоги до економії палива, водних та інших ресурсів зумовлюють пошук та перехід до нових технологій в теплоенергетиці.

Централізоване опалення в Україні існує вже більше 80-ти років. У тому числі в м. Житомирі підприємство "Житомиртеплокомуненерго" існує вже більше 40 років. За цей час вдосконалювалось обладнання теплових джерел. На заміну котлам водотрубної схеми приходять котли з жаровими трубами, поліпшується контроль теплопостачання та автоматизація роботи котелень, покращується будівництво та експлуатація теплових мереж.

У теперішній час найменш надійною ланкою систем теплопостачання є транспорт тепла, що пов'язано, в основному, з витокami теплоносія через пошкоджені трубопроводи теплових мереж. Основна причина пошкоджень – корозійні руйнування металу труб. [1].

Основна частина. За даними нашого підприємства 97 % пошкоджень трубопроводів є наслідком зовнішньої корозії (рис.1.).



Рис.1. Результат пошкодження трубопроводу теплової мережі внаслідок зовнішньої корозії

Але внаслідок того, що встановити причину корозії при обстеженні часто буває досить важко, слід не відкидати можливості посилення проблеми внутрішньої корозії трубопроводів, тим більше, що в теперішній час все частіше заміну трубопроводів проводять попередньо ізольованими трубами, розрахованими на 25 - 30 років експлуатації і це практично єдиний спосіб боротьби з зовнішньою корозією труб.



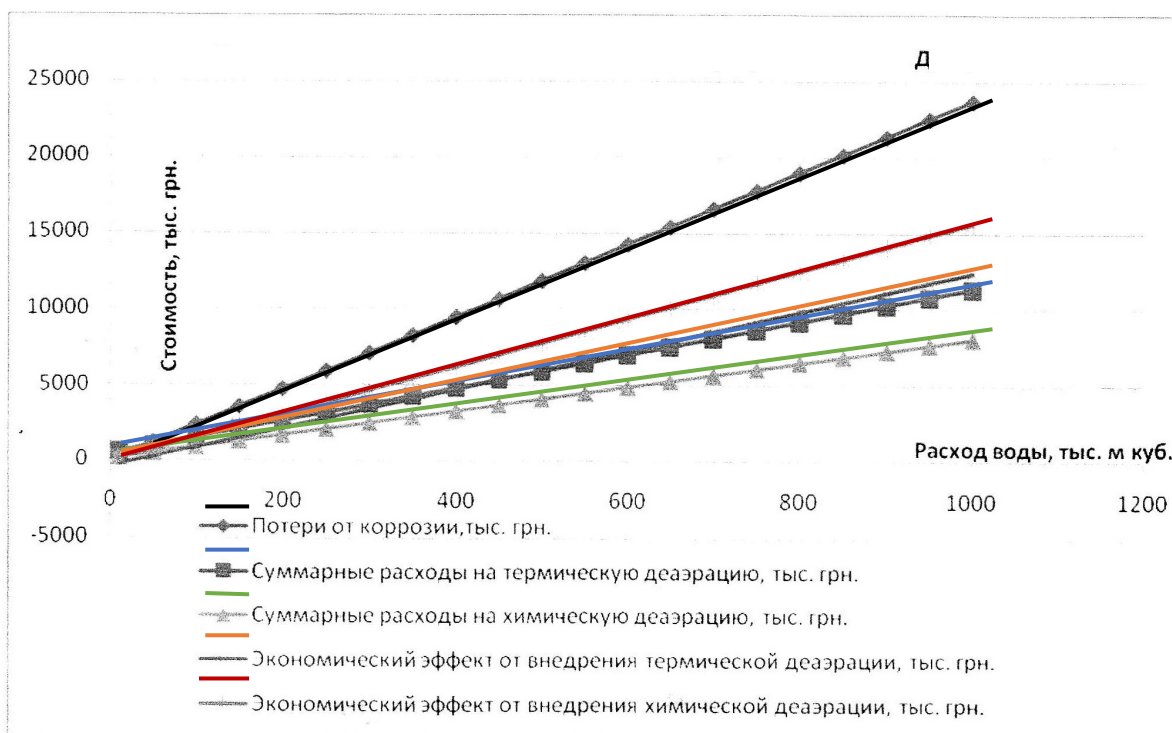
Рис. 2.

Відкладення у трубі конвективної частини котла ТВГ - 8М



Рис. 3.

Відкладення накипу у трубі екранної частини котла ТВГ - 8М



Діаграма 1. Техніко-економічні розрахунки впровадження деаерації

Посилення внутрішньої корозії частіше за все пов'язано з наявністю відкладень на внутрішній поверхні труб, у склад яких входять, в основному, продукти корозії сталі, зцементовані карбонатами кальцію та магнію.

Для того, щоб зрозуміти напрямок подальшого розвитку, ми провели порівняльний розрахунок витрат від корозії та витрат на її запобігання (Діаграма 1)

З діаграми видно, що втрати від корозії значно перевищують витрати на впровадження технологій захисту від корозії та накипоутворення. При розрахунках виявилось, що витрати на хімічну деаерацію значно нижче, ніж на термічну, тому економічний ефект від впровадження технологій хімічного захисту трубопроводів повинен бути вищим, ніж від термічної деаерації. Крім цього за допомогою термічної деаерації вирішуються тільки проблеми захисту від кисневої корозії та не вирішуються проблеми протидії відкладенням. Ще одним аргументом на користь хімічної обробки було те, що теплові мережі у теперішній час працюють при низьких температурах (40 - 60⁰ C), що недостатньо для проведення процесу вакуумної деаерації.

Тому після оцінки цих факторів на нашому підприємстві був обраний напрямок на застосування хімічних методів протидії корозії та відкладенням.

За оцінками спеціалістів нашого підприємства та незалежних експертів знос обладнання котелень та трубопроводів теплових мереж сягає 80 - 85 %. Тобто усі поверхні котлів та трубопроводів мають багатолітні нашарування різного походження. Виходячи з цього факту ми припустили, що основним механізмом корозійних процесів є утворення гальванічних елементів диференціальної аерації. Тобто корозія, в основному, проходить під шаром відкладень (підшламова корозія), де концентрація кисню набагато менше, ніж у воді, що заповнює трубопровід. [2] (Див. рис. 3, 4).

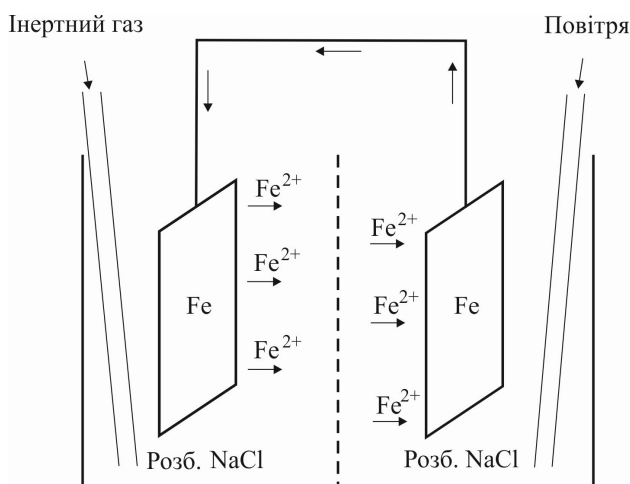


Рис. 3. Спрощена схема гальванічного елемента диференціальної аерації

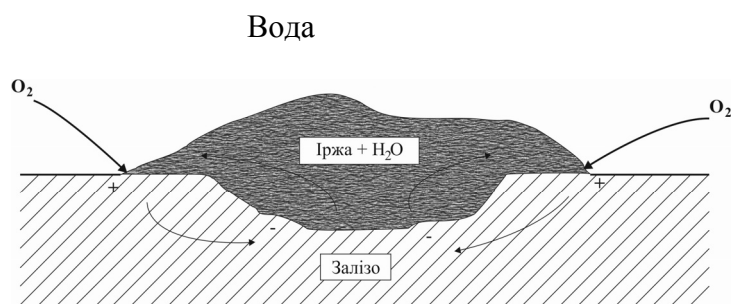


Рис. 4. Схема утворення гальванічного елемента диференціальної деаерації на поверхні сталі

Таким чином вималювалася концепція захисту від корозії та відкладень, а саме:

- в першу чергу необхідно зруйнувати гальванічні елементи диференціальної аерації;
- по-друге - відмити старі відкладення, щоб наступним етапом створити захисну плівку на поверхні чистої труби.

Реагенти, що пропонуються в Україні не вирішують цієї комплексної задачі, тобто вони або зв'язують розчинений кисень, або відмивають старі відкладення і утворюють захисну плівку. При цьому відмивання старих відкладень не знижує швидкості підшламової корозії, а час для цього процесу досить довгий (декілька років), тому застосовувати ці реагенти досить ризиковано без запобігання кисневої корозії.

Так визріла ідея застосування препаратів з комбінованою дією, тобто таких, що зв'язують розчинений кисень та запобігають накипоутворенню. Такі препарати на основі бісульфіту (метабісульфіту) натрію та похідних фосфорної (фосфонові) кислоти виробляються в Україні. Нам вдалось підібрати реагенти, які утворюють однорідні суміші, що дозволяє дозувати їх одним насосом-дозатором. Окрім цього, такі суміші при деяких умовах дозволяють експлуатувати котельне обладнання та теплові мережі без пом'якшення вихідної води. Але недоліки нашої нормативної бази не дозволяють використовувати воду без пом'якшення для підживлення теплових мереж, тому така технологія, що іменується стабілізаційною обробкою води впроваджена тільки на деяких малих котельнях. Комбінація пом'якшення води та реагентної обробки (корекційна обробка) впроваджена на квартальних котельнях більшої потужності.

Хоча витрати на водопідготовку шляхом стабілізаційної або корекційної обробки води невеликі, застосування готових реагентів промислового виробництва для водопідготовки районних котелень досить витратне, тому для них була прийнята технологія хімічної деаерації без відмивання старих відкладень на основі так званого каталітичного Редокс-процесу з застосуванням сульфїту натрію, розчин якого можна готувати безпосередньо у котельні, при цьому зберігається стадія натрій-катіонування.

Ще одна проблема, яку треба було вирішувати на стадії вибору технології реагентної обробки води - це вторинні шлами, які утворюються при відмиванні старих відкладень. Ці шлами здатні повністю забити труби водотрубних котлів та заповнити барабани котлів з жаровими трубами. Тобто ці шлами необхідно видаляти з теплових мереж за допомогою якихось пристроїв. Такими виявились мережні шламовідокремлювачі різних конструкцій з автоматичним та ручним видаленням шламу.

Таким чином на нашому підприємстві існують чотири технології водопідготовки:

- традиційне натрій-катіонування;
- натрій-катіонування та хімічна деаерація за допомогою Редокс-К фільтру;
- натрій-катіонування з хімічною деаерацією за допомогою Редокс-К фільтру та корекційною обробкою води антинакипними препаратами;
- стабілізаційна обробка води сумішшю препаратів для зв'язування розчиненого кисню та протинакипними.

Вперше на підприємстві необхідним обладнанням та реагентами були оснащені дві котельні з котлами з жаровими трубами. На першій котельні з 2007 року для підживлення теплової мережі використовується вода з водогону з стабілізаційною обробкою. Кожен рік після закінчення опалювального сезону котли ВК-32 (КСВа - 1,6) оглядаються (рис. 5). Як видно з фото стан труб котла задовільний. В шламовідокремлювачі (рис. 6) спостерігається наявність феромагнітних частинок на поверхні магнітів та шламу на дні.



Рис. 5. Жарова труба котла ВК - 32 (КСВа - 1,6) після 7 років експлуатації на сирій воді з стабілізаційною обробкою

Рис.6. Внутрішня частина шламовідокремлювача після 7-ми років експлуатації на сирій воді з стабілізаційною обробкою

На другій котельні з котлами КОЛВІ-1500 була запроєктована технологія водопідготовки з натрій-катіонуванням та корекційною обробкою води. Але з деяких причин котельня впродовж сезону працювала без водопідготовки, тому після закінчення сезону в котлах були виявлені значні корозійні відкладення на трубах, які відмились впродовж наступного сезону [3]. Після опробування на цих двох котельнях технології реагентної обробки води почали впроваджуватись на інших котельнях підприємства.



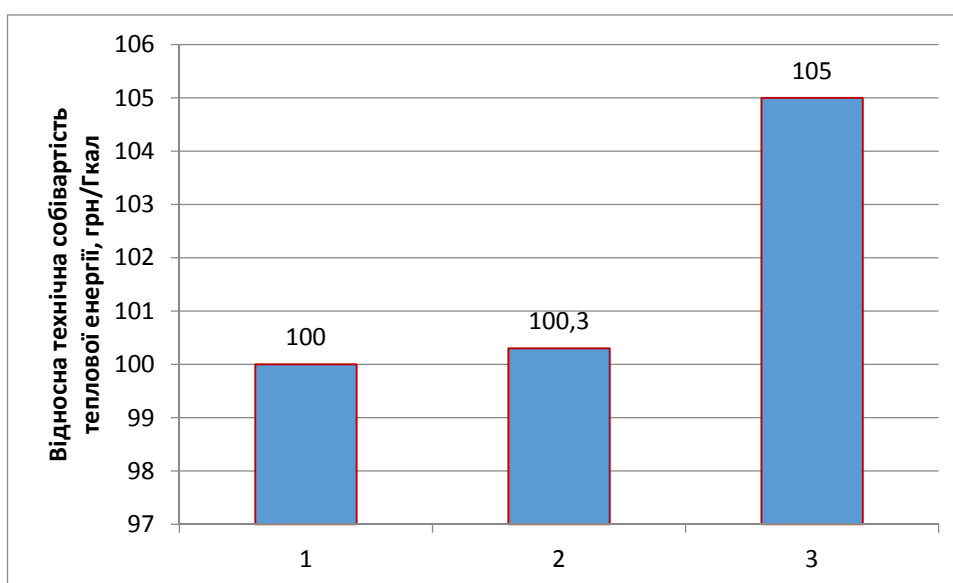
Діаграма 2. Витрати води для підживлення теплових мереж КП "Житомиртеплокомуненерго"

Як наслідок, в процесі відмивання старих відкладень почали виявлятися пошкодження трубопроводів, що закривалися нашаруваннями продуктів корозії. Виявлені пошкодження усувались, а нові не з'являються внаслідок зменшення швидкості корозії завдяки зв'язуванню кисню. Таким чином було зменшено витрати води на підприємстві (Діаграма 2). Зменшення витрат води спричинило до зменшення витрат газу та солі для регенерації натрій-катионітних фільтрів (Діаграма 3).



Діаграма 3. Витрати солі для регенерації натрій-катионітних фільтрів КП "Житомиртеплокомуненерго"

Проведені роботи та встановлення теплових лічильників на кожній котельні дозволили оцінити вплив технологій водопідготовки на технічну собівартість Гкал тепла, що виробляються на котельнях з різними технологіями водопідготовки (Діаграма 4).



Діаграма 4. Відносна технічна собівартість тепла, що виробляється на котельнях з різними технологіями водопідготовки:

- 1 - котельні з комплексною обробкою води (хімічна деаерація + комплексна обробка);
- 2 - котельні з натрій-катіонуванням та хімічною деаерацією;
- 3 - котельні з натрій катіонуванням;

Як видно з діаграми на котельнях з комплексною обробкою води технічна собівартість (без урахування витрат на обслуговування та ремонти) гігакалорії тепла, що виробляється на п'ять відсотків нижче, ніж при традиційному натрій-катіонуванні.

Висновок. Таким чином, в умовах нашого підприємства найбільш ефективною виявилась технологія водопідготовки, що складається з натрій-катіонування + хімічної деаерації та комплексної обробки води при умові видалення з теплової мережі вторинних шламів, що утворюються при відмиванні трубопроводів теплових мереж.

Ця технологія у теперішній час є основною при проектуванні та реконструкції котельень нашого підприємства.

Література

1. Балабан-Ирменин Ю. В., Липовских В. М., Рубашов А. М. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей. М. Издательство "Новости теплоснабжения" 2008 г.
2. Улиг Г. Г., Ревы Р. У. Коррозия и борьба с ней. Ленинград. Химия, 1989 г.
3. В. Вітковський, П. Павленко, В. Бужинський, А. Огороднійчук, П. Гламаздін, К. Цикал. Промивка теплової мережі та профілактика появи накипних відкладень - ефективний спосіб енергозбереження в системах теплопостачання. ЖКГ № 4 2013 р.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ С РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКОЙ ВОДЫ ДЛЯ ПОДЖИВЛЕНИЯ

Д. В. Рогожин, В. В. Бужинский, В. С. Витковский, М. А. Карпюк, О. А. Тур

Опыт использования комплексной реагентной обработки сетевой воды с целью ее дегазации и предотвращения образования накипи показал перспективность выбранного направления. Использование этого метода приводит к уменьшению расхода соли для смягчения воды и уменьшению ее себестоимости.

EXPERIENCE OPERATING THERMAL SYSTEM WITH CHEMICAL TREATMENT OF TUBE WATER

D.V. Rogozhin, V. V. Buzhinsky, V.S. Witkowski, M.A. Karpyuk, O.A. Tour

Experience in the use of complex chemical treatment of water network with the aim of decontamination and prevention of scaling showed promising chosen direction. Using this method reduces the consumption of salt for the water softener and reduce its cost.

**IMPACT OF COOL ROOFING MEMBRANES ON THE
HYGROTHERMAL PERFORMANCE OF LOW-SLOPED ROOF
STRUCTURES IN TIMBER CONSTRUCTION**

Carinthia University of Applied Sciences, Spittalander Drau, Austria

This paper will present an analysis regarding the hygrothermal performance and furthermore durability of non-ventilated light-weight flat roofs with cool roofing membranes in the Central European climate.

The main focus is the assessment of the drying potential of selected roof variants to predict the potential risks of mold and especially wood decay fungi growth inside the constructions. Several numerical simulations were carried out to investigate the influence of different roofing membranes and especially cool roofing products on the overall hygrothermal conditions inside the constructions.

Additionally to that, roof assemblies with cool roofing membranes were investigated at the Austrian BSRTU Building Science - Research & Test Unit outdoor test facility (www.building-science.at) of the Carinthia University of Applied Sciences (CUAS). In situ measurement results, taken at this experimental set-up will be discussed.

INTRODUCTION

This paper presents first results of a research project on the durability of non-ventilated, highly- insulated timber-framed low-sloped roofs in the climate of Central Europe. The primary aim of the work was to investigate the influence of different colored roof membranes on their hygrothermal response. The calculations were performed for light-grey, dark-grey and especially white colored (cool roofing) membranes, basically looking to their drying potential due to solar-driven diffusion. It is important to note, that usually in Austria, according to code OENORM B8110-2, avoiding interstitial condensation is evaluated using the dew-point-method (Glaser scheme). However, the method as applied in the code, only considers very simplified steady-state boundary conditions. Neither solar radiation and undercooling, nor wetting processes, and hygroscopic sorption, nor liquid transport are taken into account. Therefore, the scope of this study is to predict the long-term durability as realistically as possible using transient hygrothermal calculations.

INVESTIGATED CASES

In the frame of the research, the drying potential of prefabricated timber low-sloped roof constructions, which are used more and more for larger commercial and production, but also residential buildings in Austria, was analyzed. These roofs are typically prefabricated and consist of 400mm (16") high timber beams faced with OSB decking at both sides. The space

inbetween the beams is filled with blown-in cellulose insulation. Based on this base case, 3 variants with different colored waterproofing membranes were analyzed (Figure 1 & 2). All analyses assumed the roof structures cases 1 to 3 to be air-tight and the insulation correctly installed, so no convective vapor flow could develop, affecting moisture build-up.

Cases (Layers from out- to inside)		
Case 1	Case 2	Case 3
Roof Membrane; Type: Plastic (Polyolefin); Permeance = 0.1426perm; (s _d -Value = 23m)		
Color: white (cool roofing) Solar Reflectance: ~ 0,78 (*)	Color: light-grey Solar Reflectance: ~ 0,65 (*)	Color: dark-grey Solar Reflectance: ~ 0,50 (*)
Oriented Strand Board (OSB) 15mm (5/8")		
Cellulose Blown-in Insulation 400mm (~16")		
Code approved Vapor Retarder, Permeance = 0.0252perm (s _d -Value = 130m) (**)		
Oriented Strand Board (OSB) 15mm (5/8")		
(*) Solar Reflectance measured according to ASTM E903: Material data from used products (spec sheet) were inserted in simulation. Note, that these values are representing initial conditions, ignoring weathering effects. The influence of soiling (decrease of solar reflectance) during the course of the years is part of the research work at the CUAS outdoor test facility.		
(**) Vapor retarder with permanent s _d - value. No smart vapor retarder with variable s _d - value.		

Figure 1. Investigated roof assemblies, cases 1 to 3

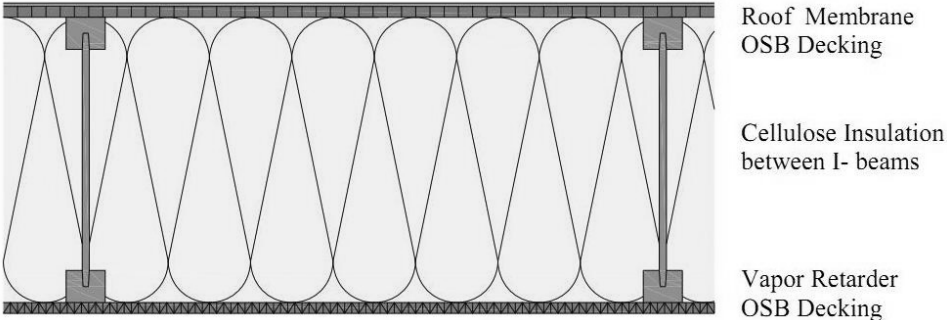


Figure 2. Schematic draft of investigated roof assemblies, cases 1 to 3

Material	Bulk density [kg/m ³]	Porosity [m ³ /m ³]	Heat capacity [kJ/kgK]	Heat conductivity dry [W/mK]	Diffusion resistance factor dry μ [-]
Oriented strand board (OSB)	615	0,6	1880	0,101	Ø 175
Cellulose	50	0,95	2000	0,038	1,8
(*) Material data taken from respective product spec sheets, approved by third party laboratory report.					

Figure 3. Material properties

SIMULATIONS

The simulations were carried out with the WUFI®. (Wärme und Feuchteinstationär - Transient Heat and Moisture) software, developed at the Fraunhofer Institute for Building Physics (Kuenzel1994) in Holzkirchen/Germany and validated against outdoor measurements and laboratory tests.

The analysis was conducted under the assumption that the roof structures had good air tightness and insulation installation, and thus without convective vapor flow affecting moisture build-up.

Default program settings

The surface film coefficient at the inside surface was set equal to 8 W/(m²K). Exterior climate data and surface temperatures, measured at 3 roof sections with different colored membranes (white, light-grey, dark-grey) at the BSRTU - Building Science Research & Test Unit outdoor test facility were chosen as exterior boundary conditions.

The room climate varied as a sine curve between 20 °C and 40 % relative humidity in winter and 22 °C and 60 % relative humidity in summer. As initial conditions for the materials 20 °C and a RH of 80 % was chosen (Karagiozis 1998). Such higher moisture content (i.e. 80 %) may be due to rain during transport and mounting of large roofs structures or even due to flank diffusion over adjacent masonry (Kuenzel 1996).

The material parameters required for each material were taken from respective product spec sheets, approved due to third party laboratory report. (Figure 3). The hygrothermalbehaviour was simulated over a period of five years, starting on October 1st

RESULTS

The results concern the hygricbehaviour of the assemblies. Moisture tolerance in fact is a critical performance in building envelope design. Hence, for analysing the drying potential, total water content in the whole construction was calculated . Further the water content in the different layers and especially the timber based ones was analyzed to assess the possibility of wood decay. According to Austrian codes the critical limit for the moisture ratio in timber is 20 mass percent (M%) although it is well known, that wood deterioration mainly occurs at higher levels and long exposure time. In addition, also the relative humidity and temperatures in the interfaces between cellulose and the exterior OSB decking and the interior vapor retarder was calculated to assess the risk of mold growth based on the exposure time. In the graphs, results for the whole period of five years are shown.

Total Water Content (TWC)

First, simulations were carried out to investigate total water content for case 1,2 and 3. Figure 4 shows the results (TWC) for the five years period. All cases dry. Anyhow, the white colored cool roofing membrane applied in case 1 has the most significant influence on remaining moisture in the roof. Total water content (TWC) in case 1 with cool roofing membrane, levels off at a seasonal maximum

of $-3,8 \text{ kg/m}^2$ after about 5 years. Case 2, with a light-grey membrane is showing an improved and even faster dry ability. The total water content levels off at a seasonal maximum of $\sim 3,6 \text{ kg/m}^2$. Case 3 with the dark- grey colored waterproofing membrane shows the fastest drying rate of all variants. Higher temperatures at the exterior surface, due to a higher short wave absorptivity of the membrane, in fact increase the inwards vapor pressure gradient accelerating drying that way. The total water content levels off at a seasonal maximum of $-3,55 \text{ kg/m}^2$ after five years.

Clearly inward drying capacity should be considered as an important design factor. (PowellandRobinson, 1971, Straube, 2001, Desjarlais, 1995)

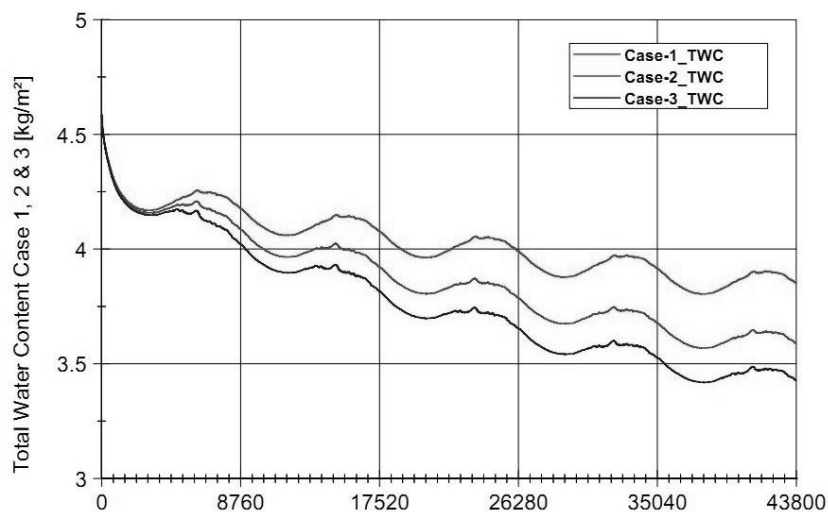


Figure 4. Calculated Total water content (TWC) of cases 1,2 and 3

Water Content (WC) exterior OSB decking.

The next step in this parametric study was to predict the moisture response of the wooden components and especially the exterior OSB decking. In Figure 5 one can observe that the moisture content of the OSB for all cases is exceeding 20 M% during the first wintertime and then decreasing over the years. In cases 2 and 3, the water content decreases faster during the first five years and levels off at about -135 kg/m^3 (Case 2) and $\sim 120 \text{ kg/m}^3$ (Case 3) respectively, during the winter time in the 5th year and therefore below or rather slightly above the critical limit of 20 M%.

Only the moisture content of the exterior OSB in case 1 with the white colored cool roofing membrane remains at a higher humidity level during all five winter periodes increasing beyond 20 M %. This effect is quite crucial for the practical application since the unscheduled moisture within the construction will be trapped inside the roof construction for a longer time due to poor solar-driven diffusion. This potential higher humidity level during long periods would endanger the risk of mold or even decay fungi growth and hence a potential premature constuction failure.

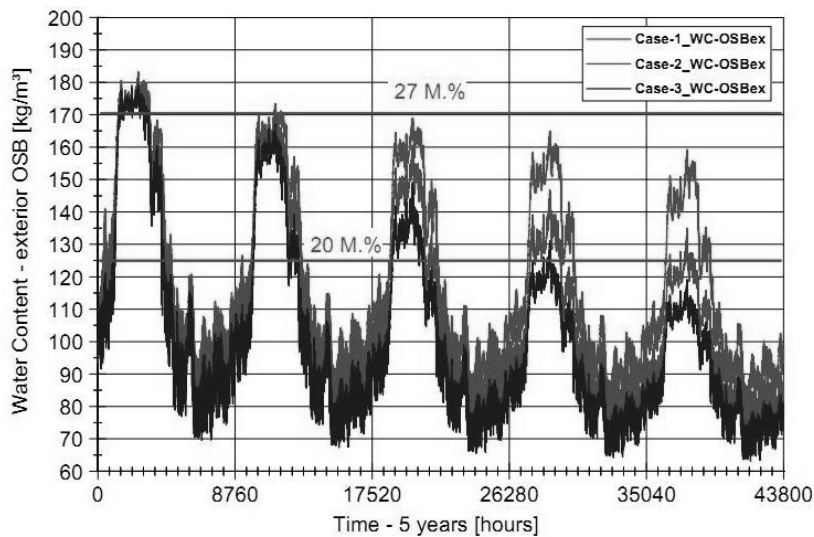


Figure 5. Calculated moisture content (by mass) of the external OSB, cases 1, 2 and 3

Relative Humidity on the interface to Cellulose.

In addition, also the relative humidity on the interface between external OSB decking and the cellulose insulation was calculated to assess the risk of mold growth (Figure 6). The simulations were started with an initial moisture content of 80 % RH. This higher moisture content at the start is useful to predict the construction's dryability. The simulation is predicting a higher RH of 95 % during the 1st winter for all constructions, due to the higher initial moisture conditions. In principle, mold growth is possible at RH of >80 % and >5 °C. In Figure 6 it is also well to see, that case 2 with a light-grey colored membrane and case 3 with a dark-colored membrane are showing the best dryability. The RH at the interface external OSB- cellulose is therefore continuously decreasing during the time of investigation and remains below the critical border of 95 % RH after the 5th year. In addition, in case 1 with the cool roofing membrane the RH. remains above 95 % RH. every wintertime.

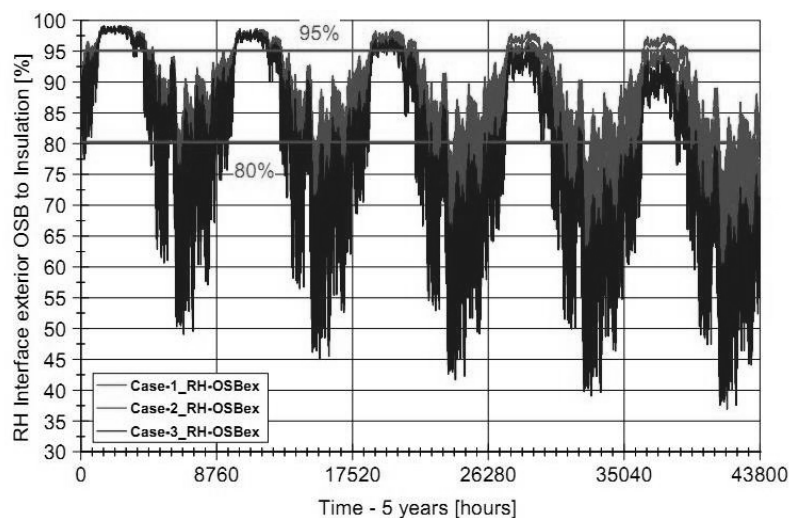


Figure 6. Relative humidity at the external OSB-cellulose interface, cases 1, 2 and 3

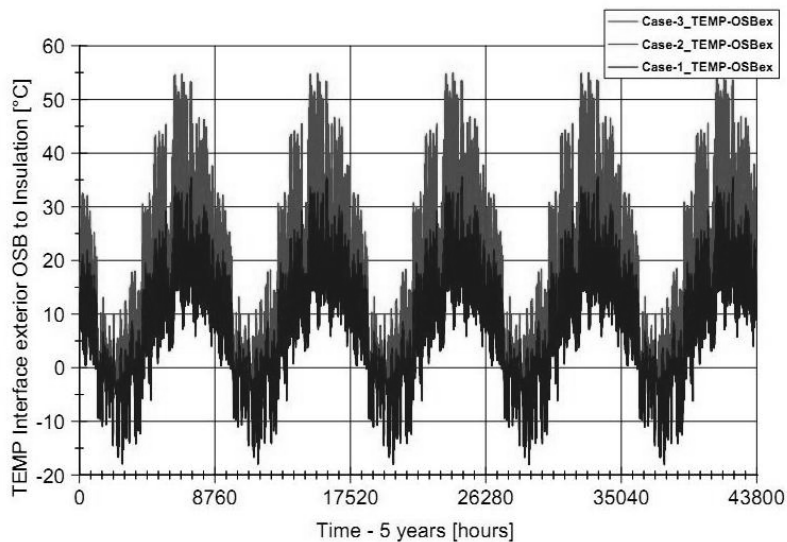


Figure 7. Temperature at the external OSB-cellulose interface, cases 1, 2 and 3

Cases 2 and 3 are showing a decreasing gradient, but nevertheless 80 % RH are exceeded during some weeks within wintertime when the temperatures (Figure 8) are reduced. It has to be noted that blown-in cellulose is blended with fungicides like boric acid, boric pentahydrate, etc. by default. In cases of a direct contact between wooden surfaces and cellulose, these additives should limit the germination of mold growth under moisture conditions between 80 and 90 %. The effectiveness of the above mentioned fungicidal additives in wooden constructions has been investigated in a laboratory test at the Carinthia University of Applied Sciences and in-situ measurement results from practice confirm this theory. Due to the lower temperatures during this time of the year and the fungicidal influence of cellulose, mold germination should be reduced or even limited, if cases 2 and 3 are executed with dry materials.

Furthermore, the calculation of the relative humidity at the interface between the OSB board and the cellulose in case 1 with the cool roofing membrane indicates a potential risk of mold growth during the whole period of investigation. Figure 6 illustrates, that the RH is exceeding 80 % for several months during the first five years with a seasonal maximum of 90 to 95 % RH. Mold growth is therefore likely to occur.

Provided that a good workmanship was done, only the roof constructions case 2 and 3 are showing a relatively good hygric behavior. Under this circumstances moisture related problems like mold and wood decay fungi growth at the exterior OSB boards should be avoided in these cases.

In a second step, the relative humidity at the interface between cellulose and the interior vapor reatreader was calculated. It is well to see, that in variants 2 and 3 the RH at the interface between cellulose and internal vapor retarder is generally exceeding 80 % RH during the 1st and 2nd summer due to the assumed higher initial moisture conditions (Figure 8). The higher short wave absorptivity of the light-grey and dark-grey colored membranes is improving the solar driven inwards diffusion, and hence a higher RH at the interface of the vapor retarder

foil and the cellulose is occurring. Case 1 with the cool roofing membrane is showing a continuously decreased gradient and is remaining below 80 % RH without the risk of mold germination, because the lower surface temperatures are reducing inward diffusion drying.

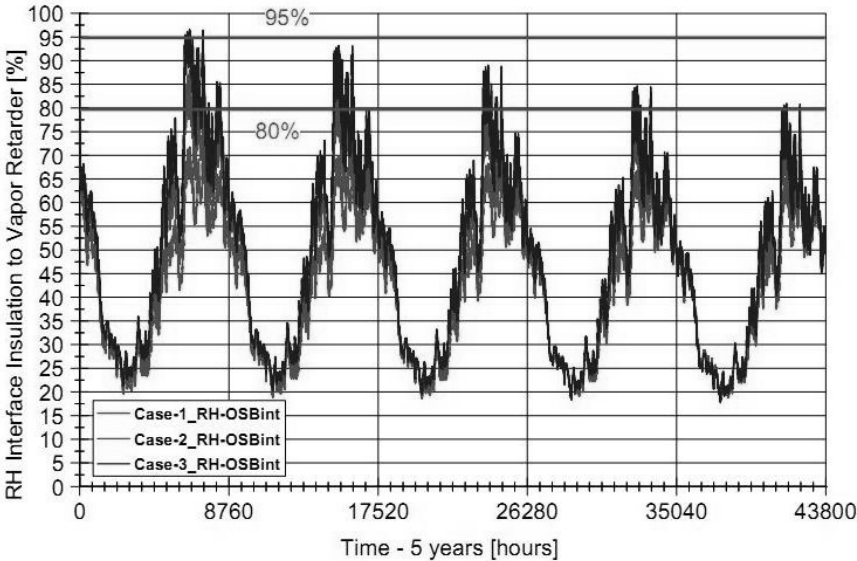


Figure 8. Relative humidity at the internal vapor retarder-cellulose interface, cases 1, 2 and 3

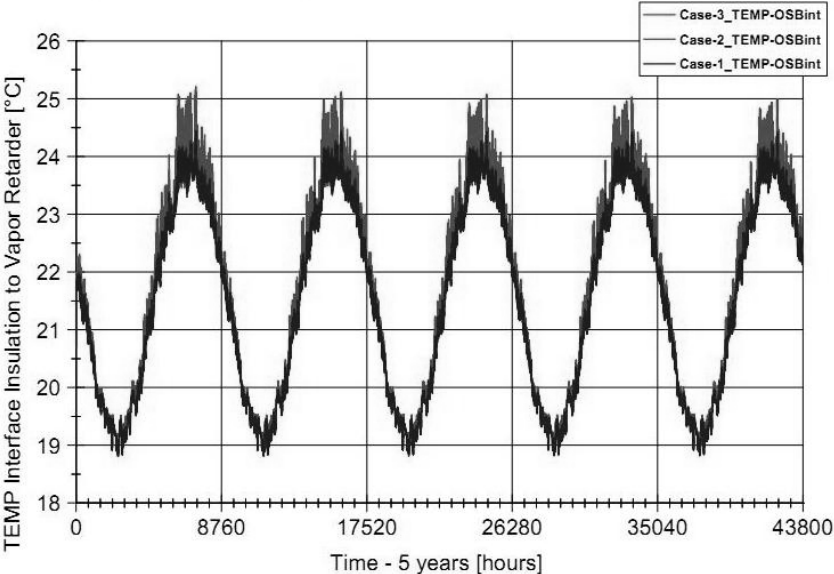


Figure 9. Temperature at the internal vapor retarder-cellulose interface, cases 1, 2 and 3

IN SITU MEASUREMENTS AT BSRTU OUTDOOR TEST FACILITY.

In 2010, several low sloped roof construction test assemblies were installed at the CUAS outdoor test facility, built in South Austria. One part of the roof section was used to investigate the hygrothermal performance of selected roof systems executed with different waterproofing membranes. For the roof assemblies a construction system similar to the previous calculated cases 1, 2 and 3 respectively, with OSB deckings on both sides of the timber I-beams

and vapor retarder foils was chosen. All roof components are equipped with special measurement systems. The measurements started on December 30, 2010 and are still ongoing. The weather data is recorded using two separate weather stations and also the indoor conditions are monitored continuously. The slope of the investigated roof sections is 2° northwards.



Figure 10. In situ measurements at BSRTU Outdoor Test Facility

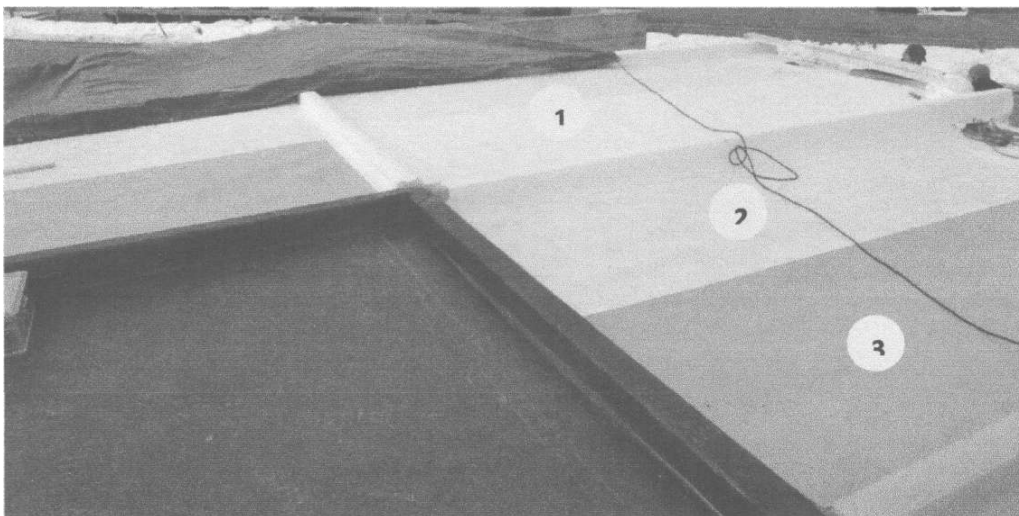


Figure 11. Test assemblies for in-situ measurements

Results - in situ measurements.

In this section measured results for the period January 2011 to January 2012 are presented. On the interfaces between the external OSB decking and the internal vapor retarder foil to the cellulose insulation layer capacitive humidity and temperature sensors were installed to measure the hourly values for relative humidity and temperature (Figure 12). On the internal and external roof surfaces additional temperature sensors were applied and the climate data in- and outside the building was monitored continuously. In addition, optical radiation sensors were installed to verify the climate data which were used during the previous simulations.

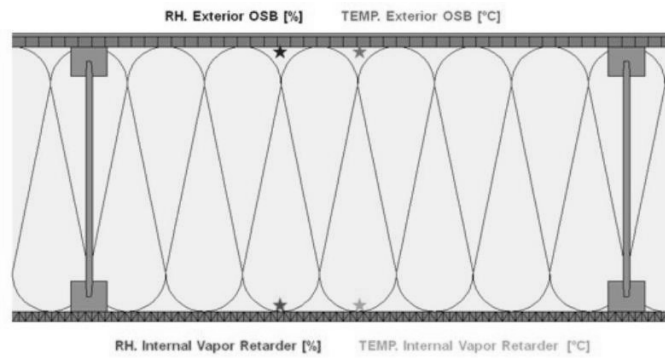


Figure 12. Positioning of sensors in test assemblies

Figures 13 and 14 are providing an overview about the measured data concerning outside climate and the solar radiation on the roof constructions.

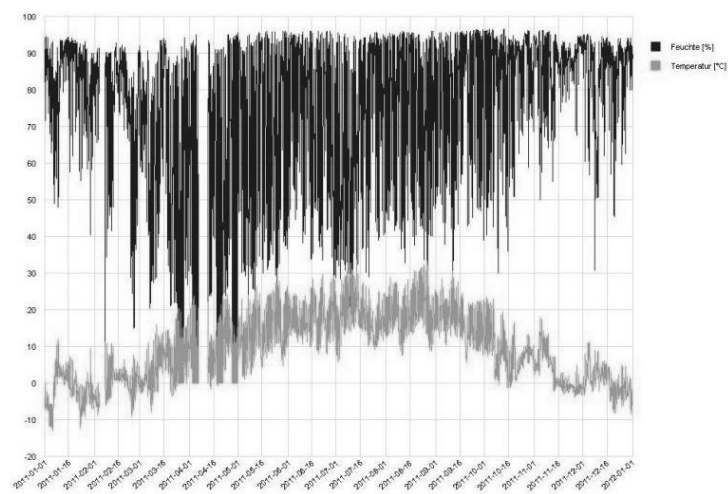


Figure 13. Measured exterior climate (relative humidity, temperature)

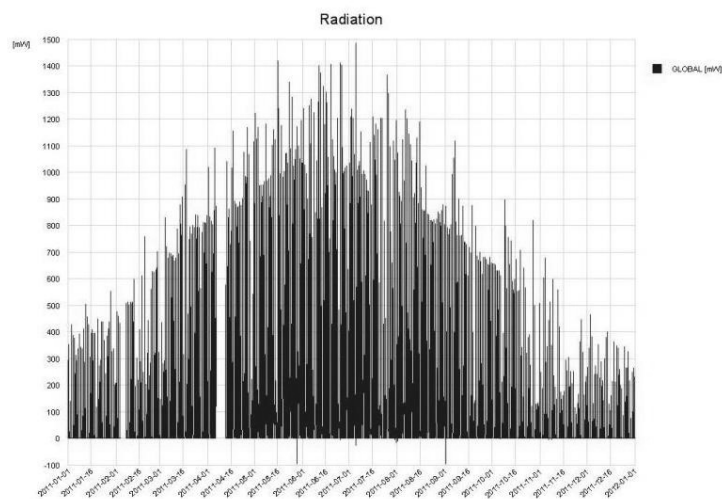


Figure 14. Measured solar radiation on roof surfaces

The measured relative humidity and temperature (°C) values within the roof constructions are presented in Figure 15,16 and 17.

In case 1 with the cool roofing membrane the RH at the interface external OSB and cellulose is varying between -62 % RH in summer and -100 % RH during wintertime (Figure 15). It is also well to see, that the RH. is oscillating at a higher rate between - 70 and - 80 % RH during the periode from spring to fall. Due to the higher temperatures during this time, also a certain risk of mold growth cannot be disregarded, but until now, no distinctive mold or wood decay fungi growth was detected during probing. Nevertheless ifs important to note, that a higher water content of the exterior insulation was detected. Hence if s necessary to wait, how the future moisture development will proceed.

In addition, the RH at the interface between cellulose and internal vapor retarder is increasing up to -75 % RH in summer and up to -30 % RH in winter. Due to the white roofing membrane lower surface temperatues are generated and hence a reduced solar-driven inward diffusions is occurring.

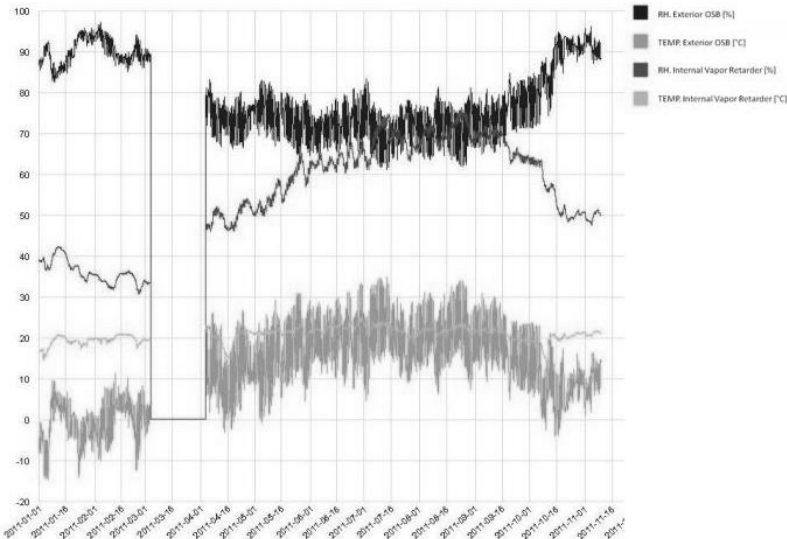


Figure 15. Relative Humidity and temperatures in test assembly 1 with white roofing membrane

Figure 16 is presenting the relative humidity and temperature values within case 2, executed with a light-grey colored roofing membrane.

The RH value below the exterior OSB decking is leveling between -50 % RH in summer up to -95 % RH during a few days in winter. Although the critical limit for mold germination, 80 % RH was exceeded, no mold or wood decay fungi growth was detected during inspections until now. That s reasonable, because temperatures at this time are quite low and it is assumed, that the fungicidal additives in the cellulose are reducing the possibility of fungi germination on wooden surfaces, provided that a proper contact between cellulose and timber is given.

According to that, also the relative humidity on the interface between cellulose and the internal vapor retarder was measured. The RH. is leveling between - 25 % RH. in winter and - 78 % RH. during summertime. The higher RH. gradient is founded in the higher solar driven diffusion due to the darker

membrane surface. Nevertheless the critical limit of 80 % RH is not exceeded, hence mold related problems are to be neglected.

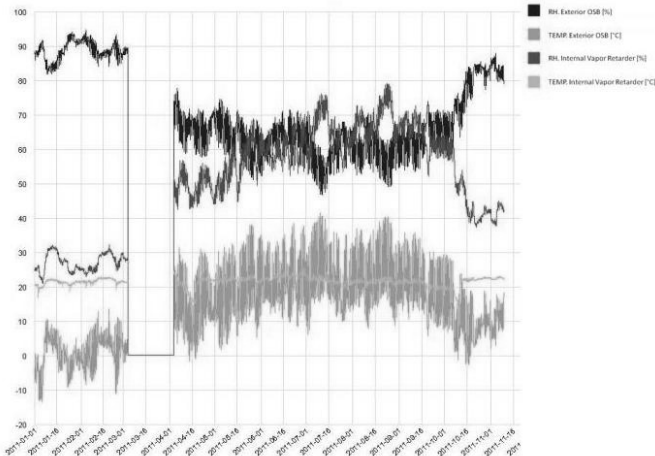


Figure 16. Relative Humidity and temperatures in test assembly 2 with light-grey roofing membrane

Figure 17 is presenting the relative humidity and temperature values within case 3, executed with a dark-grey colored roofing membrane.

The RH value below the exterior OSB decking is leveling between -45% RH in summer up to -92 % RH during a few days in winter. Analogical to case 2, the critical limit for mold germination, 80 % RH was exceeded, but no mold or wood decay fungi growth was detected during probing until now.

According to that, also the relative humidity on the interface between cellulose and the internal vapor retarder was measured. The RH. is leveling between ~ 22 % RH. in winter and - 88 % RH. during summertime. The higher RH. gradient is founded in the higher solar driven diffusion due to the dark membrane surface. Although the critical limit of 80 % RH was exceeded during higher temperatures, no mold related problems have been found.

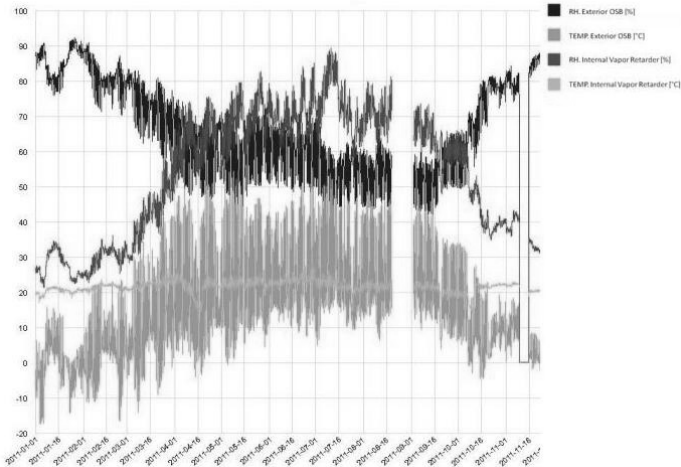


Figure 17: Relative Humidity and temperatures in test assembly 3 with dark-grey roofing membrane

DISCUSSION AND CONCLUSIONS.

This paper presented initial results concerning the hygrothermal behavior of non-ventilated, highly- insulated timber-frame flat roofs with different waterproofing membranes in the climate of Austria. The investigations indicated that different colored waterproofing membranes are seriously influencing the external roof surface temperatures due to varying short wave absorptivity.

The varying surface temperatures are strongly influencing the moisture migration and accumulation and therefore the durability performance of low-sloped roof constructions. Darker membranes increase the temperatures in the exterior part of the roof assemblies and therefore optimize the solar-driven diffusion to the interior. Light-colored and especially white cool roofing membranes are reducing this effect, hence a dryability of the roof construction is limited and moisture related problems are likely to occur.

Summing up, it is mentioned, that aspects of thermal insulation and moisture control need to be investigated in common. A varying coloring of waterproofing roof membranes has to be considered as a critical factor, influencing the dryability of unventilated low sloped roofs and modern computer based simulation models may be used to analyze the hygrothermal performance within the early design process.

References

1. OENORM B8110-2, "Thermal insulation in building construction - Part 2: Water vapour diffusion and protection against condensation", Austrian Standards Institute, 2003.

2. *Künzel, H.M.* 1994. Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransportes in Bauteilen mit einfachen Kennwerten, Ph D thesis, University Stuttgart.

3. *Karagiozis, A.* 1998. Applied moisture engineering, page 241, Conference Proceedings Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings VII, Clearwater Beach, Florida.

4. *Kuenzel, H.M.* 1996, Tauwasserschäden im Dachaufgrund von Diffusion durch angrenzendes Mauerwerk, wksb 41/1996, Heft 37, Seite 34-36.

5. WTA - Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege, 2002, Merkblatt 6-2-01 /D 'Simulation waerme- und feuchtetechnischer Prozesse'.

6. *Powell, F.J, and Robinson, H.E.* 1971, The effect of moisture on the heat transfer performance of insulated flat-roof constructions, Building Sciences Series 37, Gaithersburg, National Bureau of Standards.

7. *Straube, J.* 2001. The influence of low-permeance vapor barriers on roof and wall performance, Conference Proceedings Performance of Exterior Envelopes of Whole Buildings VIII, Clearwater Beach, Florida.

8. *Desjarlais, A.* 1995, Self-drying roofs: What?! No dripping!, Conference Proceedings Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings VI, Clearwater Beach, Florida, page 763.

9. *Weiß, B., Wagenfuhr, A. and Kruse, A.* 2000. Beschreibung und Bestimmung von Bauholzpilzen.

10. *Hens, Hugo.* 2010, Applied Building Physics - Boundary Conditions, Building Performance and Material Properties.

11. *Hens, Hugo.* 2012, Performance Based Building Design 2: From Timber-Framed Construction to Partition Walls.

12. *Hens, Hugo.* 1975, Theoretical and experimental study on the hygrothermalbehaviour of building and insulation materials during condensation and drying with application on low-sloped roofs, doctoral thesis, KU.Leuven.

13. *Hens, Hugo.* 1987, Envelope solutions for residential construction: low-sloped roofs, Final report RD Energy, Services of the Ministry of Scientific Policy.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ КРОВЕЛЬНЫХ МЕМБРАН НА
ГИГРОТЕРМАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ
ПОКРЫТИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ДЕРЕВА**

Кристоф Бахбаум, Саймон Полити

Статья посвящена анализу гигротермических характеристик плоских покрытий. Рассмотрена долговечность невентилируемых легких плоских крыш с использованием кровельных мембран в центрально-европейском климате.

**ВПЛИВ ПОКРІВЕЛЬНИХ МЕМБРАН НА ГІГРОТЕМАЛЬНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ ПОКРІВЕЛЬ, ЯКІ ВОКОНАННІ ІЗ
ДЕРЕВА**

Крістоф Бахбаум, Саймон Полити

Стаття присвячена аналізу гідротермальних характеристик плоских покрівель. Розглянута довговічність не вентильованих легких плоских покрівель з використанням покрівельних мембран для центрально-європейського клімату.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕНЧМАРКИНГА В СФЕРЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Институт газа НАН Украины

Предложена система показателей для организации бенчмаркинга в сфере централизованного теплоснабжения.

Бенчмаркинг (БМ) – это постоянное измерение и сравнение отдельно взятого бизнес-процесса с эталонным процессом ведущей организации для сбора информации, которая поможет рассматриваемому предприятию определить цель своего совершенствования и провести мероприятия по улучшению работы [1].

В последнее время все большее внимание уделяется применению БМ для повышения эффективности управления в коммунальной сфере [2]. В ряде работ предлагается использовать БМ для анализа информации в сфере теплоснабжения [2 - 5].

Украина входит в число стран лидеров по объемам производства тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (ЦСТ), поэтому применение БМ в этой сфере представляет значительный интерес как для теплоснабжающих организаций, так и для органов центральной и местной исполнительной власти.

Применение БМ в сфере ЦСТ будет способствовать:

- повышению открытости и популяризации централизованного теплоснабжения среди потребителей тепловой энергии;
- выявлению «узких мест» в ЦСТ различных городов;
- распространению лучших практик проведения энергоэффективной модернизации ЦСТ;
- организации системы морального и материального стимулирования работников ЦСТ;
- повышению качества энергетических обследований ЦСТ за счет введения в практику их проведения системы базовых показателей.

На основании информации, полученной в процессе проведения многочисленных энергетических обследований ЦСТ городов Украины, а также анализа структуры энергетического баланса ЦСТ разработана усовершенствованная система показателей БМ (таблица 1), которая включает в себя показатели структуры, потребления топлива, электроэнергии и тепловой энергии, энергоэффективности, надежности и качества теплоснабжения.

Таблица 1

Таблица показателей бенчмаркинга предприятий централизованного теплоснабжения				
Год: 2010				
город: ГГГГГГГ				
Предприятие: ПППППП				
№	Наименование показателя	Размерность	Величина	Примечание
<i>1. Структура</i>				
1.1	Количество подключенных зданий	шт	1500	
1.2	Отапливаемая площадь	тыс.м ²	3500	
1.3	Присоединенная нагрузка на отопление	МВт	300	
1.4	Присоединенная нагрузка на ГВ	МВт	35	
1.5	Суммарная присоединенная тепловая нагрузка	МВт	335	
1.6	Доля населения	%	85	
1.7	Доля прочих потребителей	%	15	
1.8	Количество котельных	шт	45	
1.9	Установленная мощность котельных	МВт	850	
1.10	Количество ТЭС	шт	0	
1.11	Установленная мощность ТЭС			
	электрическая	МВт(е)	0	
	тепловая		0	
1.12	Присоединенная тепловая нагрузка ТЭС	МВт	0	
1.13	Количество КГУ	шт	6	
1.14	Установленная мощность КГУ			
	электрическая	МВт (е)	3,60	
	тепловая	МВт	4,50	
1.15	Установленная мощность других тепловых источников	МВт	1,50	указать каких
1.16	Протяженность тепловых сетей (в двухтрубном исчислении)	км	200	
1.17	Объем тепловой сети	м ³	2000	
1.18	Удельная протяженность тепловых сетей	км/МВт	0,60	
1.19	Продолжительность отопительного сезона	дней	191	
<i>2. Топливо, тепловая энергия, электроэнергия</i>				
2.1	Потребление природного газа на производство тепловой энергии	млн.кВт*ч	828	
2.2	Потребление твердого топлива на производство тепловой энергии	млн.кВт*ч	0	
2.3	Потребление жидкого топлива на производства тепловой энергии	млн.кВт*ч	0	
2.4	Потребление биотоплива на производство тепловой энергии	млн.кВт*ч	10	указать какое
2.5	Потребление сбросной тепловой энергии	млн.кВт*ч	0	указать откуда
2.6	Потребление электроэнергии на	млн.кВт*ч	0	

	производство тепловой энергии			
2.7	производство тепловой энергии тепловыми источниками	млн.кВт*ч	702	
2.8	Потребление тепловой энергии тепловыми потребителями	млн.кВт*ч	590	
2.9	Потребление электроэнергии на транспортировку теплоносителя	млн.кВт*ч	12	
2.10	Доля нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	%	1,19	
3. Энергетическая эффективность				
3.1	Удельный расход топлива на единицу отапливаемой площади	кВт*ч/м2	237	
3.2	Коэффициент эффективности использования топлива в ТИ	%	85	
3.3	Относительные тепловые потери в тепловых сетях	%	16	
3.4	Коэффициент эффективности использования топлива в ЦСТ	%	69	
3.5	Удельный расход тепловой энергии на единицу отапливаемой площади	кВт*ч/м2	144	
	Утечка теплоносителя (за отопительный сезон)	м3	60000	
3.6	Утечка теплоносителя по отношению к нормативу	%	87	
3.7	Удельное потребление электроэнергии на транспортировку тепл.	кВт*ч(е)/кВт*ч	0,017	
4. Надежность системы теплоснабжения				
4.1	Срок эксплуатации котлов			
4.1.1	0-5 лет	%		
4.1.2	5-10 лет	%		
4.1.3	10-15 лет	%		
4.1.4	>15 лет	%		
4.2	Срок эксплуатации трубопроводов			
4.2.1	0-5 лет	%	5	
4.2.2	5-10 лет	%	10	
4.2.3	10-15 лет	%	15	
4.2.4	>15 лет	%	70	
4.3	Количество повреждений труб тепловых сетей	повр/год	30	
4.4	Удельное количество повреждений труб тепловых сетей	повр/год*100к м	0,15	
5. Качество погодного регулирования				
5.1	Потребление топлива			
5.1.1	январь	кВт*ч	180,00	31
5.1.2	февраль	кВт*ч	140,00	28
5.1.3	март	кВт*ч	80,00	31
5.1.4	апрель	кВт*ч	20,00	5
5.1.5	октябрь	кВт*ч	30,00	9
5.1.6	ноябрь	кВт*ч	100,00	30

5.1.7	декабрь	кВт*ч	190,00	31
5.2	Температура наружного воздуха			
5.2.1	январь	0С	-5,00	
5.2.2	февраль	0С	-4,00	
5.2.3	март	0С	1,00	
5.2.4	апрель	0С	7,00	
5.2.5	октябрь	0С	5,00	
5.2.6	ноябрь	0С	2,00	
5.2.7	декабрь	0С	-8,00	
5.3	Коэффициент корреляции		-0,79	

 - вычисляемые показатели

 - исходные данные

Предлагаемая система показателей бенчмаркинга обладает следующими положительными свойствами:

- простота заполнения, доступность исходных данных;
- сопоставимость показателей для всех теплоснабжающих организаций;
- многие показатели входят в традиционную систему отчетности теплоснабжающих организаций;
- традиционные показатели дополнены важными, введенными в рассмотрение впервые, показателями энергоэффективности, в частности показатель удельного потребления топлива на единицу отапливаемой площади города, связанный с показателем удельного потребления тепловой энергии в зданиях с помощью коэффициента эффективности использования топлива в ЦСТ;
- вычисляемые показатели определяются автоматически с помощью электронных таблиц EXCEL (выделены зеленым цветом).
- Использование предлагаемой система показателей позволяет проанализировать практически все типичные проблемные вопросы современных ЦСТ Украины и других постсоветских стран.

Бенчмаркинг следует рассматривать в качестве важной составной части муниципальной системы энергетического менеджмента. Сводная информация должна быть доступна широкому кругу специалистов и пользователей коммунальных услуг с помощью одного из популярных в Украине Интернет-ресурсов. В перспективе БМ следует распространить не только на ЦСТ, но и другие коммунальные системы: водоснабжение и канализация, уличное освещение, городской транспорт и управление твердыми бытовыми отходами.

Литература

1. *Андерсен Б.* Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен; пер. с англ.; науч. ред. Ю.П. Адлер. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. – 272 с.
2. *Лукьянец А.А.* Роль бенчмаркинга в повышении эффективности работы теплоснабжающих предприятий. / А.А. Лукьянец, В.Г. Ротарь, А.Г. Чернов, А.А. Шумский // *Новости теплоснабжения.* – 2009. – №2 (102). – С.4-9.
3. *Парий А.В.* Национальная система бенчмаркинга в теплоэнергетике как средство повышения эффективности отрасли. / А.В. Парий // *Новости теплоснабжения.* – 2012. – №10 (146). – С.15-17.
4. *Парий А., Лысов А.* Бенчмаркинг в сфере теплоснабжения.// *Коммунальный комплекс России, №1(103), январь 2013 г.*
5. Сайт Heating and Hot Water Industry Council [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.centralheating.co.uk>.

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕНЧМАРКІНГА У СФЕРІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Запропонована система показників для організації бенчмаркінгу в сфері централізованого теплопостачання.

ORGANIZING BENCHMARKING IN DISTRICT HEATING SYSTEM

The system of indicators for benchmarking organization in district heating is considered.

АНАЛІЗ ГЕОМЕТРІЇ ПРОФІЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ЛАМІНАРНОМУ РУСІ У ДВОКУТНОМУ КАНАЛІ З ПОСТІЙНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ СТІНОК

Національний технічний університет України
 “Київський політехнічний інститут”, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Виконано розрахунок і розглянуто геометричні особливості профілю температури стабілізованої усталеної ламінарної течії в каналі двокутного перерізу при постійній температурі стінок та стабілізованому теплообміні. Проаналізовано вплив особливостей форми профілю на тепловіддачу. Показано, що профіль температури має сідловидну форму біля вершин двокутника. Зі зменшенням відношення довжини осей перерізу профіль біля кінців короткої осі також набуває сідловидної форми. Це знижує інтенсивність теплообміну. При малих відношеннях – до 0,1 – профіль набуває форми, подібної до капелюха з полями, що призводить до лінійного зменшення коефіцієнта тепловіддачі

Постановка проблеми. На кафедрі теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури розроблені плівкові теплоутилізатори [1], секції яких зварені прямими швами з двох полімерних листів. При русі теплоносія листи натягуються і набувають форми, близької до дуг кола. Геометрична фігура (рис. 1,а), утворена двома однаковими дугами колами, називається двокутником [1, 2] за аналогією до відповідної фігури сферичної геометрії.

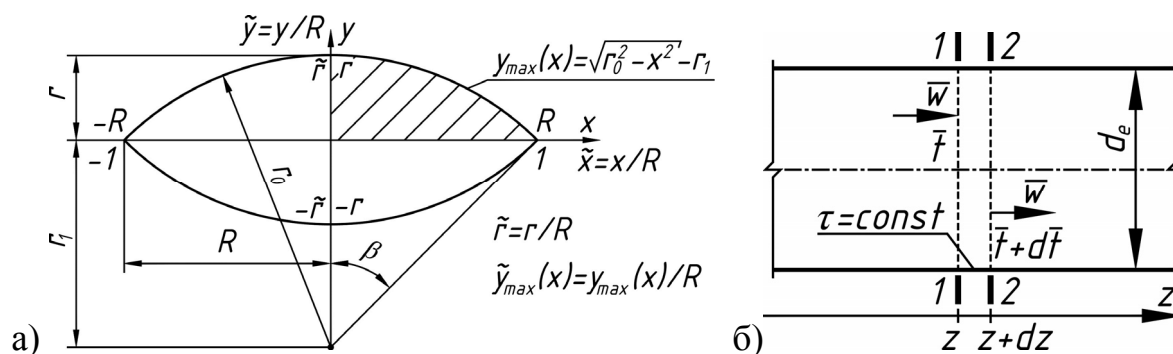


Рис 1. Схема каналу двокутного перерізу:

а – схема перерізу, б – схема поздовжнього розрізу каналу-змійовика

Аналогічні канали утворюються в окремих розламах гірських порід,

якими рухаються підземні води [2]. Таким чином, аналіз теплообміну в каналах двокутної форми є актуальною задачею для теплообмінної техніки, при аналізі руху геотермальних вод тощо.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Двокутний канал сформований двома дугами кола. Це спричиняє думку спробувати використати аналогію між двокутним каналом і круглим трубопроводом. У роботі [1] прийнято припущення, що швидкість руху потоку зростає вздовж радіуса кожної межі перерізу за параболічним законом (рис. 2). Такий профіль швидкості має злам на великій осі двокутника x , тому не відповідає фізичному змісту.

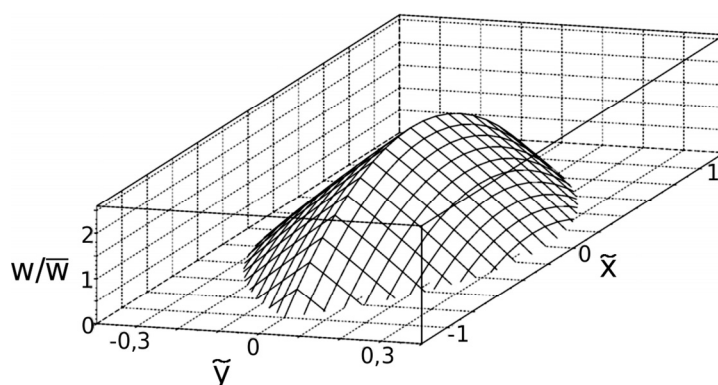


Рис 2. Двокутний переріз

Цей профіль має бути знайдений з рівнянь Нав'є-Стокса [2]. Але М.Г. Алішаєву [2], який знайшов точні розв'язки для багатьох частинних випадків некруглих перерізів, не вдалося знайти простий точний математичний опис профілю швидкості у двокутному каналі. Таким чином, визначення форми профілю швидкості на сьогодні можливе лише шляхом наближеного розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення обчислювальної гідродинаміки [3-6] або шляхом використання відомих чисельних методів [7,8]. Тим паче, залишається нерозв'язаною задача визначення профілю температури і розрахунку тепловіддачі, оскільки вона напряму залежить від форми профілю швидкості.

Основною проблемою вирішення даних задач є те, що рівняння Нав'є-Стокса та енергії [1] є диференціальними рівняннями в частинних похідних еліптичного типу [8]. При розв'язуванні їх кінцево-різницевиими методами виникають погано обумовлені системи рівнянь. Малі похибки коефіцієнтів призводять до великих похибок результату. Це накладає обмеження на форму запису математичної моделі, за якої усі коефіцієнти рівнянь повинні бути відомими з довільною точністю. Також при розв'язанні необхідно використовувати такий чисельний метод, який мінімізує обчислювальні похибки.

Формулювання цілей і завдання статті. Метою роботи є

аналітичне визначення профілю температури, дослідження його геометричних особливостей та вивчення тепловіддачі при рівномірному усталеному стабілізованому русі рідини двокутним каналом при постійних фізичних властивостях.

Основна частина. Рівномірний стабілізований усталений рух рідини в каналі характеризується незмінним статичним тиском у межах кожного перерізу та однаковим профілем швидкості w . Фізичні властивості – питому теплоємність c , густину ρ , кінематичну в'язкість ν , коефіцієнт температуропровідності a , коефіцієнт теплопровідності λ , число Прандтля $Pr = \nu/a$ – вважаємо постійними. Також вважаємо приблизно постійною температуру стінки τ . На певній відстані від початку каналу теплообмін стабілізується й коефіцієнт тепловіддачі α стає приблизно постійним – α_∞ . У такому випадку задача стає двовимірною. Рівняння Нав'є-Стокса набуває простого вигляду (рівняння Пуассона):

$$\Delta \tilde{w} = (\partial \tilde{w} / \partial \tilde{x}) + (\partial \tilde{w} / \partial \tilde{y}) = const, \quad (1)$$

де $\tilde{x} = x/R$ та $\tilde{y} = y/R$ – відносні координати, R – довжина великої півосі, $\tilde{w} = w/w_m$ – відносна швидкість, w_m – швидкість на осі каналу, Δ – оператор Лапласа.

Профіль температури визначається з рівняння енергії у формі [1]:

$$w \partial t / \partial z = a \left((\partial^2 t / \partial x_c^2) + (\partial^2 t / \partial y_c^2) \right). \quad (2)$$

Диференційне рівняння (2) після перетворень набуває вигляду:

$$Re Pr \frac{k_{\Delta t}}{k_w} \frac{\tilde{w}}{\tilde{d}_e} \frac{1}{(\bar{t} - \tau)} \frac{\partial t}{\partial \tilde{z}} = \frac{\partial^2 \tilde{\Delta} t}{\partial \tilde{x}^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\Delta} t}{\partial \tilde{y}^2} = \Delta \tilde{\Delta} t, \quad (3)$$

де $Re = w d_e / \nu$ – число Рейнольдса; $d_e = 4A / \chi$ – еквівалентний діаметр перерізу; A – площа перерізу; χ – периметр перерізу; $\tilde{\Delta} t = (t - \tau) / (t_m - \tau)$ – відносна надлишкова температура; t_m – температура теплоносія на осі перерізу; \bar{t} – середня температура за витратою; $k_{\Delta t} = (\bar{t} - \tau) / (t_m - \tau)$ – коефіцієнт поля надлишкової температури; $k_w = \bar{w} / w_m$ – коефіцієнт поля швидкості, \bar{w} – середня швидкість потоку.

Оскільки температура стінки стала, а профілі температури в перерізах подібні, то частинна похідна температури вздовж осі каналу z не залежить від інших координат та дорівнює похідній середньої температури за z . Тоді рівняння (3) спрощується:

$$Re Pr \frac{1}{k_w} \frac{\tilde{w} \tilde{\Delta} t}{\tilde{d}_e} \frac{d\bar{t}}{(\bar{t} - \tau) d\tilde{z}} = \frac{\partial^2 \tilde{\Delta} t}{\partial \tilde{x}^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\Delta} t}{\partial \tilde{y}^2} = \Delta \tilde{\Delta} t \quad (4)$$

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі α . Баланс теплоти нескінченно короткої ділянки між перерізами 1-1 та 2-2 трубопроводу постійного перерізу (рис. 1,б) завдовжки dz , яким рухається рідина з постійними фізичними властивостями: $c \rho \bar{w} A (\partial \bar{t} / \partial z) dz = -\alpha_\infty \chi dz (\bar{t} - \tau)$. Звідси число Нусельта або безрозмірний коефіцієнт тепловіддачі:

$$Nu_\infty = \frac{\alpha_\infty d_e}{\lambda} = -\frac{1}{4} Pr Re \bar{d}_e \frac{1}{\bar{t} - \tau} \frac{d\bar{t}}{d\tilde{z}} \quad (5)$$

Залежності (4) та (5) дають рівняння еліптичного типу:

$$\left(\frac{4 Nu_\infty}{k_w \tilde{d}_e^2} \right) \tilde{v} \tilde{\Delta} t = \frac{\partial^2 \tilde{\Delta} t}{\partial \tilde{x}^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\Delta} t}{\partial \tilde{y}^2} = \Delta \tilde{\Delta} t \quad (6)$$

Розв'язання диференційного рівняння (6) ускладнюється наявністю добутку невідомих – числа Нусельта та відносної надлишкової температури. Таким чином, кінцево-різницева схема дасть систему нелінійних рівнянь.

Коефіцієнт поля швидкості k_w визначається шляхом наближеного інтегрування профілю швидкості, тому він відомий лише наближено. Щоб вилучити наближений коефіцієнт k_w з рівняння (6) замість числа Нусельта приймаємо як невідому весь вираз у дужках.

Граничні умови в даній математичній моделі відомі абсолютно точно: на межі перерізу при $y = y_{max}(x)$ $\tilde{w} = \tilde{\Delta} t = 0$, а при $x = y = 0$ $\tilde{w} = \tilde{\Delta} t = 1$.

У чверті двокутного перерізу вводимо нерівномірну сітку (рис. 3 а) таким чином, щоб крайні вузли знаходилися на межі перерізу. Це дозволяє абсолютно точно врахувати граничні умови.

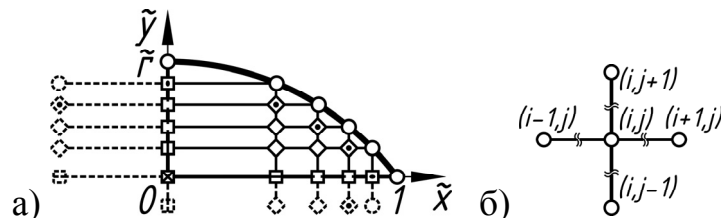


Рис. 3. Сітка на чверті перерізу: а – схема сітки, б – шаблон сітки.
Пунктиром позначені фантомні вузли.

Відкинуті три чверті перерізу замінюються умовами симетрії

параметрів течії. Для цього вузли, що мають сусідні вузли на осях перерізу, віддзеркалюються відносно відповідних осей з утворенням фантомних вузлів. Умова симетрії: параметри течії кожного фантомного вузла дорівнюють параметрам відповідного вихідного вузла.

Оскільки градієнт швидкості біля осі перерізу є мінімальним, а ближче до вершин зростає, то доцільно ввести сітку, що згущується до вершини перерізу. Хороший результат показала така сітка, що вузли на межі перерізу ділять її на рівні частини.

Приймаємо шаблон сітки “хрест” (рис. 3 б). Апроксимація похідних на нерівномірній сітці та рівняння (1) та (6) набувають громіздкого вигляду. При розв’язанні рівняння (6) на певній сітці використовується розв’язок рівняння (1) на такій же сітці. Цей розв’язок підставляється до рівняння (6). Розв’язання виконується за допомогою функції `fsolve` програми SciLab [9].

Результати розв’язання рівняння дають гладку криву (рис. 4). При відношенні довжини малої півосі r до довжини великої півосі R $\tilde{r} = r/R = 1$ маємо значення $Nu_{\infty} = 3,6565$, яке відрізняється на 0,011 % від довідникового [10] – $Nu_{\infty} = 2,70442/2 = 3,6569$. Останнє як більш достовірне використано при апроксимації.

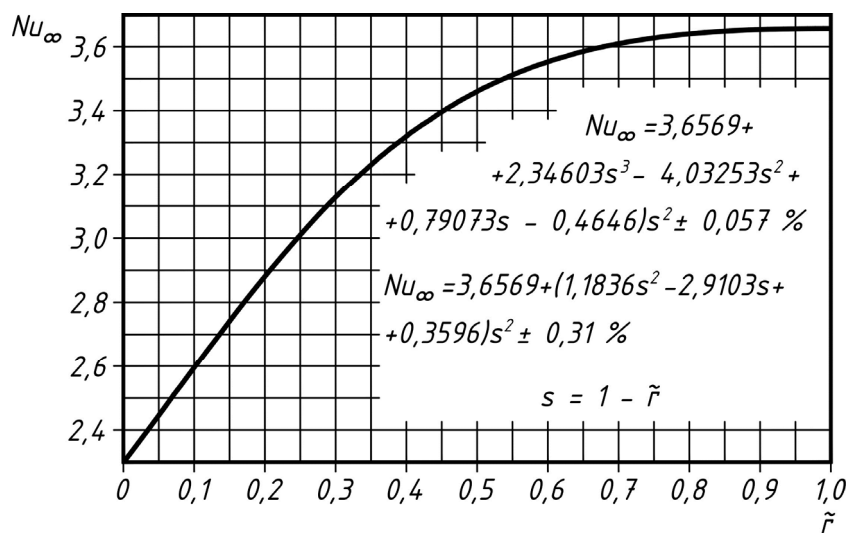


Рис. 4. Число Нусельта

Проаналізуємо геометричні особливості відносного профілю температури (рис. 5). При $\tilde{r} = 1$ (рис. 5 а,б) маємо вісесиметричний профіль з найбільшим градієнтом температури біля меж. Чим більшим є градієнт температури біля межі перерізу [10], тим більш інтенсивно відбувається теплообмін. Тому число Нусельта (рис. 4) є найбільшим саме при круглому перерізі ($\tilde{r} = 1$).

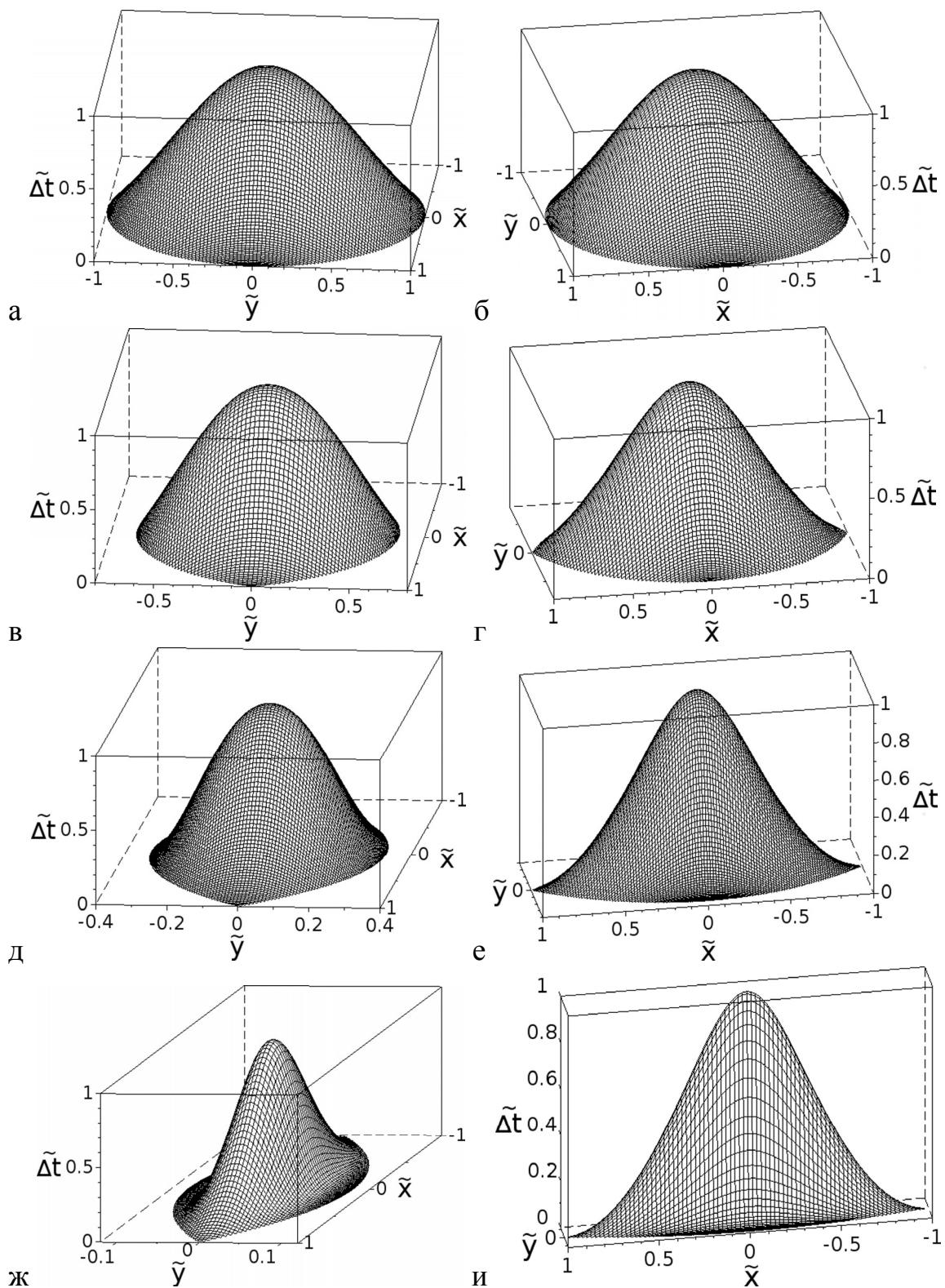


Рис. 5. Профілі температури:
 а, б – $\tilde{r} = 1$; в, г – $\tilde{r} = 0,67$; д, е – $\tilde{r} = 0,33$; ж, и – $\tilde{r} = 0,1$;

При $\tilde{r} = 0,67$ (рис. 5 в,г) біля вершин перерізу профіль набуває сідлоподібної форми. Це призводить до зниження градієнта температури біля вершин. Але в більшій частині меж перерізу він зберігається на

високому рівні. Саме тому число Нусельта зменшується порівняно з круглим перерізом лише на 1,67 %. При $\tilde{r} = 0,52$ спостерігається зменшення числа Нусельта на 4,78 %, а при 0,51 – 5,08 %. Десятивідсотковий бар'єр досягається біля $\tilde{r} = 0,4$. При $\tilde{r} = 0,4$ маємо зниження числа Нусельта на 9,20 %, а при $\tilde{r} = 0,38$ – 10,14 %. Подальше зменшення відношення довжини осей \tilde{r} призводить до суттєвого і близького до лінійного (рис. 4) зменшення числа Нусельта, тобто інтенсивності теплообміну. Причина цього явища добре видна з рис. 5 д. Біля кінців малої осі перерізу також формується сідлоподібний профіль температури. При $\tilde{r} = 0,1$ вздовж усього перерізу маємо значно менший градієнт ніж у центральній частині. Профіль набуває капелюхоподібної форми з “полями” вздовж стінок. При цьому залежність між числом Нусельта і співвідношенням довжини осей \tilde{r} стає лінійною.

Отже, інтенсивний теплообмін спостерігається при відношеннях довжини осей $\tilde{r} \leq 0,52$. При цьому тепловіддача відрізняється не більше ніж на 5 % від круглого трубопроводу. При $\tilde{r} \leq 0,4$ інтенсивність теплообміну знижується зі зменшенням коефіцієнта тепловіддачі до 10 %. Подальше зменшення відношення \tilde{r} суттєво погіршує умови теплообміну і не рекомендується при конструюванні теплообмінників.

Висновки. Отримано двовимірний профіль температури стабілізованої усталеної ламінарної течії у двокутному каналі при стабілізованому теплообміні. Проаналізовано геометричні особливості профілю температури. Біля вершин він має сідловидну форму. При зменшенні відношення довжин осей аналогічна форма профілю спостерігається біля кінців малої осі. При малих відношеннях довжин осей перерізу – біля 0,1 або менше – профіль набуває капелюхоподібної форми з полями, оскільки вздовж усього периметру утворюється смуга з малим градієнтом температури. Показано, що при значеннях відношення довжин осей менше 0,4 інтенсивність тепловіддачі є низькою. Такі співвідношення не рекомендуються при розробці теплообмінників.

Література

1. Кезля Е.А. Воздухонагреватель из полимерной плёнки для систем воздушного отопления теплиц. – Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. -К., 1988.

2. Алишаев М.Г. Точные решения ламинарного движения вязкой жидкости по прямолинейным трубам некруглых сечений. // Дагестанские электронные математические известия: Научно-образовательный журнал. Электронное периодическое издание. Т. 1 2013 С. 88-102 [<http://mathreports.ru/static?id=130>]

3. *Алямовский А.А.* SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарёв. – Спб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

4. *Алямовский А.А.* SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – Спб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.

5. *Белов И.А., Исаев С.А.* Моделирование турбулентных течений: Учеб. пособие. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2001. – 108 с.

6. *Maric T., Mooney K., Höpken. J.* Getting Started with OpenFOAM Technology: RAW. – Birmingham-Mumbai.: PASCIT Publishing, 2014. – 59 p. [<https://www.safaribooksonline.com/library/view/getting-started-with/9781782161769/>]

7. *Walter E.* Numerical Methods and Optimization: a Consumer Guide /- Springer, 2014.- 476 p.

8. *Бабенко К.И.* Основы численного анализа. – М.-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2002. - 848 с.

9. *Алексеев Е.Р.* Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова, Е.А. Рудченко. – М.: ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 260 с.

9. *Цветков Ф.Ф.* Тепломассообмен: учебник для ВУЗов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 562 с.

АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИИ ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ЛАМИНАРНОМ ДВИЖЕНИИ В ДВУУГОЛЬНОМ КАНАЛЕ С ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ СТЕНОК

Е.Н. Гумен, В.А. Милейковський, В.Г. Дзюбенко

Выполнен расчёт и рассмотрены геометрические особенности профиля температуры стабилизированного установившегося ламинарного течения в канале двугольного сечения при постоянной температуре стенок и стабилизированном теплообмене. Проанализировано влияние особенностей формы профиля на теплоотдачу. Показано, что профиль температуры имеет седловидную форму около вершин двугольника. С уменьшением отношения длины осей сечения около концов короткой оси профиль также приобретает седловидную форму. Это снижает интенсивность теплообмена. При малых отношениях – до 0,1 – профиль приобретает шляпообразную форму, что приводит к линейному уменьшению коэффициента теплоотдачи

**ANALYSIS OF TEMPERATURE PROFILE GEOMETRY AT LAMINAR
FLOW IN A DIGONAL DUCT WITH CONSTANT WALL
TEMPERATURE**

O. Gumen, V. Mileikovskiy, V. Dziubenko

We performed calculations and analysis of geometrical features of temperature profile for a stabilized steady laminar flow in a digonal duct at constant wall temperature and stabilized heat transfer. We analysed influence of profile shape features on heat transfer rate. The temperature profile is saddle-shaped near to digon vertices. When section axes length ratio drops the profile becomes saddle-shaped also at short axis ends. It decreases the heat transfer rate. At low relations – under 0,1 – the profile has shape like a hat with brim that cause linear heat transfer rate decrease.

ЗМІСТ

<i>Landolfi M., Giorgio D.</i>	
DYNAMIC ENERGY SIMULATION OF NZEB BLOCK OF FLATS TO BE BUILT IN KIEV	3
<i>Voznyak O., Pona O., Eltman A., Sharoval S., Spodyniuk N.</i>	
METHOD OF DETERMINING THE EFFICIENCY OF HELIOCOLLECTOR IN SYSTEM WITH FORCED CIRCULATION OF COOLANT	10
<i>Басок Б.І., Новіков В.Г., Лисенко О.М., Приємченко В.П., Ряснова О.В.</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯМ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ БЮДЖЕТНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ	17
<i>Божко И.К., Недбайло А.Н., Ткаченко М.В.</i>	
ПОЛИВАЛЕНТНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАССИВНОГО ДОМА	22
<i>Болгарова Н.М.</i>	
ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОСТОРУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ	31
<i>Витвицкая Е.В.</i>	
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ГОРОДОВ УКРАИНЫ И НОВЫЕ КЛИМАТОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ НИХ	35
<i>Высоцкая М.В.</i>	
ХОЛОДНАЯ ВОДА КАК НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ	41
<i>Гетун Г.В., Чухрай С.М., Атаманюк І.О.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ПОКРИТТЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ШЛЯХОМ	47
<i>Гламздин П.М., Шварценбергер Р.</i>	
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЫМОГАРНЫХ КОТЛОВ С ДВУМЯ ЖАРОВЫМИ ТРУБАМИ	53
<i>Гламздин П.М., Цикал К.О., Микитась М.В.</i>	
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	58
<i>Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Новіцька М.П., Кузьель Л.М., Красота Д.О.</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСУ ЧЕРЕЗ СУЧАСНІ ВІКОННІ КОНСТРУКЦІЇ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	65
<i>Дмитроченкова Э. И., Довгалюк В.Б.</i>	
АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	73
<i>Желих В.М., Пашкевич В.З., Фурдас Ю.В.</i>	
ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОБУТОВОЇ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	79
<i>Желих В.М., Шаповал С.П., Венгрин І.І.</i>	
ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ ВІД КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ЗАХИЩЕННЯ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	84
<i>Журавська Н.Є.</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРЕГАЮЧА, ЕКОЛОГО - ТЕХНОЛОГІЧНА КОНЦЕПЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СВК – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	89
<i>Задояний О.В., Євдокименко Ю.М.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВУЗЛА «ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧ-КАПЛЕВЛОВЛЮВАЧ-ПОВІТРОНАГРІВАЧ» ПРЯМОТОКОВОЇ СКП З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ ПОТОКІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ	95
<i>Злоба В.В., Кондратюк У.В.</i>	
ГРАФІЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ТРИВАЛОСТІ ПЕРІОДУ ОХОЛОДЖЕННЯ НА ОСНОВІ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	104
<i>Кащенко Т.О., Асланян В.Е., Казаков Д.О., Уваров В.О.</i>	
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА БУДІВЛЯ ШКОЛИ В ЖАРКОМУ КЛІМАТІ: ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ	110

Каястха К.П. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СКВАЖИНЫ С ГРАВИЙНО-ЗОНТИЧНЫМ ФИЛЬТРОМ УШИРЕННОГО КОНТУРА	119
Коваль В.Б. КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ОБЛАШТУВАННЯ ТЕПЛО- ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИМИ САНДВІЧЕВИМИ МАТЕРІАЛАМИ ВНУТРІШНІХ ПРИМІЩЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	124
Куліков П.М., Плоский В.О. ПРІОРИТЕТИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В КНУБА: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА	131
Леньов А.А., Король В.П., Каценко Т.О., Селиванов О.І. ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СМІТТЄПЕРЕРОБНИХ КОМПЛЕКСІВ	135
Шуань Л. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ В СТИЛЕ МОДЕРН В РЕЗИДЕНИИ ГУБЕРНАТОРА ЦИНДАО (КИТАЙ)	140
Лисак О.В., Малкін Е.С. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКИХ КОНВЕКТИВНИХ КАНАЛІВ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ НА ГАБАРИТИ ПРИЛАДІВ	148
Литвиненко Т.П., Гасенко Л.В. ПРИЙОМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ РУХУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	155
Лісун І.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРШОГО ЕТАПУ ТРАНСФОРМАЦІЇ МОДУЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ S ₄	161
Мартинов В.І., Крилов Є.О. ПІДБІР СКЛАДУ В'ЯЖУЧОГО ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ	167
Мартинов В.Л. ОПТИМІЗАЦІЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНОГО РІВНЯ ТЕПЛОВТРАТ	174
Мойсеєнко В.В. ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ МІСТКОСТІ БАЛОННИХ ГАЗОВИХ ПАЛИВ	181
Мостовенко О.В. АФІННІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДИСКРЕТНО ПОДАНИХ ПОВЕРХОНЬ (ДПП) З УРАХУВАННЯМ ОБ'ЄМУ, ЩО ПЕРЕКРИВАЄТЬСЯ	183
Павлюк В.В., Старостіна Г.В. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ В'ЯЖУЧІ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕС МОДИФІКОВАНІ СУЛЬФАТНИМИ І КАРБОНАТНИМИ ДОБАВКАМИ	189
Пасічник П.В. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОГЛИНАЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ АБСОРБЕРА СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВИГОТОВЛЕНОГО З ВУГЛЕГРАФІТОВОЇ ТКАНИНИ	194
Петраш В.Д., Поломанний А.А. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ НА ОСНОВЕ ПАРОКОМПРЕССОРНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ УТИЛИЗИРУЕМОЙ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАННЫХ ВОДНЫХ И ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ.	198
Пінчук В.С., Кошева В.О., О.М. Панько ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ СЕРТИФІКАЦІЇ «ЗЕЛЕНОГО» БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ	205
Петраш В.Д., Полунин Ю.Н. ТЕПЛОНАСОСНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТОКА В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ	214

Погосов І.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ СИСТЕМ ПАРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ПРИ ЗАМІНІ РЕДУКЦІЙНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ ВУЗЛІВ НА ТУРБИНИ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ	222
Предун К.М., Комаренко І.О. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	229
Приймак О.В., Швачко Н.А. ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	236
Пугачев Е.В., Савчук Л.С. ВЛИЯНИЕ УГЛА ПОВОРОТА НИЖНЕЙ ЧАСТИ ОТРАЖАЮЩЕГО ЭКРАНА НА ОСВЕЩЕННОСТЬ ПЛОСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ	241
Радомцев Д.О. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ НЕБОСХИЛІВ ДЛЯ М. КИЄВА НА ОСНОВІ ДСТУ ISO 15469:2008 «РОЗПОДІЛ ЯСКРАВСТІ ДЕННОГО СВІТЛА ПРОСТОРОВИЙ»	248
Ромашко С.Г. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДИЗАЙНУ	262
Росінський В.М. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО- ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД	269
Семеняко С.О., Теренчук С.А. МОНІТОРИНГ СУЧАСНИХ БІОПОЗИТИВНИХ ШУМОЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ	274
Сергейчук О.В., Рейцен Е.О., Громадський Ю.С. ВРАХУВАННЯ ЗАДАЧ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НОВІЙ РЕДАКЦІЇ ДБН В.2.5-28 «ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»	282
Селиванов О.І. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ З ТОЧКИ ЗОРУ АРХІТЕКТОРА	289
Тимофєєв М.В., Прищенко А.М. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ І ЖОРСТКОСТІ ПІДРІЗОК В МОНОЛІТНИХ СТІНАХ З ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ ВІЗЛІВ	296
Харитонов Ю.М. СТРУКТУРНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ МУНІЦИПАЛЬНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	302
Харитонов Ю.М., Подасько М.Ю. ІННОВАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	308
Чепурна Н.В., Кириченко М.А., Чепурний В.В. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЬ	314
Четверіков Ю.В. ДОСВІД ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ М. МІОНХЕН (ФНР) ПО ВПРОВАДЖЕННІ МАГІСТРСЬКИХ ПРОГРАМ «ЕКОЛОГІЧНА ІНТЕГРАЦІЯ»	320
Чирва В.М., Чирва Т.Л., Романенко К.М., Яструбінецький В.Л. ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТУ	324
Шаповал С.П. ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕЛІОПОКРІВЛІ ІЗ ВІДКРИТИМ ТЕПЛОПОГЛИНАЧЕМ	329
Шапран О.В., Кащенко Т.О. КОМФОРТНІСТЬ ШКІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ (НА ПРИКЛАДІ КОНКУРСНОГО ПРОЕКТУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ШКОЛИ В МІСТІ ГАЗІАНТЕП, ТУРЕЧЧИНА)	334
Шепітчак В.Б., Желих В.М., Фурдас Ю.В. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ІЗ ПОВОРОТНИМИ ВИПРОМІНЮВАЧАМИ	340

Шовкопляс С.М.	
ОВОИДНЫЙ ГЕОКУПОЛ С УВЕЛИЧЕННЫМИ НЕСУЩИМИ СТЕНОВЫМИ ПАНЕЛЯМИ	345
Якуш Є.Ю.	
ФУТЕРІВКА ТЕПЛОВИХ АГРЕГАТИВ ІЗ ЖАРОСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТУ	357
Рогожин Д.В., Бужинський В.В., Вітковський В.С., Карпюк М.А., Тур О.А.	
ПРОДСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ З РЕАГЕНТНОЮ ОБРОБКОЮ ВОДИ ДЛЯ ПІДЖИВЛЕННЯ	363
Vixbaum C., Paulitsch S.	
IMPACT OF COOL ROOFING MEMBRANES ON THE HYGROTHERMAL PERFORMANCE OF LOW-SLOPED ROOF STRUCTURES IN TIMBER CONSTRUCTION	370
Никитин Е.Е.	
ОРГАНИЗАЦИЯ БЕНЧМАРКИНГА В СФЕРЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	383
Гумен О.М., Мілейковський В.О., Дзюбенко В.Г.	
АНАЛІЗ ГЕОМЕТРІЇ ПРОФІЛЮ ТЕМПЕРАУРИ ПРИ ЛАМІНАРНМУ РУСІ У ДВОКУТНОМУ КАНАЛІ З ПОСТІЙНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ СТІНОК	388
ЗМІСТ	397
Реєстр розсилання науково-технічного збірника “Енергоефективність в будівництві та архітектури”	
Приклад оформлення статей	

Реєстр розсилання науково-технічного збірника “Енергоефективність в будівництві та архітектури”

№ п/п	Адреса	Назва організації, підприємства, установи
а) до установ, перелік яких затверджено ДАК МОН України для обов’язкової розсилки авторефератів дисертацій та Держкомполітики України для обов’язкової розсилки друкованих засобів масової інформації		
1.	01220, м. Київ, вул. Банкова, 11	Адміністрація Президента України
2.	01008, м. Київ, вул. Грушевського, 12/2	Кабінет Міністрів України
3.	01033, м. Київ, пр. Перемоги, 10	Міністерство освіти і науки України
4.	01001, м. Київ, вул. Хрещатик, 34	ДАК Міністерства освіти і науки України
5.	03039, м. Київ, пр. 40-річчя Жовтня, 3	Національна наукова бібліотека України ім. В.І.Вернадського
6.	01601, м. Київ, вул. Грушевського, 1	Національна парламентська бібліотека України
7.	79001, м. Львів, МСП, вул. Стефаника, 2	Львівська наукова бібліотека України ім. В.Стефаника
8.	65020, м. Одеса, вул. Пастера, 13	Одеська державна наукова бібліотека ім. М. Горького
9.	61003, м. Харків, провулок Короленка, 18	Харківська державна наукова бібліотека ім. В.Г.Короленка
10.	01601, м. Київ, вул. Володимирська, 58	Наукова бібліотека ім. М. Максимовича Київського національного університету ім. Т.Г.Шевченка
11.	43009, м. Луцьк, пр. Волі, 13	Волинський державний університет ім. Л. Українки
12.	49025, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72	Дніпропетровський державний університет
13.	83055, м. Донецьк, вул. Університетська, 24	Донецький державний університет
14.	69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66	Запорізький державний університет
15.	01017, м. Київ, вул. Володимирська, 64	Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка
16.	79002, м. Львів, вул. Університетська, 1	Львівський державний університет ім. І.Я.Франка
17.	65057, м. Одеса, вул. Петра Великого, 2	Одеський державний університет ім. І.І.Мечнікова

№ п/п	Адреса	Назва організації, підприємства, установи
18.	95038, м. Сімферополь, вул. Ялтинська, 4	Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського
19.	40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2	Сумський державний університет
20.	88000, м. Ужгород, вул. Горького, 4	Ужгородський державний університет
21.	91034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20а	Східноукраїнський державний університет
22.	76000, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57	Прикарпатський університет ім. В.Стефаника
23.	61006, м. Харків, пл. Свободи, 4	Харківський національний університет
24.	18000, м. Черкаси, бульв. Т.Шевченка, 81	Черкаський державний університет ім. Б.Хмельницького
25.	58012, м. Чернівці, вул. Коцюбинського, 2	Чернівецький національний університет ім. М. Федьковича
26.	02094, м. Київ-94, пр. Гагаріна, 27	Книжкова палата України
27.	03680, м. Київ-171, вул. Антоновича, 180	Державна науково-технічна бібліотека України
28.	01601, м. Київ, вул. Прорізна, 2	Держкомінформполітики України
29.	04070, м. Київ-70, Контрактова пл. (Гостинний двір)	Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека ім. В.Г.Заболотного
б) до вищих навчальних закладів та профільних науково-дослідних установ		
30.	03680, м. Київ-171, вул. Антоновича, 180	Український інститут науково-технічної інформації
31.	79646, м. Львів, вул. Бандери, 12	НУ "Львівська політехніка" /бібліотека/
32.	86132, м. Макіївка Донецької обл., вул. Державіна, 2	Донбаська національна академія будівництва і архітектури /бібліотека/
33.	49027, Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг, вул. ХХІІ партз'їзду, 11	Криворізький технічний університет /бібліотека/
34.	65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4	Одеська державна академія будівництва і архітектури /бібліотека/
35.	36601, м. Полтава, Першотравневий пр. 24	Полтавський національний технічний університет /бібліотека/
36.	33000, м. Рівне, вул. Соборна, 11	Національний технічний університет водного господарства та природокористування /бібліотека/
37.	49600, м. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24а	Придніпровська державна академія будівництва і архітектури /бібліотека/

№ п/п	Адреса	Назва організації, підприємства, установи
38.	61002, м. Харків, вул. Сумська, 40	Харківський державний технічний університет будівництва і архітектури /бібліотека/
39.	61078, м. Харків, вул. Петровського, 25	Харківський національний технічний автомобільно-дорожній університет /бібліотека/
40.	61078, м. Харків, вул. Революції, 12	Харківська національна академія міського господарства /бібліотека/
41.	21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.	Вінницький національний технічний університет /бібліотека/
42.	03058, м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1	Київський національний авіаційний університет /бібліотека/
43.	03037, м. Київ-37, Повітрофлотський пр.31	Київський національний університет будівництва і архітектури /бібліотека/
44.	03037, м. Київ-37, Повітрофлотський пр.31	Київський національний університет будівництва і архітектури /відділ НТІ/
45.	03037, м. Київ-37, Повітрофлотський пр.31	Київський національний університет будівництва і архітектури /проректору про науковій роботі/
46.	95000, м. Сімферополь, вул. Київська, 181	Національна академія природоохоронного та курортного будівництва
47.	03032, м. Київ, бульвар Шевченка, 60	РВПС України НАН України /бібліотека/
48.	03025, м. Київ, вул. В.Житомирська, 9	Науково-дослідний і проектний інститут містобудування /бібліотека/
49.	84646, м. Горлівка Донецької області	Автомобільно-дорожній інститут ДНТУ /бібліотека/
50.	69600, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226.	Запорізька державна інженерна академія /бібліотека/
51.	43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56	Луцький національний технічний університет /бібліотека/
52.	03039, м. Київ, пр. 40-річчя Жовтня, 50	УкрНДПщивільсільбуд /бібліотека/
53.	03035, м. Київ, вул. Смирнова-Ласточкина, 20	Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури /бібліотека/
54.	03133, м. Київ, бульв. Л.Українки, 26	УДНДПМ "ДПРОмісто" /бібліотека/
55.	94204, м. Алчевськ, пр. Леніна, 16	Донбаський державний технічний університет /бібліотека/
56.	95000, м. Сімферополь, вул. Київська, 181	Національна академія природоохоронного та курортного будівництва
57.	01133, м. Київ-33, бульв. Лесі Українки, 26	УДНДПМ "ДПРОмісто"
58.	01133, м. Київ-33, бульв. Лесі Українки, 26	КиївЗНДІЕП
59.	84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51	Горлівський автодорожній інститут Донецького національного технічного університету

УДК

(Times New Roman 14)

І. П. Прізвище, наук. ступінь, посада

(1 інтервал)

НАЗВА СТАТТІ (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)

(1 інтервал)

Місце роботи автора, країна (Times New Roman, 14 пт, курсив, по центру)

(1 інтервал)

Анотація мовою статті (Times New Roman, 14 пт, напівжирний курсив, з абзацу, по ширині)

(Інтервал відсутній. Починається текст статті, який відповідає вимогам МОНмолодьспорту України до наукових публікацій, тобто повинен мати відповідну структуру. Шрифт Times New Roman, 14 пт.)

Постановка проблеми. Текст ...

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Текст ...

Формулювання цілей та завдання статті (або Постанова задачі). Текст

Основна частина. Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 інтервал)

Рисунки мають бути чіткими, підготовленими для безпосереднього відтворення (з урахуванням масштабування та у сірих відтінках)

Рис.1. Назва рисунку

(Вставляється як напис під рисунком. Times New Roman, 12 пт, центровано відносно рисунку)

(1 інтервал)

Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

$z = f(x, y)$ (центровано.)

(Times New Roman, 14 пт) (1)

Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 інтервал)

(Times New Roman, 14 пт, курсив, по правому краю) *Таблиця 1*

Назва таблиці (Times New Roman, 14 пт, по центру)

--	--	--	--

(1 інтервал)

Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

Висновки. Текст ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 інтервал)

Література (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)

(1 інтервал)

1. Підгорний О. Л., Щепетова І. М., Сергейчук О. В., Зайцев О. М., Процюк В. П., Світлопрозорі огороження будинків. Навчальний посібник. К.: Видавець Домашевська О.А. 2005.-282с.

2. ... (Times New Roman, 14 пт, з абзацу, П.І.П. авторів виділити курсивом)

(2 інтервали)

Додатково подається анотація на інших двох мовах відмінними від мови, якою написана стаття: російською, англійською.

НАЗВАНІЕ СТАТЬИ (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)

И. О. Фамилия (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, курсив, по центру)

(1 інтервал)

Текст анотації ... (Times New Roman 14, з абзацу)

(1 інтервал)

TITLE OF THE ARTICLE (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)

Name S. Lastname (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, курсив, по центру)

(1 інтервал)

The text of the summary... (Times New Roman 14, з абзацу)

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ! Поля: ліве, праве, нижнє – 25 мм, верхнє – 20 мм, відступи абзаців - 12,5 мм, відстань між рядками – одинарний інтервал. Рекомендований обсяг статті становить 5 повних сторінок.

УДК

(Times New Roman, 14 пт)

И. О. Фамилия, науч. степень, должность

(1 интервал)

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (Times New Roman, 14 пт, полужирный, по центру)

(1 интервал)

Место работы автора, страна (Times New Roman, 14 пт, курсив, по центру)

(1 интервал)

Аннотация на языке статьи... (Times New Roman, 14 пт, полужирный, курсив, с абзаца)

(Интервал отсутствует. Начинается текст статьи, который соответствует требованиям МОИмолодежьспорта Украины к научным публикациям, т.е. должен иметь соответствующую структуру. Шрифт Times New Roman, 14 пт.)

Постановка проблемы. Текст ...

Анализ последних исследований и публикаций. Текст ...

Формулирование целей и заданий статьи (или Постановка задачи). Текст

Основная часть. Текст статьи ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 интервал)

Рисунки должны быть четкими, подготовленными для непосредственного воссоздания (с учетом масштабирования и в серых оттенках)

Рис.1. Название рисунка (Times New Roman, 12 пт)

(Вставляется как надпись под рисунком, отцентрировано относительно рисунка)

(1 интервал)

Текст статьи ... (Times New Roman, 14 пт.)

$z = f(x, y)$ (отцентрировано)

(Times New Roman, 14 пт) (1)

Текст статьи ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 интервал)

(Times New Roman, 14 пт, курсив, по правому краю) *Таблица 1*

Название таблицы (Times New Roman, 14 пт, по центру)

--	--	--	--

(1 интервал)

Текст статьи ... (Times New Roman, 14 пт.)

Выводы. Текст ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 интервал)

Литература (Times New Roman, 14 пт, полужирный, по центру)

(1 интервал)

1. Підгорний О. Л., Щепетова І. М., Сергейчук О. В., Зайцев О. М., Процюк В. П., Світлопрозорі огороження будинків. Навчальний посібник. К.: Видавець Домашевська О.А. 2005.-282с.

2. ... (Times New Roman, 14 пт, с абзаца, Ф.И.О. авторов выделить курсивом)

(2 интервала)

Дополнительно подается аннотация на других двух языках отличных от языка, на котором написана статья: украинском, английском.

НАЗВА СТАТТІ (Times New Roman, 14 пт, полужирный, по центру)

І. П. Прізвище (Times New Roman, 14 пт, полужирный, курсив, по центру)

(1 интервал)

Текст анотації ... (Times New Roman 14, с абзаца)

(1 интервал)

TITLE OF THE ARTICLE (Times New Roman, 14 пт, полужирный, по центру)

Name S. Lastname (Times New Roman, 14 пт, полужирный, курсив, по центру)

(1 интервал)

The text of the summary... (Times New Roman 14, с абзаца)

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ! Поля: левое, правое, нижнее – 25 мм, верхнее – 20 мм, отступы абзацев – 12,5 мм, расстояние между строк – одинарный интервал. Рекомендованный объем статьи составляет 5 полных страниц.