



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

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ

ENERGY-EFFICIENCY IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

Науково-технічний збірник

The Collection of Proceedings

Випуск № 4 Issue No 4

КИЇВ 2013 KYIV

Науково-технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”. Випуск 4. Відповідальний редактор П. М. Куліков. – К.: КНУБА, 2013 р. – 328 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: П.М. Куліков (відп. редактор), П. П. Лізунов (заступник відп. редактора), В. О. Плоский (відп. секретар), В. А. Баженов, П.М. Гламаздин, Т. О. Кашченко, В. П. Корбут, А. М. Кравчук, Е. С. Малкін, О. Л. Підгорний, О.В.Приймак, О. В. Сергейчук, О. С. Слепцов, М. В. Степанов, В. В. Товбич.

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

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

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол № 16 від 5 квітня 2013 року.

Наукове фахове видання
ISSN 0131-579 X

©Київський національний університет
будівництва та архітектури

THE PROBLEMS OF THE THERMAL RECONSTRUCTION OF MASS LOW RISE DWELLING

*National University of Construction and Architecture, Ukraine
Eutecna Energia (member of OICE), Italia*

In this article, energy model of the low rise buildings (called “Khrushchevki”) is stimulated based on Energy Plus program. Rationale of the 3D model is to achieve energy efficiency and improve the energy performance through thermal insulation and applying to untraditional renewable energy sources instead of gas.

Actuality of the theme. Building sector has huge energy saving potential by reducing its energy consumption. Numerous low rise brick houses 1955-1970 (called “Khrushchevki”), was built to oil crisis of 1973 and after, currently require urgent general refurbishment which can be coupled with introduction of energy saving technologies and higher energy performance standards, and this fact opens a window of opportunity for the implementation of energy saving measures in a cost-efficient way [1].

The standardized housing development (called “khrushchevki”), occupies large scale territory, in close to Kiev city centers. Today, such kind of housing presents 10-15% of the total housing stock in Ukraine (70 million square meters of the total overall area, approximately 2.2 million apartment or 37 thousand of 5-storey of 60 housing apartment. 6 million square meter of the total overall area were build in Kiev [2].

Technically, these kind of industrialized buildings are not in a good condition owing to its low-quality construction and poor maintenance. Those apartments are tiny, with inconvenient room-planning, low thermal protection, thin walls and other disadvantages caused by lack of funds [3].

Energy efficiency is generally poor. Moisture and mould problems appear in some apartments due to poor thermal insulation. Such buildings typically have very simple outer facade and are now in poor condition, i.e. require urgent refurbishment which can be coupled with introduction of higher energy performance standards. At the same time majority of building stock are not equipped with energy saving measures, such as energy efficient windows, due to

lack of incentives to save thermal energy, which is caused by the absence of metering equipment for hot water and heating in majority in residential building stock [4].

Analysis of the main researches. Based on the analysis of the guidance researches shows the following possible aspects concerning the reconstruction (called “Khrushchevki”) [2][5]:

- Heightening of attic (without dwellers resettlement) and improvement of the outward buildings view and façade insulation, at the same time. Heightening of

attic (with dwellers resettlement) and improvement in finishing of the façades without preplanning of apartments.

- Building on attic with apartments preplanning of the typical storey's, at the same time (for example, project in Kiev, Gokovskova street).
- Raising of attic with preservation of the planning or preplanning of the apartments of building.
- Heightening with continuation - extension of the building.

The scientific novelty of the research. The main purpose of the article is an improvement in engineering and design solutions, equipment, and achieving energy conservation and efficiency in the building.

Practical value of the theme. Further improvement in energy conservation and efficiency in buildings «Khrushchevki» in Ukraine should be optimized according to the following parameters:

1. Improving thermal insulation of building envelope.
2. Using untraditional renewable energy sources instead of gas consumption.

Typical floor and attic is built during modernization of old building. Thermal insulated for walls, attic's roof, floor above passage and cold basement and change and replaced new windows.

Description of the model. The model is divided into 3 building sections, 5 typical storey's building with attic, was built in 1972. The area of the floor is around 471 m² with floor attic 532. Each floor consists of 6 dwelling apartments. There are two type of apartments (3 and 4 rooms). The area of 3 room apartment is about 36 m² and 4 room apartments is 48 m². The internal height of the floor is 2.8 m. Plan of series "Khrushchevki" 114-24-36 demonstrated drawing 3, is shown as an example. The main façade is oriented to South. Energy efficiency class of the building (E). The thermal resistance values, $R_{\text{wall}}=1,01\text{m}^2\text{k/W}$, $R_{\text{window}}=0,3\text{ m}^2\text{k/W}$, $R_{\text{roof}}=1,21\text{m}^2\cdot\text{k/W}$, $R_{\text{floor}}=0,5\text{ m}^2\cdot\text{k/W}$.

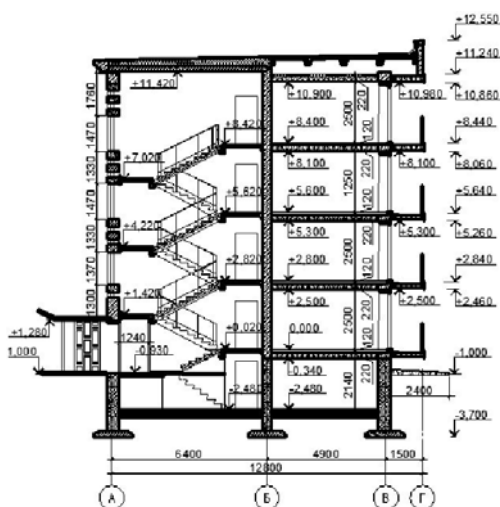


Fig.1
Section of old building envelop

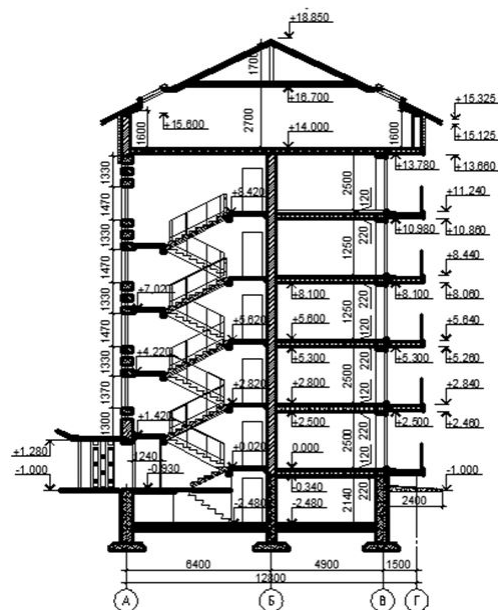


Fig.2
Section of new building envelop

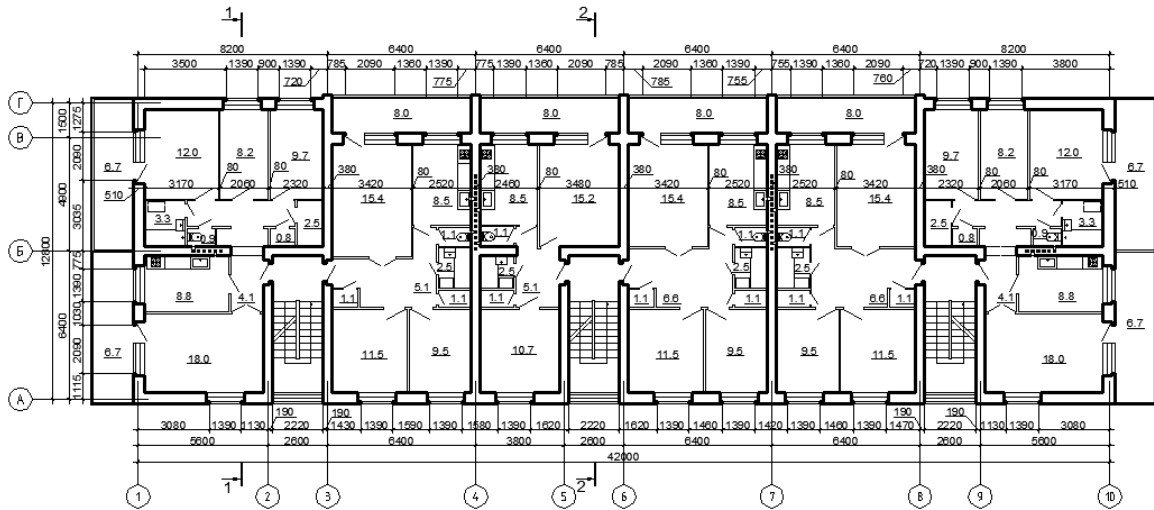


Fig.3 Typical floor plan of the building

Two different scenarios have been conducted intending for reducing energy consumption and greenhouse gas emissions and to ensure sustainable development to include measures to reduce the end use of energy in buildings:

First scenario: thermal insulated the main components of building envelope, changing and replacing windows that provide the (theoretical) maximum profit from capitalized investments and energy cost savings.

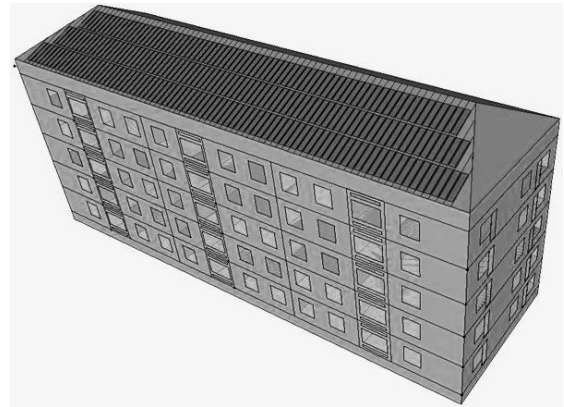


Fig.4 Geometrical 3D model

Table 1.

Old and new value of transmittance and cost of new envelope

	Total	cost x m2 [€]	Total cost [€]	R _{old} [m2k/W]	R _{new} [m2k/W]
Gross Wall Area [m2]	1868.79	25,5	47.659	1,01	4,05
Window Glass Area [m2]	351.48	96,85	34.042	0,3	0,8
Basement[m2]	537.6	25,5	13.709	0,5	4,3
Roof [m2]	582.8	26,3	15.328	1,21	4,5
Total cost [€]			110.738		

Energy consumption is calculated by EnergyPlus simulation tool [6] based on Climatic date [7].

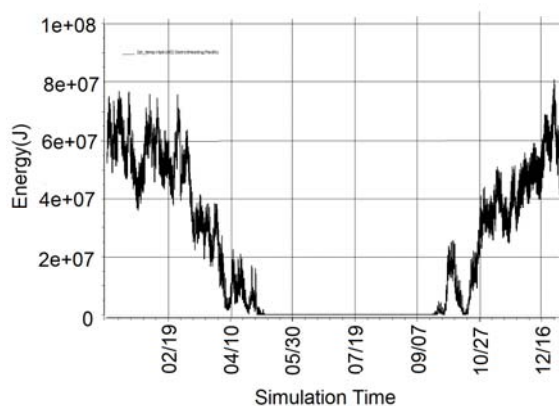
Table 2.

Climate date

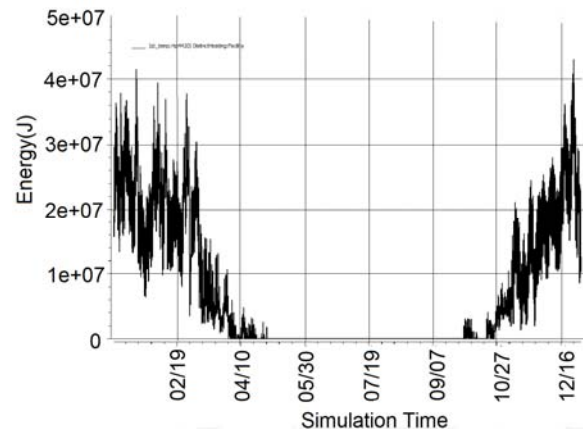
Program Version and Build	EnergyPlus-Windows-OMP-32 7.2.0.006, YMD=2013.04.14 16:14
---------------------------	--

Weather File	KIEV - UKR IWEK Data WMO#=333450
Latitude [deg]	50.40
Longitude [deg]	30.45
Elevation [m]	168.00
Time Zone	2.00
Setpoint winter temp. [C°]	20

Graphics 1. Comparison of energy consumption

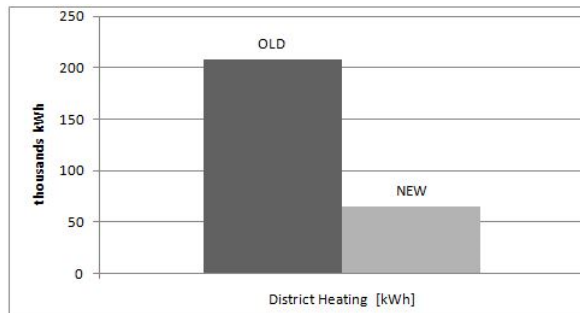


1.1 Energy consumption in old building

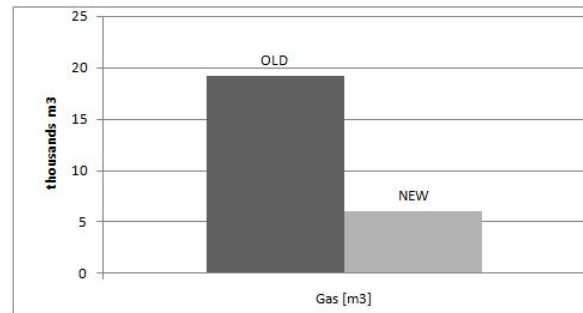


1.2 Energy consumption in new building

Graphics 2. Comparison of energy consumption



2.1 Comparison of energy consumption between old & new building



2.2 Comparison of gas consumption between old & new building

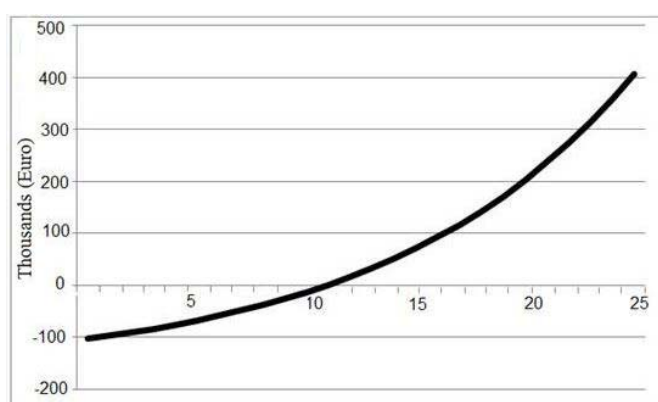
Cost effective: The simulation shows, the heat consumption of old building per year is 19209,5 Nm³ of gas. The total emission of CO₂ is 3841,9 Tons per year. The heat consumption of new building is 5993,13 Nm³ per year. 13216,37 Nm³ of gas can be saved every year based on the actual cost of the gas 0,4 € per Nm³. Accordingly 5286,55 can be saved in the first year. The capitalized investment has been analyzed based on financial parameters in Ukraine take into account cost of money % is 15%, general inflation is 7.4% [8] and Inflation of gas is 17%. [9]. Values are gathered over 8760 hours.

Table 3.

Simulation of new and old

Utility Use per year	OLD	NEW	DIFFERENCE
District Heating [kWh]	208,038.89	64,905.56	143,133.33
$\text{Gas} \frac{\text{Nm}^3}{\text{EURO}}$	$\frac{19,20}{9.50}$ 7,683.80	$\frac{5,993.1}{3}$ 2,397.25	$\frac{13,216.37}{5,286.55}$
CO2 emission [TONN]	3,841.90	1,198.63	2,643.27

Graphics 3. Financial analysis of the first scenario 1



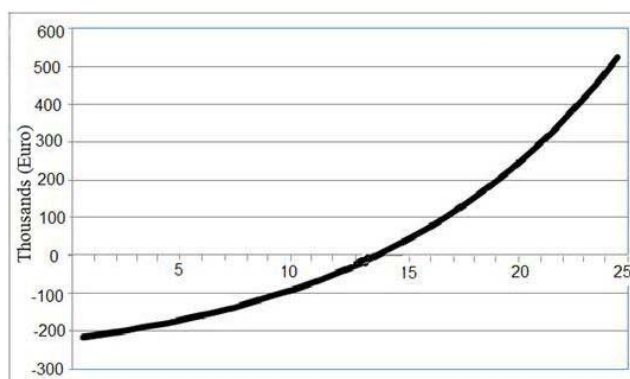
Economic analysis: The capitalized investment cost at the time 0 (start time) is 103161 €. The pay back of the investment will be achieved in 10,7 years, take into account 25 years is the life cycle of the new thermal insulation. After 25 years the investment will generate a positive value of 405981 €. Total emission of CO2 per year 1,19863 Tons.

Second scenario: using untraditional renewable energy sources instead of gas consumption by combining, thermal insulation envelope as conducted in the first scenario, with geothermal heat pump, radiant system and photovoltaic panels, in order to reduce the energy demand of heating of the building.

According to [10], Geothermal pump, radiant system and geothermal holes will be designed to cover 52 KW the peak power heat losses reached in the year's load peak. Concerning [11] geothermal pump within 60 kW power. Using earth energy, 10 holes are needed, 100 m each in depth, 1000 m totally. The COP of geothermal heat pump combining with radiant system is between 4 and 5 [10]. Based on COP, 12,980 kWh/year of electrical energy is needed to supply 64,90556 kWh/year of thermal energy to the building. Electrical energy can be supplied by a photovoltaic system installed on the roof of the building.

Photovoltaic. Based on [12], 1 kWp of optimally inclined modules produces around 1000 kWh per year, in Kiev. That means 12,980 kWh/year of electrical energy can be supplied by 15 kWp photovoltaic panels, installed on the top of the roof of the building, talking into 20 kWp can be installed on the area 240 m².

Graphics 4. Financial analysis for scenario 2



Economic analysis: The cost of thermal insulation is 103161 €, geothermal pump of power of 60 kw is 18935 €, radiant system for all floors is 29220 €, 10 holes is 19120 € and photovoltaic system is 45000 €. The total cost is 215436 €. The Cost of manpower is included. Based on (table 4) , 19209,50 m3 of gas per year, 7683,8 € will be saved in the first year. Inflation has to be taken into account for next years. Based on graphic .4, the pay back is 13,5 years. The investment return in 25 years is 524633,59 Euro. Total emission of CO2 per year is 0 kg.

Conclusion. The first variant shows that the returning capital of investment cost during 10,7 years. The second variant during 13,5 years. Second one requires making heavy investments due to the cost of photovoltaic systems. However, the second scenario is to be considered as profitable investments if the geothermal, heat pump and radiant system will consume the electricity produced by solar panels. If the life cycle of “Khrushchevki” is considered 10 or 15 years, the first scenario is to be considered as profitable investments. If 25 years, then the second scenario is to be considered as profitable investments. Taking into account not only cost efficiency but also environmental targets, reduced dependency of energy imports etc., these can be a meaningful option, which is realized already in some of the assessed countries.

Bibliography

1. Olena Kiva Energy Efficiency in the residential sector in Ukraine – iiiiee ,June 2009.— 63 p.
2. Lodmela Batshenska “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 (Translation from Russian).
3. Iryna Stasiuk. Khrouschevki With You, Always. Magazine "Architecture Critics Culture", Edition (3) 2008. – p. 94-103p.(Translation from Russian).
4. Economic Commission for Europe/ country profiles on the housing sector (Russian Federation) /United Nations/New York and Geneva, 2004. – p.33—35 <http://www.unece.org>.
5. Alexandar Zaytsov “The problem of attic at the reconstruction of residential buildings of first mass construction series” Habitation reconstruction , issued 8 , 2007 114-124 C. (Translation from Ukrainian).
6. EnergyPlus Energy Simulation Software (<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/openstudio.cfm>).
7. Climatology in buildings: of DSTO-N B V.1.1-27: 2010 [put into operation 2011-11-01] / MINREGIONBOD of Ukraine. - K. Ukrarkbodinform, 2011. –107 page - (State standard of Ukraine) (Translation from Russian).
8. RBK Ukraine www.rbc.ua/.../inflyatsiya-v-ukraine (Translation from Ukrainian).
9. Short content of energy Strategy 2025 and Municipal energy plan 2011 – 2015.
10. Mokhamad Dib & Maurizio Landolfi. The problems of the thermal

reconstruction of mass low rise dwelling. Published in international scientific, theoretical and practical book of the conference SED-11, (2011) p. 88-94.

11. NIBE Industrial ,www.teplonasos.ua

12. Photovoltaic solar electricity potential in European countries - http://www.renewable-energy-sources.com/wp-content/uploads/2012/09/pvgis_Europe-solar_opt_publication.png

Аннотация

В статье приводится анализ возможностей термореконструкции модели малоэтажки (так называемой "Хрущевки"), для этого была разработана модель на основе программы Energy Plus. Обоснование 3D-модели термореконструированного здания включает в себя: теплоизоляцию и возобновляемые источники энергии.

Анотація

В статті наводиться аналіз можливостей термореконструкції моделі малоповерхівки (так званої "Хрущовки"), для цього була розроблена модель на основі програми Energy Plus. Обґрунтування 3D-моделі термореконструйованої будівлі включає в себе: теплоізоляцію та відновлювані енергетичні джерела.

ТЕПЛОВІ ВТРАТИ ТРУБОПРОВОДАМИ МІКРОРАЙОННОЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ В УМОВАХ ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Харківський національний університет міського господарства, Україна

Розглянуто вплив додаткової теплоізоляції будівель на тепловтрати трубопроводами мікрорайонної опалювальної мережі. Проаналізовано зміну теплових втрат в залежності від черговості утеплення будівель мікрорайону. Показано, що найменші тепловтрати характерні для варіанту утеплення найбільш віддалених від центрального теплового пункту будівель.

Одним з основних напрямів енергозбереження у житлово-комунальному секторі господарства все ще залишається застосування додаткової теплоізоляції будівельних конструкцій існуючих будівель. В умовах централізованого теплозабезпечення груп будівель зміна розрахункового опалювального навантаження може обумовлювати зміну теплового стану трубопроводів опалювальної мікрорайонної мережі й витрат теплоносія, що також необхідно враховувати при оцінках економічного ефекту утеплення будівель.

У роботі розглянуто групу будівель (див рис.) у м. Харкові з сумарним опалювальним навантаженням при розрахунковій температурі зовнішнього повітря $Q_{o.p.}=12,6$ МВт. Системи опалення приєднані до теплових мереж за залежною схемою за допомогою водоструминних елеваторів. У роботі прийнято, що зменшення теплової енергії для потреб опалення утепленої споруди забезпечене зниженням температури теплоносія на ввіді до системи опалення зміною коефіцієнта змішування водоструминного елеватора. Температуру мережної води у характерних точках системи опалення та витрати води залежно від ступеня ефективності додаткової теплоізоляції будівельних конструкцій споруди визначено згідно з [1]. Теплові мережі прокладено у непрохідних каналах. При обчисленнях прийнято, що лінійні втрати теплоти трубопроводами дорівнюють нормативним значенням [2], коефіцієнт, що враховує теплові втрати конструктивними елементами мережі становить $K=1,15$ [2]. Температуру ґрунту на глибині закладання теплопроводів прийнято $t_{окр} = 5^{\circ}\text{C}$. Обчислення здійснено для середньої за опалювальний період температури зовнішнього повітря для умов м. Харкова $t_n = -2,1^{\circ}\text{C}$ (відносне опалювальне навантаження дорівнює $\bar{Q}_o = 0,49$). Теплові втрати на ділянці обчислено по температурі мережної води на вході до ділянки. Температуру води у зворотному трубопроводі мікрорайонної мережі визначено з урахуванням її

охолодження у межах розрахункової ділянки та змішування потоку води в основному трубопроводі та потоків води з відгалужень.

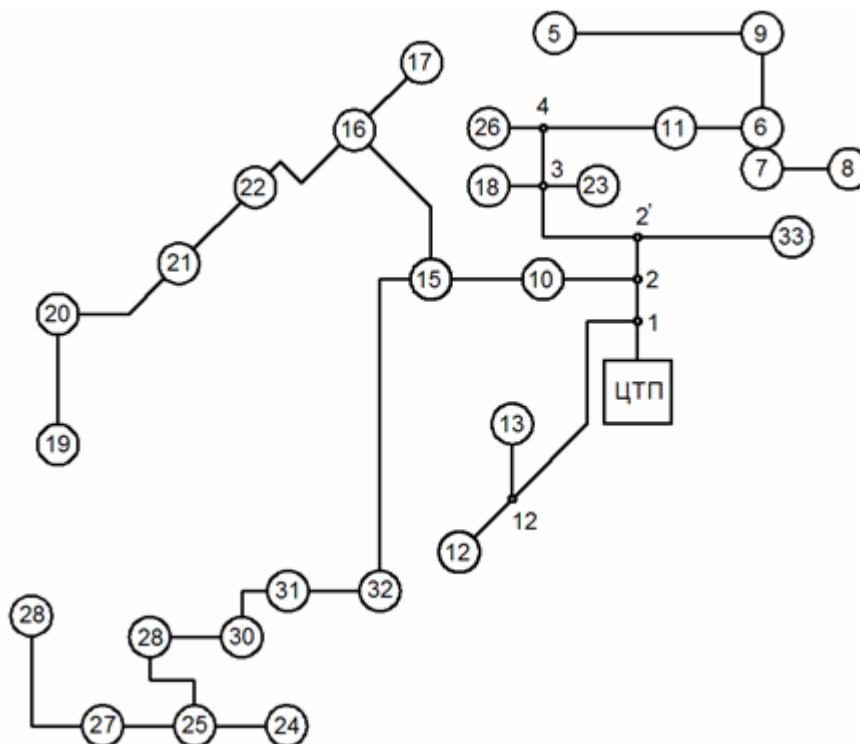


Рис. 1.
Розрахункова схема теплових мереж фрагмента мікрорайону
ЦТП – центральний тепловий пункт; О – будівлі;
1, 2, 3... – розрахункові точки.

Тепловий режим вихідного варіанта (до утеплення будівель) характеризується такими показниками: витрати теплоти на опалення при середній за опалювальний сезон температурі зовнішнього повітря дорівнюють 6,174 МВт; втрати теплоти подавальними й зворотними трубопроводами опалювальної мережі 0,282 та 0,182 МВт відповідно; сумарні втрати теплоти трубопроводами 0,464 МВт (приблизно 7,5% від потреби на опалення); загальні витрати теплоти для опалення з урахуванням втрат становлять 6,638 МВт; витрати мережної води для опалення 43 кг/с.

Розглянуто ситуацію, при якій ресурсів для утеплення всіх споруд недостатньо і постає питання вибору окремих будівель у мікрорайоні для проведення робіт у декілька етапів. На першому етапі прийнято, що виконані роботи з утеплення будівельних конструкцій забезпечать зниження розрахункового опалювального навантаження мікрорайону в цілому майже на 10% при прийнятій ефективності теплоізоляції окремої споруди 35% ($\mu_o=0,65$). З урахуванням висновків роботи [3] як основний варіант для першого етапу обрано варіант 2 (див. таблицю), при якому утепленню підлягають найвіддаленіші на гілках мережі будівлі. Для порівняння розглянуто також варіант утеплення споруд однієї гілки мережі (варіант 3, 4). У варіанті 3 для утеплення обрано будівлі, що приєднані до більш короткої гілки мережі, у

варіанті 4 – до більш довшої. Зниження витрат теплоти на опалення будівель є практично однаковим для названих варіантів. Однак вибір варіанта №2 дозволяє при однакових капітальних вкладеннях з варіантом № 3 зменшити втрати теплоти у мікрорайонних мережах на 0,01 МВт. Додаткова річна економія у разі вибору варіанта №2 при тарифі на теплоту 415 грн/Гкал та тривалості опалювального періоду 191 діб становить більше 16 тис. грн./рік. Втрати теплоти при утепленні будівель довшої гілки приблизно на 1,3% менше, ніж при утепленні споруд, що приєднані до короткої гілки мережі.

Таблиця 1.

Результати обчислень втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі

№	Номери утеплених будівель	Зниження витрат теплоти на опалення мікрорайону, $\mu_{\text{МК}}$	Тепловтрати трубопроводами, МВт		
			загальні	подавальна лінія	зворотна лінія
1	–	1,0	0,464	0,282	0,1872
2	19-22, 28, 27, 24, 5	0,893	0,446	0,28	0,166
3	5-9, 11	0,893	0,456	0,281	0,174
4	19-22, 13-17	0,896	0,45	0,281	0,169
5	19, 20-22, 24, 25, 27, 28, 5, 9, 29-32	0,8	0,437	0,279	0,158
6	19-22, 24, 25, 5-9, 11, 27, 28	0,8	0,443	0,279	0,164
7	всі будівлі	0,65	0,426	0,278	0,147

Остаточним результатом другого етапу виконання робіт з утеплення є 20%-е зниження витрат теплоти на опалення. У доповнення до утеплених на першому етапі прийнято виконання робіт з теплоізоляції будівель №№25, 29-32,9. Як подальший розвиток варіанта №3 передбачене утеплення будівель 19-22, 24, 25, 27, 28. Остаточне виконання робіт з утеплення споруд мікрорайону (3 етап) забезпечить зниження розрахункових витрат теплоти на опалення на 35%. Результати обчислень для варіантів подано у таблиці. Аналіз наведених даних дозволяє зробити наступні висновки:

1. Зменшення розрахункового опалювального навантаження будівель при утепленні обумовлює зменшення втрат теплоти трубопроводами мікрорайонної мережі (у першу чергу зворотних).

2. Для поетапного виконання робіт з утеплення на протязі декількох сезонів більш привабливим, з точки зору зменшення тепловтрат трубопроводами мережі, є варіант утеплення спочатку найвіддаленіших від центрального теплового пункту споруд.

3. При виборі варіанта утеплення будівель однієї з гілок мережі слід враховувати, що при утепленні споруд, приєднаних до гілки більшої довжини, сумарні втрати теплоти опалювальною мережею менше.

Література

1. *Алексахин А. А.* Показатели работы системы отопления функционирующего здания при дополнительной теплоизоляции стройконструкций / Алексахин А. А., Бобловский А.В., Деркач И.Л. // Энерго- и ресурсосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и вентиляции. Сборник трудов XIII международной науч.-техн. конференции. Пенза, ПГУАС, 2011. –С. 103-108.

2. Тепловая изоляция. Справочник строителя / Под ред. Г.Ф.Кузнецова. –М.: Стройиздат, 1982. –336с.

3. *Алексахин А. А., Бобловский А.В.* Теплотери трубопроводами отопительной сети при изменении расчетной отопительной нагрузки зданий микрорайона. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит, №9, 2011, –С. 20-27

Аннотация

Рассмотрено влияние дополнительной теплоизоляции зданий на теплотери трубопроводами микрорайонной отопительной сети. Проанализировано изменение тепловых потерь в зависимости от очередности утепления зданий микрорайона. Показано, что наименьшие теплотери характерны для варианта утепления наиболее удаленных от центрального теплового пункта зданий.

Annotation

The effect of the additional insulation of buildings on heat loss pipelines microdistricts heating network. The change of heat loss, depending on the order of thermal insulation of buildings housing estate. It is shown that the least heat loss characteristic of the option of warming the most distant from the main substation buildings.

**ОБЪЕКТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ВРЕМЕННЫХ ЗИМНИХ ИННОВАЦИОННЫХ СПОРТИВНЫХ
СООРУЖЕНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ)**

Московский государственный строительный университет, Россия

В статье изложены особенности строительства новых временных специализированных спортивных сооружений – рамп и трасс для экстремальных зимних видов спорта, определен статус данных соревнований. Приведены примеры создания данных уникальных объектов в г. Москве, описана технология возведения.

Развитие области физической культуры и спорта связано с постоянным увеличением видового спортивного разнообразия, появлением новых видов физкультурно-спортивной деятельности, возрастанием популярности традиционных видов, обновлением перечня видов спорта [1].

Расширяется список и экстремальных видов спорта (ЭВС), атрибутами которых являются критичные для человека условия внешней среды, высокая степень риска для здоровья и жизни, большинство ЭВС осуществляются в естественных средах [2].

Для проведения рекреационной и спортивной деятельности, необходимо наличие определенных ресурсов, в том числе территорий, включая природные и антропогенные объекты, которые могут быть использованы для удовлетворения потребностей общества. Антропогенная составляющая ресурсов включает города и другие населенные пункты, а также уникальные технические сооружения [3].

До появления новых технологий организация крупномасштабных соревнований по экстремальным видам спорта в открытой городской среде представлялось фантастической идеей, но с развитием техники, такая возможность стала реальной. Во всех странах мира соревнования по сноубордингу, лыжному фристайлу, мотофристайлу, сноуборду в дисциплине слоупстайл проводятся на естественных склонах, и только в Москве спортсмены выступают на искусственной рампе, хотя многие данную идею проведения соревнований не одобряют. Такое неожиданное решение принято в нашей столице, где очень много поклонников экстремальных видов спорта, а природные ландшафты не позволяют проводить соревнования и обеспечить всех желающих реализовать на практике свои запросы. Дискуссии на эту тему проходят в прессе, интернете и среди специалистов, при этом кто-то спорит, а спортсмены разных стран участвуют в соревнованиях, зарабатывают в свой арсенал зачетные очки, инженеры проектируют и строят уникальные сооружения, которые входят даже в Книгу Рекордов Гиннеса.

Новые спортивные соревнования приобретают статус развлекательных шоу, для их пропаганды используются нетривиальные технические решения, позволяющие разместить новые объекты их обжитых городских территориях. В результате появился новый уникальный формат спортивных мероприятий - «city event».

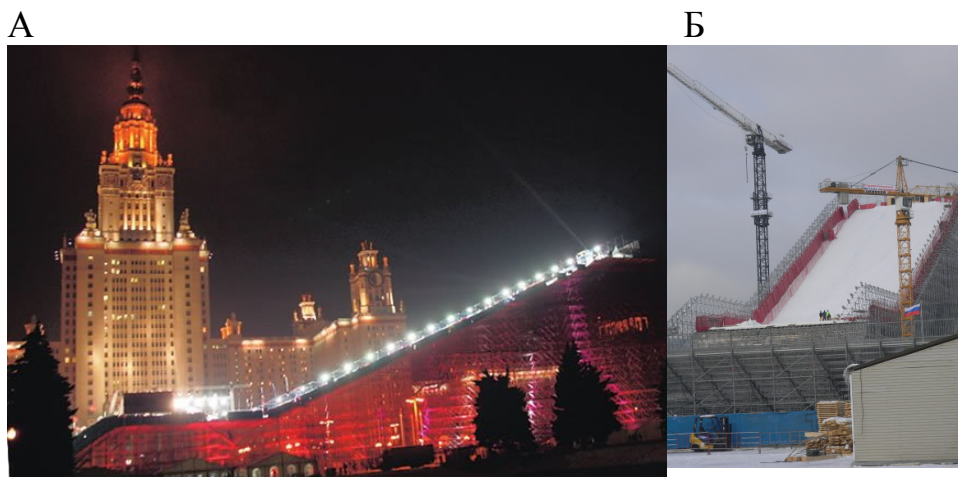


Рис. 1.

А - Рампа на Воробьевых горах, 2008г.[5], Б—строительство ramпы в Лужниках, зима 2012г. (фото автора)

«Городское событие» – спортивное мероприятие, проводимое в условиях городов на специально возводимых временных сооружениях – ramпах (рис.1А). Рампа –специализированное сооружение, возводимое на время проведения спортивно-развлекательного мероприятия, исходя из конкретных условий местности и особенности данного конкретного спортивного соревнования [4].

Каждый раз место проведения соревнований меняется, что продемонстрировано на карте Москвы (рис. 1А). И так: в 2008г. впервые был проведен этап Кубка мира, не на горном курорте, а в крупнейшем мегаполисе, с использованием искусственного склона, оснащенного всеми атрибутами современной трассы. Уникальный трамплин высотой свыше 50м был построен прямо в городе, аналогов такому размаху не было нигде в мире. В 2009 г. FIS, Ассоциация лыжных видов спорта России, Федерация фристайла России и спортивная дирекция «Новая лига» провели финал Кубка мира на ramпе, попавшей в книгу рекордов России: высота ramпы составила 60 м, ширина – 37м, длина трассы – 210 м. В том же году, прошел и этап Кубка мира по параллельному слалому. В 2011 г. трамплин перебрался ближе к центру города – в Парк культуры им. Горького, а в 2012 г. ramпа была расположена на территории Олимпийского спорткомплекса Лужники (рис.1Б). Новый склон прописался на территории ВВЦ в 2013 г. и на нем были проведены соревнования в рамках Мирового сноуборд тура (World Snowboard Tour) по следующим видам спорта: сноубординг, лыжный фристайл, мотofристайл, соревнования на снегоходах, сноуборд в дисциплине слоупстайл.

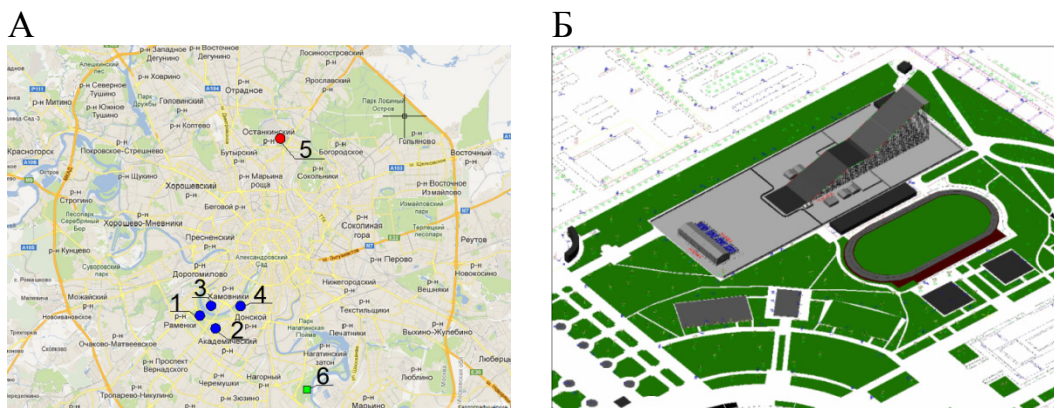


Рис. 2.

География проведения соревнований на рампах и искусственных трассах в Москве:

1 – Воробьёвы горы, 2008 г.; 2 – ул. Косыгина, 2009-2010 гг.; 3 – Олимпийский комплекс «Лужники», 2011 г.; 4 – Центральный парк им. Горького, 2012 г.; 5 – территория ВВЦ 2013 г.; 6 – трасса по скоростному спуску на коньках, Парк Коломенское, 2011г.

История еще одного спортивного «события» начиналась с того, что в столице Швеции Стокгольме, в январе 2000 г., на улице, проходящей через рыбный базар, была проложена трасса длиной 300 м и шириной 5 м, изобилующая крутыми поворотами, трамплинами и спусками. По трассе одновременно бежали четыре спортсмена в экипировке, сильно напоминающей хоккейную, соревнуясь друг с другом не только в скорости, но и в бесстрашии, умении владеть своим телом, держать равновесие. Это мероприятие, официально представил производитель энергетических напитков - компания Red Bull, так появился скоростной спуск на коньках (Ice Cross Downhill), который был придуман австрийцами Сигурдом Майхе (Sigurd Meiche) и Штефаном Ауфшнайтером (Stefan Aufschnaiter) [6].

Площадкой для соревнований в разные годы становились территории красивейших городов мира, в естественных условиях и ледовых стадионах. В Москву во второй раз Red Bull Crashed Ice пришел в 2011г., в столице был проведен третий этап чемпионата мира по скоростному спуску на коньках в открытой городской среде. Он состоялся 26 февраля на территории Музея-усадьбы «Коломенское» (рис. 3А), при температуре окружающей среды -16°C , на четырехсотметровом головокружительном спуске, специально построенном для этого на склоне Москвы-реки.

Спортивная трасса была создана в кратчайшие сроки, с использованием природного ландшафта, вблизи исторических зданий. Трек представлял собой уникальное техническое сооружение, состоящее из 650 металлических сборно-разборных конструкций строительных лесов, около 20000 соединений, деревянной основы, более 400 пластин поликарбоната, использованных для ограждающих конструкций, обеспечивающих безопасность спортсменов.

Жесткость всей конструкции создавало верхнее ледовое покрытие толщиной около 10 см, которое было заморожено на специальные Айс- маты (рис.3Б).

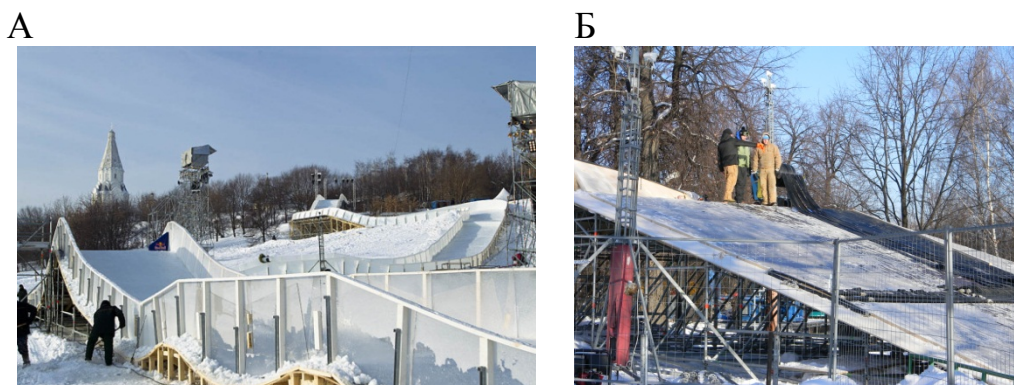


Рис. 3.

А - Общий вид трассы, Б - укладка Айс- матов на поверхность склона
(фото автора)

Строительство трассы заняло менее 4 недель, демонтаж предполагалось основного сооружения осуществили за 3 дня. Скорость демонтажа была связана со следующим мероприятием – проведением традиционной Русской масленицы на территории Коломенского [7]. Группа специалистов МГСУ наблюдали за строительством данного объекта и обследовали территорию в весенний период, какие либо повреждения поверхности склона отсутствовали.

На основании вышеизложенного, предлагаются сформулировать **следующие выводы:**

- каждое созданное спортивное сооружение является уникальным, при создании которого используются самые последние инновационные технологии, постоянно требующие усовершенствования для их гармонизации в городской среде;
- несмотря на неповторимость каждого объекта, его основные конструктивные и технологические элементы (строительные леса, основание под покрытие, охлаждающие системы, экраны) являются унифицированными, что позволяет снизить прямые затраты и рационально использовать имеющиеся природные и антропогенные ресурсы;
- все перечисленные объекты спортивного назначения являются экологичными и наносят минимальный ущерб городской среде из-за временного характера их «жизненного цикла», используют существующую городскую инфраструктуру, чем создают максимальную комфортность всем участникам мероприятия.

Литература

1. Основы психофизиологии экстремальной деятельности: курс лекций; под ред. А.Н. Блеера. - М.: ООО "Анита Пресс", 2006. –380 с.

2. Энциклопедия экстремального спорта. - М.: Изд-во ЭКСПО - Пресс, 2002. – С.14.
3. Николаенко Д.В. Рекреационная география. М.: Издательство: «Владос», – 2001. – 288с.
4. Афонина М.И. Балабан В.В. Московские инновационные проекты для зимних соревнований // Экология урбанизированных территорий. – 2013. –N 1. – С. 75-79.
5. www.newliga.ru
6. www.RedBullCrashedice.com
7. Афонина М.И. Экстремальные зимние спортивные трассы в условиях больших городов. Электронное научное издание «Науковедение». – 2012. – N 4(13)

Анотація

У статті викладенні особливості будівництва нових тимчасових спеціалізованих спортивних споруд - рамп та трас для екстремальних зимових видів спорту, визначено статус даних змагань. Наведені приклади створення даних унікальних об'єктів у м. Москві, описана технологія зведення.

Annotation

The article describes the features of the construction of new sports facilities of specialized temporary - ramps and trails for extreme winter sports, determine the status of the competitions. The examples of the creation of these unique objects in Moscow, described the technology of construction.

ОСОБЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО КЛІМАТУ УКРАЇНИ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті проводиться системний економічний аналіз енергетичної стратегії розвитку України до 2030 року у відповідності до механізмів залучення коштів на основі законодавчих змін сьогодення. Визначається необхідність подальших змін інвестиційного клімату нашої держави за прикладом провідних європейських країн з обов'язковим врахуванням специфіки геополітичного та економічного розвитку України.

Постановка проблеми. З точки зору глобальних енергетичних процесів, що проходять сучасному світовому масштабі для України слід врахувати вигідне геополітичне та географічне становище України та пов'язану із цим її роль як транзитної держави.

Інтеграція української енергосистеми до європейської є складовою стратегічної мети України щодо входження до ЄС. На відміну від країн нової хвилі розширення ЄС Україна має достатньо потужні та розвинуті газо-, нафтотранспортні та електричні мережі, поєднані з транспортними мережами ЄС і країн СНД, що дозволяє їй брати участь у формуванні Європейської енергетичної політики та спільного енергетичного ринку, відігравати важливу роль в енергетичній співпраці країн СНД і ЄС.

Започатковано проекти участі українських компаній у видобутку вуглеводнів в інших країнах світу (Казахстан, Туркменістан, Лівія, Іран, Ірак тощо) та у будівництві електростанцій і електромереж (В'єтнам, Куба).

Реалізація Енергетичної стратегії має забезпечити перетворення України на впливового та активного учасника міжнародних відносин у сфері енергетики, зокрема через участь у міжнародних і міждержавних утвореннях та енергетичних проектах. Для цього уряд має створювати умови для діяльності відповідних суб'єктів за такими напрямками: імпорту-експорту енергопродуктів; реалізація та розвиток транзитного потенціалу; участь у розробленні енергетичних ресурсів та спорудженні енергетичних об'єктів за межами України тощо.

Однак, для реалізації досить амбітних планів щодо розвитку нашої держави необхідною умовою є стабільний інвестиційний клімат, що має сприяти залученню інвестицій іноземних держав (зокрема, країн західної Європи); сприяти вкладанню внутрішніх інвестицій для розвитку даного напрямку та обов'язково забезпечення стабільного рівня росту ВВП та ВВП держави.

Дана проблема носить загальнодержавний характер оскільки, аналіз позицій України на міжнародних енергетичних ринках визначає:

Недоліки:

- ✚ обмеженість у власних розвіданих ресурсах природного газу, нафти, а також ядерному паливі власного виробництва;
- ✚ відсутність диверсифікації джерел постачання енергетичних продуктів;
- ✚ використання переважної частини потужностей власних гідроресурсів;
- ✚ високе техногенне навантаження на довкілля;
- ✚ незадовільний технічний стан частини енергетичних об'єктів, в тому числі систем транспортування енергетичних продуктів.

Переваги:

- ✚ достатні запаси вугілля та складових ядерного палива: урану і цирконію;
- ✚ надлишкові потужності для транспортування газу, нафти та експорту електроенергії;
- ✚ вигідне географічне та геополітичне становище;
- ✚ розвинута інфраструктура енергетики;
- ✚ високопрофесійний кадровий потенціал.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Висока енергоємність ВВП в Україні є наслідком суттєвого технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинутих країн, незадовільної галузевої структури національної економіки, негативного впливу „тіньового” сектора, зокрема, імпортно-експортних операцій, що об'єктивно обмежує конкурентоспроможність національного виробництва і лягає важким тягарем на економіку – особливо за умов її зовнішньої енергетичної залежності. На відміну від промислово розвинутих країн, де енергозбереження є елементом економічної та екологічної доцільності, для України - це питання виживання в ринкових умовах та входження в європейські та світові ринки. Для цього підлягає розв'язанню проблема збалансованого платоспроможного попиту як на внутрішньому так і зовнішньому ринках, а також диверсифікації імпорту паливно-енергетичних ресурсів.

Низька енергоефективність стала одним з основних чинників кризових явищ в українській економіці. В першій половині 90-х років у структурі витрат на виробництво промислової продукції майже втричі зросла вартісна складова енергоресурсів, сягнувши 42% загальних матеріальних витрат на виробництво продукції. Лише з 1997-1999 року в результаті прийнятих на державному рівні заходів та зупинення падіння промислового виробництва, певної стабілізації економіки і послідуєчого, починаючи з 2000 року зростання ВВП розпочалось реальне поліпшення енергоефективності економіки. Якщо енергоємність ВВП протягом 1990-1996 рр. зросла на 38,6%, то з 2000 року спостерігалось її істотне зменшення, причому вперше в історії України зростання ВВП було досягнуто за одночасного скорочення споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів.

Проте, слід зазначити, що, починаючи з 2002 року, темпи зниження енергоемності ВВП уповільнилися в зв'язку з тим, що в найбільш енергоємних галузях економіки, - металургійній, машинобудівній, хімічній та нафтохімічній, а також у житлово-комунальній сфері динаміка зниження енергоемності валової доданої вартості зазнала негативних змін, обумовлених недопустимо високим ступенем фізичного зносу основних фондів (65-70%), та відповідним підвищенням питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на ряд важливих видів продукції.

Фактор енергозбереження є одним із визначальних для енергетичної стратегії України. Від його рівня залежить ефективне функціонування національної економіки.

Технічний фактор відображає вплив технічного (технологічного) стану та рівня устаткування і обладнання на обсяги споживання енергоресурсів при виробництві продукції (послуг).

Структурний фактор відображає вплив структурних змін у галузевій або міжгалузевій діяльності на обсяги споживання палива та енергії.

На даний час основним фактором зниження енергоемності продукції (послуг) в усіх галузях економіки є *формування ефективно діючої системи державного управління сферою енергозбереження*. Це дозволить, в першу чергу, удосконалити структуру кінцевого споживання енергоресурсів, зокрема, за рахунок подальшого розширення та поглиблення електрифікації в усіх сферах економіки шляхом заміщення дефіцитних видів палива з одночасним підвищенням ефективності виробництва.



Рис. 1. Структура потенціалу енергозбереження

Технічна (технологічна) складова потенціалу енергозбереження:

✚ підвищення ефективності виробництва (видобутку), перетворення, транспортування та споживання енергоресурсів і відповідно зниження енергоемності продукції та надання послуг за рахунок впровадження новітніх енергоефективних технологій та енергозберігаючих заходів.

Структурна складова потенціалу енергозбереження:

✚ зміна макроекономічних пропорцій в економіці з метою зниження рівнів енергоспоживання;

✚ зменшення питомої ваги енергоємних галузей і виробництв промисловості та транспорту за рахунок розвитку наукомістких галузей і виробництв з низькою енергоємністю та матеріаломісткістю.

У свою чергу структурний та технічний (технологічний) фактори залежать від міжгалузевих та внутрішньогалузевих зрушень в економіці країни.

Загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) та структурного факторів в економіці України у 2030 році за базовим сценарієм розвитку економіки та її сфер складатиме 318,36 млн. т у.п., у тому числі з урахуванням:

✚ галузевого технічного (технологічного) фактора – 175,93 млн. т у.п.;

✚ міжгалузевий технічний (технологічний) фактор – 22,13 млн. т у.п.;

✚ галузевого структурного фактора – 61,65 млн. т у.п.;

✚ міжгалузевий структурний фактор – 58,65 млн. т у.п.

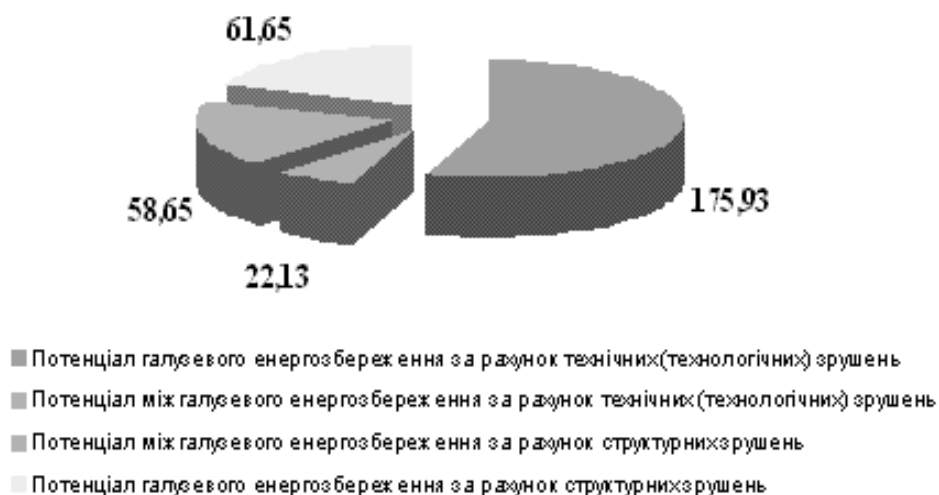


Рис. 2 Загальний потенціал енергозбереження в 2030 році, млн. т у.п.

За рахунок реалізації потенціалу енергозбереження енергоємність ВВП у 2030 році складе 0,24 кг у.п./грн., що у 2 рази менше сучасного рівня – 0,48 кг у.п./грн. При цьому в 2010 р. енергоємність ВВП прогнозується на рівні 0,37 кг у.п./грн., в 2015 р. – 0,31 і в 2020 р. – 0,28 кг у.п./грн.

Оцінка потенціалу енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактора:

У 2030 р. порівняно з 2005 р. загальна економія паливних ресурсів за рахунок технічного фактора оцінюється в обсязі 128,42 млн. т у.п., електричної

енергії – 108,72 млрд.кВтг, теплової енергії – 231,87 млн. Гкал, що в цілому складає 198,06 млн.т у.п.

Обсяги капітальних вкладень на реалізацію галузевих і міжгалузевих енергозберігаючих заходів у період 2006-2030 рр. проти рівня 2005 року оцінюються в таких розмірах: 2010 рік –30,6 млрд. грн.; 2015-й –53,7; 2020-й – 69,0; 2030 рік – 102,3 млрд. грн.

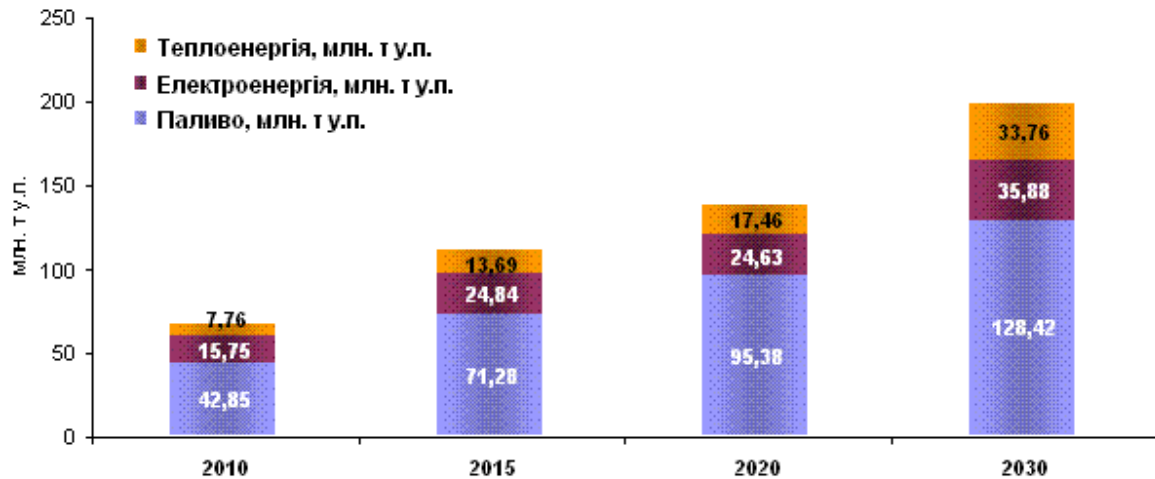


Рис. 3.Потенціал енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактора

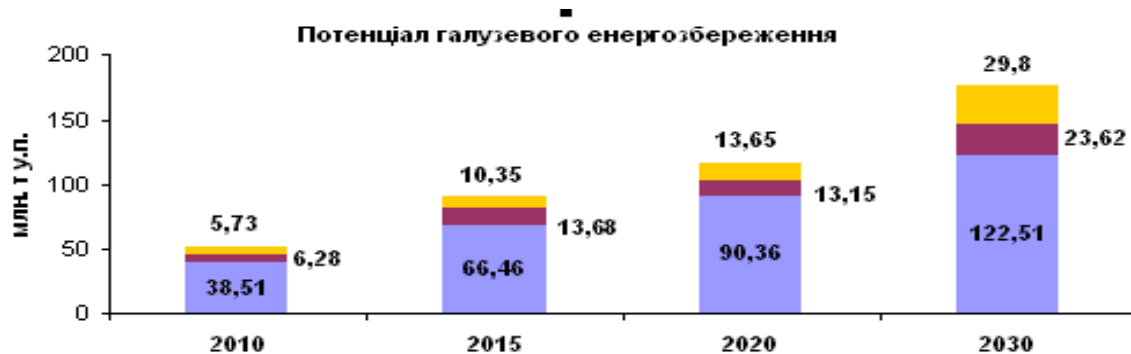


Рис.4 Потенціали галузевого та міжгалузевого енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактора

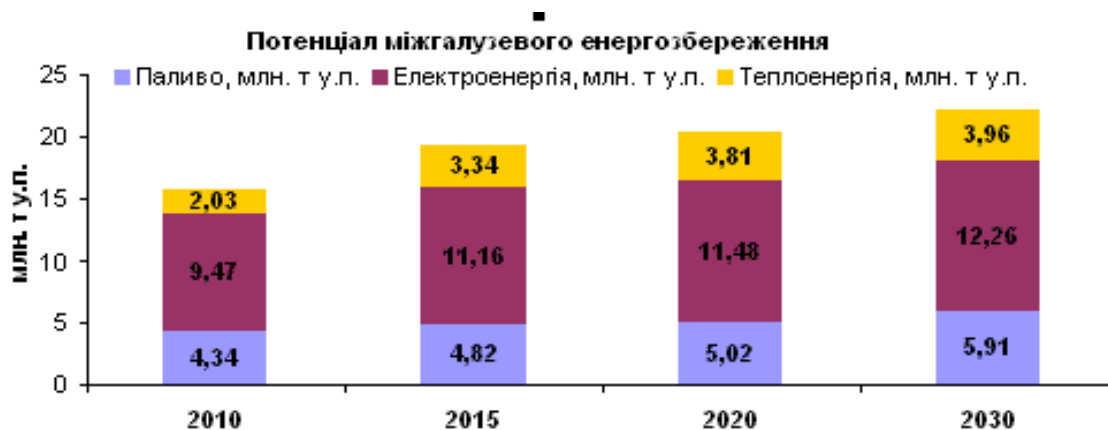


Рис. 5 Обсяги капітальних вкладень на реалізацію потенціалу галузевого та міжгалузевого енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактора

Цілі статті. Охарактеризувати та проаналізувати особливості інвестиційного клімату України в сучасних законодавчих умовах.

Основна частина. Міжгалузеве технологічне енергозбереження має досить значний потенціал, проте, його відмінністю від *галузевого потенціалу енергозбереження* є більш висока економічність – у 2-4 рази.

До основних міжгалузевих заходів слід віднести:

- ✚ використання сучасних ефективних систем обліку та контролю за витратами енергоресурсів;
- ✚ використання вторинних енергетичних ресурсів;
- ✚ впровадження автоматизованих систем керування енергоспоживанням;
- ✚ використання економічних систем і приладів електроосвітлення;
- ✚ впровадження сучасних систем і засобів силової електроніки;
- ✚ вдосконалення систем теплопостачання;
- ✚ використання сучасних технологій спалювання низькоякісного твердого палива;
- ✚ вдосконалення структури парку електроприладів у галузях тощо.

Потенціал міжгалузевого економічно доцільного енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактора до 2030 р. (порівняно з 2005 р.) оцінюється в обсязі 22,13 млн. т у.п., у тому числі палива – 5,91млн. т у.п., електричної енергії – 12,26 млрд.кВтг, теплової енергії – 3,96 млн. Гкал.

Загальне енергозбереження за рахунок міжгалузевих і галузевих структурних зрушень в економіці України оцінюється в 2030 році (порівняно з 2005 роком) в обсязі 120,3 млн. т у.п. Заощадження паливних ресурсів становитиме 102,88 млн. т у.п., електроенергії – 27,9 млрд.кВтг, теплоенергії – 56,41 млн. Гкал.

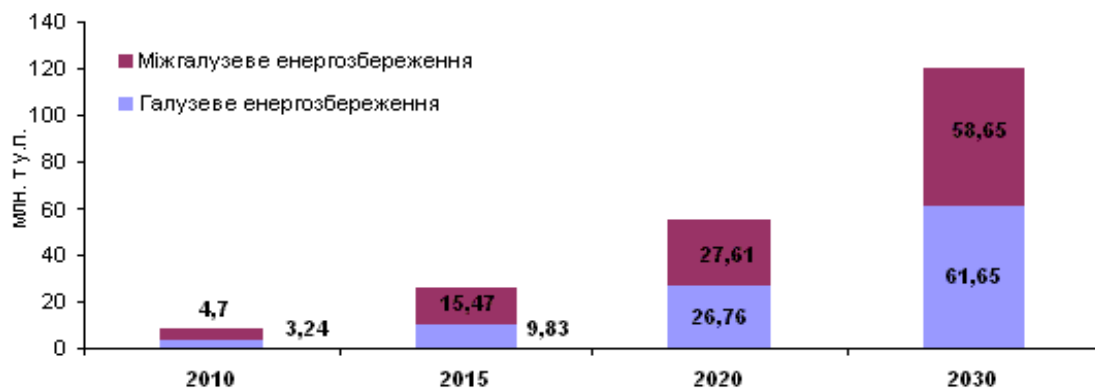


Рис. 6 Потенціал енергозбереження за рахунок структурних зрушень

У структурі виробництва валової доданої вартості в галузях економіки України за період з 2005 по 2030 р.р. за базовим сценарієм прогнозується зменшення частки промисловості, як найбільш енергоємної галузі економіки, на 6,8%, сільського господарства – на 2,2%, при зростанні питомої ваги транспорту і зв'язку – на 0,4%, житлово-комунального господарства та галузей соціальної сфери – на 2,0%, інших галузей – на 6,6% та збереженні питомої ваги будівництва.

Впровадження міжгалузевих структурних зрушень дозволить в 2030 році порівняно з 2005 роком заощадити 58,65 млн. т у.п., у тому числі паливних ресурсів – 44,34 млн. т у.п., електроенергії – 25,95 млрд.кВтг, теплової енергії – 39,45 млн. Гкал.

Проблеми енергозбереження та шляхи їх вирішення:

За період 1995-2005 років зниження енергоємності ВВП забезпечувалося здебільшого за рахунок впливу наявного в промисловості структурного фактора. Вартість постійної складової енерговитрат у собівартості продукції зменшувалася пропорційно до зростання обсягів виробництва, внаслідок чого динаміка зростання ВВП у цей період перевищувала динаміку споживання енергоресурсів.

При цьому слід зазначити, що на даний час структурний фактор, як складова потенціалу енергозбереження – в основному вичерпано. Для збереження існуючих темпів зниження енергоємності ВВП (4-6% щороку) необхідно невідкладно задіяти технологічний фактор потенціалу енергозбереження. У разі невжиття кардинальних заходів, відставання показників енергоефективності економіки України від показників розвинутих країн, стане хронічним. Це, в свою чергу, значно ускладнить в коротко- та середньостроковій перспективі конкурентоздатність вітчизняного продукту на світових ринках.

Крім того, на темпи зниження енергоємності ВВП впливають такі фактори:

- ✚ невідповідність тарифів і цін на енергоресурси витратам на їх виробництво;
- ✚ економічні ризики, пов'язані з функціонуванням природних монополій;

- ✚ споживання енергоресурсів за відсутності приладів обліку;
- ✚ високий рівень втрат енергоресурсів при їх передачі та споживанні;
- ✚ стан погашення взаємної заборгованості на оптовому ринку електроенергії та інших ринках енергоресурсів;
- ✚ низький рівень впровадження енергоефективних технологій та обладнання;
- ✚ високий рівень фізичної зношеності технологічного обладнання в усіх галузях національної економіки.

Виходячи з цього, визначені основні проблеми енергозбереження, які вимагають першочергового розв'язання:

1. Приведення окремих положень законодавства у сфері енергозбереження у відповідність з економічною ситуацією. Зокрема створення умов економічного стимулювання суб'єктів господарювання до підвищення ефективності використання енергоресурсів.

2. *Шляхом вирішення цієї проблеми є розроблення проектів змін до податкового законодавства в частині обмеження віднесення на валові витрати спожитих суб'єктами господарювання енергоресурсів та встановлення збору за перевитрати енергоресурсів понад норми питомих витрат енергоресурсів.*

3. Удосконалення порядку нормування питомих витрат енергоносіїв - прийняття нової редакції Закону України „Про енергозбереження” – Закону України „Про енергоефективність”.

4. Створення системи нових енергетичних стандартів - прийняття нової редакції Закону України „Про енергозбереження” – Закону України „Про енергоефективність”.

5. Удосконалення системи державної експертизи з енергозбереження - прийняття нової редакції Закону України „Про енергозбереження” – Закону України „Про енергоефективність”.

6. Запровадження обов'язкової статистичної звітності щодо використання енергоресурсів - прийняття нової редакції Закону України „Про енергозбереження” – Закону України „Про енергоефективність”.

7. Створення єдиного механізму державного контролю у сфері енергозбереження і енергоефективності, уникаючи дублювання функцій органів державного управління у цих сферах - прийняття нової редакції Закону України „Про енергозбереження” – Закону України „Про енергоефективність”.

8. Встановлення адекватної юридичної відповідальності юридичних осіб, посадовців та громадян за неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів, а саме: підготовка змін до відповідних статей Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо збільшення розмірів штрафів за правопорушення у сфері енергозбереження; запровадження фінансової відповідальності юридичних осіб за неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів.

9. Забезпечення переходу до масового застосування та заміни на сучасні

приладів обліку споживання енергоресурсів. Існує нагальна необхідність упорядкування оплати за спожиті ресурси споживачами житлово-комунальних послуг, яка на даний час проводиться здебільшого за встановленими нормами, що значно перевищують фактичні обсяги споживання ресурсів;

10. Шляхом вирішення цієї проблеми є прийняття Закону України “Про комерційний облік ресурсів, передача яких здійснюється мережами”.

Механізми фінансування заходів з енергозбереження

Аналіз закордонного досвіду застосування механізмів фінансування заходів з енергозбереження та енергоефективності дозволяє зробити наступні висновки:

- ✚ для заохочення енергозбереження або для боротьби з неефективним чи надмірним споживанням енергії використовуються різні схеми оподаткування, які підвищують відносну вартість спожитих енергоресурсів або зменшують відносну вартість застосування нових технологій.

- ✚ фінансові стимули використовуються для заохочення реалізації політики енергозбереження шляхом підвищення економічної привабливості відповідних інвестицій та закупівель, або зниження експлуатаційних витрат. Джерелами пільгових кредитів або субсидій є кошти, які надійшли від запроваджених податків і зборів.

- ✚ фінансові стимули використовуються в комплексних програмах, які поєднують інтереси державних установ, населення та підприємницьких кіл, і виконують функцію розподілу доходів з урахуванням рівня ефективності використання енергоресурсів.

З урахуванням реального стану економіки України першочерговими заходами з *впровадження економічних механізмів енергоефективності* є:

- ✚ встановлення прогресивних норм питомих витрат енергоносіїв у порядку, визначеному законодавством;

- ✚ запровадження дієвих економічних санкцій за неефективне використання енергоресурсів (підвищена плата, податки, штрафи);

- ✚ підвищення адміністративної відповідальності за порушення у сфері енергозбереження та енергоефективності.

- ✚ Після розв’язання зазначених проблем можливе застосування економічних механізмів стимулювання - здешевлення кредитів і звільнення від оподаткування частини прибутку, отриманого за рахунок впровадження енергоефективних та енергозберігаючих технологій.

- ✚ осиноними джерелами надходження коштів для функціонування економічних механізмів стимулювання програм, проектів та заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження є:

- ✚ кошти державного та місцевих бюджетів отримані від встановлених податків, штрафів та підвищеної плати за енергоресурси;

- ✚ власні кошти підприємств;

- ✚ кредитні ресурси;

- ✚ внутрішні та зовнішні інвестиції.

Потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії

Освоєння нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля. Масштабне використання потенціалу НВДЕ в Україні має не тільки внутрішнє, а й значне міжнародне значення як вагомий чинник протидії глобальним змінам клімату планети, покращання загального стану енергетичної безпеки Європи. Тому шляхи та напрями стратегічного розвитку НВДЕ в країні повинні сприяти солідарним зусиллям Європейської спільноти у галузі енергетики та відповідати основним принципам Зеленої книги «Європейська стратегія сталої, конкурентоздатної та безпечної енергетики» (Брюссель, 8.3.2006. COM(2006) 105).

Технічно досяжний річний енергетичний потенціал НВДЕ України в перерахунку на умовне паливо становить біля 79 млн. т у.п. Економічно досяжний потенціал цих джерел за базовим сценарієм складає 57,7 млн. т у.п., в тому числі відновлювальних природних джерел енергії - 35,5 млн. т у.п., позабалансових (нетрадиційних) – 22,2 млн. т у.п.

На даний час цей потенціал використовується недостатньо. Частка НВДЕ в енергетичному балансі країни становить 7,2% (6,4% – позабалансові джерела енергії; 0,8% – відновлювальні джерела енергії).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Енергозбереження є важливим енергетичним потенціалом держави. Прогнозований потенціал енергозбереження України складатиме у 2030 році 318,4 млн. т у.п., що майже у 1,5 рази перевищує існуючий рівень споживання первинної енергії. Впровадження заходів технологічного та структурного енергозабезпечення дозволить на 51,3 % зменшити рівень енергоспоживання у 2030 році – з 621 млн. т у.п. за існуючим рівнем енергоефективності, до 302,7 млн. т у. п. за прогнозованим рівнем енергоефективності. Тобто, майже трьохкратне зростання ВВП у період до 2030 року обійдеться зростанням споживання енергії лише у 1,5 рази.

З метою досягнення у 2030 році показника енергоемності ВВП на рівні 0,24 кг у.п./грн. необхідно забезпечити щорічні темпи його зниження не нижче 4-6 %.

Прогнозується значне зростання частки й абсолютних показників використання відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії із додержанням принципових засад Зеленої книги «Європейська стратегія стабільної, конкурентоздатної та безпечної енергетики». На рівні 2030 року розвиток НВДЕ забезпечить заміщення 57,73 млн.т у.п., що складає 19% сумарного рівня споживання первинної енергії.

Загалом, прогнозований рівень розвитку НВДЕ забезпечить значний ефект скорочення використання традиційних джерел енергії, викидів шкідливих та парникових газів. Він відповідає кращим показникам, досягнутим у світовій

практиці, принципам Зеленої книги щодо перспективного рівня використання НВДЕ у країнах – членах Європейського союзу.

Реалізація Енергетичної стратегії України для умов базового сценарію розвитку економіки гарантує виконання завдань та вирішення проблем паливно-енергетичного комплексу, головними з яких є:

Забезпечення в необхідних обсягах надійного та якісного постачання економіки та населення країни енергетичними продуктами, підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки завдяки впровадженню новітніх технологій під час модернізації, реконструкції та нового будівництва енергооб'єктів;

Зниження енергоємності ВВП з 0,48 кг у.п./грн. у 2005 році до 0,24 кг у.п./грн. у 2030 році (тобто у 2 рази) за рахунок структурного та технологічного енергозбереження;

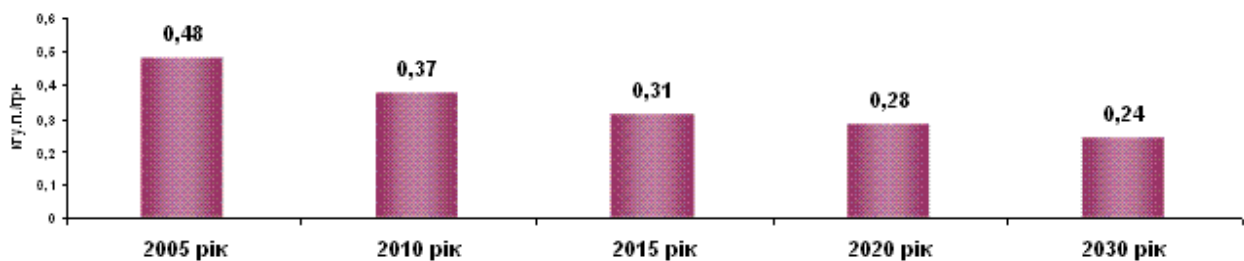


Рис. 7

Оптимізації структури виробництва електроенергії за видами палива із забезпеченням співвідношення між АЕС – 52,1%, ТЕС, ТЕЦ, блок-станціями – 42,9%, іншими типами генерації – 5,0%. Таке співвідношення виробництва забезпечує економічну роботу електростанцій та створює умови регулювання і стабільної роботи Об'єднаної енергосистеми України.

З урахуванням реальної динаміки розвитку економіки країни, зокрема, показників приросту ВВП, цінових тенденцій на світових ринках паливних ресурсів і відповідного корегування запланованих приростів енергоспоживання та зміни інших показників економічного розвитку в прогнозованих періодах, а також за умови максимального використання економічно доцільного потенціалу нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та науково-технічних досягнень, ймовірна ситуація, яка може дозволити в сумарному обчисленні *суттєво знизити передбачені стратегією обсяги виробництва електроенергії і введення нових потужностей на АЕС і ТЕС* з відповідною корекцією фінансових, фізичних, екологічних та інших параметрів, визначених стратегією.

Відповідна корекція показників розвитку, визначених стратегією, здійснюватиметься в вугільній та нафтогазовій галузях

Дана стаття готувалась за матеріалами «Стратегії розвитку України до 2030р» яка на сьогодні є чинною, однак в світлі сьогоднішніх змін законодавчої

баз України (введення Податкового Кодексу України, диверсифікації імпорту енергоресурсів в Україну, світової економічної кризи, дефіцитного бюджету України, зміни нормативної тарифної політи і т.д.) для залучення коштів в енергоефективні проекти актуальним є :

- + розробка нового закону України «Про інвестиційну політику в»
- + зниження витрат рівня споживання енергоресурсів;
- + розробка енергетичної законодавчої бази з врахування європейського досвіду та специфіки геополітичного розміщення України;
- + приведення виробничої бази споживання енергоресурсів до європейських стандартів за рахунок модернізації – тобто реінвестування коштів у власне виробництво.

Нажаль, на сьогодні в Україні не існує мотиваційного механізму залучення коштів в енергоефективні проекти. Однак, розвиток інноваційного напрямку розвитку передбачає подальше оздоровлення та мотиваційні привілеї вкладання коштів.

Аннотация

В статье проводится системный экономический анализ энергетической стратегии развития Украины до 2030 года в соответствии с механизмами привлечения средств на основе законодательных изменений нынешнего времени. Определяется необходимость последующих изменений инвестиционного климата нашего государства по примеру ведущих европейских стран с учетом специфики геополитического и экономического развития Украины.

Annotation

In the article the economic analysis of the systems of power strategy of development of Ukraine is conducted 2030 to in accordance with the mechanisms of bringing in of money on the basis of legislative changes of present time. The necessity of subsequent changes of investment climate of our state is determined for example of the leading European countries with the obligatory taking into account of specific of geopolitical and economic development of Ukraine.

АНАЛІЗ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДЕЛЕЙ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ

ДП «УКРНДПЦІВІЛЬБУД», Україна

В статті надається порівняльний аналіз щодо впровадження енергоефективних будинків за різними стандартами на прикладі моделі будинку, розробленого в інституті ДП «УКРНДПЦІВІЛЬБУД».

Постановка проблеми: витрати на створення абсолютно енергонезалежної системи можуть перевищувати економічний ефект і можливості з окупності таких будинків. Тому на практиці мова може йти про підвищення ефективності у сучасному житловому будинку конструктивних, об'ємно-планувальних, інженерно-технічних рішень.

Аналіз останніх досліджень проблеми базується за європейському і американському досвіді впровадження так званих «пасивних» будинків. Стандарт пасивного будинку введений доктором В. Файстом на початку 1990-х рр. «Пасивний будинок» - це будівля, в якій можливо досягти комфортного мікроклімату як узимку без окремої системи опалення (або використовуючи малопотужну компакту систему опалення), так і влітку без системи кондиціонування.

Критеріями для пасивного будинку в Європі є:

- питомі витрати теплової енергії на опалення, визначені за допомогою "Пакету проектування пасивного будинку" (PHPP) [1], не повинні перевищувати $15 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$;

- загальне споживання первинної енергії для всіх побутових потреб (опалення, гаряча вода й електрична енергія), не повинне перевищувати $\leq 120 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$. В Україні за стандартом «пасивного» будинку побудовані лічені споруди. Проблемою розповсюдження ідеї є відносно висока початкова собівартість таких будинків.

Цілі і задачі статті - використовуючи методику розроблення енергетичного паспорту будинку за ДСТУ-Н Б А.2.2-5 [2], проаналізувати енергетичну ефективність однієї з моделей енергоефективного будинку, в якому використовується пасивний сонячний колектор у вигляді 2-поверхової оранжереї, яка надає в опалювальний період до 50% припливу теплової енергії за ДСТУ-Н Б А.2.2-5.

Основна частина. У результаті комплексних досліджень різних напрямків підвищення енергетичної ефективності будинку архітекторами інституту ДП «УКРНДПЦІВІЛЬБУД» було розроблено проектні пропозиції малоповерхових односімейних будинків з різними рішеннями для підвищення енергетичної ефективності.

Варіанти розрахункової моделі будинку порівнюються з варіантом 1 такого ж будинку, але без сонячного колектора-оранжереї. Окремі розрахунки

було зроблено для огорожуючих конструкцій за діючим ДБН В.2.6-31 (до введення зміни №1), а також для кількох варіантів, в яких запропоноване додаткове утеплення стін і підлог, а також даху. Всі розрахункові варіанти були орієнтовані сонячним колектором на південь.



Рис.1.

Енергоефективний будинок з сонячним колектором. Арх. Н.Борисова (модель для порівняльного аналізу)

У таблицях 1 та 2 наведено порівняльний аналіз будинку однакової планувальної структури та різних систем огорожуючих конструкцій.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз будинку однакової планувальної структури і різних систем огорожуючих конструкцій

№ пп	Формула варіанту конструкції огорожень	Клас енерго- ефектив- ності (критерій в %);	Показник енерговитрат на 1 м ² (кВт·год/ м ² рік);	Енерговитрати за рік (кВт·год/рік);	Річні витрати прирівняні до природн. газу в тис.м ³	Втрати на опалення при ціні на газ за 1000 м ³ (у тис. грн. на рік)	
						2400 грн.	8000 грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Прототип з конструкціями за ДБН без додаткових енергоефектив- них заходів	(-27.2%) Клас В	91.1	17250	1950	4680	15600
1	Варіант 1 Прототип з конструкціями за ДБН з сонячним	Клас А (-63.02)	46.22	8550	990	2376	7920

	енергоколекторо м–оранжересю						
2	Варіант 2	Клас А (-66.26)	42.17	7800	910	2184	7280
3	Варіант 3	Клас А (- 72.08%)	34,9	6460	760	1820	6080
4.	Варіант 4 з конструкціями стін і вікон за стандартом «пасивного будинку» за дек- ларацією IPB	Клас А (-85.1%)	18,63	3447	410	980	3280
5.	Стандарт для «пасивного будинку»	Клас А	15	2760	320	768	2560= 320 у.е.

Таблиця 2

Аналіз витрат на різні варіанти енергоефективних будинків

№ пп	Формула варіанту конструкції огорожень	Вартість проекту в тис. грн.	Додаткові витрати до Варіанту 1	Термін окупності у порівнянні з варіантом за ДБН – років (при ціні 8000 грн за 1000 м³)
0	Прототип з конструкціями за ДБН без додаткових енергоефективних заходів	740	95%	-
1	Варіант 1 Прототип з конструкціями за ДБН з сонячним енергоколектором – оранжересю	790	100%	6.5
2	Варіант 2	950	108%	25
3	Варіант 3	990	112%	26
4	Варіант 4 з конструкціями стін і вікон за стандартом «пасивного» будинку за декларацією IPB	1040	118%	24
5	Стандарт для «пасивного будинку»	1200	136%	35

Склад варіанту 1 – стіни, перекриття, покриття даху та конструкції вікон за вимогами ДБН; варіант включає сонячний колектор – оранжерею. Склад варіанту 2 – (ефективний варіант для впровадження): Варіант 1 + додатковий шар утеплення стін, підлоги та перекриття – 50 мм, R вікон =0,7 м²·°C/Вт). Склад варіанту 3 – Варіант 2 + додатковий шар утеплення стін, підлоги та перекриття – 100 мм, R вікон =0,7 м²·°C/Вт). Склад варіанту 4 – (варіант для енергонезалежних будинків з конструктивними елементами за критеріями до «пасивних будинків» - наближений до «пасивного». Наведена товщина утеплювача 200 мм (ППС С25), R вікон =1.15 м²·°C/Вт).

Таким чином, навіть перспективна ціна на енергоносії не гарантує швидкої окупності систем. Для України на поточний період з точки зору критерію окупності найбільш ефективним слід вважати не наближення до моделі «пасивного будинку» в ряді ефективних заходів з енергозбереження, які дозволяють суттєво зменшити витрати тепла на опалення в діапазоні додаткової вартості будівництва -10-15%. Таким заходом може бути підвищення термічного опору передачі стін до $R=3,5 \div 4,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, вікон до $R=0,75 \div 0,85 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, а також використання пасивних сонячних колекторів-веранд (оранжерей) з їх інтеграцією з планувальною структурою й орієнтацією на південь.

Ці дослідження були проведені в 2011 році. При цьому незалежно від зазначених досліджень в кінці 2012 року були виведені Зміною № 1 до ДБН В.2.6-31 аналогічні нормативні вимоги.

Висновки: В результаті всебічного аналізу різних критеріїв з підвищення енергоефективності житлових будинків зроблено наступний висновок з проведеної аналітичної роботи – необхідно ввести 2 додаткових стандарти з проектування будинків в Україні.

1-й стандарт – «енергоефективний» будинок. Впровадження цього стандарту повинно в умовах наявності стандартних енергетичних мереж забезпечувати окупність заходів з підвищення теплозахисних властивостей огороджуючи конструкцій. Така окупність буде реальною на тлі прогнозованих цін на енергоносії, якщо в результаті конструктивних заходів підвищити опір теплопередавання стін до $R=3,5 - 4,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, вікон до $R=0,75 - 0,85 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, а також використання пасивних сонячних колекторів-веранд (оранжерей) з їх інтеграцією з планувальною структурою й орієнтацією на південь, а також при обмеженому використанні недорогих рекуператорів з ККД в межах 50-60%. Цей стандарт є реальним для впровадження в більшості забезпечених мережами будівельних майданчиків і не потребує (як обов'язковий захід) в більшості випадків альтернативних джерел енергопостачання.

2-й стандарт – «енергонезалежний» будинок, в основних своїх положеннях відповідає європейському стандарту «пасивний» будинок. Цей стандарт може бути рентабельним навіть на момент будівництва для житлових районів і будівельних майданчиків, в яких відсутні інженерні мережі з газопостачання, а також централізовані теплові мережі, а потужність електричних мереж менше необхідного навантаження для житлового району. Необхідне доведення опору теплопередачі стін до $R=4,0 \div 7,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, вікон до $R=0,85 \div 1,15 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, а також використання пасивних сонячних колекторів-веранд (оранжерей) з їх інтеграцією з планувальною структурою й орієнтацією на південь, а також при обов'язковому використанні вискооефективних рекуператорів які охоплюють повернення тепла не тільки вентиляційних систем, але й каналізованих стоків з ККД в межах 60-90% (в середньому 75%). Обов'язковою вимогою зазначених систем є використання альтернативних джерел і способів енергопостачання – теплових насосів, сонячних колекторів і фотогальванічних геліосистем, а також різноманітних акумуляційних станцій тепла і електроенергії. Перевага цього стандарту буде безумовною не тільки в умовах будівництва на заповідних територіях, але й в структурі історичної забудови з високою щільністю, де одночасно вичерпані потужності інженерних мереж.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель.
2. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції.
3. *Файст В.* Основные положения по проектированию пассивных домов. Русский перевод книги Вольфганга Файста "Основные положения по проектированию пассивных домов" (Wolfgang Feist "Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser") - М.: АСВ, 2008.-140 с.

Аннотация

В статье приведен сравнительный анализ связанный с внедрением энергоэффективных жилых домов на основе разных стандартов на примере модели жилого дома разработанного в институте ГП «УКРНИИПГРАЖДАНСТРОЙ».

Annotation

The comparative analysis for the promotion of energy efficient houses under the different standards applied to the model house developed in SE "UKRNDPICIVIBUD" is given in the article.

ПРОГРАМА РОЗВИТКУ ООН В УКРАЇНІ В СФЕРІ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Волков С. С., Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, Україна
Козак Ю.В., КНУБА, Україна*

Анотація. Програма розвитку ООН (ПРООН) є глобальною мережею ООН в галузі розвитку, організацією, яка виступає за позитивні зміни та надає країнам доступ до джерел знань, досвіду та ресурсів задля допомоги людям в усьому світі будувати краще життя. В рамках програми енергозбереження та охорони довкілля, були проаналізовані причини, які уповільнюють впровадження енергозберігаючих технологій в житловій галузі. На основі отриманого аналізу, ПРООН запропонований цілісний та всебічний проект підтримки житлової сфери для стимулювання та впровадження енергоефективних технологій.

Постановка проблеми. Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) є глобальною мережею ООН в галузі розвитку, організацією яка виступає за позитивні зміни та надає країнам доступ до джерел знань, досвіду та ресурсів задля допомоги людям в усьому світі будувати краще життя. ПРООН співпрацює з 177 країнами світу, допомагаючи їм знаходити власні шляхи розв'язання глобальних та національних проблем в галузі людського розвитку. Покращуючи свої власні можливості, країни мають змогу використовувати досвід та знання співробітників ПРООН та широкого кола її партнерів.

Аналіз стану досліджень. Світові лідери на межі тисячоріччя взяли на себе обов'язки по досягненню цілей в області розвитку, спрямованих, в першу чергу на зниження наполовину рівня бідності к 2015 року. ПРООН координує глобальні та національні зусилля по досягненню цих цілей. В рамках співпраці з українськими організаціями в сфері науки і освіти, в 2012 році департаментом по питанням енергетики та навколишнього природного середовища ПРООН була заслухана доповідь старшого викладача кафедри архітектурних конструкцій КНУБА Козака Ю.В. про діючі нормативні документи України в сфері енергозбереження і енергоефективності.

Мета статті. В Україні ПРООН зосереджується на трьох головних сферах діяльності: демократичне врядування та місцевий розвиток; подолання бідності, та досягнення Цілей розвитку тисячоліття адаптованих для України; енергетика та навколишнє природне середовище.

В кожній з цих тематичних сфер ПРООН забезпечує баланс між допомогою країні у розробці політико-правових документів, аналітично-дорадчою діяльністю, заходами з поліпшення спроможності українських партнерів та цільовими пілотними проектами. ПРООН працює в Україні з 1993

року.

Основна частина. Діяльність ПРООН на Україні в 2012 році в галузі енергетики та навколишнього природного середовища надана в таблиці з зазначенням у відсотках витрат на реалізацію проектів:

Розробка законодавчо-регуляторної бази	Зміна клімату, енергетика і енергоефективність	Сталий розвиток	Небезпечні хімічні речовини	Біорізноманіття	Міжнародні води	Зменшення ризику надзвичайних ситуацій
Впровадження місцевих планів екологічного розвитку на територіях, постраждалих від Чорнобильської аварії Впровадження положень конвенції Ріо в законодавче і регуляторне поле	Трансформація ринку енергоефективного освітлення в Україні Біоенергетичні технології Стратегія низьковуглецевого росту в Україні Модернізація систем опалення та гарячого водопостачання в сільській місцевості	Програма сталого розвитку Луганської області	Зменшення використання технологій в озоноуймучих українській промисловості	Відновлення та управління торф'яними болотами	Впровадження програм зменшення забруднення басейну Дніпра Моніторинг екологічного стану Чорного моря	Охорона здоров'я і підвищення безпеки шахтарів східної України Підвищення пожежної безпеки лісів і торф'яників
1,6%	66%	12,5%	4,4%	6,2%	4,7%	4,6%

Таким чином, згідно таблиці, видно, що біля 66 % фінансових витрат ПРООН в галузі екології, було спрямовано на програми, спрямовані на зміну клімату, енергоефективність та енергозбереження. Можна виділити п'ять головних векторів діяльності організації в цій галузі:

- зміна ринку освітлення, пошук можливості використання економічних та найбільш безпечних систем освітлення;
- біоенергетичні технології;
- стратегія низьковуглецевого зростання України;
- реконструкція систем опалення міст та сел України для збільшення її ефективності та зменшення втрат тепла;
- реконструкція будівель з ціллю зменшення тепловтрат огорожуваних конструкцій.

В якості прикладів по кожному з п'яти пунктів можна привести конкретні програми, багато з яких вже є реалізованими, деякі знаходяться в стадії реалізації або розробки.

Існує відомий факт не економної та недовговічної роботи традиційних ламп розжарювання. У відповідності з планом по переходу на енергозберігаючі технології та боротьбою з глобальним потеплінням, в багатьох країнах світу заборонили виробництво та продаж цих ламп. Україна також рухається в цьому напрямку. Однак, встановлюючи заборону на лампи розжарювання, необхідно їх замінити на відповідну альтернативу, якою є енергозберігаючі та світлодіодні

лампи. Ринок освітлення України є перенасичений товарами як сумнівної якості, так і товарами, які здійснюють шкідливий вплив на оточуюче середовище та здоров'я людини. Організація планує провести дослідження ринку задля виявлення таких товарів. Нажаль, в магазинах України існує великий відсоток енергозберігаючих ламп, які мають всі вищеченазані недоліки. Розроблюються пропозиції по регулюванню ринку в цій галузі шляхом удосконалення нормативної та законодавчої бази.

Біоенергетична програма – система відновлювальних джерел енергії. Україна є одною з країн, в якій сільськогосподарча біомаса знищується, замість того, щоб використовувати її для виробництва енергії. Безумовно, солома має свої особливості при спалюванні. Розроблені технології, які обходять недоліки цього матеріалу. ПРООН приймає активну участь в просуванні новітніх технологій.

Питання енергоефективності ізоляції будівель та ефективного використання систем опалення розкривають широке коло соціальних та економічних проблем, які потребують комплексного вирішення на всіх рівнях від отримання сировини для виробництва енергії до використання та збереження енергії кінцевим споживачем.

На прикладі житлового фонду України, складений аналіз існуючого положення. Житловий сектор України включає в себе 1 072 200 000 м² житлової площі (19 288 000 квартир). Близько 70% від загальної кількості квартир розташовано в багатоквартирних будинках, де проживають приблизно 34 мільйони людей. 90% родин мають власне житло, 5% проживають у помешканнях, що знаходяться в державній або відомчій власності, 2% орендують житло у приватних власників та 3% проживають у гуртожитках. Більша частина будинків побудована в 50-х – 90-х роках минулого століття та потребує значної реновації або капітального ремонту. За оцінками спеціалістів (матеріали Міжнародної фінансової корпорації), 80% всіх потреб у модернізації пов'язані з питаннями використання та збереження енергії.

Житлово-комунальний сектор України є вкрай неефективним з точки зору використання енергії. Він споживає 44% всіх енергоресурсів країни. Згідно з офіційними статистичними даними [1], найбільші витрати газу відбуваються в системі виробництва тепла для забезпечення централізованим опаленням: 22% тепла втрачається під час його виробництва, 25% під час транспортування та 30% – у кінцевих споживачів. Подальший аналіз теплових втрат у житловому секторі показує, що 42% тепла втрачається через огорожувальні конструкції будинків (стіни, стелю верхнього поверху, підвал) внаслідок їхніх незадовільних теплозберігаючих характеристик, 16% втрачається через вікна, 7% через дах та 30% через систему вентиляції [1].

Таким чином, як і в інших країнах регіону, житловий сектор споживає близько 40% всієї виробленої в Україні теплової енергії та 25% всієї електричної енергії, що робить цей сектор значним збільшувачем утворення парникових газів. Енергоефективність будинків в Україні в середньому приблизно в чотири рази нижча, ніж у країнах Західної Європи.

Пошук причин, які заважають спрямувати проблему енергоефективності

в Україні в бік покращення, представлений у звітах та аналітичних доповідях ПРООН. Системи центрального опалення, які перейшли до України як спадок радянських технічних норм, в сучасних умовах демонструють свою енергетичну неефективність. Низький ККД котельних, викиди продуктів горіння в атмосферу і значні тепловтрати трубопроводів, які транспортують теплу воду від теплоцентралі до споживача, потребують рішень по зміні існуючого положення речей.

Більш систематичний аналіз дозволяє виділити основні області проблем, що стосуються відсутності широкомасштабного ремонту житла, а саме:

1) Слабко розвинута правова база недостатня для підтримки процесу ремонту багатоквартирного житла. Чинний Житловий кодекс було розроблено за часів УРСР (у 1983 році), а законодавча база в цілому не створює достатніх стимулів для організації та належної роботи об'єднань співвласників житла, а ще в меншій мірі – для запровадження енергозбереження у будівлях та їхнього покращення. Існує значна кількість законів та підзаконних актів, прийняття або вдосконалення яких очікується. І хоча майже всі донорські ініціативи підтримують створення належної законодавчої бази, результати досі були невтішними.

2) Не сформовано ринку послуг з управління багатоквартирними будинками. Кількість суб'єктів господарювання, які надають такі послуги є незначною

Утворення об'єднань співвласників житла в Україні не є обов'язковим, а рівень поінформованості населення про їхню необхідність, роль та користь для громади залишається низьким. Таким чином на даний момент зареєстровано лише 12 037 таких об'єднань, що складає лише 15,5% багатоквартирного житлового фонду. Об'єднання мають право брати на себе управління та утримання будинку - спільної власності власників жилих та нежилих приміщень, але не завжди спроможні достатньо професійно організувати таких співвласників. Реалізація заходів з енергозбереження вимагає ще більшого рівня компетентності та професійних знань, що створює значну проблему для об'єднань співвласників житла у реалізації можливих ініціатив за донорської підтримки.

Враховуючи вищезазначені труднощі, всі діючі донорські проекти докладають зусиль до створення об'єднань співвласників житла та підвищення їхньої спроможності управляти будинками та утримувати їх.

3) Заплутана та неефективна система експлуатації та утримання багатоквартирних будинків

Утримання 84,5% багатоквартирних будинків, що знаходяться у приватній власності, але в яких ще не створені об'єднання співвласників, все ще здійснюється в рамках старої системи силами спеціалізованих житлово-експлуатаційних контор. Їхня робота недостатньо прозора, а діяльність часто сумнівна для споживачів послуг з точки зору кількості та якості робіт та підвищення їхньої спроможності управляти будинками та утримувати їх.

4) Відсутність мотивації у власників житла щодо інвестування у заходи з підвищення енергоефективності

Субсидовані ціни/тарифи на житлово-комунальні послуги та відсутність засобів обліку споживання енергії не створюють будь-яких стимулів для організації заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності.

Законодавство, яке повинне запровадити сучасні європейські стандарти енергоефективності будинків, ще не прийняте, а загального розуміння необхідних заходів та переваг підвищення енергоефективності будівель бракує.

Невелика кількість пілотних проектів (на цей рік заплановані проекти AMP США, GTZ та один урядовий проект) з модернізації будівель для підвищення енергоефективності ще не завершені й не можуть продемонструвати перші результати.

Для формування думки мешканців щодо заходів з енергозбереження необхідна конкретна та практична інформація про те, які заходи є доступними та яку економію витрат на опалення вони дозволяють отримати.

Юридичне зобов'язання уряду взяти участь у першому капітальному ремонті (більше 90 відсотків якого практично пов'язані з покращенням енергоефективності) разом з усталеною практикою (державного і донорського фінансування) надання 90% субсидій для таких цілей сформували ставлення та очікування, які майже неможливо задовольнити та які у майбутньому мають змінитися.

5) Відсутність всебічного технічного підходу

Досвід інших країн регіону, які досягли більших успіхів у реалізації заходів з покращення енергоефективності будинків показує, що з точки зору співвідношення ціна-якість слід підтримувати та просувати лише заходи, що втілюються у складі оптимального технічного пакета. Це пояснюється необхідністю забезпечити належний розмір економії для того, щоб капіталовкладення окупилися.

Конкретно у випадку України існує ще одна дуже важлива проблема: відсутність приладів обліку споживання має подвійний негативний ефект: він не лише знищує будь-яку мотивацію економії енергії та створює умови для недбалого її витрачання з боку споживачів, але й, що навіть гірше, сприяє інтересам опалювальних компаній виробляти й продавати більшу за необхідну кількість енергії, та вимагати її оплати.

б) Фінансова неспроможність власників житла здійснити модернізацію з метою енергозбереження

Незалежно від якості технічної концепції та запланованих заходів, фактичне їхнє впровадження залежить від того, що можуть дозволити собі жителі та який обсяг заходів з енергозбереження буде ними профінансовано.

Модернізація для підвищення енергоефективності дорого коштує та зазвичай вимагає субсидування. Однак, обсяг та способи надання субсидій є дуже чутливим питанням та повинні ретельно продумуватися із урахуванням двох основних факторів: 1) обсяг субсидій повинний дозволяти більшості власників житла в одному будинку брати участь у заходах; та 2) він повинний бути обґрунтованим з політичної точки зору та точки зору платників податків. Окрім того, потреба у модернізації житла в країні має такі масштаби, що за сьогоденної практики 90% субсидування модернізація хоча б половини

будинків, які найбільше її потребують, не зможе бути здійснена у будь-який розумний термін.

7) Кредити практично недоступні

Вважається, що більшість власників житла братимуть кредити для фінансування модернізації. Але одержання кредиту в Україні на доступних умовах майже неможливе. Більшість причин цього характерна не лише для України:

(1) у власності об'єднань співвласників житла немає належного майна, яке може бути прийняте комерційними банками у якості застави для видачі кредитів. А іпотека не є ані працездатним, ані прийнятним варіантом для об'єднань співвласників у країнах – нових учасниках ЄС, чого можна очікувати і в Україні.

(2) Українські об'єднання співвласників не роблять фінансових накопичень у вигляді фонду капітального ремонту та/або модернізації, кошти з якого можуть бути використані для цілей застави;

(3) При цьому банки готові надавати кредити об'єднанням співвласників, за умови надійного обґрунтування здатності об'єднань співвласників їх повернути. Це стосується всіх власників житла у певному будинку, незалежно від більшості голосів, необхідної для прийняття рішення про звернення по кредит.

(4) Окрім того, ринкові ставки, за якими в Україні можуть бути одержані кредити, перевищують 20%, що ще більше здорожує модернізацію.

Для того, щоб мати успіх, ініціативи з модернізації будинків повинні ретельно вивчати всі вищезазначені чинники, розробляти та застосовувати *фінансові механізми*, що ґрунтуються на відповідній існуючій міжнародній практиці, пристосованій для реалій та потреб України.

8) Відсутність юридичних та практичних заходів соціального захисту

Внаслідок соціального складу власників окремого будинку, обов'язково існуватимуть сім'ї, які не зможуть дозволити собі додатково обтяжити свій бюджет видатками на модернізацію будівлі. Більше 7 відсотків населення подає заявки на субсидії з опалення; такі особи часто проживають в багатоквартирних будинках. Необхідно передбачити, щоб принаймні така частка населення могла б одержувати необхідну цільову допомогу. Міжнародний досвід показує, що нехтування цією складовою Фінансового механізму може поставити під загрозу всю програму, оскільки родини, практично неспроможні оплатити заходи з модернізації, голосують проти неї та ставлять під загрозу всю ініціативу об'єднання.

Лише цілісний підхід до проблем модернізації житла може забезпечити їхнє життєздатне рішення. Описані вище труднощі потребують цілісного та всебічного способу подолання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Успішність створення життєздатної моделі модернізації багатоквартирних будинків для покращення енергозбереження залежить від:

I. Зміцнення потенціалу об'єднань співвласників житла як

організацій, що беруть на себе відповідальність за модернізацію.

Проект пропонуватиме підтримку для належної роботи об'єднань співвласників як механізму організованого професійного управління та утримання багатоквартирних будинків. Підтримка надаватиметься у наступних областях:

- Збільшення поінформованості приватних власників про покращення енергоефективності житла, а також про їхні обов'язки щодо спільної власності;

- Сприяння стабільній роботі об'єднань співвласників житла шляхом розбудови потенціалу виконавчих органів організовувати належне управління процесом модернізації. Це включає прийняття свідомого рішення про виконання робіт з покращення енергоефективності, забезпечення виконання вимог необхідних технічних стандартів, в тому числі проведення необхідної підготовки, такої, як технічна оцінка та енергетичний аудит, виготовлення необхідної технічної документації, вибір підрядників, технічний контроль якості робіт, енергетична паспортизація та інше.

З цільовими бенефіціарам буде проведено навчання, вони отримують консультації експертів, інструкції та допомогу для проходження всього процесу.

Проект призначений в першу чергу для міст середнього розміру та зареєстрованих об'єднань співвласників житла, обраних на конкурсній основі з переліку учасників діючих проектів (наприклад, АМР США, GTZ, МФК та ПРООН), з використанням вже належного рівня поінформованості, набутого досвіду та досягнутих результатів, а також щоб запобігти дублюванню зусиль Донорів.

II. Розробка та застосування комплексних технічних рішень.

Передбачена діяльність буде націлена на припинення процесу старіння будинків та доведення їхнього технічного стану до рівня європейських стандартів енергоефективності. Цей підхід ґрунтується на досвіді деяких інших країн - нових членів ЄС (Болгарії, Литви, Латвії, Польщі, Естонії та ін.) та орієнтований на пошук *оптимальної кількості заходів з енергозбереження з точки зору рентабельності*. З однієї сторони, технічна пропозиція повинна бути достатньо повною з точки зору енергоефективності, а з іншої – вона повинна також бути економічно обґрунтованою та привабливою для інвесторів (власників будинків).

Заплановані заходи включатимуть в себе встановлення приладів обліку та запровадження контролю споживання в якості передумови для запровадження заходів з енергозбереження. Облік як для будівель, так і для окремих квартир є необхідним для визначення кількості спожитої енергії з метою порівняння її з запланованою економією для спонукання до капіталовкладень у заходи з енергозбереження. З цього питання Проект може співпрацювати з проектом МФК.

За підтримки органів місцевої влади Проект забезпечить досягнення об'єднаннями співвласників угоди з підприємствами - виробниками комунальних послуг щодо розрахунку за спожиту енергію відповідно до

показань приладів обліку, що дозволить чітко показати фінансову економію від модернізації.

Буде розроблено набір заходів з енергозбереження та оцінено його вартість. Зазвичай найкраща рентабельність досягається застосуванням відносно широкого набору заходів: створення теплоізоляційної оболонки будівлі, заміна вікон, модернізація системи опалення і т. д. Буде підготовлено оптимальний (з точки зору рентабельності) пакет заходів з модернізації для подальшого використання об'єднаннями співвласників житла. Модернізація всієї будівлі виконуватиметься лише на підставі технічного та енергетичного аудитів як частин запропонованого набору.

В той же час необхідним буде математичне доведення того, що запропонований пакет заходів з підвищення енергоефективності дозволяє реальне повернення капіталовкладень головним чином за рахунок економії на комунальних платежах. З іншого боку, сума необхідного капіталовкладення повинна відповідати можливостям бюджетів більшості домогосподарств. Розроблену модель буде випробувано опитуванням потенційних вигодонабувачів. Проблему неплатоспроможних власників житла буде вирішено окремо, як це описано нижче.

III. Створення та випробування життєздатного з фінансової точки зору механізму, який поєднає урядову та донорську підтримку модернізації багатоквартирних будинків шляхом надання:

- Кредитних гарантій та відшкодування відсотків по кредитах;
- Системи фінансових стимулів для власників житла;
- Цільових субсидій для неплатоспроможних власників.

Пропонується створення Державного фонду стимулювання енергетичної ефективності житлових будівель з подвійною метою:

- а. надання кредитних гарантій та
- б. субсидування відсоткових ставок по кредитах (які на даний момент складають 24%) для забезпечення можливості для ОСББ отримувати кредити в комерційних банках.

Фонд буде створено у співпраці з Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України (Мінрегіонбуд). Зацікавлені комерційні банки буде запрошено до співпраці з Фондом.

Фонд одержуватиме фінансування з різних джерел:

(а) Коштів Проекту - в якості початкового фінансування, що забезпечить стабільність зазначеної Діяльності, оскільки револьверний фонд сприяючи в отриманні субсидованих позик створює можливість проведення модернізації для набагато більшої кількості вигодонабувачів, аніж прямі субсидії; та

(б) Коштів Державного бюджету України – очікується, що Мінрегіонбуд забезпечить виділення коштів з державного бюджету, які зараз виділяються у формі прямих субсидій на фінансування перших капітальних ремонтів та реалізацію заходів з підвищення енергоефективності. Обґрунтуванням таких дій є вже прийняте зобов'язання про створення Фонду (спільно з об'єднаннями співвласників) для першого капітального ремонту. Шляхом реструктуризації прямої державної підтримки Проект передбачає скерування наявних

фінансових ресурсів уряду на досягнення довготривалого сталого ефекту.

(с) Коштів органів місцевого самоврядування

(d) Коштів фінансових установ у т.ч. міжнародних

По закінченні проекту **РФМ** буде легалізовано в установу що функціонуватиме поза рамками Проекту у тісній співпраці з урядом. Фонд забезпечуватиме можливість подальшого прийняття коштів від міжнародних фінансових установ, таких, як **МФУ, що беруть участь у ініціативі E5P**:

- Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР)
- Європейський інвестиційний банк (ЄІБ)
- Північний інвестиційний банк (ПІБ)
- Екологічна фінансова корпорація Північної Європи (НЕФКО)
- Група Світового банку (МБРР та МФК) і т. д.

РФМ надаватиме об'єднанням співвласників житла доступ до кредитів на пільгових умовах в якості основного джерела фінансування заходів з покращення енергоефективності в рамках Проекту.

«Пільговими умовами надання кредиту» вважатимуться розмір відсоткової ставки та умови повернення, які дозволять більшій частині домогосподарств будинку, в якому створено об'єднання співвласників, реалізувати класичний/оптимальний комплекс заходів з енергозбереження з щомісячним фінансовим навантаженням що становитиме не більше ніж 25 євро на домогосподарство (для квартири середніх розмірів).

Параметри повинні відповідати наступним умовам: кредит покриває 100% видатків на капіталовкладення, а відсоткові ставки не перевищують 5%; термін сплати кредиту – щонайменше 10–15 років з фіксованою ставкою протягом 10 років, без комісій за дострокове погашення. Умови одержання належних гарантій, визначення критеріїв надання кредитів, спосіб оцінки ризику невиконання зобов'язань (для того, щоб унеможливити збагачення співвласників, які не виконують своїх зобов'язань за кредитом, за рахунок держави) та інші умови будуть детально розроблені на початку виконання проекту.

У належній схемі доступу до кредитів необхідно буде звернути увагу на дві типові складні вимоги комерційних банків для надання колективних кредитів об'єднанням співвласників: кредитоспроможність об'єднань співвласників житла та задовільна для банку застава. Здійсненні рішення буде розроблено на основі досвіду країн – нових членів ЄС (наприклад, гарним прикладом у цій сфері служить Польща).

При тому, що більшість приватних власників нестимуть більшу частину фінансових витрат на модернізацію, буде запроваджено детально продуману **систему фінансового стимулювання (СФС)**. СФС **включатиме в себе**:

- Безкоштовну (для власників житла) організаційну підтримку за необхідністю.
- Часткове субсидування витрат на модернізацію.

Проекту доведеться нести видатки, які є частиною процесу модернізації, але які не бажатимуть покрити власники житла, наприклад: проведення аудитів та виготовлення технічної документації, незалежний технічний нагляд (в ході

робіт з модернізації для забезпечення додержання вимог будівельних норм). Окрім того, для плавного переходу від поточної ситуації, в яких об'єднання співвласників одержують 90% субсидій від усіх схем з модернізації, що фінансуються державою або донорами, буде передбачено певну одноразову субсидію в якості стимулу для перших учасників та на суму, яка буде оціночно визначена на початку проекту. Після успішного виконання принаймні одного циклу проекту, коли буде видно результати та наслідки, можна очікувати збільшення потенційного інтересу до участі в схемі; відповідно, навіть менший розмір прямих субсидій може бути розглянутий.

Також забезпечуватиметься цільова допомога неплатоспроможним власникам житла (власникам з низьким рівнем доходу).

Якісно розроблена програма модернізації повинна передбачати можливість надання цільової допомоги власникам з низьким рівнем доходу. Домогосподарства з низьким рівнем доходу вимагатимуть додаткових заходів підтримки, таких як субсидування відсотків за кредитами відповідно до рівня доходу або відповідні до рівня доходу зменшення платежів за модернізацію. Наявність цільової допомоги зробить модернізацію, якої бажає більшість жильців, доступною для домогосподарств з низьким доходом. Критерії надання такої допомоги будуть розроблені додатково.

В якості джерела такого типу субсидій, а також для цілей сталості, Проектом буде розглянуто можливість використання коштів, які на даний момент органи місцевої влади виділяють, як пряме субсидування об'єднань співвласників для цілей ремонту будинків, на цільову допомогу домогосподарствам з низьким рівнем доходу (досвід Угорщини та/або Румунії може служити прикладом належної практики та підтримки з боку місцевої влади).

IV. Інформування та розбудова потенціалу основних зацікавлених сторін

Проект також зробить внесок у посилення інституційного потенціалу на державному та місцевому рівні, залучивши таких визначених зацікавлених учасників, як: профільне міністерство, органи місцевої влади, підприємства - виробники комунальних послуг, комерційні банки і т. д.

За останні декілька років програми підтримки були значно доопрацьовані з метою уникнення помилок, які вже були допущені у власній країні або за кордоном. Сьогодні такі програми частіше використовують більш цілісний підхід із надання спрощеного доступу до кредитів у комбінації з грантами та цільовою допомогою домогосподарствам з низьким рівнем доходу. Усі програми підтримки зараз зосереджують увагу на заходах з підвищення енергоефективності.

Література

1. Галузева програму енергоефективності та енергозбереження у житлово-комунальному господарстві. 2010-2014.
2. Матеріали Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних

Націй (ЄЕК ООН). 2008.

Аннотация

Программа развития ООН (ПРООН) является глобальной сетью ООН в области развития, организацией, которая выступает за позитивные изменения и предоставляет доступ к источникам знаний, опыта и ресурсов, чтобы помочь людям во всем мире строить лучшую жизнь. В рамках программы энергосбережения и охраны окружающей среды, были проанализированы причины, замедляющие внедрение энергосберегающих технологий в жилищной сфере. На основе полученного анализа, ПРООН предложен целостный и всесторонний проект поддержки жилищной сферы для стимулирования и внедрения энергоэффективных технологий.

Annotation

United Nations Development Programme (UNDP) is the UN's global development network, advocating for change and connecting countries to knowledge, experience and resources to help people build a better life. Acting within the framework of energy and environment practice are in Ukraine, UNDP made a root-cause analysis of slow implementation of energy efficiency technologies in residential area. On basis of analysis UNDP elaborated integral and comprehensive programmer to supporting the residential sector of Ukraine in implementation of energy efficiency technologies.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОЗАХИСТУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПОЕЛЕМЕНТОНОМУ ПІДХОДІ

*Національний університет водного господарства та природокористування, м.
Рівне, Україна*

Сьогодні в стандартах України, як і в багатьох країнах світу, з метою зниження затрат енергії на опалення та вентиляцію будівель, введені нові вимоги до теплозахисних властивостей будівель. При цьому вибір теплозахисту допускається здійснювати по одному із двох альтернативних підходів: приписовому (поелементному) та споживчому (експлуатаційному) [1, 2].

При поелементному підході нормативні вимоги пред'являються до окремих елементів теплового захисту будівлі. Такий принцип існував у більше десяти редакціях норм країн бувшого СРСР з 1929 року до кінця XX століття [2].

Підвищення теплозахисту огорожувальних конструкцій до нормативних вимог передбачає додаткові капіталовкладення, які будуть масово реалізовуватись тільки у випадку інвестиційної привабливості такого енергозберігаючого заходу.

В роботах [3, 4] розглядаються задачі економічної доцільності енергозберігаючих заходів у будинках та шляхи їх реалізації із використанням різних критеріїв.

Метою роботи є розробка та реалізація наукових підходів при обґрунтуванні за поелементним принципом теплозахисту огорожувальних конструкцій будинків в існуючих умовах України.

На сьогоднішній день, у світовій практиці економічна доцільність інвестування у проекти визначається, виходячи із таких показників: чистий дисконтований дохід; індекс прибутковості; внутрішня норма прибутковості; термін окупності.

Термін окупності є одним з найважливіших критеріїв економічної доцільності інвестицій, який з урахуванням дисконтування отриманих доходів визначається

$$\dot{O}_i = -\ln(1 - r \cdot \dot{O}_0) / \ln(1 + r), \quad (1)$$

де r - норма дисконту

$\dot{O}_0$ - бездисконтний термін окупності інвестицій, років

$$\dot{O}_0 = K / \Delta \quad (2)$$

де K – інвестиції, грн;

Δ - щорічний прибуток, грн./рік.

Отже, нехай будівля має форму багатогранника, що складається із n плоских огорожувальних конструкцій. Кожна i -а огорожувальна конструкція складається з декількох шарів. Один із цих шарів –

теплоізоляційний, а всі інші – конструктивні. Причому параметри конструктивних шарів відомі, зокрема їх приведений опір теплопередачі - R'_{fD} .

У першому наближенні прийнемо, що проміжний дохід в кожному році за рахунок зменшення затрат енергії на опалення будинку при підвищенні теплозахисту огороження однаковий. Тоді його можна визначати за формулою

$$\Delta = c_{\dot{O}} \cdot \Delta Q_{D^{\hat{E}}} =$$

$$= \sum_{i=1}^n c_{\dot{O}} \cdot D \cdot F_i \cdot \left[(1 - \varphi_i^{\hat{I}}) \cdot \left(\frac{1}{R_{fD_i}^{\hat{I}\hat{I}}} - \frac{1}{R_{fD_i}^{\prime\prime\hat{I}\hat{I}}} \right) + \varphi_i^{\hat{I}} \cdot \left(\frac{1}{R_{fD_i}^{\hat{I}}} - \frac{1}{R_{fD_i}^{\prime\prime\hat{I}}} \right) \right] \cdot \xi \cdot \beta_h, \quad (3)$$

де $c_{\dot{O}}$ - вартість теплової енергії, $\hat{A}\hat{O} / \hat{A}\hat{O} \cdot \hat{A}\hat{O}$;

$\Delta Q_{D^{\hat{E}}}$ - щорічне скорочення тепловтрат через огорожувальні конструкції за рахунок улаштування теплової ізоляції, $\hat{A}\hat{O} \cdot \hat{A}\hat{O} / \delta^3 \hat{e}$;

D - осереднене значення кількості градусо-днів в районі розміщення будинку, $\hat{N} \cdot \hat{A}\hat{O} \hat{A}\hat{e}$;

F_i - площа поверхні i -ї огорожувальної конструкції, m^2 ;

$\varphi_i^{\hat{I}}$ - відношення площі прозорої частини i -го огороження (вікон, дверей) до загальної площі цього огороження.

$R_{fD_i}^{\hat{I}\hat{I}}$, $R_{fD_i}^{\prime\prime\hat{I}\hat{I}}$ - відповідно приведений опір теплопередачі непрозорої частини i -ї огорожувальної конструкції до та після встановлення теплової ізоляції, $\hat{I}^2 \cdot \hat{A}\hat{O}\hat{A}\hat{O} / \hat{A}\hat{O}$;

$R_{fD_i}^{\hat{I}}$, $R_{fD_i}^{\prime\prime\hat{I}}$ - відповідно приведений опір теплопередачі прозорої частини i -ї огорожувальної конструкції до та після встановлення теплової ізоляції, $\hat{I}^2 \cdot \hat{A}\hat{O}\hat{A}\hat{O} / \hat{A}\hat{O}$;

ξ - коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, які пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок [1];

β_h - коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системою опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів і додатковими тепловтратами через радіаторні ділянки огорож, тепловтратами трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення [1].

Додаткові капітальні вкладення у підвищення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі представимо у вигляді

$$\Delta K = \sum_{i=1}^n F_i \cdot \left[c_{\hat{C}}^{\hat{I}\hat{I}} \cdot \lambda_{\hat{C}}^{\hat{I}\hat{I}} \cdot (1 - \varphi_i) \cdot (R_{fD_i}^{\hat{I}\hat{I}} - R_{fD_i}^{\prime\prime\hat{I}\hat{I}}) + c_{\hat{C}}^{\hat{I}} \cdot \varphi_i \cdot R_{fD_i}^{\prime\prime\hat{I}} \right], \quad (4)$$

де $c_{\hat{C}}^{\hat{I}\hat{I}}$ - вартість теплоізоляційного матеріалу для непрозорої частини огороження, $грн/m^3$;

λ_{zC} - коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційного матеріалу непрозорої частини огороження, $\hat{A} \cdot \tilde{\alpha} / i^4$;

c_{zC}^I - вартість збільшення на $1 \text{ i}^2 \cdot \tilde{\alpha} / \hat{A}$ опору теплопередачі 1 i^2 прозорої частини огороження (вікна, двері), $\tilde{\alpha} \cdot \hat{A} / i^4 \cdot \tilde{\alpha}$;

$F_s, \varphi_i^I, R'_{I D_1}, R''_{I D_1}, R'_{I D_2}$ - те ж, що і у формулі (3).

Розглянемо задачу термомодернізації типової адміністративної будівлі на основі приписового підходу, яка розташована в м. Рівне 1-шої кліматичної зони України.

Приведені значення опору теплопередачі огорожувальних конструкції до влаштування теплової ізоляції становлять: покриття та перекриття неопалюваного горища - $R'_{I D_1} = 0,9 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$; зовнішні стіни - $R'_{I D_2} = 1,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$; перекриття над неопалюваними підвалами, які розташовані нижче рівня землі - $R'_{I D_3} = 0,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$; вікон - $R'_{I D_4} = 0,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$; вхідних дверей - $R'_{I D_5} = 0,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$.

Тариф на теплову енергію для даного типу споживача від централізованої системи опалення становить $c_D = 910 \text{ \text{€} / \text{ГДж}} = 0,78 \cdot 10^{-3} \text{ \text{€} / \text{ГДж}}$. Утеплення усіх непрозорих огорожуючих стін пропонується виконувати при допомозі плит з мінеральної вати. Коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплення становить $\lambda_{zC} = 0,044 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$. Вартість влаштування 1 м^3 теплової ізоляції становить $c_{zC} = 4000 \text{ \text{€} / м}^3$. Вартість збільшення на $1 \text{ i}^2 \cdot \tilde{\alpha} / \hat{A}$ опору теплопередачі 1 i^2 i-го прозорого огороження (вікна, двері) $c_{zC}^I = 1600 \text{ \text{€} \cdot \hat{A} / i^4 \cdot \tilde{\alpha}}$.

Згідно [1] нормовані значення приведенного опору теплопередачі для огорожень даної будівлі наступні: $R_{I D_1}^{req} = 3,3 \text{ (i}^2 \cdot \tilde{N}) / \hat{A}$; $R_{I D_2}^{req} = 2,8 \text{ (i}^2 \cdot \tilde{N}) / \hat{A}$; $R_{I D_3}^{req} = 2,5 \text{ (i}^2 \cdot \tilde{N}) / \hat{A}$; $R_{I D_4}^{req} = 0,5 \text{ (i}^2 \cdot \tilde{N}) / \hat{A}$; $R_{I D_5}^{req} = 0,44 \text{ (i}^2 \cdot \tilde{N}) / \hat{A}$. Разом з тим, у відповідності з [1] при поелементному підході підвищення опору теплопередачі на стадії реконструкції (термомодернізації) існуючої будівлі допускається зниження опору непрозорих огорожувальних конструкцій до рівня 80 % від $R_{I D_i}^{req}$.

Результати розрахунків з визначення дисконтованого терміну окупності даного енергозберігаючого заходу наведені на рис. 1.

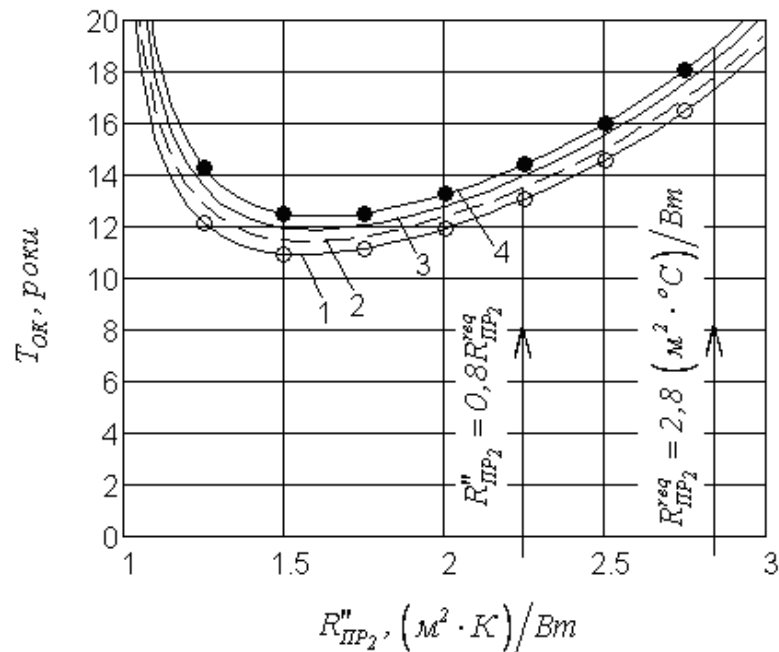


Рис. 1. Залежність дисконтованого терміну окупності від приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій при термомодернізації адміністративного будинку:

- 1 – при $R''_{I D1} = 0,8 \cdot R''_{I D1}^{req}$, $R''_{I D3} = 0,8 \cdot R''_{I D3}^{req}$; $R''_{I D4} = R''_{I D4}^{req}$; $R''_{I D5} = R''_{I D5}^{req}$;
- 2 – при $R''_{I D1} = 0,8 \cdot R''_{I D1}^{req}$, $R''_{I D3} = R''_{I D3}^{req}$; $R''_{I D4} = R''_{I D4}^{req}$; $R''_{I D5} = R''_{I D5}^{req}$;
- 3 – при $R''_{I D1} = R''_{I D1}^{req}$, $R''_{I D3} = 0,8 \cdot R''_{I D3}^{req}$; $R''_{I D4} = R''_{I D4}^{req}$; $R''_{I D5} = R''_{I D5}^{req}$;
- 4 – $R''_{I D1} = R''_{I D1}^{req}$, $R''_{I D3} = R''_{I D3}^{req}$; $R''_{I D4} = R''_{I D4}^{req}$; $R''_{I D5} = R''_{I D5}^{req}$

Отже, із рис. 1 видно, що мінімальне значення дисконтованого терміну окупності $T_A = 11 \text{ років}$ відповідає приведенному значенню опору теплопередачі $R''_{I D2} = 1,55 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta$ зовнішньої стіни, яке значно менше за нормоване $R''_{I D2}^{req}$.

Разом з тим, дискнтований термін окупності капіталовкладень при дотриманні нормативних значень приведенного опору теплопередачі огорожень $R''_{I D1}^{req}$ є досить великим (більше 18 років).

Виходячи із аналізу, зрозуміло, що для зменшення терміну окупності інвестицій у термомодернізацію будівлі необхідно приймати мінімально допустимі значення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій непрозорих огорожень. А саме:

$$R''_{I D1} = 0,8 \cdot R''_{I D1}^{req} = 2,64 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta ; R''_{I D2} = 0,8 \cdot R''_{I D2}^{req} = 2,24 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta ;$$

$$R''_{I D3} = 0,8 \cdot R''_{I D3}^{req} = 2,0 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta .$$

Із рис. 1 бачимо, що навіть при мінімально допустимих значеннях приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій $R''_{I D1} = 2,64 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta$; $R''_{I D2} = 2,24 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta$; $R''_{I D3} = 2,0 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta$; $R''_{I D4} = 0,5 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta$; $R''_{I D5} = 0,44 \left(i^2 \cdot \tilde{N} \right) / \hat{A} \Delta$ (лінія 1) дискнтований термін окупності є достатньо великий – 13 років.

Висновки.

1. Виходячи із отриманих результатів стає зрозумілим, що, незважаючи на простоту підходу, поелементний принцип теплозахисту огорожувальних конструкцій не завжди може бути реалізованим через відсутність економічної привабливості інвестування.

2. Зрозуміло, що посилення теплозахисту зовнішніх огорожень будинку це є один з можливих способів досягнення основної мети – зниження затрат первинної енергії на опалення будинку, і не повинно бути самоціллю.

3. Тому зниження енергозатрат на опалення та вентиляцію будівель потрібно здійснювати за рахунок оптимізації всього можливого спектру теплотехнічних рішень на основі споживчого підходу нормування затрат первинної енергії створення відповідного мікроклімату у будинках [1, 2].

Література.

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція: ДБН В.2.6-31:2006. - [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Мінбуд України, 2008. – 71 с. - (Національні стандарти України).

2. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения // Ю. А. Матросов – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.

3. Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А. Н. Дмитриев, И. Н. Ковалев, Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 120 с.

4. Семенов Борис Александрович. Оптимизация параметров теплоиспользования в системах централизованного теплоснабжения городов: дис. ... докт. техн. наук : 05.14.01 / Семенов Борис Александрович. – Саратов, 2002. – 527 с. – Библиогр. : с. 428–452.

Аннотация

В работе разработан и реализованный научный подход обоснования повышения сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций зданий в соответствии с предписывающим принципом нормирования теплозащиты зданий. Показано, что в условиях Украины такой принцип нормирования не всегда может быть реализован на практике из-за отсутствия экономической привлекательности.

Annotation

Scientific method of substantiation of increasing thermal resistance of building envelopes has been developed and realized according to prescriptive path of Code of thermal performance of buildings. It is shown that in conditions of Ukraine such path as usual can't be realized due to lacking investment attractiveness.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА МАТЕРІАЛИ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУХОГО БУДІВНИЦТВА

ТОВ «Кнауф Гіпс Київ», Україна

В статті розглянуто використання сучасних будівельних матеріалів (вакуумних ізоляційних панелей, гіпсокартонних плит з енергоакумуючими добавками РСМ(Phase changing material), цементних плит «Аквапанель») для будівництва енергоефективних будинків, які виробляють енергії більше, ніж споживають.

Сухе будівництво – це дещо нове поняття, яке з'явилося в будівельній практиці країн СНД завдяки докорінним змінам в підходах до виконання будівельних та оздоблювальних робіт. Цей термін означає монтаж плитних матеріалів без використання традиційних «мокрих» процесів [1]. Останні два десятиліття сухе будівництво розвивалось досить стрімкими темпами. Перенасиченість фінансових ринків та спекуляції нерухомістю чітко проявили нові світові тенденції в методах та видах будівництва, які в свою чергу спонукали підвищений попит на матеріали та конструкції для внутрішнього (сухе будівництво, інженерне оснащення будинків) та зовнішнього (фасадні матеріали, скло) облаштування будівель. За даними випробувального центру дерев'яного та сухого будівництва в м. Дармштадт (Німеччина) приріст сухого будівництва в порівнянні з іншими способами був найбільшим – до 30% щорічно [2].

Виникає питання – які передумови сприяють такому динамічному розвитку сухого будівництва? В багатьох фахових виданнях підкреслюється в першу чергу фактор технологічності. Сухе будівництво має беззаперечні переваги в порівнянні з традиційними мокрими процесами: швидкість монтажу; можливість працювати при мінусових температурах; можливість прокладення комунікацій в пустотах між плитними матеріалами та несучою основою; просте та зручне улаштування криво-лінійних поверхонь для архітектурних та дизайнерських рішень тощо [3]. Однак не тільки технологічність є відмінною рисою цього прогресивного методу. Як показує досвід зеленого будівництва, системи обшивки каркасів як найкраще підходять для внутрішньої та зовнішньої (вентильовані фасади) ізоляції будівель. Легкі каркасні конструкції в поєднанні з ефективними теплоізоляційними матеріалами сприяють ресурсозбереженню, що також відповідає найсучаснішим тенденціям сталого розвитку, які визначають перспективи будівельної галузі на майбутнє. Так, згідно директиви Євросоюзу вже з 2021 року всі житлові новобудови повинні стати енергопозитивними будинками (Plus – Energie – Haus) [1]. Цей термін означає, що такі будинки виробляють енергії більше ніж споживають завдяки використанню сучасних матеріалів для ефективної теплоізоляції з одного боку, та у застосуванні альтернативних джерел енергопостачання (сонячні батареї, колектори, теплові насоси тощо) – з

іншого. В статті розглянуті деякі приклади використання матеріалів для влаштування теплоізоляції та латентного акумулювання тепла в будинку, збудованому на основі технологій сухого будівництва.

Керуючись директивами Євросоюзу Федеральне міністерство транспорту та будівництва ФРН започаткувало ініціативу «Будівництво майбутнього»[4]. В рамках цієї ініціативи проводяться конференції, випущено журнал «Будівництво майбутнього» (“Zukunft Bauen”), створено пересувний виставковий павільйон. Виставкова споруда – це приклад енергопозитивної оселі, створеної архітектурним бюро «Хеггер, Хеггер та Шлейф» (Дармштадт, ФРН). Ґрунтуючись на цілях федерального уряду в області енергетики, міністерство в 2007 р. взяло на себе патронат над участю Німеччини в конкурсі «Solar Decathlon», який відбувався у Вашингтоні. Перемогу на цьому конкурсі здобув розроблений в Дармштадтському університеті під керівництвом професора Манфреда Хеггера проект енергопозитивної оселі (Таблиця 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики енергоефективного будинку

1	Загальна площа:	117 м ²
2	Корисна площа:	89 м ²
3	Будівельний об'єм:	350 м ³
4	Питомі тепловитрати:	16,0 кВт-год/м ² а
5	Вентиляція:	Природна припливно-витяжна вентиляція Примусова вентиляція (до 3,5 крат/год) (рекуперація тепла >80%)
6	Опалення/ кондиціонування:	Повітряний / водний теплонасос (комбінована компактна вентиляційна установка) Теплопродуктивність: ~ 4,2 кВт

Несуча конструкція оселі виготовлена з дерев'яного каркасу та плитних матеріалів. Виходячи з бажаних значень енергоефективності будівлі, до фасаду, підлоги та даху пред'являються високі пасивні вимоги щодо власної теплоізоляції. Усі непрозорі (закриті) елементи конструкції захищені вакуумними теплоізоляційними панелями (скор. VIP- від англ. Vacuum insulated panel) загальною товщиною лише 6 см (два шари по 3 см) – новим інноваційним ізоляційним матеріалом. Цей високоефективний матеріал складається з пористої серцевини, (наприклад, поліуретанова піна), яка, окрім іншого, є утримуючим елементом для оболонки високої щільності, яка запобігає потраплянню газів всередину вакуумної панелі [5]. Певним недоліком цього високотехнологічного матеріалу, який з'явився на ринку всього декілька років назад, є його чутливість до пошкоджень. Його не можна різати, а значить в багатьох випадках потрібно виготовляти під замовлення. Не можна його і свердлити або забивати в нього цвяхи – все це приведе до різкого зменшення його ізоляційних властивостей.

При порівнянні споживних властивостей вакуумних панелей з традиційними ізоляційними матеріалами (Таблиця 2) виявляється, що при найменшій можливій товщині матеріалу (шести сантиметрова вакуумна панель відповідає шару мінеральної вати завтовшки 60 см) можливо досягти значних ізоляційних результатів. Стіни енергопозитивної оселі при загальній товщині лише 26 см досягають виняткового значення коефіцієнту теплопередачі в 0,1 Вт/м К.

Таблиця 2

Споживні властивості деяких теплоізоляційних матеріалів

№	Матеріал Властивості	Мінеральна вата	Полістирол	Піноскло	Вакуумна панель
1	Тепло- провідність, Вт/мК	0,035	0,035	0,04	0,004
2	Горючість	НГ	Г3	НГ	Г1
3	Вплив на здоров'я людини	Можливо негативний	Нейтраль- ний	Нейтраль-ний	Нейтраль- ний
4	Можливість утилізації	Ні	Так	Так	Ні
5	Водо- поглинання	Велике	Немає	Невелике	Немає

Ззовні стіни личкуються цементними плитами (наприклад, Аквапанель) та додатково захищаються обшивкою типу «жалюзі» з фоточутливими елементами, яка домінує в конструкції. На плоскому даху, відведення води з якого відбувається завдяки нахилу ізоляційного покриття та багат шаровому гідроізоляційному матеріалу, розміщуються колектори сонячної теплової енергії (для нагрівання води) та фотоелектричні сонячні батареї (для виробництва електроенергії).

Енергоакуючі речовини (матеріали зі змінюваним фазовим станом – PCM, від англ. Phase changing material), які включено до складу гіпсокартонних плит стін та стелі, служать для забезпечення комфортного внутрішнього клімату в приміщенні. Такі речовини акумулюють як сонячну енергію, так і надлишкове тепло, яке надходить всередину приміщення, а за потреби віддають його назад. Енергоакуючі речовини (PCM) або будівельні матеріали, до складу яких входять такі речовини, отримали назву латентних накопичувачів тепла [6]. Оскільки відновлювальна енергія не завжди є у необхідний момент, то акумулювання тепла стає ключовою функцією, наприклад, для того, щоб консервувати нічну прохолоду з метою охолодження вдень, або відкладати використання надлишку тепла до ночі. На відміну від прямого при латентному (прихованому) накопиченні тепла зібрана

енергія змінює агрегатний стан середовища, не підвищуючи його температуру. Цей феномен видно на прикладі кубиків льоду у воді: вони зберігають воду при 0°C, доки самі повністю не розтануть. Енергетичні витрати при зміні фаз дуже високі: кількості енергії, яка змушує лід розтавати, достатньо, щоб нагріти відповідну кількість води від 0 до 80°C.

Що стосується будівельної продукції, то за придатною температурою до цього часу застосовувалися, головним чином, два класи матеріалів: органічні парафіни та неорганічні гідрати солі. Ключовою технологією на шляху до застосування є мікрокапсулювання, яке на сьогодні достатньо добре реалізовано тільки з парафінами і сприяє простій інтеграції PCM у різні продукти, наприклад, у гіпсокартон. Під товарним знаком Micronal [7] фірма BASF реалізує мікрокапсульовані теплоакуючі порошки з парафінів, що не містять формальдегіду. Завдяки мікрокапсулюванню (діаметр капсул 5 мкм) латентні теплові акумулятори відносно легко інтегрувати безпосередньо у будівельну продукцію. Їх майже неможливо зруйнувати механічно, так що кінцеві продукти можна обробляти звичайними методами (свердлити, пиляти тощо). Зміна фаз ззовні непомітна, зміна об'єму при плавленні відбувається у кожній капсулі окремо. Будівельні матеріали Micronal-PCM не змінюють розмірів навіть при температурних коливаннях. Іншою перевагою BASF називає швидкий теплообмін завдяки вдалому співвідношенню поверхня-об'єм. Один грам мікрокапсул Micronal PCM має питому поверхню загалом 30 м². Micronal виготовляють у формі порошку та дисперсій з різними температурами плавлення. Латентна теплоємність знаходиться у діапазоні 37 – 45 кДж/кг (дисперсії) або 90 – 130 кДж/кг (порошки).

PCM застосовують у будівлях, щоб підвищити термічну теплоємність. Таким чином, будівля нагрівається протягом дня значно повільніше, що зменшує споживання енергії для охолодження. Надлишкове тепло накопичується в процесі плавлення і виділяється тільки тоді, коли не досягається температура плавлення. Загальний енергообмін з приміщенням здійснюється пасивно і не потребує додаткової техніки для автоматичного управління. PCM забезпечують покращення комфорту споживачів при зменшених енергетичних затратах. Вимірювання у реалізованих будівлях показали, що цілком можливі зниження або підвищення температур до 4°C. Однак точні величини залежать від індивідуальних умов в будівлі.

В оптимізованій, інноваційній енергосистемі, яка працює на принципах синергії елементів конструкції та інженерних систем, велике значення має повноцінна та розумна взаємодія окремих підсистем. Якщо розглядати будівлю як комплексну систему, то необхідно вже на стадії проектування передбачати важливі параметри (використані будівельні матеріали та технології), які б забезпечили тривалий внутрішній комфорт та енергоефективність без залучення додаткових засобів. Досвід Німеччини у створенні енергопозитивного будинку майбутнього доводить перспективність технологій сухого будівництва з використанням сучасних оптимізованих

плитних та теплоізоляційних матеріалів для виконання вимог сталого розвитку людського суспільства.

Література

1. Гавриш О.М., Гавриш М.М., Захарченко П. В. та ін. Німецько-українсько-російський словник термінології сухого будівництва. – К.: СПД Павленко, 2010. – 272 с.
2. Гавриш О.М. Перспективи розвитку сухого будівництва// Строительные материалы и изделия. Всеукраинский научно-технический и производственный журнал, № 1 (54), 2009. – С. 25-27.
3. Захарченко П.В., Ленга Г., Гавриш О.М., Півень Н.М. Технологія та товарознавство систем сухого будівництва. Видання 2-ге, змінене та доповнене. Підручник. КНУБА – К.: СПД Павленко, 2011 – 512 с.
4. Bauen für die Zukunft. Plus-Energie-Haus des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Berlin, 2009. – 19 S.
5. Vakuum mit Zulassung. In: DETAIL Green, 01/10. Sonderausgabe zu DETAIL. S. 69.
6. Bergjan B., Haussmann Th., Schossig P. Latentwärmespeicher in Gebäuden // DETAIL Green, 02/10. Sonderausgabe zu DETAIL. S. 44 – 48.
7. www.micronal.de

Аннотация

В статье рассмотрено применение современных строительных материалов (вакуумных изоляционных панелей, гипсокартонных плит с энерго-аккумулирующими добавками РСМ (Phase changing material), цементных плит «Аквапанель») для строительства энергоэффективных домов, которые вырабатывают энергии больше, чем потребляют.

Annotation

The article deals with application of modern construction materials (vacuum insulation panels, gypsum plaster boards with energy accumulating additives PCM (Phase changing material), Aquapanel cement board) for construction energy-efficient houses, that produce more energy than consume.

НОВІТНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглядаються новітні енергоефективні огороджувальні конструкції із матеріалів з високими теплоізоляційними показниками. Аналізуються їх позитивні та негативні властивості, обґрунтовується необхідність подальших досліджень для розширення області їх використання в будівництві

Основна частина. Теплоізоляційні матеріали, що називають «прозора теплоізоляція», ПТІ, відносяться до класу матеріалів, які вільно пропускають сонячне світло. Утеплення фасадів будівель такими матеріалами дозволяє: мінімізувати теплові втрати та отримувати додаткову енергію для опалення приміщень, абсорбуючи і накопичуючи енергію сонячного світла. Аналогічно шкірі білого ведмеда така ізоляція відмінно захищає від холоду, запобігаючи тепловим втратам, і в той же час хутро безперешкодно пропускає сонячне світло до шкіри, зігріваючи його навіть у люті морози.

Поняття ПТІ включає в себе велику групу світлопрозорих матеріалів, наприклад, акрілову піну, капілярне скло, стільниковий полікарбонат. Крім прозорості, загальними властивостями цих матеріалів є пориста або трубчаста структура з дуже дрібним розміром пор, через що в них практично відсутня конвекція повітря. Прозорі теплоізоляційні матеріали приблизно, на 95% складаються з повітря, завдяки чому володіють чудовою теплоізоляцією. Шар такого матеріалу товщиною 20 мм у три рази краще зберігає тепло, ніж цегляна стіна товщиною 510 мм традиційного будинку.

Пасивне використання сонячної енергії при застосуванні «прозорої теплоізоляції» відбувається в кілька етапів. Світлопрозорий верхній шар термоізоляційного матеріалу пропускає сонячне світло до внутрішнього шару світлопровідних трубок. Цей шар можна уявити у вигляді безлічі зв'язаних разом прозорих соломинок. З їх допомогою світло потрапляє на чорний абсорбуючий шар, де воно перетворюється в тепло, яке в свою чергу накопичується в конструкції стіни.

Назва «аерогель» походить від двох латинських слів Aer – повітря і gelatus – заморожений, або як його називають «заморожений димом».

Аерогель вперше був отриманий Стівеном Кістлером із діоксиду кремнію у 1920...1922 роках в Стенфордському університеті. С.Кістлер замінив рідину в

гелі на метанол, а потім нагрівав гель під тиском до температури 240°C, при якій метанол уходив, а об'єм гелю не зменшувався.

Сучасне виробництво аерогелю також складне: спочатку протягом декількох діб гель полімеризується за допомогою хімічних реакцій, потім в автоклаві при високих температурах і тисках видаляється вода.

Найбільше розповсюдження отримали аерогелі на основі кварцу, які мають унікальні теплоізоляційні показники: густина $\rho_0 = 1,9 \text{ кг/м}^3$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_p = 0,017 \text{ Вт/мК}$, що в 1,5 рази нижче ніж у повітря. Аерогель на 99,8% складається з повітря, він твердий, прозорий і негорючий. Температура плавлення кварцового аерогелю 1200°C.

Унікальні властивості аерогелю пояснюються його не менш унікальною внутрішньою структурою – це трирозмірний кластер із розмірами елементів близько 4 нм і пор 10 нм. Таким чином, макроскопічно аерогель представляється суцільною однорідною речовиною, що вигідно відрізняє його від інших пористих середовищ. Оскільки розмір неоднорідностей в аерогелі менший довжини хвилі видимого світла, аерогель прозорий. Характерний блакитний відтінок йому надає релєївське розсіювання світла, яке, як відомо, обернено пропорційне четвертому ступеню довжини хвилі, а тому набагато сильніше для блакитного діапазону ніж для червоного. Цим же розсіюванням, власне, і пояснюється колір неба.

Оксид кремнію (кварц, скло) – один із найміцніших матеріалів, відомих людству. Тому незважаючи на вкрай розріджену структуру, аерогель досить механічно міцний. Аерогель один із найкращих теплоізоляторів. Вкрай «заплутана» структура затримує тепло краще будь-яких пін або скловат.

Основна сфера використання аерогелю – це космічна промисловість, у тому числі і для теплоізоляції космічних апаратів. У традиційній промисловості та в будівництві аерогелі використовуються, як «сплав» склотканини та аерогелю товщиною 5 і 10 мм в якості теплоізолюючих і теплоутримуючих матеріалів для теплоізоляції: сталевих трубопроводів, різного обладнання з високими і низькими температурними процесами, огорожувальних конструкцій будівель.

Пінометал – сплав комірчастої структури, який складається з тонких металевих оболонок, заповнених газом. Для його отримання в розплавлений метал вводять гідриди титану, цирконію, алюмінію, магнію тощо. При розпаді гідриду виділяється водень, який вспінює метал, утворюється комірчаста структура, що фіксується швидким охолодженням (рис. 1). Найбільш поширені пінометали на основі сплавів алюмінію і магнію (рис. 2). Пінометали мають наступні властивості:

- низьку щільність (до 50 кг/м³);
- високу жорсткість і гарне шумопоглинання;
- низьку теплопровідність.



Рис. 1. Пінометали



Рис. 2. Пінометал на основі алюмінієвого сплаву

Сфера використання пінометалів: шумозахисні екрани для автомобільних доріг; звукопоглинальні панелі для кіноконцертних залів, стадіонів і житлових будинків; елементи акустичних систем; ущільнюючі та демпфуючі елементи.

Вакуумна ізоляція вперше була створена для цілей космонавтики. Вона представляє собою прямокутні панелі стандартного розміру, обтягнуті фольгою, що мають всередині вакуумний прошарок. Мікропористі кремнієві пластини діоксиду упаковують у газонепроникну вакуумну плівку. Плівка-оболонка, з якої формуються стінки вакуумної панелі, виготовляють із металу на базі алюмінію або сталі з нанесеними шарами пластикового покриття. Для формування оболонки мембранні плівки заварюють по краях. Ефективність досягається завдяки відсутності молекул усередині панелі та неможливості передачі тепла і холоду від однієї стінки панелі до другої. Панелі з вакуумною теплоізоляцією мають надзвичайно низьку теплопровідність. На сьогодні це найефективніша, найдорожча і найскладніша теплова ізоляція.

Недоліки вакуумної теплоізоляції:

- висока ціна;
- неможливість змінювати розміри і використовувати в складних місцях;
- складність ізоляції стиків панелей;
- крихкість, після пошкодження фольги повітря проникає в пластини, що призводить до різкого зменшення теплоізоляційних властивостей, вся панель стає непридатною до подальшого використання.

Для захисту вакуумних панелей від механічних пошкоджень, ударних навантажень і підвищення вогнестійкості плівки-оболонки їх розміщують у тканину із скловолокна або захищають шаром штучного каучуку (рис. 3).

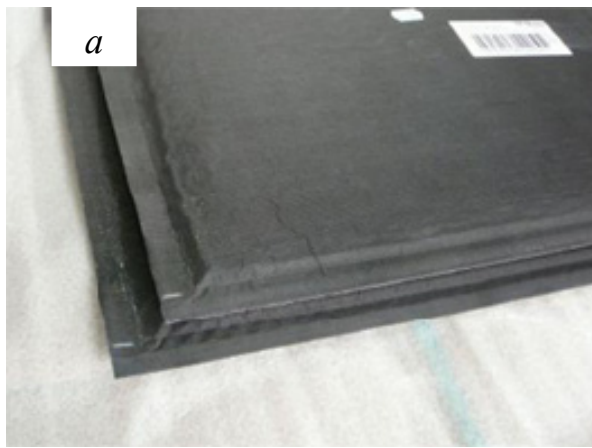


Рис. 3.
Вакуумна ізоляція:
а – в оболонці із склотканини;
б – покриті шаром штучного каучуку

Ризику розгерметизації можна уникнути, якщо використовувати вакуумні панелі в заводських умовах для виробництва фасадних елементів, або сендвіч-панелей.

Вакуумна теплоізоляція не має обмежень за формою. На заводах можуть виготовлятися 3D-поверхні, циліндричні, шарові, круглі форми і панелі різної форми з отворами і зрізами (рис.4).

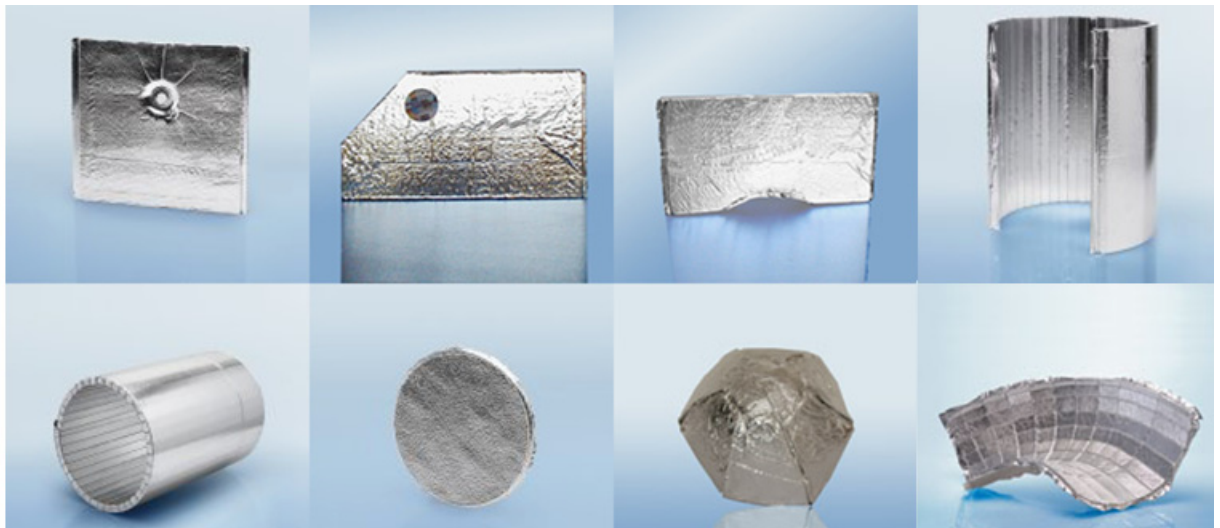


Рис. 4.
Вакуумні панелі різної форми

Сучасні конструктивні рішення сендвіч-панелей з інтегрованою вакуумною теплоізоляцією дозволяють уникати ряду недоліків. У результаті виробництва таких панелей в заводських умовах можна створити фасадні

системи малої товщини з високими теплоізоляційними властивостями, придатними для пасивних будинків (рис. 5).



Рис. 5.
Утеплення фасадів житлового будинку
вакуумними панелями

Вакуумні ізоляційні панелі (ВІП) для будівель мають коефіцієнт теплопровідності $\lambda_p = 0,004$ Вт/мК. Їх коефіцієнт ізоляції в п'ятдесят разів вище порівняно з традиційним ізоляційним матеріалом тієї ж товщини. Типовий мікропористий базовий матеріал стійкий до тиску і має низьку теплопровідність. Металева фольга або сталева оболонка забезпечують дуже повільне збільшення тиску і теплопровідності: результати досліджень показали, що через 50 років експлуатації теплопровідність збільшиться до 0,006 Вт/(мК).

Вищезазначені показники теплопровідності дійсні тільки в ситуації, якщо центральна область ВІП не порушена. Через високу теплопровідність металевих шарів по краях панелей з'являються теплові містки, які призводять до збільшення загального коефіцієнта теплопровідності конструкцій, зокрема для малорозмірних панелей з товстими металевими шарами або з повністю сталевим покриттям. Не тільки теплові містки, викликані оболонкою панелі, але і ті, які викликані методом установки (підгонкою) відіграють важливу роль.

Висновки. У цілому можна зробити висновок, що дуже гарні теплоізоляційні показники вакуумних ізоляційних панелей суттєво знижуються крайовими тепловими містками, а тому для широкого використання вакуумних ізоляційних панелей в будівництві необхідно виконати експериментальні та теоретичні дослідження із розробкою рекомендацій для обчислення впливів теплових містків на загальну енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівель.

Література

1. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник/ Гетун Г.В. – К.: КОНДОР, 2011. – 378 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.

3. *Фаренюк Г.Г.* Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія/ Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 211с.

Анотация

Рассматриваются новые энергоэффективные ограждающие конструкции из материалов с высокими теплоизоляционными показателями. Анализируются их положительные и отрицательные свойства, обосновывается необходимость дальнейших исследований для расширения области их использования в строительстве.

Annotation

We consider the new energy-efficient building envelope made of materials with high thermal insulation performance. Analyzes their positive and negative characteristics, the necessity of further studies to expand the scope of their use in construction.

ОГЛЯД РИНКУ СВІТЛОПРОПУСКАЮЧИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури

У статті проаналізовано основні види світлопропускаючих огорожувальних конструкцій та їх технічні характеристики. Виявлено та обґрунтовано необхідність використання екструзійних плівок і тепловідбивних покриттів у світлопропускаючих огорожувальних конструкцій для підвищення енергоефективності будівель.

Основна частина. Для забезпечення енергоефективності будівель велику роль відіграють світлопропускаючі огорожувальні конструкції. З одного боку, вони необхідні для природного освітлення і комфортного перебування людини в приміщенні, а з іншого боку вони повинні забезпечувати три важливі технічні показники: теплопередачу, світлопропускання, інфільтрацію.

Фторполімери відомі своїми чудовими властивостями, які повністю реалізуються в плівкових матеріалах: широкий інтервал експлуатації від мінус 200°C до плюс 250°C, відмінна хімічна стійкість, високі діелектричні характеристики, антиадгезійні та антифрикційні властивості, негорючість і атмосферостійкість. Екструзійні фторполімерні плівки прозорі, їх коефіцієнт світлопропускання у видимій частині спектру знаходиться в діапазоні 90...97%. Плівки випускаються на спеціалізованих екструзійних агрегатах практично з усіх видів термопластичних фторполімерів (ТПФП). Марки та основні характеристики екструзійних плівок із ТПФП наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Марки та основні характеристики екструзійних плівок

Марка	Ф-2М	Ф-40	Ф-4МБ	Ф-50	Ф-3М
Зарубіжний аналог	<i>PVDF</i>	<i>ETFE</i>	<i>FEP</i>	<i>PFA</i>	<i>PCTFE</i>
Товщина, мкм	30...50 0	80...40 0	50...500	25...100	40...400
Міцність на розрив, МПа	30...40	20...30	17...30	20...25	20...30
Інтервал робочих t, °C	- 0...+13 0	- 0...+20 0	- 196...+20 0	- 196...+2 50	- 196...+1 50

Етилен-тетрафторетилену(*ETFE*) – це аналог полімеру тетрафторетилену,

його називають синтетичною фольгою, хоча насправді це різновид пластмаси. Плівку *ETFE* використовують замість архітектурного скла, тому що вона вдвічі дешевша і набагато легше. Вона має гарні термоізоляційні властивості та пропускає набагато більше ультрафіолету, ніж звичайне скло, що особливо важливо при створенні оранжерей або зимових садів. Плівка міцна, еластична і стійка до температурних перепадів. Фторопласти володіють низькою змочуваністю, тертям, адгезією, не горючі, оптично прозорі. Матеріал не варто застосовувати в тих місцях, де існує небезпека його пошкодження гострими предметами.

Плівки *ETFE* застосовувалися при будівництві стадіону Альянс Арена в Мюнхені у Німеччина (рис. 1.), Оранжереї проекту Едем (*The Eden Project*) у Великобританії, Національного водного стадіону в Пекіні у Китаї, в критому комплексі «Тропічні острови» у Німеччині та плануються до використання в акваріумі у центрі Лондана, який зараз знаходиться на стадії проектування.



Рис. 1.
Альянс Арена в Мюнхені

Для захисту приміщень від яскравого сонячного світла і від перегріву використовують конструкції з мінливою прозорістю. Такі матеріали змінюють свої властивості під впливом світла (фотохромні), тепла (термохромні) або електричного поля (електрохромні).

Одним із новітніх матеріалів цього класу є гель *TALD*, розроблений в інституті будівельної фізики в Штутгарті, який відноситься до групи термохромних матеріалів і заснований на органічних матеріалах.

Тонкий шар (0,3 мм) *TALD* розміщується між двома листками скла. В залежності від температури нагріву скла під впливом сонячних променів матеріал переходить з прозорого стану в непрозоре: чим вище температура, тим більше в матеріалі вибудовується молекулярних ланцюжків, розмір яких більше довжини світлової хвилі і які не пропускають світло (Рис. 2.). При зменшенні температури матеріал повертається знову в прозорий стан. У прозорому стані *TALD* пропускає 80% сонячної радіації, а в непрозорому ця величина знижується до 10...40%.

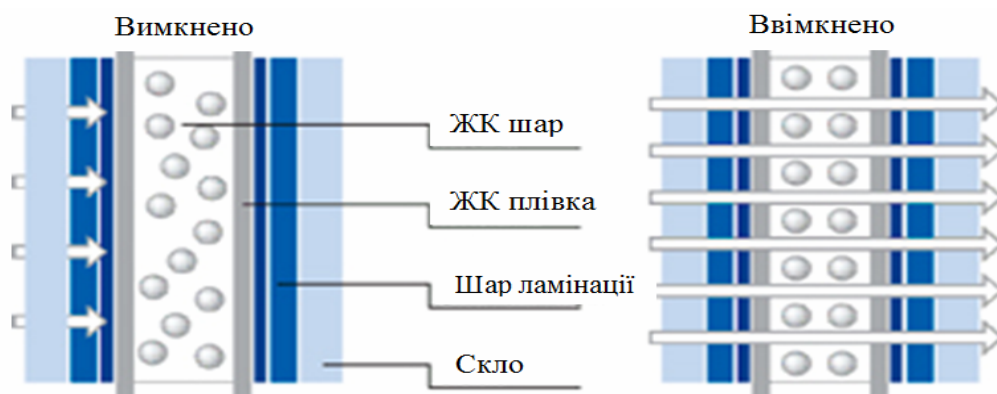


Рис. 2.
Принцип роботи конструкцій з мінливою світлопрозорістю.

Характеристики плівки та скла:

Два зовнішніх шари з поліестеру з покриттям із прозорих провідних матеріалів. Провідне покриття знаходиться усередині, а внутрішній шар захищений полімерною матрицею:

- товщина плівки: 0,5 мм;
- товщина покриття рідкими кристалами: близько 0,20 мм;
- захист від ультрафіолету: блокує понад 98% сонячної радіації.

Оптичні характеристики:

- коефіцієнт паралельного світлопропускання: $75 \pm 3\%$ (вкл.) / $10 \pm 1\%$ (вимк.);
- коефіцієнт пропускання сонячного світла: $80 \pm 1\%$ (вкл.) / $60 \pm 1\%$ (вимк.);
- замутніння: $2 \pm 1\%$ (вкл.) / $80 \pm 3\%$ (вимк.);
- кут огляду: більше 150 град;
- температурні умови: від -30°C до $+60^{\circ}\text{C}$;

При похмурій погоді в глибині кімнат недостатньо світла, а при сонячній виникає сліпуча гра світла та тіні. Вирішенням цієї проблеми зайнялися вчені з Інституту Світла і Будівельної техніки (ILB) у Кельні. Нерівномірність освітлення в значній мірі може бути усунена за допомогою світокерованих оптичних елементів. Вони являють собою певним чином вигнуті тонкі смужки з акрилового або гідрокарбонатного скла, які розташовуються усередині склопакетів у верхній частині вікна. Ці елементи перенаправляють розсіяне сонячне світло із zenіту в глибину приміщення і на стелю. У підвісній стелі монтуються відбивні елементи, які мають спеціальну розсіючу структуру з мікропірамідок (рис. 3.). Засліплення сонячним світлом при цій системі ніколи не настає, так як віддзеркалення променів відводить їх від рівня очей і розсіює завдяки відбиваючим пристроям на стелі.

Такі розробки були успішно впроваджені в Кельні. Якість і тривалість природного освітлення стали значно краще, в приміщення глибиною більше 7 м не потрібно було вмикати штучне освітлення. Відчуття комфорту і працездатність співробітників офісу відчутно покращились. Заміряні в умовах Німеччини витрати електроенергії на освітлення зменшилися порівняно зі

звичайними вікнами на 80%.

У даний час вчені ведуть розробку інтегрованих систем природного та штучного освітлення, коли світлокеруючі голограми будуть автоматично доповнюватися штучним світлом при зменшенні природної освітленості в приміщеннях.



Рис. 3.

Принцип роботи світлокеруваних оптичних систем

У сучасному європейському будівництві застосовуються склопакети з тепловідбивними покриттями.

Тепловий потік через склопакети складається з трьох частин:

1. Променевий теплообмін між листами скління, що становить $2/3$ частини тепла, що передається.
2. Теплопровідність та конвекція газу між листами скління, на цих два чинника припадає $1/3$ частина тепла.

За допомогою нанесення на скло найтонших металевих покриттів вчені навчилися направляти променеву складову теплового потоку назад, всередину приміщення.

Металеве напилення має властивості світлового фільтру, тому його називають «селективним», або «виборчим»: воно пропускає короткохвильове випромінювання, особливо добре у видимій області спектру, в той час як для довгих хвиль – інфрачервоного спектру – воно працює як теплове дзеркало, відбиваючи велику частина випромінювання (рис. 4.). На практиці це означає, що тепловідбивне покриття залишається прозорим для людини і добре пропускає сонячне світло в приміщення, воно направляє назад в приміщення випромінювану теплову енергію.

Поверхню скла з селективним покриттям необхідно розміщувати в середині склопакету, тому що вона має малу міцність на стирання.

Втрата прозорості (світлопропускання) склопакета з тепловідбивним склом, порівняно із звичайним, складає всього 5...7%, у той час як при використанні двокамерних склопакетів, їх прозорість зменшується на 21,5%.

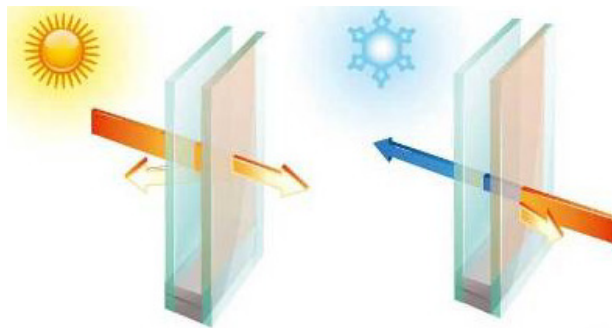


Рис. 4.
Скло з тепловідбивним покриттям

Однак лише селективне покриття незначно поліпшує теплотехнічні якості склопакета, так як зростає різниця температур між внутрішнім і зовнішнім склом, що збільшує конвекцію повітря в середині склопакета, і, відповідно, втрати тепла. Але якщо склопакет з тепловідбивним склом наповнений інертним газом, наприклад, аргоном, то такий склопакет тримає тепло вже краще, ніж стіни в наших типових панельних будинках.

Тепловідбиваюче скло отримують у результаті нанесення на поверхню скла тонких плівок з металів та оксидів металів розпиленням, хімічним осадженням, електрохімічною обробкою або термічним розкладанням. У Європі, де скло з селективним напиленням стало стандартом, у промисловості виробляють скло з тепловідбивним покриттями із золота, срібла, нікелю, міді, алюмінію, хрому, титану та їх оксидів.

Все частіше в країнах Європи, коли мова йде про сучасні будівельні технології, використовується новий термін: інтелектуальні «*smart*» будівельні системи, які означають енергоефективні, саморегулюючі, автоматичні системи.

Використання скляних фасадних систем із високоефективними системами скління мають свої недоліки, головним із яких є їх висока собівартість. Удосконалення конструкцій скління також призводить до значного збільшення терміну окупності будівель. Тому для кожної будівлі важливо знайти золоту середину між характеристиками термічного опору огорожувальних конструкцій та їх собівартістю. Тут необхідно враховувати рівень енергоефективності будівлі, бюджет, передбачений на його будівництво та експлуатацію і вартість спожитої енергії. Для прискорення впровадження новітніх світлопропускаючих конструкцій в умовах України необхідно розробити методику розрахунку їх економічної ефективності.

Література

1. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник/ Гетун Г.В. – К.: КОНДОР, 2011. – 378 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.
3. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія/ Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 211с.

Аннотация

В статье проанализированы основные виды светопропускающих ограждающих конструкций и их технические характеристики. Выявлена и обоснована необходимость использования экструзионных пленок и теплоотражающих покрытий в светопропускающих ограждающих конструкциях для повышения энергоэффективности зданий.

Annotation

The paper analyzes the major types of light-transmitting envelope and specifications. Identified and justified the need for the extrusion membranes and heat-reflective coatings in the light-transmitting protective structures to improve the energy efficiency of buildings.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПТВМ-30

*Производственное предприятие «Специнжбуд», Украина
Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

В статье представлена информация об опыте модернизации водогрейного водотрубного котла ПТВМ-30. Проанализирована классическая методика определения температурного поля в топке упомянутых выше котлов и выделены ее недостатки. Даны общие рекомендации по замене горелок при реконструкции котлов указанной выше серии.

Осенью 2012 года в котельной предприятия Винницягортеплоэнерго был принят в эксплуатацию модернизированный водогрейный котел ПТВМ-30.

Анализ возможностей повышения энергоэффективности водогрейных котлов серии ПТВМ, проведенный авторами [1], позволил выбрать оптимальное, на их взгляд, соотношение между объемом реконструкции и стоимостью этих работ. Было выбрано комплексное направление модернизации котла – замена горелок совместно с заменой автоматики. Было принято решение уменьшить количество горелок до двух. Были использованы горелки типа SG-150 производства фирмы SAACKE GmbH. Дутьевые вентиляторы и дымосос были использованы штатные. При этом, тягодутьевые машины были оснащены частотными регуляторами. В воздуховодах были установлены регулируемые шиберы, предназначенные для исключения присосов воздуха через отключенные горелки. Каждая горелка была снабжена индивидуальным газорегулирующим устройством (газовой рампой), включающим фильтр, расходомер, регулятор давления, двойной электромагнитный клапан с прибором контроля герметичности, газовой заслонкой с электроприводом, а также соответствующим набором контрольно-измерительных приборов и датчиков. Вводной газопровод среднего давления до разделения на два подводящих газопровода к каждой горелке оснащен электромагнитным клапаном-отсекателем. Управляет горелкой система автоматики FMS фирмы SAACKE GmbH (Германия) на базе контроллера фирмы Lamtec (Германия), позволяющая производить связанное регулирование. В качестве регулятора нагрузки используется контролер фирмы Siemens (Германия). Все текущие значения рабочих параметров выводятся на показывающие приборы и дисплей регистратора фирмы Apliesens (Польша) [1].

В процессе работы над проектом модернизации котла пришлось решать ряд проблем инженерного и теоретического характера.

При выборе места расположения горелок в топке котла и их количества пришлось прогнозировать характер влияния координат расположения горелок на теплотехнические и экологические характеристики котла. Единственный

документ, дающий рекомендации по этой проблеме – это нормативный метод теплового расчета котельных агрегатов [2]. Однако, он изначально разрабатывался для мощных паровых котлов тепловых электрических станций, которые работают в паросиловом цикле в статичном режиме по паропроизводительности. Это означает, что температурное поле в топке котлов относительно стабильно и в нем можно выделить координаты зоны наиболее высоких температур. Нормативный метод теплового расчета предлагает равномерность температурного поля в топке определять именно по расположению этой зоны и вводит для этого параметр M . Согласно [2], параметр M является функцией координат осей горелок, расположенных на стенках топки, и будет постоянным в случае постоянной нагрузки на котел, поскольку в этом случае форма факелов (или одного факела в случае использования одной горелки) будет относительно стабильна в определенных границах.

Водогрейные котлы эксплуатируются в широком диапазоне нагрузок. Диапазон нагрузок может колебаться от 100% до 10% и даже меньше. При этом, форма факелов и, следовательно, расположение зоны самых высоких температур в топке будет изменяться с изменением нагрузки. В нормативном методе этот случай не рассматривается.

При рассмотрении проблемы равномерности температурного поля в топке котла становится очевидным, что наиболее благоприятны варианты, при которых степень заполнения топки факелом наибольшая – это вариант расположения горелок либо в своде либо в поду топки. Стоит отметить, что вариант расположения горелок в поду котла достаточно легко организовать только при использовании в качестве топлива природного газа. Однако, и этот случай в [2] не рассмотрен.

Проведенное численное моделирование температурного поля топок водогрейных котлов при различных вариантах расположения горелок показало предпочтительность для вертикальных топок, каковыми являются топки котлов серии ПТВМ, размещения горелок в поду. Результаты численного моделирования послужили основанием для проекта модернизации котла ПТВМ-30 с двумя горелками в поду вместо нижнего экрана.

Проведенные на работающем котле натурные исследования температурного поля в топке при различных нагрузках (от 5,2 МВт до 32,4 МВт) показали, что наши изначальные предположения об изменении формы температурного поля в топке при изменении нагрузки, а также результаты численного моделирования, оказались верными. Расхождения между измеренными температурами и полученными в результате моделирования составили в разных точках $50 \div 80$ °С, что позволяет говорить о хорошем совпадении. Измерения температур в топке проводились термопарами градуировки ППР (платино-платинородиевыми) производства предприятия «Электротермометрия» (г. Луцк) типа ТПР-0290М. Полученные результаты также показали, что температурное поле при разных нагрузках определяется формой факела, которая, в свою очередь, зависит от аэродинамики, формируемой непосредственно конструкцией горелки. При различных углах

наклона завихрюючих лопаток горелки зона наиболее высоких температур перемещается по высоте топки и градиент температур по объему топки принимает разные значения.

Выявлено также, что форма температурного поля достаточно сильно влияет на экологические характеристики котла. Так, при изменении угла наклона завихрюючих лопаток горелки от 0° до 45° , увеличивается количество генерируемых котлами оксидов азота NO_x [3], что объясняется уменьшением объема зоны высоких температур в топке, смещением самой зоны ближе к устью горелки и увеличением общего градиента температур в топке.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

В известных авторам литературных источниках, в том числе и нормативном методе, не рассматривалось влияние нагрузки котла на форму факела в топке и, как следствие, на характеристики температурного поля. Для поддержания высоких теплотехнических и экологических характеристик котлов при переменных нагрузках формой факела нужно управлять. Однако анализ конструкции горелок основных производителей этого оборудования показал, что на сегодняшний день ни один производитель не предусматривает в конструкции горелок возможности изменения формы факела при изменении нагрузки. Горелки для водогрейных водотрубных котлов должны быть доработаны с целью достижения возможности управления формой факела при изменении нагрузки. При принятии решения о модернизации водогрейных котлов с заменой горелок необходимо предварительно проводить в обязательном порядке численное моделирование работы топки с новыми горелками при определении места их расположения и их количества.

Литература

1. Гламаздин П. М., Гламаздин Д. П., Молодід А. В. Досвід модернізації водогрійних котлів ПТВМ-30// Житлово-комунальне господарство України. – 2012. – №9 (52). – с. 59-61.
2. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Н. В. Кузнецова и др., М., «Энергия», 1973. 296 с. с ил.
3. Гламаздин П. М., Гламаздин Д. П., Молодід А. В. Результати модернізації водогрійних котлів ПТВМ-30// Житлово-комунальне господарство України. – 2013. №4 (59). – с. 24-25.

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВОДОГРІЙНОГО КОТЛА ПТВМ-30

П. М. Гламаздин, Д. П. Гламаздин

У статті наведена інформація щодо досвіду модернізації водогрійного водотрубного котла ПТВМ-30. Проаналізована класична методика визначення температурного поля в топці згаданих вище котлів і виділені її недоліки. Дані

загальні рекомендації по заміні пальників при реконструкції котлів вказаної вище серії.

Annotation

The article presents information about the experience of modernization hot water tube boiler PTVM-30. Analyzed the classical method of determining the temperature field in the furnace of the PTVM boilers and marked its shortcomings. The general recommendations for replacement of burners during modernization of PTVM boilers are given.

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОСТРУКТУРИ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЕННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Запропоновано підхід до наближеного аналітичного опису турбулентних вентиляційних струменів шляхом геометричного аналізу макроструктури струминного прикордонного шару без використання експериментальних коефіцієнтів, понять «турбулентна в'язкість» і «турбулентний число Прандтля». На першому етапі досліджено струмена різних типів і показано відповідність розрахункових і експериментальних даних.

Постановка проблеми. Одним з напрямків наукової діяльності кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури є розробка енергоефективних способів повітророзподілення у приміщеннях різного призначення. Серед останніх розробок відзначимо повітророзподільники ежекційні тангенціальні (ПЕТ), які утворюють струмини, що настилаються на опуклі поверхні і взаємодіють між собою [1-8]. Вони впроваджуються ТОВ "НВК "Клімат" і встановлені у головному корпусі четвертого енергоблоку Рівненської АЕС. Виконується розробка способу організації повітрообміну з використанням струмин, що настилаються на опуклі та гнуті поверхні для музейних приміщень. Настилення дозволяє без додаткових витрат енергії формувати струмини широкого діапазону темпів затухання, що дозволяє використовувати їх для енергоефективної організації повітрообміну об'єктів різного призначення.

На даний час недостатньо розвинута теорія турбулентних струминних течій, вільних та напівобмежених, що настилаються на поверхні. Тому актуальною задачею є розробка підходів до аналітичного опису струминних течій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Критеріям простоти, легкості розуміння та застосування найбільш відповідає теорія турбулентних примежових шарів професора А.Я.Ткачука [9] на базі методу особливостей. Дрібні вихрові утворення у даній теорії виконують роль особливостей. При цьому не використовуються фіктивні величини і експериментальні константи - "турбулентна в'язкість", "турбулентне число Прандтля" тощо. Професор А.Я.Ткачук теоретично отримав більшість відомих експериментальних формул для пристінних примежових шарів та вільних ізотермічних струмин. Вільні плоскі струмини складаються з двох примежових шарів з різних боків від осі, а вісь вважається чіткою межею розділу примежових шарів.

Характерною особливістю турбулентних струминних течій є великомасштабні вихрові утворення — клуби. Їхні розміри сумірні з розмірами

примежового шару, а значить, вони утворюють певну упорядковану геометричну структуру. Пояснення механізму формування клубів дав І.А.Шепелев [10], але у його роботах не виконано аналізу цієї структури. Тому розвитком теорії професора А.Я. Ткачука є геометричний аналіз макроструктури струминних течій. Цьому аналізу присвячені роботи [11-13,15-20 та ін.].

Формулювання цілей та завдання статті. Дана робота є підсумком першого етапу розробки підходів до наближеного аналітичного опису турбулентних струминних течій для вирішення задач вентиляції і кондиціонування повітря на базі геометричного та кінематичного аналізу структури струминного примежового шару. Метою цього етапу було дослідження окремих типів струмин для створення системи припущень та перевірки їхньої адекватності.

Основна частина. Аналіз візуальних досліджень вільних турбулентних струминних течій, у тому числі авторських (рис. 1,а,б), дозволяє стверджувати, що клуби мають тенденцію зростати з виходом за межу струминного примежового шару. У вільних плоских струминах на відміну від схеми (рис. 1,в) І.А.Шепелева [10] (де клуби розміщуються один навпроти одного) клуби занурюються глибше осі струмини у сусідній примежовий шар (рис. 1,г), що розмиває границю між примежовими шарами вздовж осі і призводить до їхньої взаємодії. Між клубами з зовнішнього боку утворюється міжклубний шар, де реалізується підтікання повітря до струмини у напрямку, перпендикулярному до осі. Міжклубний шар біля осі має вигляд хвилеподібної доріжки, схожої на доріжку Кармана у сліді за тілом. Оскільки швидкість на цій доріжці максимальна, а на зовнішній межі — близька до нуля, то клуби котяться зовнішньою межею.

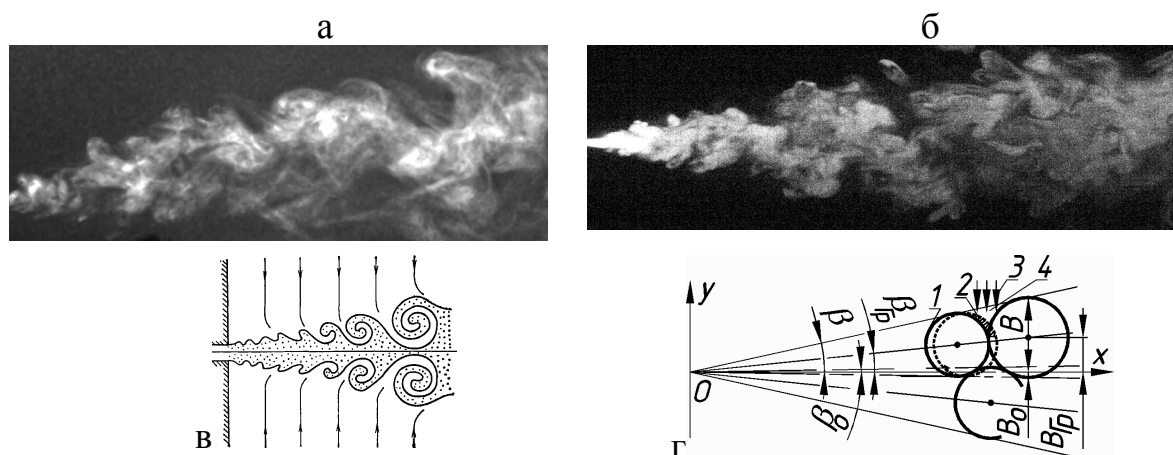


Рис. 1. Вільні струмини:

- а — вісесиметрична струмина слабого розчину ураніну при освітленні лампою Вуда [11],
 б — зрізи плоских струмин слабого розчину ураніну при освітленні плоским променем фіолетового напівпровідникового лазера 405 нм 250 мВт (у приміщенні зі щільно задратованими вікнами або без вікон задля безпеки), в — схема І.А.Шепелева, г — схема макроструктури вільних струмин:
 1 — клуб, 2 — ежектований ним об'єм повітря, 3 — потік, що підтікає, 4 — міжклубний шар

Для визначення темпу затухання і розширення струмини використовуємо той факт, що для підтримання напрямку підтікання, перпендикулярного до осі струмини, клуби мають ежекувати усе повітря об'єму (заштриховано на рис. 1,г) зовнішньої частини міжклубного шару, який вони займають перед собою під час руху.

Геометричний та кінематичний аналіз такої схеми дозволив без залучення дослідних коефіцієнтів отримати:

- залежності [12] для співвідношення між характерними розмірами струмини — шириною B , основним характерним розміром $B_{Гр}$ струмини за М.Й.Гримітліним (відстанню у перерізі між віссю та точкою, де швидкість v дорівнює половині осьової u_m) та глибиною занурення клубів у сусідній приміжовий шар B_o :

$$B_{Гр} = 0,4655B, \quad B_o = 0,069B; \quad (1)$$

- фундаментальну константу струмини — тангенс кута розширення основної ділянки $\text{tg}(\beta)=0,22$;
- профіль швидкості u [11] і надлишкової температури Δt [13]:

$$u/u_m = (5,9293(y/B)^3 - 15,802(y/B)^2 + 15,62973(y/B) - 6,75702)(y/B)^2 + 1; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \Delta t/\Delta t_m &= 1 \text{ при } y/B \leq 0,069, \\ \Delta t/\Delta t_m &= 1,063039 - 0,904753(y/B) - 0,128364(y/B)^2 \\ &\text{при } 0,069 < y/B \leq 0,83, \\ \Delta t/\Delta t_m &= 2,78562 - 5,06441(y/B) + 2,38279(y/B)^2 \\ &\text{при } 0,069 < y/B \leq 0,83, \end{aligned} \quad (3)$$

Порівняння запропонованих профілів (2) та (3) з даними інших авторів та дослідними значеннями наведено на рис. 2.

- темп затухання швидкості і надлишкової температури на основній ділянці, що відповідає відомим залежностям [14]:

$$\begin{aligned} u_m/u_o &= m(B_o/x)^{1/2}; \\ \Delta t/\Delta t_o &= n(B_o/x)^{1/2}, \end{aligned} \quad (4)$$

где u_o и Δt_o — швидкість та надлишкова температура у повітровипускній щілині, B_o — ширина щілини, m та n — коефіцієнти зміни надлишкової температури, отримані аналітичні значення яких збігаються з відомими довідниковими ($m=2,5$; $n=2$).

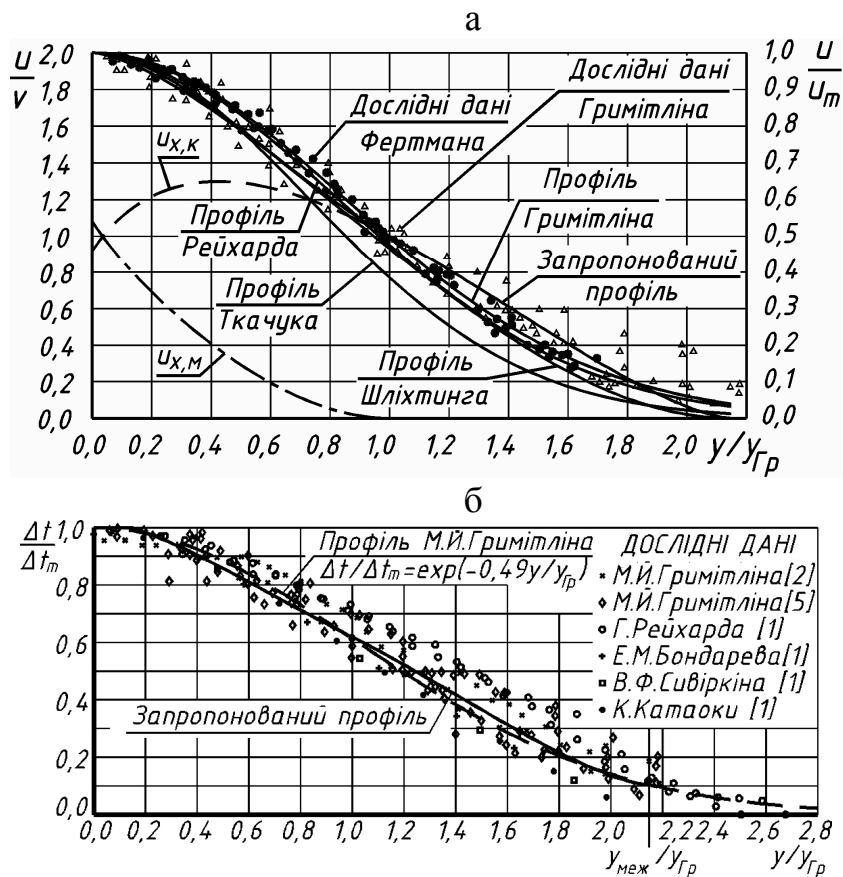


Рис. 2. Профілі:
а — швидкості [11],
б — температури [12]

Аналогічні підходи застосовані для напівобмежених струмин (рис. 3), що настиляються на поверхні різної форми. Такі струмини мають два примежових шари з різних боків від поверхні максимальних швидкостей у перерізах: пристінний (з боку поверхні настилення) та струминний (з боку вільної межі). Якщо струмина є двовимірною, то поверхня максимальних швидкостей проєціюється у лінію максимальних швидкостей.

За аналогією до вільних струмин клуби (рис. 4) струминного примежового шару мають тенденцію занурюватися глибше поверхні максимальних швидкостей. І.А.Шепелев запропонував [10] не брати до уваги пристінний примежовий шар, оскільки у плоских струминах він займає 10% перерізу. Однак похибки отриманих формул перевищили 10%. Уточнена гіпотеза І.А. Шепелева передбачає умовне продовження клубів до поверхні настилення. При цьому не береться до уваги біля 5% перерізу, де швидкість значно менша за осьову. Похибка отриманих залежностей не перевищує 5%, що відповідає похибці експериментальних досліджень.

Геометричний та кінематичний аналіз такої схеми дозволив отримати без залучення дослідних коефіцієнтів залежності для співвідношення між характерними розмірами струмини - шириною B , основним характерним розміром струмини за М.Й. Гримітліним B_{Gr} , - закономірності розширення та затухання швидкості плоских, опуклих та гнутих напівобмежених струмин.

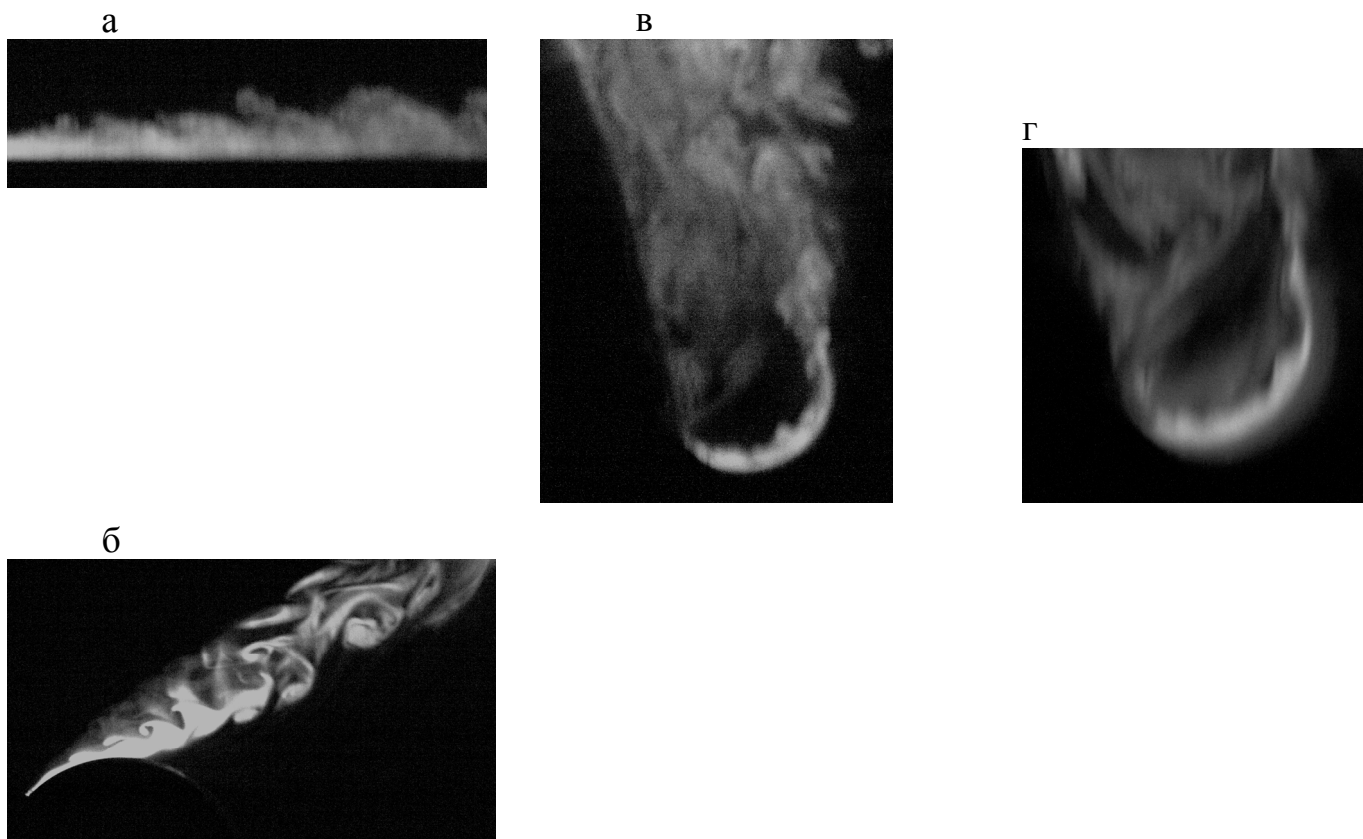


Рис. 3. Зрізи напівобмежених струмин при освітленні плоским променем фіолетового напівпровідникового лазера 405 нм 250 мВт:

а — плоскої (протягом дослідів залишаються аналогічними),

б — опуклої (протягом дослідів залишаються аналогічними)

в — гнутої на початку дослідів, візуалізується первинна струмина та рециркуляція потоку після відриву

г — гнутої після отримання достатньої концентрації фарбника у навколишньому середовищі, візуалізується первинна струмина (яскраво) та вторинна струмина (менш яскраво)

Для скорочення обсягу даної роботи ці залежності не наведені, оскільки вони опубліковані у роботах [15-20]. У цих роботах було показано збіг аналітичних даних з дослідними.

Особливістю гнутих струмин є те, що швидкість підтікання повітря v (рис. 4г), нормальна до поверхні максимальних швидкостей у певному перерізі, має позитивну проекцію на дотичну до лінії максимальних швидкостей у перерізах, наступних за ходом струмини. Тобто потік, що підтікає, утворює вторинну струминну течію (рис. 3,г), яка значно розширює межі гнутої напівобмеженої струмини. Це підтверджує не тільки математичне моделювання за k - ϵ моделлю турбулентних течій [18], але і візуальні дослідження (рис. 4,г). На початку подачі зафарбованого потоку візуалізується лише первинна струмина (рис. 4,в). За рахунок ежекції первинною струминою, що настає, течія після відриву може частково рециркулювати (рис. 4,в,г). Ця рециркуляція призводить до інтенсифікації затухання струмини після відриву,

що має стати одним з напрямків розробки повітророзподільних пристроїв з високим темпом затухання струмин. Коли концентрація фарбника у навколишньому середовищі стає достатньою (рис. 4,г), починає візуалізуватися вторинна струминна течія, що має значно більшу ширину, ніж первинна. Тобто гнуті напівобмежені струмини утворюються взаємодією двох струминних течій — первинної та вторинної.

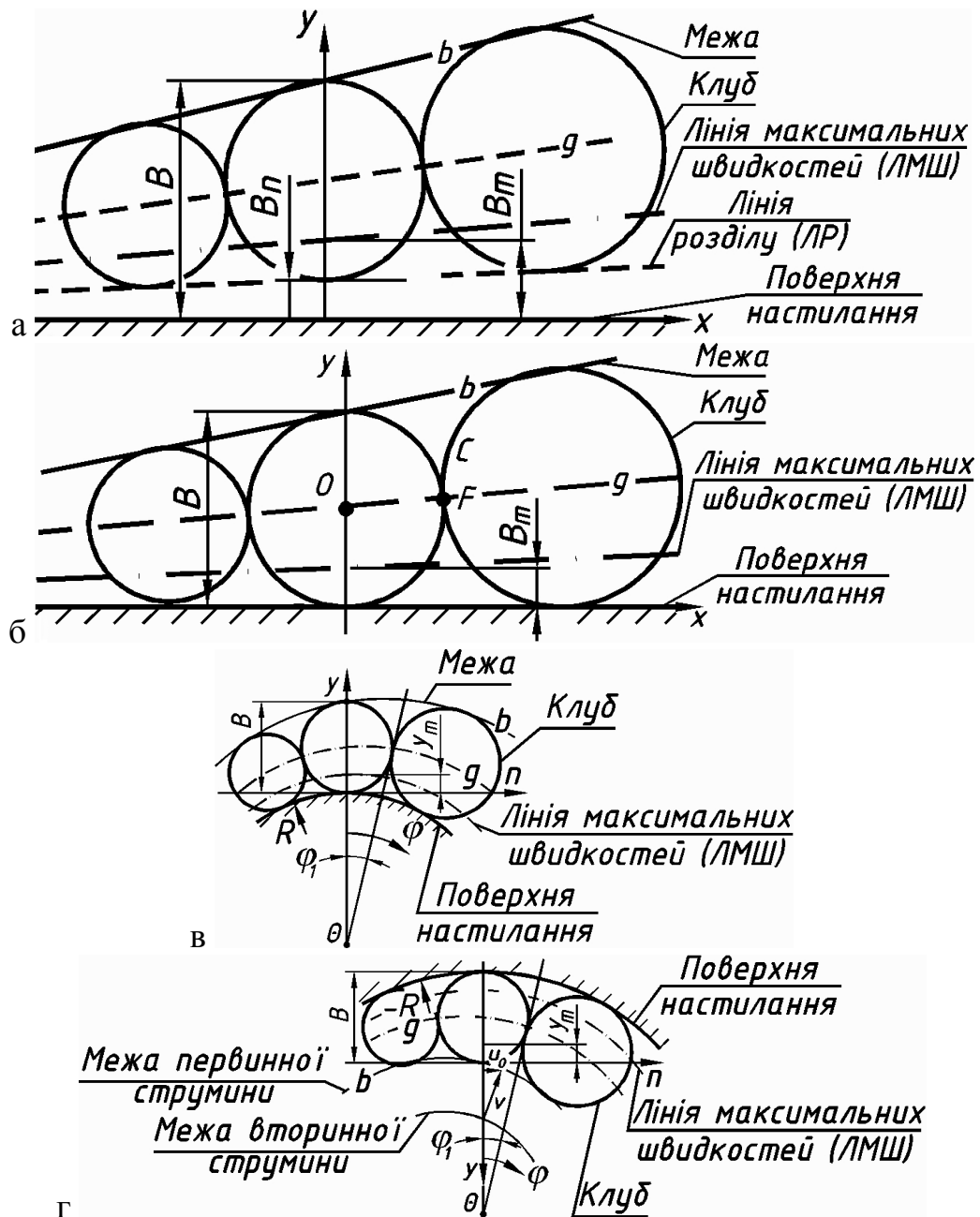


Рис. 4. Схеми напівобмежених струмин:
 а — плоскої; б — плоскої за уточненою гіпотезою І.А.Шепелева;
 в — опуклої за уточненою гіпотезою І.А.Шепелева;
 г — гнутої за уточненою гіпотезою І.А.Шепелева

Висновки

1. Запропоновано підхід до аналітичного опису турбулентних струминних течій на підставі геометричного та кінематичного аналізу макроструктури струминного прилежового шару. Підхід дозволяє без залучення дослідних коефіцієнтів отримувати залежності профілів швидкості і температури та закономірності розвитку струмин.

2. На підставі аналізу макроструктури турбулентних гнутих напівобмежених струмин та візуальних досліджень показано, що ці струмини утворюються в результаті взаємодії первинної струмини зі вторинною, яку продукує первинна струмина за рахунок підсмоктування повітря. Наявна рециркуляція струмини після відриву посилює темп її затухання і є одним з перспективних напрямків розвитку повітророзподільної техніки.

Перспективи подальших досліджень. Другий етап даної роботи передбачає аналітичний опис взаємодії турбулентних струминних течій. Це дозволить обґрунтувати шляхи удосконалення повітророзподільників ПЕТ, виконати аналітичне обґрунтування та оптимізацію запропонованих у роботі [21-24 та ін.] схем організації повітрообміну на базі струмин, які взаємодіють між собою та аналітично вирішити багато інших задач енергоефективного повітророзподілення у приміщеннях.

Література

1. Патент № А 44971 UA 7 F 24 F 13/06. Повітророзподільник. / Ткачук А.Я., Мілейковський В.О. // Промислова власність. – 2002. – №3. Кн.1 – С. 4.82
2. Патент № С2 73805 UA 7 F 24 F 13/06. Повітророзподільник (варіанти). / Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О., Кібеко О.М., Шенгелевич В.І. // Промислова власність. – 2005. – №9. Кн.1. – С. 3.138
3. Патент № С2 73818 UA 7 F 24 F 13/06. Повітророзподільник. / Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О., Кібеко О.М., Шенгелевич В.І. // Промислова власність. – 2005. – № 9. Кн.1 – С. 3.139.
4. Патент № 91617 UA МПК(2009) F 24 F 13/06. Повітророзподільник. / Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О., Кривша К.Є.
5. Патент № 96625 UA МПК(2011.01) F 24 F 13/00 F 24 F 13/06 (2006.01). Повітророзподільник. / Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О., Драчук М.М.
6. Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О. Формування струмин при тангенціальних випусках повітря з повітророзподільника // Нова тема: Журнал Асоціації інженерів енергоефективних технологій України: Науково-технічний журнал. – № 2. – К., 2007. – 44с. – С. 22-24.
7. Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О. Системи вентиляції з транзитним повітророзподіленням // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. – № 5, 2007. – 48 с. – С. 34-37.
8. Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О., Ситницька А.К. Математичне моделювання повітрообміну в теплонапружених приміщеннях

при компактному розташуванні обладнання // Нова тема: Журнал Асоціації інженерів енергоефективних технологій України: Науково-технічний журнал. – № 3. – К., 2009. – 56с. – С. 13-15.

9. *Ткачук А.Я.* Розрахункова модель усередненого руху в турбулентній зоні плоских і вісесиметричних пристінних примежових шарів // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. – Вип. 2. – К.: КНУБА, 2001. – 104 с. – С. 3-18

10. *Шепелев И.А.* Аэродинамика воздушных потоков в помещении. – М.: Стройиздат, 1978. – 144 с.

11. *Мілейковський В.О.* Геометричне обґрунтування профілю швидкості в струминних примежових шарах // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. – № 1, 2010. – 48 с. – С. 17-20.

12. *Мілейковський В.О.* Геометричне моделювання вільних ізотермічних струмин // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Вип. 82. Відповідальний редактор В.Є.Михайленко.–К.:КНУБА, 2009 р.– 400с. – С.190-196

13. *Мілейковський В.О.* Визначення розподілу температури та концентрації в струминному примежовому шарі з використанням геометричного підходу // Вентиляція, освітлення і теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Випуск 13. Головний редактор Е.С. Малкін. - К.: КНУБА, 2009.- 108 с. – С.3-8

14. *Гримитлин М.И.* Распределение воздуха в помещениях. – М.: Стройиздат, 1982.–164 с.

15. *Мілейковський В.О.* Геометричне моделювання плоских напівобмежених струмин // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Вип. 86. Відповідальний редактор В.Є.Михайленко.–К.:КНУБА, 2010 р.– 472с. – С.187-191

16. *Мілейковський В.О.* Обґрунтування профілю швидкості плоских напівобмежених струмин // Нова тема. Науково-виробничий журнал №1 2011 р. - С.34-36

17. *Мілейковський В.О.* Геометричний аналіз структури плоских напівобмежених струмин // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Вип. 87. Відповідальний редактор В.Є.Михайленко.–К.:КНУБА, 2011 р.– 490с. – С.275-280

18. *Довгалоук В.Б., Мілейковський В.О.* Геометричний аналіз структури струмин, що настиляються на поверхні різної кривини // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Випуск 89. Відповідальний редактор В.Є.Михайленко. – К.: КНУБА, 2012р. – 408с. – С.156-165.

19. *Mileikovskiy V.* Geometrical Modelling of the Jet Boundary Layer // 3rd International Scientific Conference moNGeometrija 2012: Serbia, Novi Sad, June 21st–24th: Proceedings. – Novi Sad, 2012. – 673p. – P. 189.

20. *Mileikovskiy V.* The Geomtrical Analysis of Structure of the Semibounded Currents // Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Secțiunea Construcții de Mașini, Tomul LVII(LXI), Fasc. 3, 2011 – Iași, 2011 14. – P. 203-210.

21. *Возняк О.Т., Ковальчук А.О. Повітророзподіл зустрічними неспіввісними круглими струминами // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. – Вип. 6. – К.: КНУБА, 2003. – 104 с. – С. 5-10.*

22. *Возняк О.Т. Вплив взаємодії струмин на повітророзподіл у приміщенні // Вісник НУ «Львівська політехніка».–Львів, 2001.– С. 27–31.*

23. *Возняк О.Т., Ковальчук А.О. Ефективність повітророзподілу зустрічними неспіввісними струминами // Вісник Національного Університету «Львівська політехніка» №460 Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація.–Львів, 2002.– С. 157–161*

24. *Vozniak O., Kovalchuk A. Air distribution by opposite non-coaxial air jets // VII Vedecka Konferencia s medzinarodnou ucastou Kosicko-Lvovsko-Rzeszowska: Zbornik prednasok. –Kosice, 2002.– С. 173–178..*

Аннотация

Предложен подход к приближенному аналитическому описанию турбулентных вентиляционных струй путём геометрического анализа макроструктуры струйного пограничного слоя без использования экспериментальных коэффициентов, понятий «турбулентная вязкость» и «турбулентное число Прандтля». На первом этапе исследованы струи различных типов и показано соответствие расчетных и экспериментальных данных.

Annotation

We offer an approach to the approximate analytical description of turbulent ventilation currents using a geometric analysis of the jet boundary layer macrostructure without the use of experimental factors, the concepts of "turbulent viscosity" and "turbulent Prandtl number." In the first stage we research individual types of currents and show the adequacy of calculated and experimental data.

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ

Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Постановка проблеми. Питання оцінки енергоефективності будівель набуває все більшого значення. Найважливішим при цьому є врахування усіх факторів, здатних вплинути на кінцевий результат. Серед них найважливіші наступні: кліматичні особливості регіону та орієнтація будівлі, характеристики внутрішнього мікроклімату, теплотехнічні характеристики конструкцій, системи освітлення, опалення, гарячого водопостачання і особливо вентиляції і кондиціонування повітря (СВ і СКП), так як вони споживають електричну і теплову енергію, водопровідну воду та холод. На деяких об'єктах експлуатаційні витрати на системи формування мікроклімату можуть досягати 60% від загальних витрат. Тому питання оцінки ефективності СВ і СКП є першочерговим для складання загальної енергоефективності будівлі. Сучасні підходи до оцінки ефективності СВ і СКП в країнах Європи, Америці та на пострадянському просторі значно відрізняються, що потребує аналізу та розуміння переваг і недоліків кожного з них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробкою сучасного європейського підходу до оцінки енергоефективності протягом останніх років займається Технічний комітет CEN/TC156 «Вентиляція будівель» Європейського комітету з розробки нормативної документації CEN (Comite Europeen de Normalisation) [1...4]. Американський підхід до оцінки систем вентиляції розроблено Американською спільнотою інженерів з теплопостачання, охолодження та кондиціонування повітря ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) [5]. Сучасний підхід до оцінки ефективності підсистем організації повітрообміну і повітророзподілення для країн пострадянського простору було розроблено ще за часів Радянського Союзу А.А. Римкевичем [6], Т.А. Верховою [7] та Г.М. Позіним [8], тому зараз він потребує перегляду та адаптації під сучасні тенденції енергозбереження.

Постановка задачі. В даній статті проведено порівняльний аналіз сучасних критеріїв оцінки енергоефективності систем СВ та СКП, що застосовуються в європейському, американському та пострадянському підходах з метою визначення переваг і недоліків кожного з них та розробки сучасного комплексного критерію, що буде враховувати всі впливаючі на ефективність фактори.

Основна частина. Енергоефективність систем СВ та СКП в значній мірі визначається організацією повітрообміну, яка в свою чергу залежить від типу і

розташування джерел забруднення, конструктивних особливостей самого приміщення і в першу чергу – від системи повітророзподілення. В усіх трьох підходах вважається, що ефективність системи визначається в першу чергу ефективністю системи повітророзподілення.

Європейський та американський підходи багато в чому схожі. Критерієм оцінки енергоефективності систем СВ та СКП в них слугує *ефективність вентиляції* ε_v :

$$\varepsilon_v = C_e / C_b, \quad (1)$$

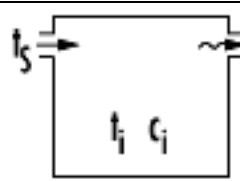
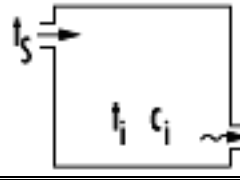
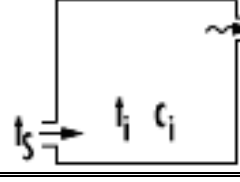
де C_e – концентрація вуглекислого газу CO_2 у витяжному повітрі;

C_b – концентрація вуглекислого газу CO_2 у повітрі нарівні дихання відвідувачів.

В залежності від схем повітророзподілення та різниці температур між повітрям припливним t_s та в зоні обслуговування t_i значення коефіцієнта ε_v може бути більше, менше або дорівнювати одиниці (Табл. 1.).

Таблиця 1

Залежність коефіцієнта ε_v від схеми повітророзподілення та різниці температур

Схема повітророзподілення		Різниця температур ($t_s - t_i$), °C	Ефективність вентиляції ε_v
Вентиляція змішуванням		<0	0,9 – 1,0
		0 – 2	0,9
		2 – 5	0,8
		>5	0,4 – 0,7
Вентиляція змішуванням		<-5	0,9
		0 – 5	0,9 – 1,0
		>0	1,0
Вентиляція витісненням		<2	0,2 – 0,7
		0 – 2	0,7 – 0,9
		>0	1,2 – 1,4

Від величини критерію ε_v залежить найменша загальна кількість повітря, необхідна для комфортного самопочуття людей:

$$V = V_{bz} / \varepsilon_v, \quad (2)$$

де V_{bz} – приплив повітря в зоні дихання;

ε_v – ефективність вентиляції.

Розрахункова витрата зовнішнього повітря з врахуванням критерію ε_v , необхідна для дихання людей в приміщенні або в його зонах, у європейському та американському підходах визначається за формулою:

$$V_{bz} = R_p P_z + R_a A_z, \quad (3)$$

де A_z – площа приміщення;

P_z – кількість людей на одиницю площі;

R_p – необхідна витрата зовнішнього повітря на людину;

R_a – необхідна витрата зовнішнього повітря на одиницю площі приміщення.

Як мінімум, вентиляція повинна бути достатньою для асиміляції біологічних виділень від людей (людський компонент R_p). На даному етапі виникають протилежності між європейським та американським підходами (Табл. 2.). В таблиці наведено порівняння нормованих рівнів вентиляції за підходами CEN та ASHRAE.

Таблиця 2

Порівняння розрахункових витрат повітря CEN та ASHRAE

Тип приміщення	Кількість людей на одиницю площі, люд./м ²	Категорія CEN	Мінімальна інтенсивність вентиляції для користувачів, м ³ /год на люд.		Додаткова вентиляція для будівлі, м ³ /год*м ²				Всього, м ³ /год*м ²	
			ASHRAE R_p	CEN	CEN дуже низьке забруднення	CEN низьке забруднення	CEN не низьке забруднення	ASHRAE R_a	CEN низьке забруднення	ASHRAE
Одиночний офіс (модульний офіс)	0,1	I	9	36	36	3,6	7,2	1,08	7,2	1,98
		II		25,2	25,2	2,52	5,04		5,04	
		III		14,4	14,4	1,44	2,88		2,88	
Конференц-зала	0,5	I	8,1	36	36	3,6	7,2	1,08	21,6	5,58
		II		25,2	25,2	2,52	5,04		15,12	
		III		14,4	14,4	1,44	2,88		8,64	

Європейські норми розрізняють три категорії якості внутрішнього повітря, які відрізняються прогнозованим відсотком людей, що невдоволені якістю повітря. Для кожної категорії розраховані власні рівні параметрів R_p та R_a , які достатні для людей, що тільки зайшли в приміщення. Дане припущення не завжди є доцільним, адже існують приміщення, в яких всі присутні перебувають значну кількість часу. Тому розрахунок витрати повітря для людей, що тільки зайшли в приміщення, є необґрунтованим.

Американський підхід оснований на прийнятній для користувачів якості повітря: припускається, що люди звикають до якості повітря протягом, як мінімум, 15 хвилин. Тому розрахункова кількість повітря в порівнянні з нормами EN 15251 буде нижчою (наприклад, для категорії II буде достатньо лише 9м³/год. замість 25,2м³/год.). ASHRAE визначає рівні, які відповідають мінімальним нормативним вимогам, тому спостерігаються значні розбіжності з вимогами CEN.

Методика визначення критерію ε_v в європейському та американському підходах є доволі спрощеною та не дозволяє оцінити ефективність систем СВ

та СКП з достатньою точністю. В ній приймається припущення, що інтенсивність виділення шкідливостей є рівномірною по всій площі приміщення, а перемішування припливного повітря з внутрішнім повітрям в приміщенні відбувається на 100%. В реальному житті це майже неможливо. Крім того в залежності від призначення приміщень та процесів, що протікають в ньому, диктуючим параметром, що впливає на відчуття комфорту, може бути не рівень CO_2 , а температура або відносна вологість повітря.

Підхід до оцінки ефективності систем СВ та СКП, що найбільш розповсюджений на пострадянському просторі, був оснований на коефіцієнті повітрообміну K_l , запропонованому Г.М. Позіним [8].

Коефіцієнт повітрообміну K_l являє собою безрозмірний симплекс, що пов'язує температури повітря – витяжного t_l , припливного t_{in} та робочої зони t_{wz} :

$$K_l = \frac{t_l - t_{in}}{t_{wz} - t_{in}} = \frac{\Delta t_l}{\Delta t_{wz}}. \quad (4)$$

Чим більший коефіцієнт K_l – тим ефективніше організовано повітрообмін в приміщенні. Співвідношення для знаходження кількості припливного повітря з врахуванням коефіцієнта повітрообміну має вигляд:

$$L_{in} = L_{wz} + \frac{Q - c \cdot L_{wz} \cdot \Delta t_{wz}}{c \cdot K_l \cdot \Delta t_{wz}} = L_{wz} + \frac{\bar{Q} - L_{wz}}{K_l}, \quad (5)$$

де $\bar{Q} = \frac{Q}{c \cdot \Delta t_{wz}}$ - відношення надлишків повної до надлишків явної теплоти.

Значення коефіцієнта K_l безпосередньо впливає на витрати тепла та холоду в системах СВ та СКП. Так для приміщень, що обслуговуються системами з рециркуляцією повітря, в яких мають місце тепловиділення, при нагріві припливного повітря відношення витрат теплоти при $K_l \neq 1$ (Q'_T) до витрат теплоти при $K_l = 1$ (Q_T) визначається за виразом [8]:

$$\frac{Q'_T}{Q_T} = 1 + \frac{\frac{G_H^{\min}}{G_0} Q_{надл} \left(1 - \frac{1}{K_l}\right)}{Q_T}, \quad (6)$$

де $G_H^{\min}$ - мінімально необхідна витрата зовнішнього повітря за санітарними нормами або за умов компенсації витяжної вентиляції; $Q_{надл}$ - теплонадлишки в приміщенні; G_0 - витрата повітря, що подається в приміщення.

Витрата холоду в залежності від коефіцієнта повітрообміну K_l має вигляд [8]:

$$\frac{Q'_X}{Q_X} = 1 + \frac{\frac{G_{Hext}^{\min}}{G_0} Q_{надл} \left(\frac{1}{K_l} - 1\right)}{Q_X}, \quad (7)$$

де Q'_X - витрата холоду при $K_l \neq 1$; Q_X - витрата холоду при $K_l = 1$.

Визначити значення коефіцієнта K_l можливо як теоретично, так і експериментально. Для теоретичного способу визначення коефіцієнта K_l застосовують наближені математичні моделі, що складаються з систем рівнянь збереження енергії, витрати та тиску. Розробка математичної моделі включає в себе чотири етапи:

- 1) виявлення розрахункової моделі теплообміну;
- 2) складання системи рівнянь збереження тепла і маси;
- 3) приведення системи балансових рівнянь до розрахункового вигляду;
- 4) постановка конкретної задачі та рішення системи рівнянь.

В розрахунковій схемі з необхідним ступенем деталізації виявляються всі характерні об'єми та поверхні теплообміну, враховуються потоки теплоти та маси, взаємодія яких формує мікроклімат в приміщенні (Рис.1.). Для всіх характерних об'ємів та поверхонь у відповідності до розрахункової схеми складаються рівняння збереження тепла та маси. Сукупність співвідношень тепло-повітряних балансів утворює систему рівнянь, що являє собою математичну модель тепло-повітряних процесів у вентильованому приміщенні. В результаті вирішення даної системи знаходяться шукані значення потоків тепла, маси та значення коефіцієнта повітрообміну K_l .

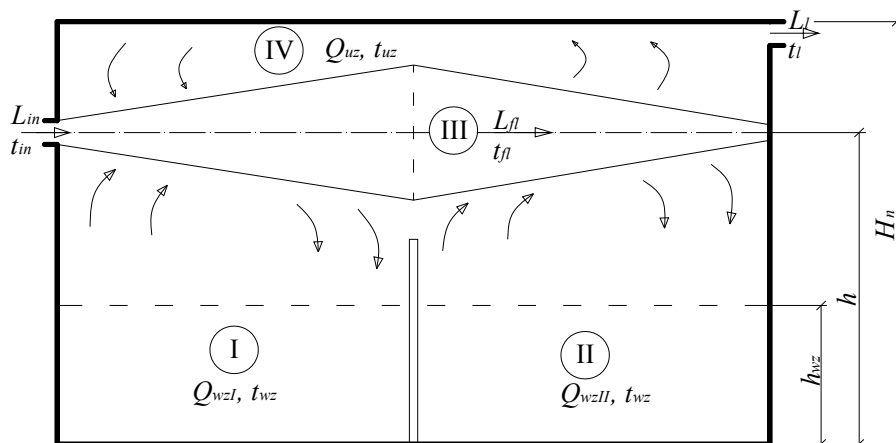


Рис.1. Розрахункова схема для визначення коефіцієнта ефективності повітрообміну K_l для схеми повітророзподілення зосередженими горизонтальними струминами

В разі, якщо система балансових рівнянь є доволі складною, застосовують номограми, графіки, таблиці та ЕОМ.

Коефіцієнт K_l дозволяє розрахувати ефективність навіть дуже складних схем повітророзподілення, враховуючи велику кількість граничних умов [9...10].

Методика розрахунку коефіцієнта K_l в порівнянні з критерієм ε_v є значно прорахованішою і дозволяє врахувати якомога більше параметрів, що впливають на переміщення повітряних мас всередині приміщення. Але він не враховує інтенсивність асиміляції CO_2 та інших шкідливостей.

Висновки. Загальна енергоефективність систем СВ та СКП насамперед залежить від ефективності організації повітрообміну та повітророзподілення в обслуговуваних приміщеннях. Аналіз існуючих підходів до оцінки

ефективності на основі критеріїв ε_v та K_l засвічує низку недоліків, які не дозволяють отримати дані з необхідною достовірністю. Сучасний європейський та американський підходи загалом є прогресивними та відповідають новітнім тенденціям до енергозбереження, але методика розрахунку критерію оцінки ε_v є дуже спрощеною, що нівелює всі переваги. Коефіцієнт K_l враховує всі можливі фактори, що впливають на ефективність повітрообміну в приміщенні, але не враховує асимілюючу здатність повітря на розбавлення CO_2 та інших шкідливостей.

Дані недоліки призводять до необхідності розробки нового комплексного критерію оцінки енергоефективності систем СВ та СКП, який відповідав би сучасним світовим тенденціям в сфері енергозбереження та враховував взаємозв'язок між схемою повітророзподілення, розташуванням джерел шкідливостей, конструктивних особливостей приміщення, тепло-повітряних процесів та асиміляції CO_2 від присутніх в приміщенні людей.

Література

1. *EN ISO 13790*. Energy performance of buildings. Calculation of energy use for space heating and cooling.
2. *EN 15251*. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings. addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.
3. *EN 15241*. Ventilation for buildings. Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in buildings (includes Corrigendum AC:2011).
4. *EN 15242*. Ventilation for buildings. Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration.
5. *ASHRAE 62.1...62.7*. Ventilation for acceptable indoor air quality, Atlanta, GA, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2007.
6. *Римкевич А.А.* Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха./Изд.1-е. М.: Стройиздат, 1990г. - 300 с. Изд 2-е, доп. И испр. АВОК – С.-З., 2003г. - 271 с.
7. *Верхова Т.А.* Исследование методов комплексной оценки конструируемых способов воздухораспределения для помещений небольшой высоты./Автореферат кандидатской диссертации. Л.: ЛТИХП, 1980г. – 23с.
8. *Позин Г. М.* Принципы разработки приближенной математической модели тепловоздушных процессов в вентилируемых помещениях – Известия вузов. Строительство и архитектура. 1980, № 11. – с. 122-127.
9. *Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О.* Ефективність організації повітрообміну в тепло напружених приміщеннях у стиснутих умовах, Будівництво України: Науково-виробничий журнал №3, 2007г. – с. 36-39.
10. *Довгалюк В.Б., Рудзинський В.О., Наконечний В.І.* Підвищення ефективності повітрообміну за допомогою напрямляючих щитів у приміщеннях зі змінними об'ємно-планувальними рішеннями. Міжвідомчий науково-

технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка»/Випуск №89. – К.: КНУБА, 2012р. – с. 166-172.

Аннотация

Проведен сравнительный анализ существующих подходов к оценке энергоэффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха, принятых в странах Европы, Америке и на постсоветском пространстве. Определены преимущества и недостатки каждого из подходов. Приведены рекомендации для разработки нового комплексного критерия оценки энергоэффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Annotation

A comparative analysis of existing approaches to the evaluation of energy efficiency of ventilation and air-conditioning systems used in Europe, USA and the former Soviet Union. Identification the advantages and disadvantages of each approach. The recommendations for the development of a new comprehensive evaluation criteria of energy efficiency of ventilation and air-conditioning systems.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УДАРНО-ПІННИЙ АПАРАТ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Наведено дослідження енергоефективності компактного ударно-пінного апарату для забезпечення умов зберігання та переміщення музейних експонатів, виявлено основні фактори впливу на процеси тепломасообміну в пінному шарі, проведено техніко-економічне порівняння апаратів для тепловологісної обробки повітря.

Основною умовою оптимального зберігання музейних фондів є дотримання нормативного та максимально стабільного режиму температури та вологості повітря в усіх приміщеннях будівлі музею. Крім широковідомої дії змін температури і відносної вологості повітря, великий вплив на стан музейних предметів має чистота та газовий склад повітря [1].

На даний час оптимальні параметри мікроклімату, для зберігання та експонування музейних колекцій, як правило створюють за допомогою центральних чи автономних систем кондиціювання з обладнанням для тепловологісної обробки повітря.

Стабільність мікрокліматичних параметрів повинна забезпечуватись не тільки при експозиції, але й при передачі експонатів на тимчасове зберігання до інших музеїв. На сьогодні відсутні компактні апарати, які могли б забезпечити температурно-вологісний режим при переміщенні музейних експонатів та для забезпечення і підтримання оптимальних умов у спеціальних музейних приміщеннях, таких як, приміщення для витримування предметів після обробки, ізоляторах, дезкамерах, приміщеннях дезінфекції, дезінсекції. У кожному з даних приміщень свої особливі вимоги до параметрів мікроклімату, що потребує застосування енергоефективних автономних апаратів для здійснення процесів обробки повітря відповідно до специфіки кожного з приміщень.

Аналіз існуючих конструкцій поверхневих зрошувальних теплообмінних апаратів, які представляють собою поєднання контактного та поверхневого теплообмінника в одній конструкції виявив, що пінний спосіб обробки повітря порівняно з іншими відомими способами дозволяє значно інтенсифікувати процеси тепло- і масообміну дякуючи сильній турбулізації газорідинної системи, що забезпечує зменшення дифузійних або термічних опорів, різке збільшення поверхні дотику взаємодіючих фаз, віднесеної до одиниці активного об'єму і безперервне оновлення даної поверхні [2, 3, 4]. На сьогодні є декілька конструкцій ударно-пінних апаратів з розміщеними в них теплообмінними контурами [5, 6, 7, 8]. Існуючі апарати є промисловими агрегатами, в них використанні теплообмінники з проміжним теплоносієм, що

вимагає їх підключення до холодильної машини або компресійного контуру, вони є великогабаритні, та енергозатратні.

Нами розроблено комбінований компактний пінний апарат з блоком термоелектричних модулів [9].

Принцип роботи апарату полягає в наступному. Повітря вентилятором через патрубок для подачі повітря 2 та щілинний канал 3 з великою швидкістю подається на поверхню рідини, яка заповнює піддон 4 апарату. Витіснена рідина інтенсивно перемішується з повітрям, внаслідок чого, утворюється рухомий шар піни, який проходить крізь пластини радіатора 6 термоелектричних модулів 7. Потім повітря проходить крізь радіатор, який виконує функцію сепаратора 8, де відділяються краплини вологи, а також інтенсифікуються процеси тепломасообміну на його поверхні. Повітря, позбавлене краплин вологи, проходить через радіатор 6 другого підігріву і видаляється через випускний отвір 10.

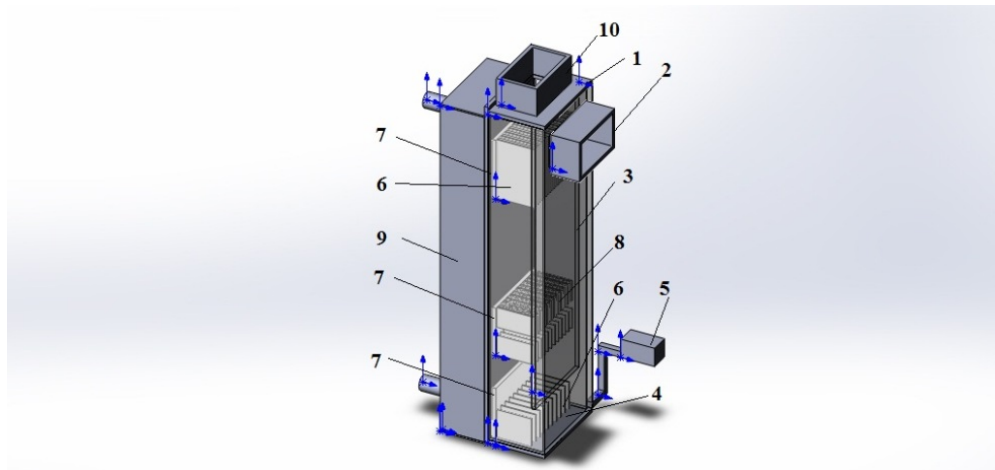


Рис.1. Конструкція комбінованого пінного апарату

1 – корпус; 2 – патрубок для подачі повітря; 3 – щілинний канал; 4 – піддон; 5 – регулятор рівня води; 6 – радіатор; 7 - термоелектричний модуль; 8 – радіатор-краплевловлювач; 9 - канал допоміжного потоку; 10 – випускний отвір.

В якості джерела холоду і тепла в апараті використанні термоелектричні модулі. Організація допоміжного каналу циркуляції рідкого або газового носія 9 дозволяє ефективно знімати тепло чи холод з термоелектричних модулів. Пристрій дає можливість інтенсифікувати теплопередачу з мінімальними затратами електроенергії. Тобто створити таку різницю температур рідини або суміші газів в допоміжному каналі, що створює термоелектрорушійну силу, яка забезпечує живлення термоелектричних батарей. Застосування термоелектричних модулів покращують вагові та габаритні характеристики, знижують експлуатаційні затрати, підвищують екологічну безпеку при експлуатації винаходу.

Щоб виявити основні фактори, що впливають на піноутворення та процеси тепло- та масообміну в компактному ударно-пінному апараті були проведені експериментальні дослідження.

Оцінку процесів тепло та масообміну було здійснено за допомогою чисел одиниць переносу явного і повного тепла, що в загальному вигляді описується наступними формулами [10]:

$$NTU_{\text{я}} = \frac{\alpha F}{c_{p,r} G_r} \quad (1)$$

$$NTU = \frac{\sigma F}{G_r} \quad (2)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C})$; F – поверхня тепло- і масообміну, м^2 ; σ – коефіцієнт тепло та масообміну, визначений по різниці ентальпій, $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Основний вплив на величину кількості одиниць переносу явного і повного тепла має висота пінного шару, яка визначає активну частину поверхні теплообмінника рис.1. Менший вплив має швидкість повітря і густина рідини, проте, з їхнім ростом кількість одиниць переносу також зростає рис. 2.

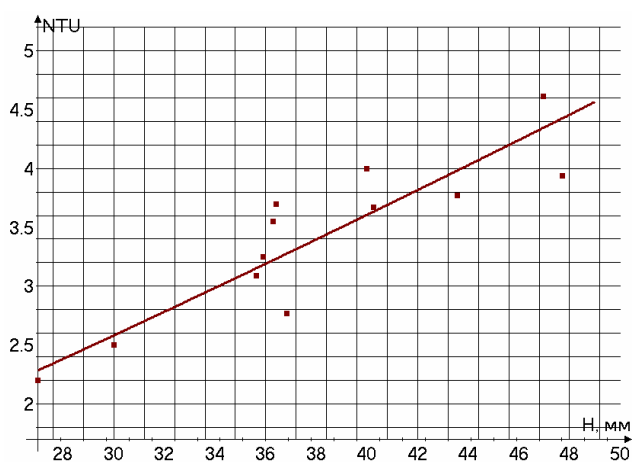


Рис.1.

Залежність числа одиниць переносу повного тепла NTU від висоти піни H при $w_a=3$ м/с

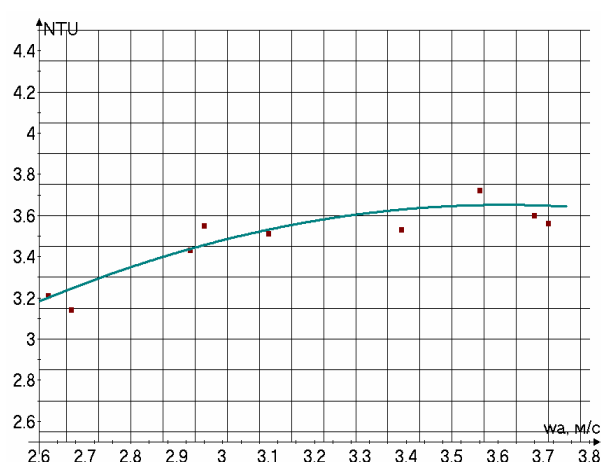


Рис.2.

Залежність числа одиниць переносу повного тепла NTU від швидкості повітря в режимі охолодження і осушення при піни $H = 35-40$ мм

Щоб оцінити ефективність апарату необхідно знати кількість тепла і маси, що переносяться від повітря до води за одиницю часу і приходить на одиницю об'єму робочого простору, що оцінено коефіцієнтом повного теплообміну $K_{v,l}^p$:

$$K_{v,l}^p = \frac{NTU \rho_r w_r \cdot 3600}{l_p} \quad (3)$$

де ρ_r – густина газу(повітря), що проходить обробку в апараті, $\text{кг}/\text{м}^3$; w_r – швидкість повітря в перерізі апарату, м/с; l_p – довжина робочого простору апарату, м.

В якості енергетичного показника для теплообмінних апаратів використовують енергетичний коефіцієнт, який є відношенням теплової енергії,

переданої в апараті від одного середовища до іншого, віднесеного до енергії, яка затрачена на здійснення процесу теплообміну.

$$E = \frac{Q}{N_r + N_p} \quad (4)$$

де N_r – енергія, що затрачається протягом однієї години на переміщення повітря, Дж/год; N_p – енергія, що затрачається протягом години на подачу необхідної кількості води, Дж/год.

Нами було порівняно дворядну політропну камеру зрошення КОП-10 зі взаємно зустрічним розпилем, номінальною витратою повітря 10 тис. м³/год, габаритами 0,99×1,2×1,9 м, ударно-пінний зрошувальний апарат конструкції Римкевича А.А. ПИВ-9, номінальною витратою повітря 9 тис. м³/год, габаритними розмірами 1,46×1,17×2,66 м та компактним ударно-пінним апаратом з блоком термоелектричних модулів, витрата апарату 40 м³/год, розміри 0,44×0,12×0,08 м [11, 12].

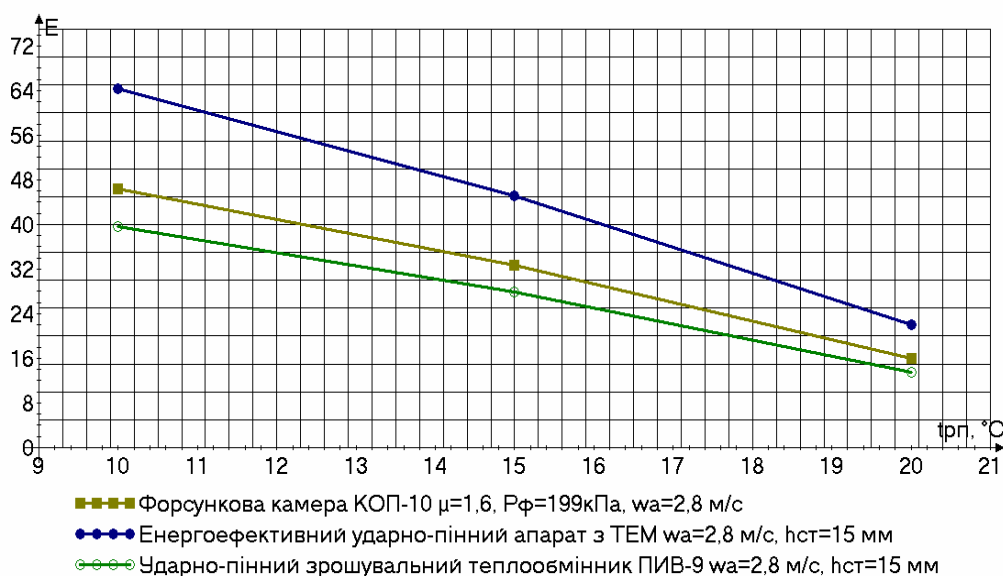


Рис.3.

Залежність енергетичного коефіцієнту від початкової температури води в апараті при початковій ентальпії повітря $I_p=72$ кДж/кг

Порівняння апаратів по енергетичному коефіцієнту рис.3 показують, що використання енергії потоку повітря для зрошення поверхні теплообмінників збільшує не тільки інтенсивність тепловіддачі радіаторів, але й опір апарату, проте, дозволяє відмовитись від рециркуляційного насоса, трубопроводів і форсунок, які є основним конструктивним елементом форсунокових камер. В результаті, затрати енергії на обробку повітря в апаратах близькі, а інтенсивність теплообміну в компактному ударно-пінному апараті більша.

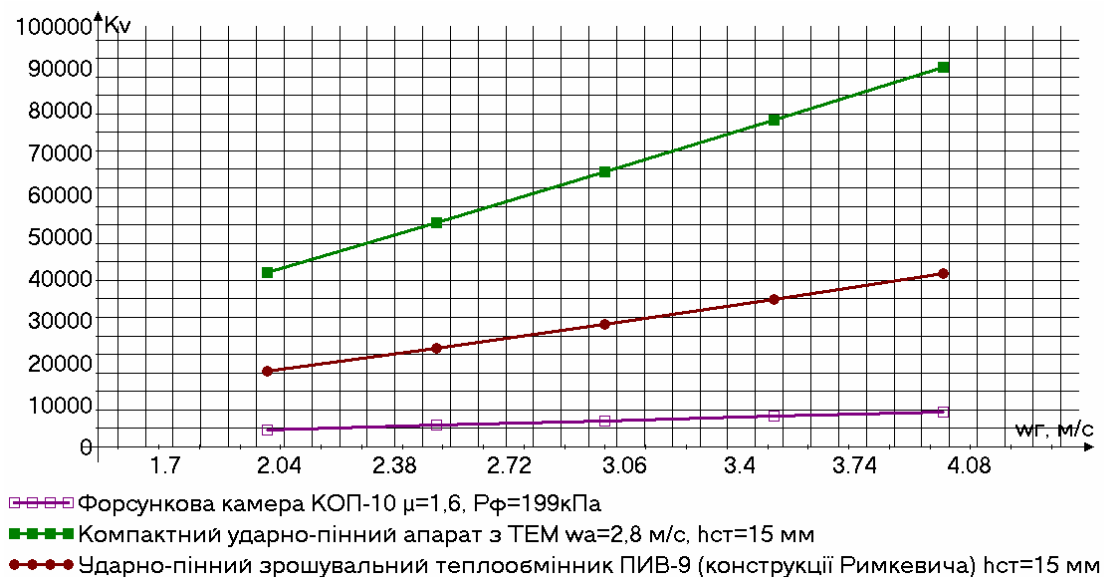


Рис.4.

Залежність об'ємного коефіцієнту повного теплообміну від швидкості в перерізі апарату

Підвищення ефективності процесу теплопередачі в запропонованому апараті [9], порівняно з камерою зрошення [12] та ударно-пінним апаратом А.А. Римкевича [11] досягається за рахунок поєднання крапле вловлювача та теплообмінника в одній конструкції. Інтенсифікація тепломасообмінних процесів, в пінному шарі апарату, досягнуто шляхом турбулізації газорідного середовища, за рахунок встановлення ребер теплообмінника паралельно повітряному потоку.

Таким чином, енергетична ефективність та конкурентоспроможності апарату досягнута за рахунок плавного та точного регулювання холодопродуктивності, легкості переходу з режиму охолодження в режим нагріву, зменшення габаритів та ваги апарату, підвищення екологічної безпеки, інтенсифікації процесів теплопередачі та тепломасообміну в пінному шарі, а також його універсальності, тобто, можливості реалізації в апараті широкого спектру процесів обробки повітря в діапазоні від охолодження осушення до нагріву-зволоження, включаючи адіабатне зволоження повітря.

Література

1. Технические нормативы /Рекомендации по проектированию музеев/ М: Стройиздат, 1988.
2. Ладыженский Р.М. Кондиционирование воздуха/ Ладыженский Р.М. .- М. : Пищепромиздат, 1957. - 442 с.
3. Стефанов Е.В. Исследование модернизированной схемы форсуночной камеры. Кондиционирование воздуха в промышленных общественных и жилых зданиях/ Стефанов Е.В., Коркин В.Д. - М. : Стройиздат, 1965.

4. Шаров Ю.И. Исследование теплоотдачи от поверхности в слое газожидкостной пены. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук/ Шаров Ю.И. - Л. : ЛТИ им. Ленсовета, 1968 г. - 22 с.
5. А. С. № 370965 СССР, Абсорбционное устройство для осушения газа./ Рымкевич А.А., Барский М.А., Купленов Н.И., Сыщиков В.И. опубл. 22.11.1973 г.
6. А. С. № 197917 СССР, Устройство для обработки воздуха/ Рымкевич А.А., Бросалин В.А. 1967 г.
7. А. С. №254745 СССР, Испарительный конденсатор/ Барский-Зорин, А.А. Рымкевич М.А., 4.06.1969 г.
8. А.С. № 482597 СССР, Устройство для тепловлажностной обработки воздуха. 30.08.1969 г.
9. Пат. №101290 України МПК F24F 3/Пристрій для тепловологісної обробки повітря/ Довгалюк В.Б., Шадура І.В. заяв. 12.06.12, опубл. 11.03.13, Бюл. № 5/2013.10. Лондон А. Контактные теплообменники/ Лондон А. Кейс В. - М: Энергия, 1967 г.
10. Рымкевич А.А., Барский М.А. Интенсивный теплообменный аппарат для холодильных установок и кондиционирования воздуха/ Холодильная техника, № 7, pp. 35-38, 1972.
11. Бялый Б.И. Тепломассообменное оборудование воздухообрабатывающих установок ООО "ВЕЗА"/ Бялый Б.И.- М.: ООО "Инфорт", 2005.- 278.

Аннотация

Приведены исследования энергоэффективности компактного ударно-пенного аппарата для обеспечения условий хранения и перемещения музейных экспонатов, выявлены основные факторы влияния на процессы тепломассообмена в пенном слое, проведено технико-экономическое сравнение аппаратов для тепловлажностной обработки воздуха.

Annotation

Shows energy research of a compact shock-foam system for the storage and movement of museum exhibits, identified the major factors influencing the processes of heat mass transfer in the foam layer made of technical and economic comparison of devices for thermal and humidity air handler.

ТРАЄКТОРІЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ УСЕРЕДИНИ ВІБРАЦІЙНОГО U-ПОДІБНОГО КОНТЕЙНЕРА

Національний університет цивільного захисту України

Запропонована Maple-програма визначення траєкторії руху довільної матеріальної точки усередині вібраційного U-подібного контейнера в процесі перемішування багатокomпонентної будівельної суміші.

Постановка проблеми. Процес перемішування полягає в інтенсивному переміщенні ділянок і часток суміші усередині спільного об'єму [1]. У будівельній галузі процес перемішування здійснюється для створення оптимальної поверхні реагуючих речовин; з метою зміни фізичного стану речовини, а також для прискорення хімічних реакцій. Так, при виробництві силікатних виробів суміш готують із піску, вапна й води. При виготовленні бетонних виробів суміш готують із цементу, піску, щебеню і води. В'язкі речовини (цемент) і вода становлять активну частину бетонної суміші. У результаті хімічної реакції між ними, утвориться цементний камінь, що міцно з'єднує наповнювачі (пісок і щебені) бетону. На кінцеву міцність бетону, крім оптимального складу, суттєвий вплив здійснює попередня однорідність суміші, що досягається при перемішуванні [2].

Особливу групу машин для приготування однорідних сумішей становлять вібраційні змішувачі, у яких перемішування здійснюється під впливом коливань. Тому актуальною є тематика, присвячена моделюванню на комп'ютері впливу параметрів віброзмішувача на процес перемішування сипучих матеріалів.

Аналіз відомих публікацій. У роботах [3,4] розглянуто вібраційну технологію для перемішування часток багатокomпонентної суміші. При цьому передача силового імпульсу від віброзбудника до зони взаємного контакту часток здійснюється через стінки контейнера, тому для оптимізації ефективності процесу вібраційного впливу на частки необхідно детальне вивчення вплив стінок контейнера на робоче середовище в цілому. При складанні математичної моделі передбачається [3,4], що U-подібний контейнер і завантажена суміш є єдиним твердим тілом, у центрі мас якого зосереджена вся маса системи. Положення центра мас не залежить від обертання дебалансів, пружні елементи представлені зосередженими зв'язками із жорсткостями, прямо пропорційними переміщенням (закон Гука); сила збурення, що діє на систему, є гармонійною з постійною частотою ω і прикладена в одній точці. Також передбачається, що коливальна система має три ступені свободи, де у якості узагальнених координат системи обрано x і y - координати переміщення центра мас системи уздовж осей Ox і Oy , а також φ - кут повороту контейнера відносно центра мас системи. Розрахункова схема моделі руху вібраційного U-подібного контейнера показана на рис. 1 [3, 4].

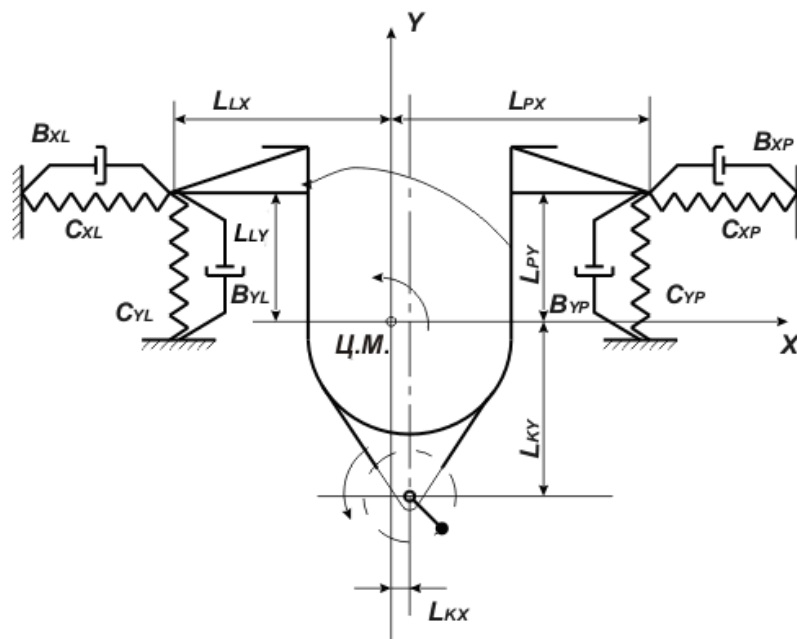


Рис. 1. Розрахункова схема для складання математичної моделі руху U-подібного вібраційного контейнера

На рис. 1 прийнято такі позначення: $C_{XL}, C_{YL}, C_{XP}, C_{YP}$ - жорсткість лівої й правої підвіски системи відносно осей x і y ; $B_{XL}, B_{YL}, B_{XP}, B_{YP}$ - коефіцієнт дисипації відносно осей x і y лівої й правої підвіски; $L_{LX}, L_{PX}, L_{LY}, L_{PY}$ - відстань від центра мас системи до точок закріплення лівої й правої підвісок по осі x і y ; L_{KY}, L_{KX} - відстань від осі дебаланса до центра мас системи по осях x і y ; M - маса контейнера й завантаження; m_k - маса дебалансів; J - момент інерції маси системи (сукупний контейнера й дебаланса) відносно центра мас; r - ексцентриситет маси дебаланса відносно його осі обертання.

Завдання полягає у знаходженні траєкторії руху довільної «матеріальної» точки в порожнині вібраційного контейнера. У роботах [3, 4] це завдання вирішувалося в середовищі пакета Maple шляхом розв'язання системи рівнянь Лагранжа другого роду із залученням методу Рунге-Кутта. Однак, для прискорення обчислень - наприклад, з метою створення кадрів анімації процесу перемішування - доцільно використовувати «ще не занотовані» можливості штатних операторів системи Maple.

Постановка завдання. Розробити Maple-програму для визначення траєкторії руху довільних «матеріальних» точок усередині вібраційного контейнера в процесі перемішування багатокомпонентної будівельної суміші.

Основна частина. У практиці обчислень для опису коливальних процесів звичайно використовується [3] рівняння Лагранжа другого роду

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} + \frac{\partial \Pi}{\partial q} = F_q, \quad (1)$$

де q - узагальнена координата;

Розглянута коливальна система має три степені свободи (x, y, φ). Кут φ досить малий, внаслідок чого звичайно вважають $\sin \varphi \approx \varphi, \cos \varphi \approx 1$.

Для складання моделі коливань системи необхідно визначити кінетичну T и потенціальну Π енергію:

$$T = \frac{1}{2} \left((M + m_k) \dot{x}^2 + (M + m_k) \dot{y}^2 + J \dot{\phi}^2 \right); \quad (2)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} \left[C_{XL} (x - L_{LY} \phi)^2 + C_{YL} (y - L_{LX} \phi)^2 + C_{XP} (x - L_{PY} \phi)^2 + C_{YP} (y + L_{PX} \phi)^2 \right]. \quad (3)$$

Дисипативна функція Релея Φ , для розглянутої моделі, має вигляд:

$$\Phi = \frac{1}{2} \left[B_{XL} (\dot{x} - L_{LY} \dot{\phi})^2 + B_{YL} (\dot{y} - L_{LX} \dot{\phi})^2 + B_{XP} (\dot{x} - L_{PY} \dot{\phi})^2 + B_{YP} (\dot{y} + L_{PX} \dot{\phi})^2 \right]. \quad (4)$$

Зовнішня узагальнена сила $F_q = Q_q - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}}$, де Q_q – сила збурення [3]:

$$\begin{aligned} Q_x &= m_k r \omega^2 \cos(\omega t); \\ Q_y &= m_k r \omega^2 \sin(\omega t); \\ Q_\phi &= m_k r \omega^2 (L_{KX} \sin(\omega t) - L_{KY} \cos(\omega t)). \end{aligned} \quad (5)$$

Таким чином, з урахуванням формули $L = T - \Pi$, розписавши рівняння (1) для відповідних узагальнених координат, нами одержано систему із трьох звичайних лінійних диференціальних рівнянь, що визначають рух центра мас розглянутої системи (тут і далі використаний синтаксис мови Maple):

$$\begin{aligned} ODE1 &:= (M + mk) \left(\frac{d^2}{dt^2} x(t) \right) + Bxl \left(\left(\frac{d}{dt} x(t) \right) - Lly \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) \right) \\ &+ Bxp \left(\left(\frac{d}{dt} x(t) \right) - Lpy \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) \right) + Cxl (x(t) - Lly f(t)) \\ &+ Cxp (x(t) - Lpy f(t)) = \omega^2 r \cos(\omega t) mk \\ ODE2 &:= (M + mk) \left(\frac{d^2}{dt^2} y(t) \right) + Byl \left(\left(\frac{d}{dt} y(t) \right) - Llx \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) \right) \\ &+ Byp \left(\left(\frac{d}{dt} y(t) \right) + Lpx \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) \right) + Cyl (y(t) - Llx f(t)) \\ &+ Cyp (y(t) + Lpx f(t)) = \omega^2 r \sin(\omega t) mk \\ ODE3 &:= J \left(\frac{d^2}{dt^2} f(t) \right) + Bxl Lly^2 \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) + Bxp Lpy^2 \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) + Cxl Lly^2 f(t) \\ &+ Cxp Lpy^2 f(t) + Byl Llx^2 \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) + Byp Lpx^2 \left(\frac{d}{dt} f(t) \right) + Cyl Llx^2 f(t) \\ &+ Cyp Lpx^2 f(t) - (Bxl Lly + Bxp Lpy) \left(\frac{d}{dt} x(t) \right) \\ &- (Byl Llx - Byp Lpx) \left(\frac{d}{dt} y(t) \right) - (Cxl Lly + Cxp Lpy) x(t) \\ &- (Cyl Llx - Cyp Lpx) y(t) = -Lky \omega^2 r \cos(\omega t) mk \end{aligned} \quad (6)$$

На відміну від роботи [3] завдяки аналітичним перетворенням Maple систему диференціальних рівнянь (6) одержано у компактному вигляді.

Для чисельного експерименту з метою порівняння використовуються параметри, аналогічні роботі [3]: $M = 104$ кг; $m_k = 4$ кг; $J = 0,7 \times 10^7$ кг м² м; частота $f = 50$ Гц; $r = 40$ мм; $L_{KX} = 0$ мм; $L_{KY} = 200$ мм; $L_{LX} = L_{PX} = 195$ мм; $L_{LY} = L_{PY} = 125$ мм; $C_{XL} = C_{XP} = 0,108 \times 10^3$ Н/мм; $C_{YL} = C_{YP} = 0,156 \times 10^3$ Н/мм; $B_{XL} = B_{XP} = B_{YL} = 100$ Н с/мм.

Розв'язувати систему диференціальних рівнянь (6) будемо чисельно за допомогою програмних засобів пакета Maple. Як початкові оберемо умови:

```

x(0)=0, x'(0)=0, y(0)=0, y'(0)=0, phi(0)=0, phi'(0)=0,
initial := {x(0)=0, D(x)(0)=0, y(0)=0, D(y)(0)=0,
            f(0)=0, D(f)(0)=0};
sol := dsolve({ODE1, ODE2, ODE3} union initial,
             {x(t), y(t), f(t)}, numeric, maxfun=-1,
             output=listprocedure, abserr=0.0001);

```

В результаті одержимо розв'язок у вигляді кодів пакету Maple:

```

sol := [ t = (proc (t) ... end proc ), f(t) = (proc (t) ... end proc ),
        d/dt f(t) = (proc (t) ... end proc ), x(t) = (proc (t) ... end proc ),

```

Для подальших обчислень зазначені коди залучимо до програми за допомогою операторів, які визначатимуть переміщення за обраними узагальненими координатами (це саме можна здійснити і з їх похідними):

```

solx := subs(sol, x(t));
soly := subs(sol, y(t));
self := subs(sol, f(t));

```

Тобто кінцевий розв'язок буде представлений у вигляді процедур пакета Maple $x = solx(t)$; $y = soly(t)$; $f = self(t)$; зазначимо, що цим процедурам у середовищі Maple притаманні всі властивості функцій. Траєкторію будь-якої точки у вертикальній площині об'єму контейнера можна визначити так:

$$\begin{aligned}
 x &= solx(t) + L \cos(self(t) + \alpha); \\
 y &= soly(t) + L \sin(self(t) + \alpha),
 \end{aligned} \tag{7}$$

де L - відстань до точки від початку координат; α - кут повороту контейнера навколо центра мас.

При зазначених вище початкових умовах і параметрах, графік коливань «матеріальної» точки (рис. 2) можна побудувати за допомогою операторів:

```

L := 100: alpha := 0.5:
x := solx(t) + L*cos(self(t) + alpha);
y := soly(t) + L*sin(self(t) + alpha);
plot([x(t), y(t), t=40..40.12], numpoints=500);

```

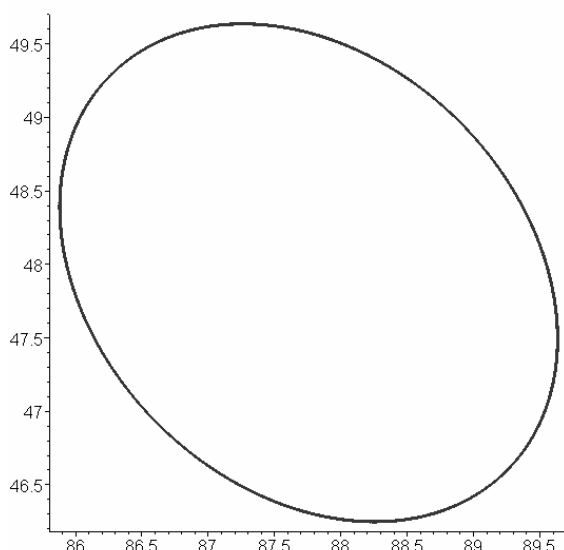


Рис. 2. Траєкторія руху точки
у середині контейнера

Отримана траєкторія, як зазначалося у роботах [3,4], практично збігається із траєкторією руху центра мас реального U-подібного контейнера.

Подальші дослідження пов'язані з дослідженням параметрів форми U-подібного контейнера і траєкторії його руху. А також з обранням раціональних співвідношень конструкційних параметрів віброзмішувача.

Висновок. Розроблене програмне забезпечення дозволяє визначати траєкторії руху точки усередині U-подібного вібраційного контейнера.

Література

1. *Бабичев А.П., Бабичев И.А.* Основы вибрационной технологии. – Ростов–на–Дону, 1999. – 622 с.
2. *Сивко В.И.* Основы механики вибрируемой бетонной смеси. – Киев: Вища школа, 1980. – 408 с.
3. *Калмиков М.А.* Повышение эффективности процесса вибрационной обработки крупногабаритных изделий: Дис., канд. тех. наук. – Луганск, 2005. – 223 с.
4. *Калмиков М.О.* Аналіз траєкторії руху контейнеру вібраційного верстата // М.О.Калмиков, І.М.Пшеничний, Л.М.Лубенська, С.М.Ясунік / Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство, 2005. - С. 222-232

Аннотация

Предложена Maple-программа определения траектории движения материальной точки внутри U-образного вибрационного контейнера в процессе перемешивания многокомпонентной строительной смеси.

Annotation

The Maple-program of definition of a trajectory of movement of any material point in the U-shaped vibration container in the course of hashing of a multicomponent construction mix is offered.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УТЕПЛЕННЯ
КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД*Вінницький національний технічний університет, Україна*

Дана стаття присвячена взаємозв'язку теплофізичної науки з проблемами енергозбереження. А також показана методика рішення нелінійної задачі теплопровідності з урахуванням зміни коефіцієнта температуропровідності, що дозволить більш точного розрахунку температурного поля.

Постановка проблеми. У наш час для постачання теплом промислових, цивільних і житлових об'єктів витрачається приблизно третина всіх паливно-енергетичних ресурсів країни. Тому забезпечення раціонального теплового режиму будинків, оптимальне використання теплоти теплогенеруючих установок в системах теплопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування має першочергове значення. Від теплотехнічних властивостей зовнішніх огорожуючих конструкцій будинків залежить кількість тепла, яку втрачає будинок в холодну пору року. А це визначає: сталість температурного режиму в об'ємі приміщення при змінах температури, швидкості повітря зовні будинку, тепловіддачі системи опалення будинку; температуру на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції і можливість утворення конденсату на ній, а також вологий режим, що впливає на теплозахисні властивості огороження і його довговічність.

Тому вивчення законів тепловологопереносу та повітропроникності дозволяє раціонально проектувати зовнішні огорожуючі конструкції будинків з урахуванням усіх факторів, які можуть вплинути на експлуатацію даних конструкцій. Це дає змогу збільшити строк експлуатації будинків, знизити витрату теплової енергії при їх теплопостачанні. Особливо велике значення має правильне застосування теплофізичних законів в умовах широкого застосування в будівництві нових матеріалів і технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання дослідження температурних полів розглядали багато вчених серед них: Бахлов Н.С., Беляєв Н.М, Богословський В.Н., Кудінов В.А., Ликов А.В., Сисоєв Е.В. та інші. В роботах вчених розглянуто:

- аналітичні методи розрахунку температурних режимів [5];
- метод кінцевих різниць для багатопарових конструкцій стін [3];
- розрахунок теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій [1];
- фізико - математичні моделі температурних полів [7];
- математичне моделювання для вивчення процесів тепломасопереносу, як в теоретичних так і практичних дослідженнях [2].

Формування цілей та завдання статті

Дослідити основні теплофізичні характеристики матеріалів та методи розрахунку температурних полів.

Основна частина. Теплозахист будівель та споруд залежить від багатьох факторів, і його найбільш ефективно вирішення можливе при комплексному врахуванні поверховості, планувальних рішень, орієнтуванні на місцевості, виборі будівельних матеріалів, виробів і конструкцій. На сучасному етапі повинна бути гарантована можливість реалізації різних за своїм характером вимог теплозахисту будівель та споруд, тому необхідно забезпечити: стабільний тепловий режим в різні пори року; швидке нагрівання та охолодження приміщень.

Заходи з теплозахисту будівель необхідні при зведенні стін підвалів, зовнішніх стін, перекриттів і покриттів з тим, щоб вони як можна менше віддавали тепла з приміщень назовні. Зусилля, в першу чергу, слід направляти на підвищення рівня теплоізоляції будинків.

При розгляді задач підвищення рівня теплоізоляції будинків, як визначення теплового режиму багатошарових огорожувальних конструкцій будівель, їх вологісного режиму, промерзання та відтавання матеріалів, аналіз теплової стійкості будівель, необхідно визначати температуру на поверхні та всередині цих будівельних конструкцій у будь-який момент часу.

Необхідно також враховувати, що деякі теплофізичні характеристики матеріалів можуть суттєво змінюватися залежно від температури та часу. В багатьох практичних задачах з теплофізики характеристики матеріалу з часом можуть змінюватися в широкому діапазоні. Розв'язок цих задач потребує врахування змін теплофізичних характеристик матеріалів під час розрахунку їх температурного режиму, оскільки температурний режим у багатьох випадках визначає теплофізичні характеристики матеріалу.

Розрахунки температурних полів, які виконані на основі лінійних математичних моделей процесу теплопровідності, не завжди приводять до задовільних результатів, особливо у тих випадках, коли температура змінюється в значному діапазоні. Тому для побудови найбільш адекватної реальному процесу математичної моделі необхідно врахувати залежність від температури теплофізичних характеристик матеріалів, щільність поверхневих потоків і внутрішніх джерел енергії (теплоти).

В даному випадку коефіцієнт теплопровідності може залежати не тільки від змінних координати x і часу t , але і від температури U .

А це приводить до розгляду не лінійних крайових задач теплопровідності, розв'язання яких, в аналітичній формі, проблематичне.

Тому розглянемо методику розв'язання однорідного нелінійного рівняння теплопровідності, яке має вигляд:

$$U_t = [Q(U) U_x]_x ; \quad (0 < x < 1, t > 0) \quad (1)$$

Початкові умови:

$$U(x, 0) = \varphi(x) ; \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (2)$$

Граничні умови:

$$\beta_1 U_x(0, t) + \gamma_1 U(0, t) = \psi_1(t) ; \quad (3)$$

$$\beta_2 U_x(l, t) + \gamma_2 U(l, t) = \psi_2(t);$$

де залежність коефіцієнта теплопровідності $Q(U)$ буде в наступній формі:

$$Q(U) = 1 + U \quad (4)$$

Тоді рівняння (1) буде мати вигляд:

$$U_t = U_{xx} + U \cdot U_{xx} + U^2_x \quad (5)$$

Розв'язання рівняння (5) будемо шукати у вигляді квадратичного полінома:

$$\Phi(x, x_k, t) = \sum_{i=0}^2 A_i^k(t)(x - x_k)^i \quad (6)$$

в околі k -того вузла,

де x_k - координата k -того вузла інтервалу рівномірного розбиття з кроком $k=(l+n)$, n - кількість внутрішніх вузлів.

Перепишемо початкові умови (2) і граничні умови (3) з врахуванням (6), маємо:

$$U(x_k, 0) = \Phi(x_k, x_k, 0) \quad (7)$$

$$\beta_1 \Phi_x(0, x_l, t) + \gamma_1 \Phi_x(0, x_l, t) = \psi_1(t); \quad (8)$$

$$\beta_2 \Phi_x(0, x_n, t) + \gamma_2 \Phi_x(0, x_n, t) = \psi_2(t); \quad (9)$$

Рівняння неперервності температури на суміжних межах інтервалів розбиття має вигляд:

$$\Phi(x_k \pm h, x_k, t) = \Phi(x_k \pm l, x_k \pm l, t); \quad (10)$$

В результаті за рахунок зміни меж інтегрування отримаємо різновидність диференціальних рівнянь першого порядку. Розв'язання яких для конкретних вузлових точок дозволяє вибрати оптимальний варіант рішення з врахуванням початкових умов [6].

Висновки. Проаналізувавши все вище викладене можна зробити висновок, що отримана методика розв'язання нелінійної задачі теплопровідності з врахуванням зміни коефіцієнта теплопровідності дозволить отримати розрахунок більш точної теплопровідності конструкції.

Таким чином, взаємозв'язок теплофізичної науки з проблемами енергозбереження в будівлях розкриває можливості підвищення енергоефективності. При цьому, рівень теплового опору зовнішніх огорожуючих конструкцій в значній мірі визначає потрібну потужність системи опалення.

Література

1. Бахлов Н.С. Численные методы: Учеб. Пособие / Н.С. Бахлов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Наука, 1978. – 600 с.
2. Беляев В.С. Расчет температуры поверхности стен / В.С. Беляев // «Жилищное строительство». – №6. – 1980. – С. 21-24.
3. Богословский В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.
4. Кудинов В.А. Аналитические решения задач тепломассопереноса и термоупругости для многослойных конструкций: Учебное пособие для вузов

/Кудинов В.А., Карташов Э.М., Калашников В.В. – М.: Высшая школа., 2005. – 430 с.

5. Лыков А.В. Теория тепло- и масопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. –М. – Л. Госэнергоиздат, 1963. – 536 с.

6. Рындюк В.И. Применение улучшенного интегрального метода прямых к решению краевых задач теплопроводности / В.И. Рындюк. - ИФЖ, 1987 т. 52, №2, 6с.

7. Сысоев Э.В. Методы и системы неразрушающего контроля теплозащитных свойств многослойных строительных конструкций / Э.В. Сысоев, А.В. Чернышов. - М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. - 104с.

Аннотация

Данная статья посвящена взаимосвязи теплофизической науки с проблемами энергосбережения. А также показана методика решения нелинейной задачи теплопроводности с учетом изменения коэффициента температуропроводности, что позволит более точного расчета температурного поля.

Annotation

This paper devoted the relationship of thermal physical science and energy efficiency. Also shows the method for solving nonlinear heat conduction problem with to changes in thermal diffusivity, which will allow a more accurate calculation of the temperature field.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМОСИФОННОГО ГЕЛІОКОЛЕКТОРА

НУ «Львівська політехніка», Україна

Розглянуто базові аспекти сонячного пасивного будівництва. Наведено основні види сонячного обігріву приміщень та переваги встановлення термосифонних геліоколекторів. Побудовано поля температури та швидкості повітря в об'ємі дослідного модуля з встановленим пасивним сонячним повітрянагрівачем для різної потужності інфрачервоного випромінювання. Здійснено аналіз отриманих результатів.

Ключові слова – пасивний сонячний будинок; сонячна система опалення; термосифонний геліоколектор.

Актуальність роботи. Використання Сонця в якості джерела енергії розпочалося ще близько 2500 років назад. Римляни зрозуміли – якщо галерею і вікна з південної сторони закласти, то отримане протягом дня тепло можна зберегти і в нічний період. Це відкриття отримало назву «тепличний ефект». В наш час цей ефект є основою ідеї «пасивного сонячного будинку».

Основна концепція проектування енергоефективних будинків полягає в наступному: енергоресурси можуть бути використані більш ефективно шляхом застосування технічних заходів, обґрунтованих з економічної, екологічної та соціальної точок зору. При цьому повинно відбуватися мінімум змін звичного способу життя [1].

При проектуванні пасивного дому велике значення мають наступні аспекти: орієнтація споруди; будівельні матеріали; розміри та вид віконного застосування; теплова ізоляція; внутрішнє планування будинку.

Виділяють два основні шляхи отримання сонячної енергії пасивними сонячними будинками – прямий і непрямий обігрів. Метод прямого нагріву вважають найпростішим, коли обігрівання здійснюється через сонячні вікна, тобто вікна південної орієнтації [2].

Для непрямого обігріву використовують стіни Тромба та повітряні сонячні нагрівачі. Такі повітрянагрівачі зазвичай працюють за принципом термосифону, тобто використовується властивість газів при нагріванні підніматися вгору. До основних переваг пасивних повітрянагрівачів можна віднести порівняно невелику вартість, простоту конструкції, легкість встановлення та експлуатації. Коефіцієнт корисної дії термосифонного геліоколектора може становити 50%. Основними методами підвищення теплової ефективності сонячних повітрянагрівачів є герметизація та теплоізоляція корпусу колектора, а також встановлення додаткових нерівностей на теплопоглинаючій пластині для збільшення площі нагріву. В працях Мрідула

Шарма [3], Ірфана Куртбаса [4], Гупта М. [5] досліджувався вплив різних форм нерівностей на теплову потужність геліоколекторів. Однак важливим моментом є формування тепло повітряного режиму в приміщенні при використанні сонячних повітрянагрівачів.

Мета та задачі дослідження. Дана робота присвячена дослідженню розподілу температур та швидкостей повітря в приміщенні з термосифонним сонячним колектором при змінній інтенсивності теплового потоку.

Методика експериментальних досліджень. Лабораторні дослідження проводилися в герметичному модулі площею $6,0 \text{ м}^2$ та об'ємом $10,8 \text{ м}^3$, що імітував житлове приміщення (рис.1).

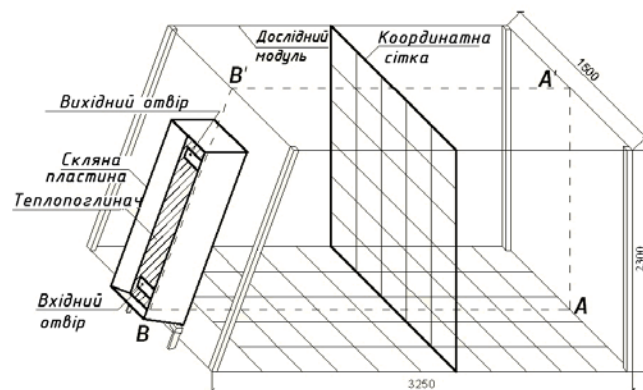


Рис. 1.

Загальний вигляд експериментального модуля

Термосифонний сонячний колектор 1 вмонтовано в дослідний модуль під кутом 65° (рис. 2). Тепловий потік здійснювався за допомогою інфрачервоних нагрівачів 2. По всьому об'єму модуля влаштовано координатну сітку 6 з кроком $30 \times 30 \text{ см}$. За допомогою термоанемометра АТТ-1004 3 визначалися температура і швидкість повітря в об'ємі модуля та у вхідному і вихідному отворах геліоколектора. Піранометром 4 вимірювалися інтенсивність теплового потоку. Темпераури скла і тепло поглинаючої пластини знаходились пірометром Нимбус-530 5. .

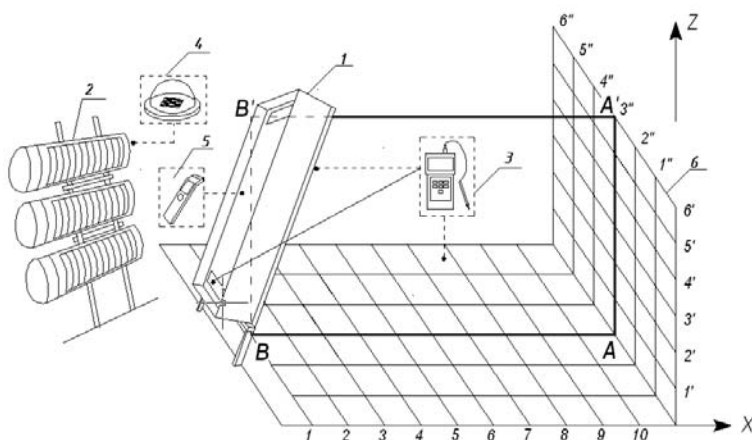


Рис. 2.

Схема експериментальної установки:

1 – дослідний термосифонний геліоколектор; 2 – нагрівач; 3 – піранометр; 4 – термоанемометр АТТ-1004; 5 – пірометр Нимбус-530; 6 – координатна сітка; АВА'В' – серединний перетин експериментального модуля

Дослідження проводилися при змінній радіаційній інтенсивності, що теплового потоку змінювалась від 155 Вт/м^2 до 220 Вт/м^2 .

Результати експериментальних досліджень. На рис. 3 а), б), в) наведено результати експериментальних досліджень полів температур повітря в дослідному модулі для характерного серединного перетину АВА'В'. Дані наведені на рисунку відповідають умовам витікання нагрітого повітря із термосифонного сонячного колектора у верхню частину модуля та надходження холодного повітря з нижньої зони модуля в повітронагрівач. Характер розподілу ізотерм має деякі загальні особливості. Спостерігаються максимальні значення температур безпосередньо біля припливного отвору із подальшим їх зменшенням відносно осі Х. Що стосується розподілу температур по висоті області, що розглядається, то наявне її зменшення в напрямку від стелі до підлоги.

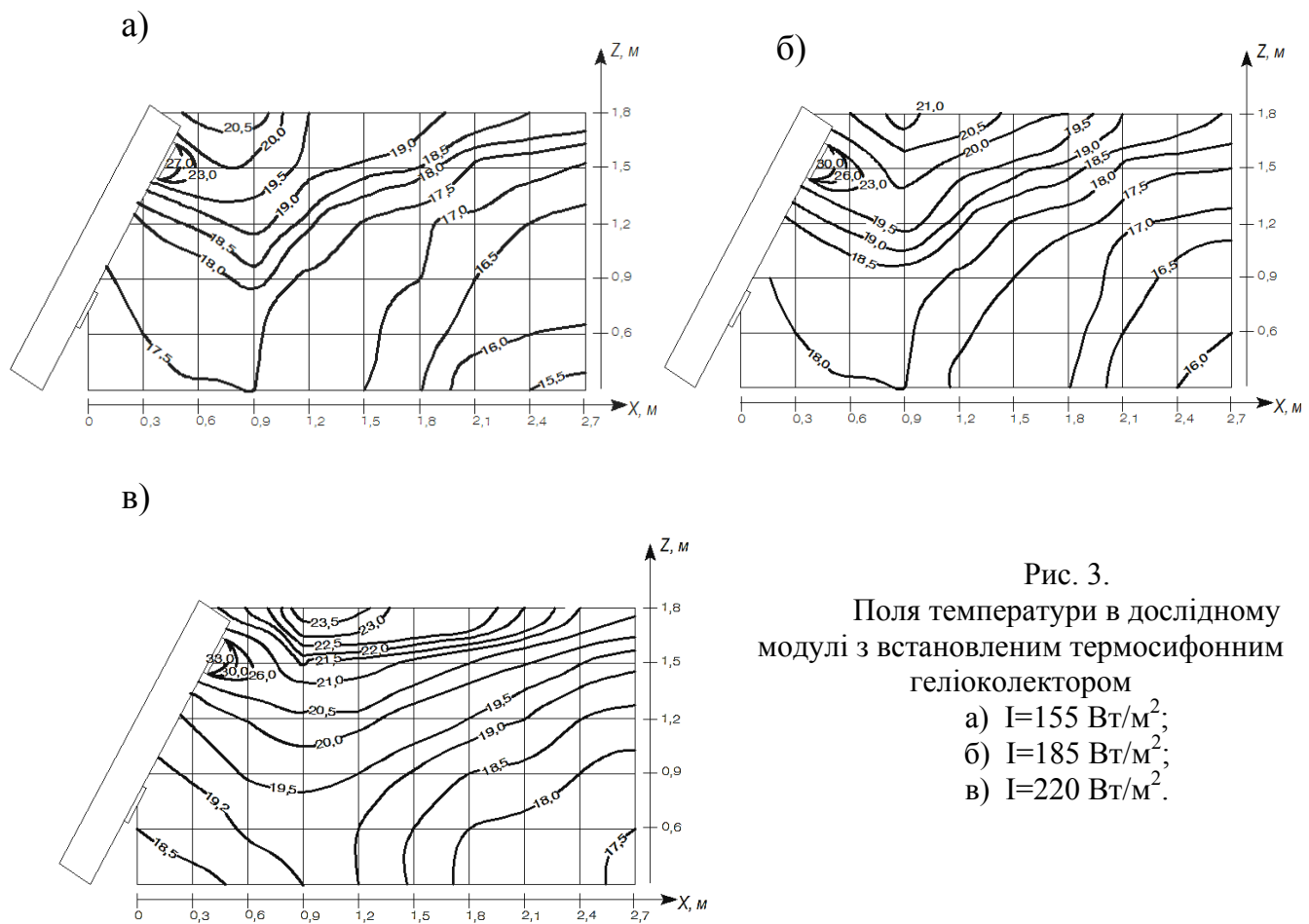


Рис. 3.
Поля температури в дослідному модулі з встановленим термосифонним геліоколектором
а) $I=155 \text{ Вт/м}^2$;
б) $I=185 \text{ Вт/м}^2$;
в) $I=220 \text{ Вт/м}^2$.

Рухомість повітря в експериментальному модулі характеризує рис. 4 а), б), в). Тут представлені поля швидкостей при різних значеннях інтенсивності випромінювання. Зони максимальних швидкостей відповідають осі зосередженого повітряного потоку. При цьому, як видно з наведених даних далекобійність потоку повітря зростає із збільшенням інтенсивності теплового випромінювання. Важливо відзначити, що термосифонний сонячний колектор в повній мірі забезпечує теплоповітряний режим в приміщенні за допомогою неізотермічних повітряних струменів.

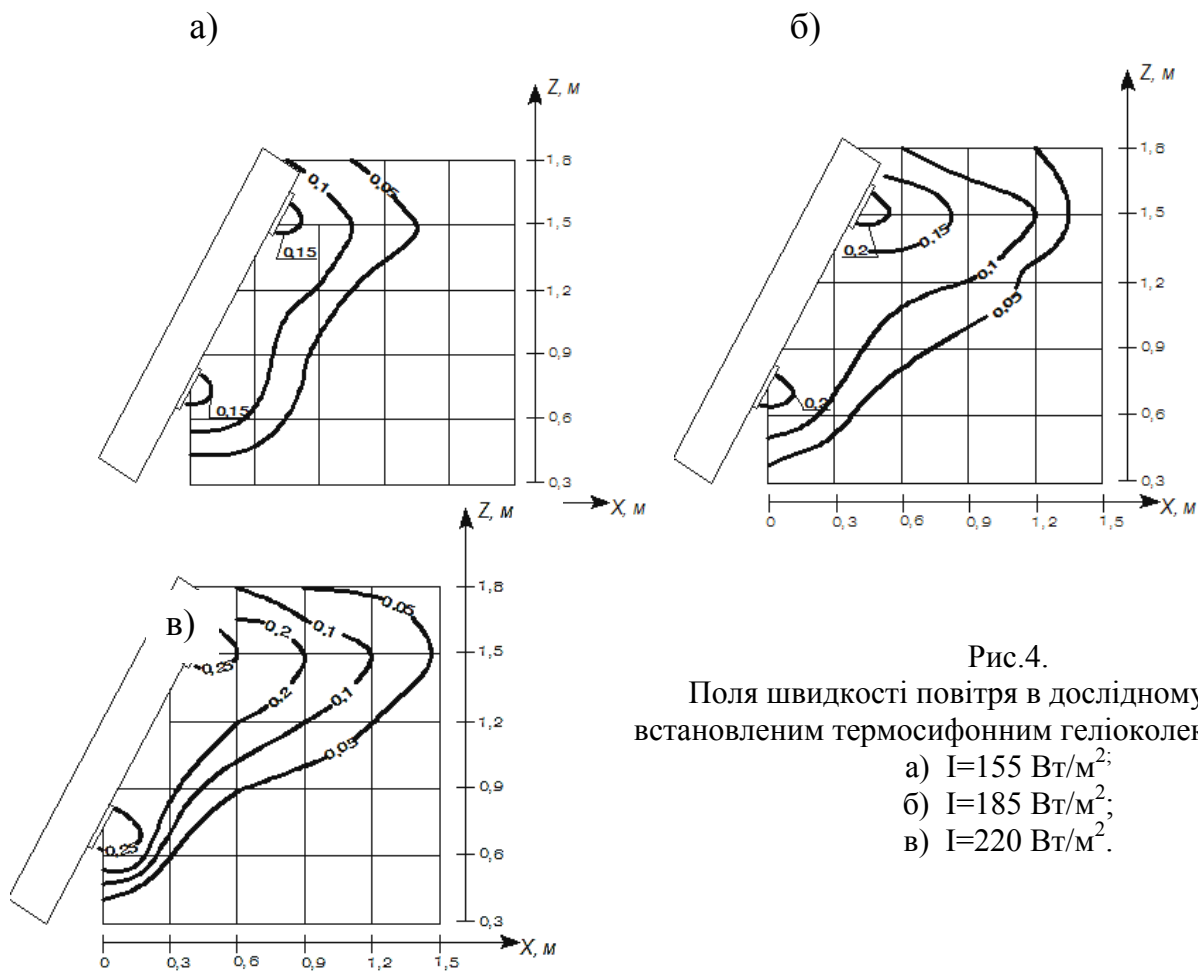


Рис.4.
Поля швидкості повітря в дослідному модулі з
встановленим термосифонним геліоколектором

- а) $I=155 \text{ Вт/м}^2$;
б) $I=185 \text{ Вт/м}^2$;
в) $I=220 \text{ Вт/м}^2$.

Висновок. Представлені результати експериментальних досліджень тепло повітряного режиму в приміщенні із термосифонним сонячним колектором. Досліджено характер розподілу температур та швидкості повітря. При цьому, показано, що рівні температур та далекобійність неізотермічної струмине в об'ємі приміщення зростає із збільшенням теплової потужності сонячного повітрянагрівача.

Література

1. *Dennis Holloway*, перевод О. Меньшенин, 2006, «Пассивный солнечный дом: Простой метод проектирования. Методика проектирования систем отопления пассивных солнечных домов на основе принципов прямого и косвенного обогрева», 20 ст., www.mensh.ru.
2. О. Т. Олусето, 2007, «Удосконалення систем опалення шляхом використання пассивного сонячного теплонадходження». Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Харків.
3. Mridul Sharma, Varun Performance estimation of artificially roughened solar air heater duct provided with continuous ribs. Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Hamirpur, 177005, India. (2010).

4. Irfan KURT and Emre TURGUT. Firat University, Mechanical Education Department, 23279, Elazig, TURKEY. International Journal of Science & Technology Volume 1, No 1, 75-82, 2006.

5. Gupta M.K., S.C.Kaushik . Performance evaluation of solar air heater having expanded metal mesh as artificial roughness on absorber plate. Int. J. of Thermal Sciences 48 (2009);1007-1016.

Аннотация

Рассмотрены базовые аспекты солнечного пассивного строительства. Приведены основные виды солнечного обогрева помещений и преимущества установки термосифонных гелиоколлекторов. Построены поля температуры и скорости воздуха в объеме исследовательского модуля с установленным пассивным солнечным воздухонагревателем для различной мощности инфракрасного излучения. Осуществлен анализ полученных результатов.

Ключевые слова – пассивный солнечный дом; солнечная система отопления; термосифонный гелиоколлектор.

Annotation

Considered the basic aspects of passive solar building. The basic types of solar heating and benefits of establishing thermo heliosystems. Constructed fields of temperature and air velocity in the volume of the module with installed passive solar heater for different power infrared radiation. Are analyzed the results of investigations.

Keywords – passive solar house, solar heating system, Thermosyphon Heliocollector.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛІМЕРНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

НУ «Львівська політехніка», Україна

Наведено інженерну методику розрахунку системи сонячного теплопостачання полімерними геліоколекторами. Здійснено порівняння результатів аналітичних та натурних досліджень.

Ключові слова: сонячний колектор, полімерні матеріали, розрахункова модель, нетрадиційні джерела енергії.

Актуальність роботи. Застосування сонячної теплової енергії для гарячого водопостачання набуває все більшої популярності, оскільки, з технічної точки зору, це найпростіший спосіб використання сонячної енергії. Ефективність сонячного теплопостачання визначається потужністю сонячного випромінювання і характеристиками сонячного колектора, який є основним елементом геліосистем. З метою зниження вартості сонячних колекторів (СК) та спрощення постало питання використання альтернативних неметалевих матеріалів в їхній конструкції. Розроблено ряд сонячних колекторів на основі полімерних матеріалів, які доцільно застосовувати для низькотемпературних систем. При застосуванні таких колекторів знижуються фінансові витрати на їх виготовлення, встановлення та майбутню утилізацію. Разом з тим вони забезпечують ефективне використання сонячної енергії.

Проте існують деякі труднощі при розрахунку систем сонячного теплопостачання з полімерними геліоколекторами. В статті наведено розроблену інженерну методику розрахунку параметрів сонячного колектора, яка сприятиме визначенню площі геліополя, об'єму баку акумулятора, .

Виклад основного матеріалу. Запропонована конструкція сонячного колектора на основі стільникової тришарової полікарбонатної плити з теплоносієм зафарбованою в чорний колір водою (рис.1).

Верхній шар плити виконує роль світлопрозорого захисного покриття, середній шар в якості поглинача сонячної енергії, по якому циркулює теплоносій, нижній шар виконує роль теплової ізоляції. Поглинач сонячної енергії з'єднується з трубопроводами для підведення і відведення теплоносія. Таким чином СК являє собою єдину цілісну структуру, оскільки тришарова плита виготовляється методом екструзії і є нерозбірною.

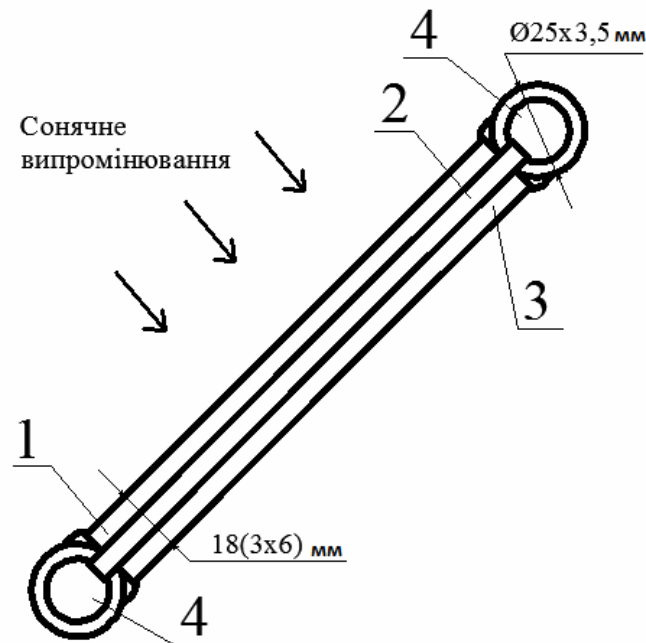


Рис.1.

Конструкція полімерного сонячного колектора

1- світлопрозоре захисне покриття, 2- поглинач сонячної енергії,
3- теплова ізоляція, 4- трубопроводи для підведення і відведення теплоносія

Завдяки тому, що плита стільникового полікарбонату є прозорою, а поглиначем випромінювання є зафарбована в чорний колір вода, то такий сонячний колектор вмонтований в конструкцію даху, за потреби, може використовуватись як світлопрозоре захищення: попередньо спорожнивши СК від теплоносія.

Тепловий розрахунок сонячного колектора полягає в визначенні тепловтрат, температур на вході і на виході з колектора. Ці величини пов'язані з температурою поглинаючої пластини. В результаті необхідно розв'язати співвідношення, які об'єднують їх та розв'язуються методом ітерацій.

Вихідними даними для інженерного розрахунку є: кліматичні дані міста будівництва; конструктивні розміри сонячного колектора; сфера застосування системи.

Баланс теплової енергії в полімерному сонячному колекторі:

$$A_c \cdot S = Q_U + Q_L, \quad (1)$$

де A_c – площа сонячного колектора, м^2 ; S – енергія сонячного випромінювання, поглиненого одиницею поверхні сонячного колектора, $\text{Вт}/\text{м}^2$; Q_U – тепловий потік, переданий теплоносієві в сонячному колекторі, Вт ; Q_L – сумарні тепловтрати сонячного колектора в навколишнє середовище, Вт .

Енергія сонячного випромінювання поглинутого сонячним колектором S розраховується за формулою:

$$S = [I_b \cdot P_b(\tau\alpha) + I_d \cdot P_d(\tau\alpha)], \quad (2)$$

де I_b – інтенсивність прямої сонячної радіації, що падає на горизонтальну поверхню, $\text{Вт}/\text{м}^2$; I_d – інтенсивність розсіяної сонячної радіації, що падає на

горизонтальну поверхню, Вт/м²; P_b, P_d – коефіцієнти положення сонячного колектора для прямої та розсіяної радіації відповідно.

Корисна енергія сонячного колектора розраховується за формулою:

$$Q_U = G \cdot c_p (T_2 - T_1), \quad (3)$$

де G – масова витрата теплоносія через сонячний колектор, кг/с; c_p – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К); T_1, T_2 – відповідно температури теплоносія на вході і виході з колектора, К.

Повний коефіцієнт теплових втрат полімерного сонячного колектора розраховується за формулою:

$$U_L = U_l + U_b, \quad (4)$$

де U_l – коефіцієнт тепловтрат через верхню поверхню колектора, Вт/(м²·К); U_b – коефіцієнт тепловтрат через шар теплоізоляції сонячного колектора, Вт/(м²·К);

Коефіцієнт тепловтрат через шар теплоізоляції визначається за формулою:

$$U_b = \frac{1}{R_b}, \quad (5)$$

де $R_b = 3,6$, (м²·К)/Вт – термічний опір 6 мм стільникового полікарбонату; Коефіцієнт тепловтрат через верхню поверхню колектора:

$$U_l = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{пз}^к + \alpha_{пз}^п} + \frac{1}{\alpha_{3а}^к + \alpha_{3а}^п}}, \quad (6)$$

де $\alpha_{пз}^к, \alpha_{3а}^к$ – коефіцієнти конвективної тепловіддачі від поглинаючої пластини до прозорого захищення і відповідно від прозорого захищення до атмосфери, Вт/(м²·К); $\alpha_{пз}^п, \alpha_{3а}^п$ – коефіцієнти тепловіддачі випромінюванням від поглинаючої пластини до прозорого захищення і відповідно від прозорого захищення до атмосфери, Вт/(м²·К);

Значення даних коефіцієнтів розраховуються за залежностями:

$$\alpha_{пз}^к = 1,14 \cdot \frac{(T_{п} - T_3)^{0,31}}{\delta_{пз}^{0,07}} \cdot \left[1 - 0,0018 \left(\frac{T_{п} + T_3}{2} - 10 \right) \right] \cdot [1 - (\beta - 45)(0,00259 - 0,00144\epsilon_3)], \quad (7)$$

$$\alpha_{пз}^п = \sigma \cdot \frac{(T_{п} + T_3) + (T_{п}^2 + T_3^2)}{\left(\frac{1}{\epsilon_{п}} + \frac{1}{\epsilon_3} - 1 \right)}, \quad (8)$$

$$\alpha_{3а}^к = 5,7 + 3,8 \cdot w, \quad (9)$$

$$\alpha_{3а}^п = \epsilon_3 \cdot \sigma (T_a + T_3) + (T_a^2 + T_3^2), \quad (10)$$

де $T_{п}, T_3$ – відповідно температури поглинаючої пластини і прозорого захищення, К; $\delta_{пз}$ – товщина повітряного прошарку між поглинаючою пластинною і прозорим захищенням, см; β – кут нахилу сонячного колектора до горизонту, град; $\epsilon_{п}, \epsilon_3$ – ступінь чорноти поглинаючої пластини і прозорого захищення, для полікарбонату $\epsilon = 0,93$; σ – постійна Стефана-Больцмана; w – швидкість вітру над прозорим захищенням сонячного колектора, м/с.

Для підтвердження достовірності результатів аналітичних досліджень було проведено ряд натурних експериментів на установці з полімерним сонячним колектором. Визначалась зміна температури теплоносія на виході із колектора та його теплова потужність протягом доби.

Співставлення отриманих теоретичних залежностей з аналогічними експериментальними залежностями, показало незначну розбіжність (рис.2, рис.3).

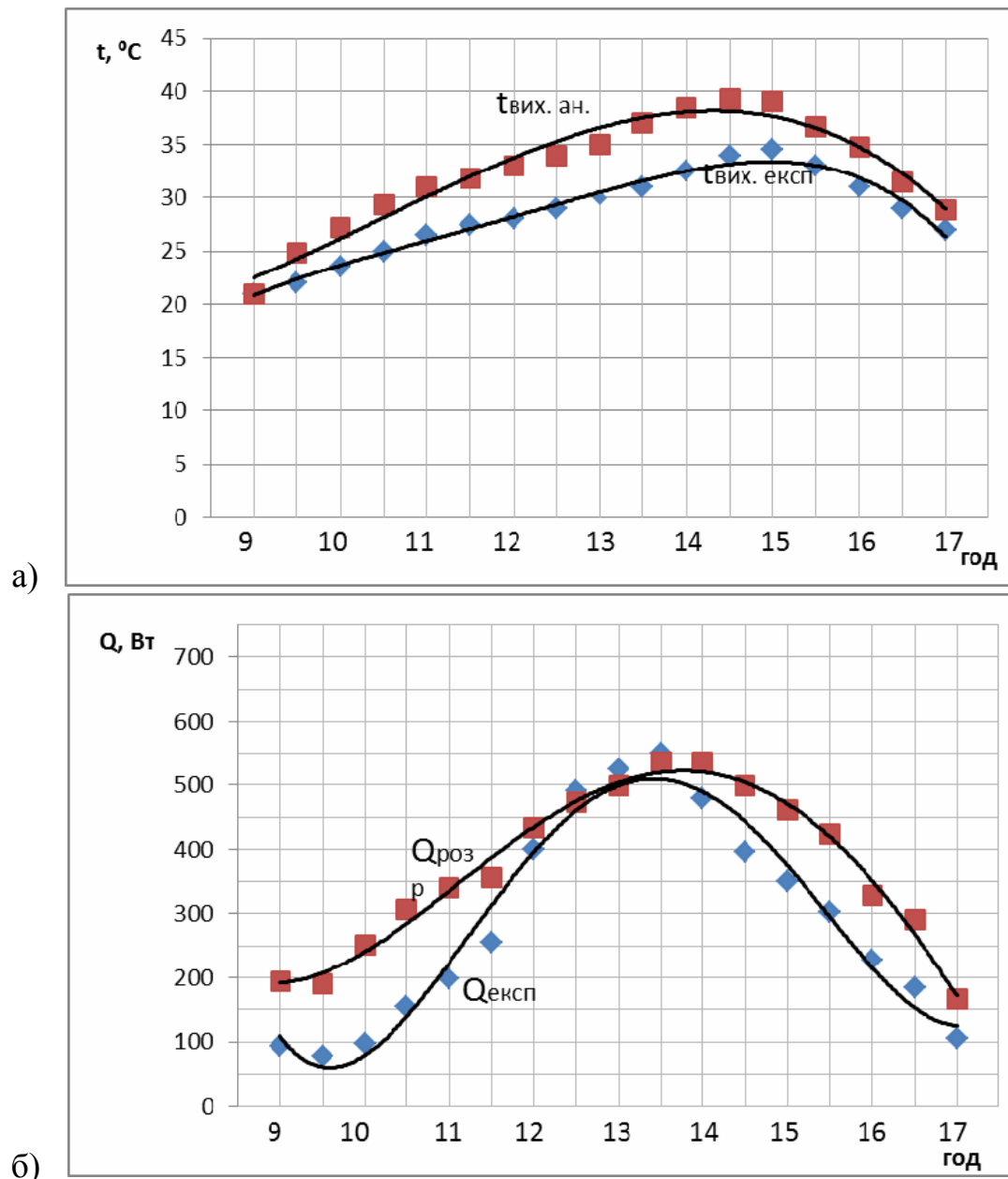


Рис.2.

- а) Зміна температури теплоносія на виході з полімерного СК протягом доби
 б) Зміна теплової потужності полімерного СК протягом доби

Як видно з рис.2 натурні і аналітичні дані мають деяку розбіжність. Для того щоб її уникнути введемо поправочний коефіцієнт k , який внесе поправку на невраховані фактори аналітичних досліджень.

Тоді дійсна температура на виході з СК визначатиметься як:

$$T_{22} = T_2 - k, \quad (11)$$

де $k=0,007 \cdot S - 0.1$.

А дійсну теплову потужність полімерного сонячного колектора відповідно можна визначити як:

$$Q_{U2} = G \cdot c_p (T_{22} - T_1) \quad (12)$$

Поправочний коефіцієнт дозволяє внести корегування на фактори невраховані в методиці інженерного розрахунку. Він являє собою лінійну функцію від енергії сонячного випромінювання поглинутої сонячним колектором.

Висновок. В роботі виконаний порівняльний аналіз результатів аналітичних та експериментальних досліджень теплової ефективності полімерного сонячного колектора. В результаті співставлення отриманих залежностей встановлено функцію розбіжності, що дозволяє внести поправку для інженерних розрахунків геліосистем за запропонованою методикою.

Література

1. *Sen Zekai*. Solar energy fundamentals and modeling technique: atmosphere, environment, climate change and renewable energy, - London: Springer-Verlag, 2008. – Р. 276.
2. *Даффи Д. Бекман У.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М. Мир, 1977, С. 354;
3. *Nielsen, J. E.* Solar Collectors in plastic materials / J. E. Nielsen, E. Bezzel. – Solar Energy Laboratory, Danish Technological Institute, Duct Plate. - 1996.
4. *Желих В., Пізнак Б., Фечан А.*: Патент на корисну модель № 55948 – Сонячний колектор.

Annotation

In this article the engineering method of calculation the Solar heat supply by polymer heliocollector is resulted. Comparison of the results of analytical and experimental studies are given.

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПОВЕРХНІ РЕЗЕРВУАРУ БІОРЕАКТОРА В ТЕПЛИЙ ПЕРІОД РОКУ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Здійснено аналіз розподілення температур по поверхні метантенка побутової біогазової установки для теплого періоду року. Запропоновано схему теплопостачання резервуару при безпосередньому його нагріванні сонячним промінням. Результати досліджень представлені в графічному вигляді.

Ключові слова – біогазова установка, метантенк, біогаз, анаеробні умови.

Актуальність роботи. Біореактори призначені для виробництва біогазу шляхом бродіння органічної сировини в анаеробних умовах. Для стабільного процесу газовиділення необхідно постійно підводити теплоту до зброджувальної маси. Біогаз утворюється внаслідок життєдіяльності метанотворних бактерій в температурному діапазоні від 0 °С до 70 °С.

Значну економію енергії на підігрів можна отримати з використанням сонячної енергії. Оскільки, клімат України переважно помірно – континентальний, а на півдні має ознаки субтропічного, є можливість ефективно використовувати сонячну енергію, для підігріву субстрату біореактора.

Існують різні методи утилізації сонячної енергії, а саме використання геліоустановок, сонячних фотопанелей, різні типи тепло- та електроакумуляторів. Однак їх використання для обігріву побутових біореакторів є недоцільне, так як здорожують біогазові систему в кілька разів. Тому, для теплозабезпечення резервуару запропоновано схему теплопостачання згідно якої сонячне проміння безпосередньо нагріває поверхню біореактора.

Мета та задачі досліджень. Встановлення закономірностей розподілу температур по поверхні біореактора запропонованої форми при обігріванні його сонячним випромінюванням.

Експериментальні дослідження та їх аналіз. Вибір кількості та умов проведення дослідів експериментальних досліджень необхідних для визначення температури на поверхні біореактора проводилося на основі планування експерименту.

При плануванні експерименту до уваги бралися такі фактори: інтенсивність сонячного випромінювання I , Вт/м²; температура зовнішнього повітря t_z , °С; швидкість руху зовнішнього повітря v_z , м/с.

Зазначена група факторів була наведена у табличному вигляді (табл. 1).

Таблиця 1.

Фактори та рівні планування

Фактори	Кодове позначення фактора	Рівні факторів			Інтервал між основним та верхніми рівнями фактора
		Нижній –1	Основний 0	Верхній +1	
Інтенсивність сонячного випромінювання, $I, \text{Вт/м}^2$	x_1	270	580	890	310
Температура зовнішнього повітря, $t_3, ^\circ\text{C}$	x_2	16	23	30	7
Рухомість повітря, $v, \text{м/с}$	x_3	0,4	1,2	2	0,8

Необхідна кількість дослідів визначалася за формулою:

$$N = p^k, \quad (1)$$

де p – кількість рівнів факторів ($p = 2$); k – число факторів ($k = 3$).

Для визначення впливу вказаних факторів було проведено повний факторний експеримент, що складався з $N=2^3$, тобто восьми дослідів.

Функція відгуку – відносна температура поверхні опромінення $\bar{t}_{нов}$, яка для кожного з дослідів визначалась як середнє арифметичне від суми місцевих значень:

$$\bar{t}_{нов} = \frac{t_{нов}}{t_6}, \quad (2)$$

де $t_{нов}$ – температура поверхні резервуару, $^\circ\text{C}$; t_6 – температура біомаси, $^\circ\text{C}$.

Для кожного з дослідів відносна температура поверхні резервуару приймалась як середнє арифметичне від суми місцевих значень:

$$\bar{t}_{на} = \frac{1}{K} \sum_{l=1}^K \bar{t}_{на.l}, \quad (3)$$

де K – кількість певних місцевих значень температури $\bar{t}_{нов}$. l – порядковий номер місцевого значення температури.

Результати факторного експерименту було описано математичною моделлю на основі полінома першого степеня.

Рівняння регресії має вигляд:

$$y = 25,95 + 2,33x_1 + 1,92x_2 - 2,0x_3 + 2,73x_1x_2 + 0,92x_1x_3 + 0,53x_2x_3 + 1,95x_1x_2x_3 \quad (4)$$

В рівнянні: y – параметр оптимізації, який характеризує відношення температури поверхні біореактора до температури сировини в резервуарі; x_1 , x_2 , x_3 – кодовані значення факторів.

На підставі аналізу коефіцієнтів рівняння регресії можна зробити висновок, що найбільший вплив на функцію відгуку виявляє фактор x_1 – інтенсивність сонячного випромінювання, I , $Вт/м^2$. Фактори x_2 – температура зовнішнього повітря, t_3 , $^{\circ}C$ та x_3 – рухомість повітря, v , $м/с$ впливають в меншій мірі. Чисельне збільшення вхідних факторів x_1 та x_2 призводить до зростання функції відгуку, а зменшення їх – до її спадання.

Дослідження температурних режимів біореактора запропонованої форми [4] проводились на експериментальній установці, що зображена на рис.1. Біогазовий реактор у вигляді циліндра зі зрізаними конусами до верху і до низу, об'ємом $1 м^3$ виконаний з металу товщиною 7 мм.

Для зручності проведення замірів на поверхні біореактора влаштовувалась координатна сітка (рис.1). Температура на поверхні резервуару вимірювалась за допомогою інфрачервоного пірометра «Німбус – 530/1» у характерних точках, положення яких визначалось координатною сіткою. Швидкість вітру та температура зовнішнього повітря вимірювалась за допомогою термоанемометра АТТ – 004. Інтенсивність сонячного випромінювання визначалась за допомогою альбедометра.

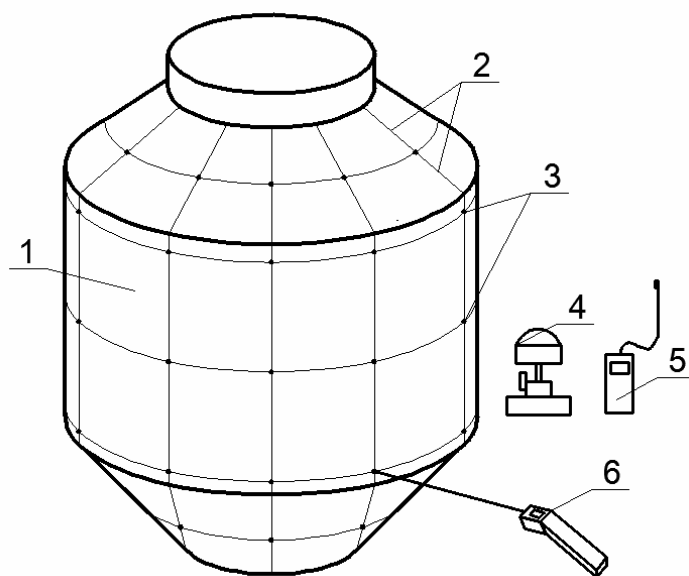


Рис.1.

Схема експериментальної установки

1 – резервуар; 2 – координатна сітка; 3 – точки проведення замірів; 4 – альбедометр; 5 – термоанемометр АТТ – 004; 6 – пірометр «Німбус – 530/1».

Результати експериментальних досліджень розподілу температури на поверхні резервуару в ТПР

Дослідження проводилися в діапазоні температур зовнішнього повітря t_3 від $16^{\circ}C$ до $31^{\circ}C$ та сировини, що знаходилась в біореакторі t_6 від $18^{\circ}C$ до $43^{\circ}C$.

Протягом експериментального періоду змінювалась також густина теплового потоку, I від 260 Вт/м^2 до 885 Вт/м^2 .

Характерні результати, які представлені у вигляді температурних полів на поверхні біореактора наведені на рис.2, де H – висота поверхні опромінення; L – довжина поверхні опромінення; $t_{\text{пов}}$ – температура поверхні резервуару.

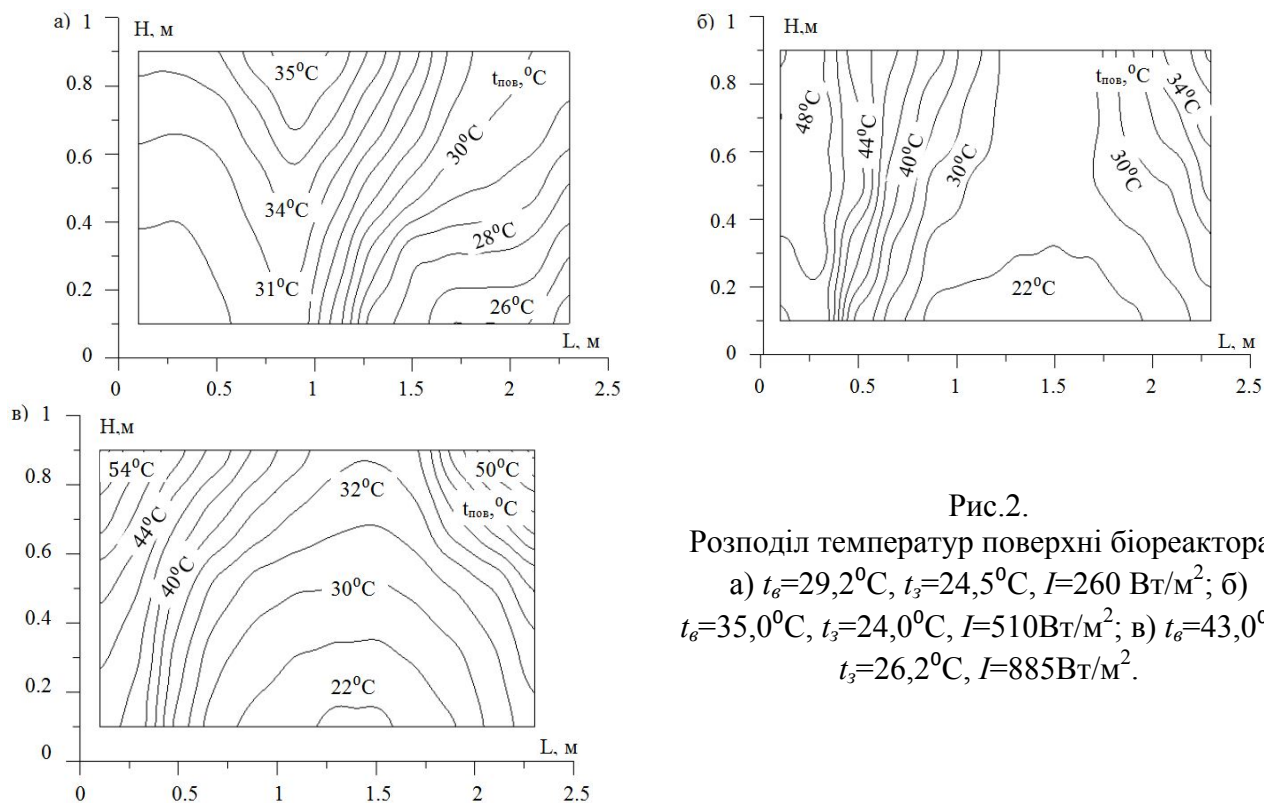


Рис.2.

Розподіл температур поверхні біореактора :

- а) $t_6=29,2^\circ\text{C}$, $t_3=24,5^\circ\text{C}$, $I=260 \text{ Вт/м}^2$; б) $t_6=35,0^\circ\text{C}$, $t_3=24,0^\circ\text{C}$, $I=510 \text{ Вт/м}^2$; в) $t_6=43,0^\circ\text{C}$, $t_3=26,2^\circ\text{C}$, $I=885 \text{ Вт/м}^2$.

На рис.2 наведено результати досліджень розподілу температури на поверхні біореактора в залежності від температури оточуючого середовища та інтенсивності сонячної радіації. Рис.2 ілюструє характер зміни температури стінок резервуару і вона залежить від густини теплового потоку I , Вт/м^2 та збільшується з її зростом. З рисунку видно, що в верхній зоні температура поверхні значно вища ніж в нижній, що зумовлюється меншим затіненням та кутом падіння сонячних променів близьким до перпендикулярного. Інерційність внутрішнього вмісту метантенка запобігає раптовому коливанню температури в середині установки при зміні інтенсивності сонячного випромінювання.

Очевидно, тепло, яке передається сировині, безпосередньо через металеву стінку реактора, в верхній зоні більш ефективно поглинається сировиною за рахунок більшого перепаду температур поверхонь, що приймають участь у теплообміні.

Висновки. Отримані результати досліджень розподілу температури по поверхні біореактора запропонованої конструкції. Підтверджено можливість забезпечення резервуару тепловою енергією за допомогою сонячного проміння. На основі планування експерименту встановлено, що найбільший вплив на температуру поверхні метантенка виявляє інтенсивність сонячного

випромінювання, I , $Вт/м^2$, а температура зовнішнього середовища, t_3 , $^{\circ}C$ та рухомість повітря, v , $м/с$ впливає в меншій мірі.

Література

1. Биомаса как источник энергии. Ред. С.Соуфер, О.Заборски, пер. с англ. М., «Мир», 1985.
2. О.Т.Возняк, В.М.Желих : Основы научных исследований у строительстве. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2003.- 173с.
3. Кравченко В.П., Шут Н.И. Исследование теплового режима в закрытых ограниченных объемах, подверженных интенсивным тепловым полям высокой температуры // Проблемы управления и информатика. 2000. № 2. С.80-83.
4. В.Желих, Ю.Фурдас : Патент на корисну модель № 57360 – Біогазовий реактор

Аннотация

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Осуществлен анализ распределения температур по поверхности метантенка бытовой биогазовой установки для теплого периода года. Предложена схема теплоснабжения резервуара при непосредственном его нагревании солнечными лучами. Результаты исследований представлены в графическом виде.

Ключевые слова - биогазовая установка, метантенк, биогаз, анаэробные условия.

Annotation

The analysis of the temperature distribution on the surface of household biogas digesters settings for the warm season was carried out. The scheme of the heating tank in direct sunlight was suggested. The results are presented in graphical form.

Keywords - biogas plant, digesters, biogas, anaerobic conditions.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЗОНИ ОПРОМІНЕННЯ ПОВОРОТНИМИ ІНФРАЧЕРВОНИМИ ОБІГРІВАЧАМИ

НУ «Львівська політехніка», Україна

Проведено експериментальні дослідження температурного режиму зони опромінення поворотними інфрачервоними обігрівачами. Виконано аналіз можливості застосування поворотних інфрачервоних обігрівачів для енергоощадного теплозабезпечення виробничих приміщень.

Ключові слова – теплозабезпечення, інфрачервона система опалення, площа опромінення.

Постановка проблеми. В останні десятиліття зацікавленість до проблем енергозбереження різко зросла. Об'єктивна необхідність енергозбереження в Україні визначається кількістю паливно-енергетичних ресурсів. Вирішенню багатьох енергетичних питань сприятиме проведення активної енергозберігаючої політики у всіх галузях народного господарства. В останні роки проблема опалення у зимовий період промислових підприємств має актуальне значення. У більшості, для теплозабезпечення великих площ, використовуються традиційні конвективні системи, що є в значній мірі енергоємними. Результатом такого обігріву є холодна підлога та тепле повітря поблизу стелі. Для виробничих приміщень в цьому немає потреби, тому що робоча зона знаходиться не вище 2 м від рівня підлоги. Тому, для теплозабезпечення будівель великих об'ємів слід шукати альтернативні рішення.

Найбільш економічним способом опалення високих приміщень є системи з інфрачервоними обігрівачами, перевага яких полягає в тому, що опалюються лише ті зони приміщення, де обігрів є необхідним. В результаті випромінювання нагріваються тільки окремі об'єкти. Таким чином, стає можливим цілеспрямоване часткове опалювання різних зон приміщення або окремих робочих місць.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізуючи сучасний стан існуючих систем опалення, можна зробити висновок, що значна увага приділяється використанню вискооефективних, енергоощадних та економічних систем. В Україні та світі досліджено різні аспекти застосування інфрачервоних систем опалення.

Формулювання цілі статті. Обґрунтовано доцільність використання локальних систем для теплозабезпечення виробничих приміщень. Проведено порівняльний аналіз температурного режиму зони опромінення поворотними інфрачервоними обігрівачами.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні для опалення приміщень великих об'ємів різного призначення застосовують традиційні конвективні системи. Зазвичай, у таких приміщеннях відсутня належна теплова ізоляція огорожуючих захищень, що призводить до значних тепловтрат. Тому створення ефективної системи конвективного опалення є надзвичайно складним та економічно не вигідним завданням, тим більше, що опалення потребує тільки робоча зона.

Необхідність економії та зменшення тепловтрат призводить до інтенсивного пошуку нових способів опалення виробничих приміщень. Одним із таких видів є система опалення за допомогою пристроїв інфрачервоного випромінювання.

Променеве опалення є одним із різновидів опалювальних систем, де в якості джерела теплоти застосовуються 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 є не рівномірним.

На рис.1 зображено графік розподілення інтенсивності опромінення в поперечному січенні приміщення, аналіз якого показує, що при використанні інфрачервоного опалення густина променевої енергії зменшується зі збільшенням відстані від джерела випромінювання. У зв'язку з цим, при розрахунках систем опалення з інфрачервоними джерелами необхідно знаходити точки з максимальною та мінімальною інтенсивністю випромінювання з метою забезпечення належного теплового режиму [1].

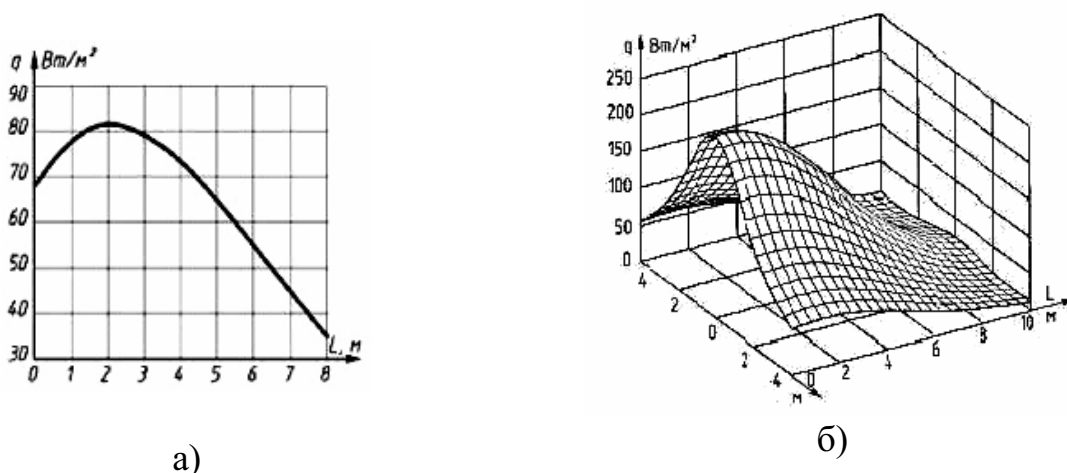


Рис.1.
Графік і поверхня розподілу інтенсивностей опромінення при променевому опаленні

Площа опромінення радіаційним нагрівачем залежить від висоти його підвісу, як це показано на рис. 2 [3]. Випромінювач довжиною $l, м$., який змонтовано на висоті $H, м$ здійснює опромінення поверхні шириною $H, м$ та довжиною $(H+l), м$. Площа опромінення в такому випадку рівна $H \cdot (H+l), м^2$.

Густина променевої енергії є найбільшою в точці по вертикальній осі випромінювача і поступово зменшується в напрямку границі опромінюваної поверхні. Зі збільшенням висоти розташування випромінювача, зменшується густина променевої енергії на поверхні.

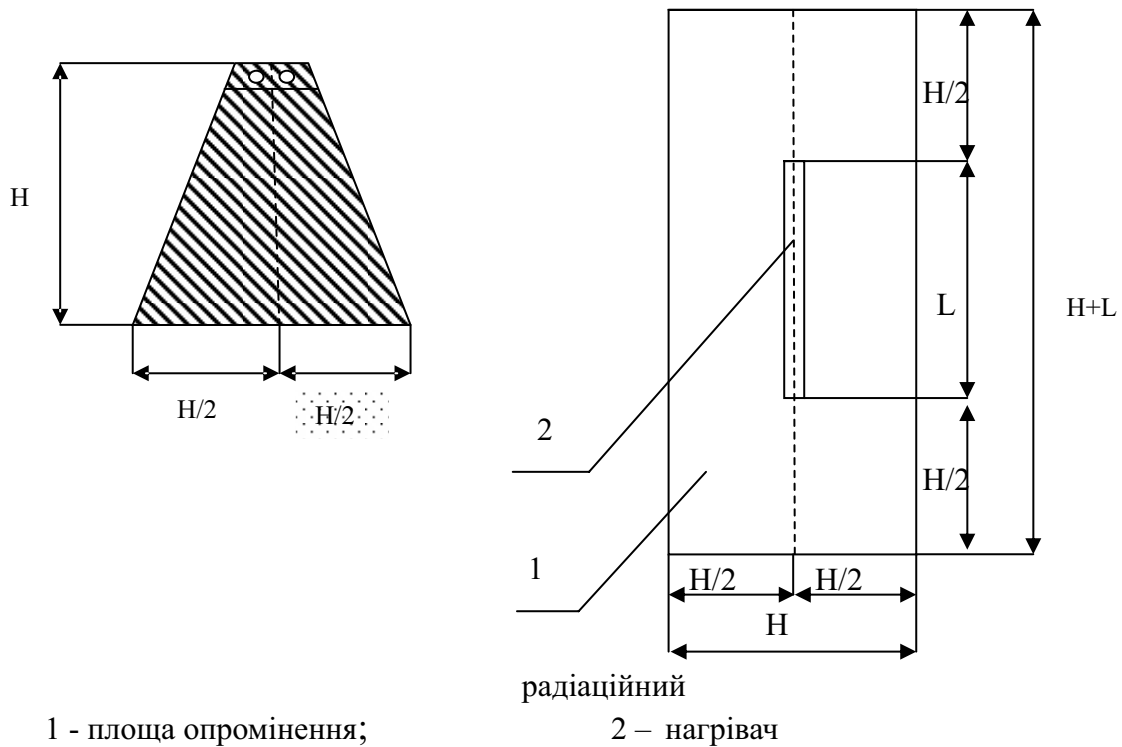
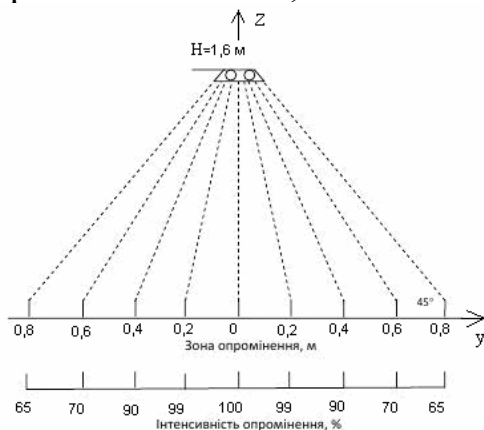


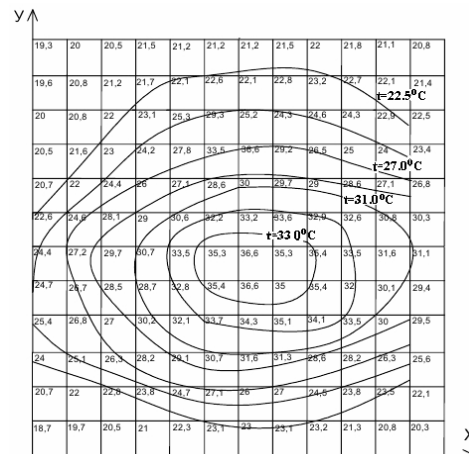
Рис.2.

Визначення площі опромінення радіаційним нагрівачем.

На рис. 3 зображено розподіл інтенсивності опромінення, що створюється джерелом на висоті 1,6м.



а) Розподіл інтенсивності опромінення

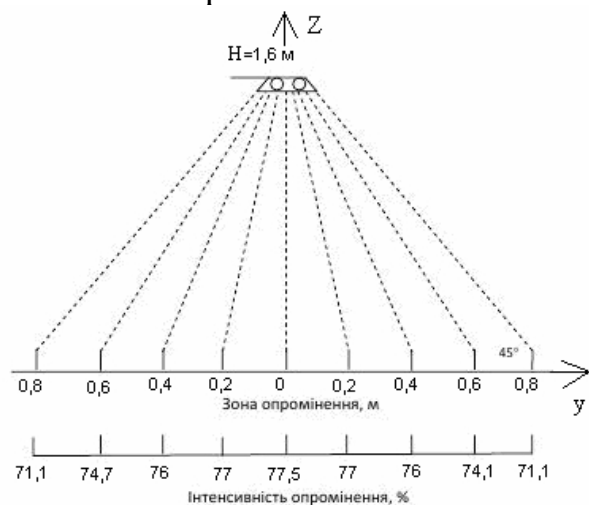


б) Температурні поля поверхні нагріву

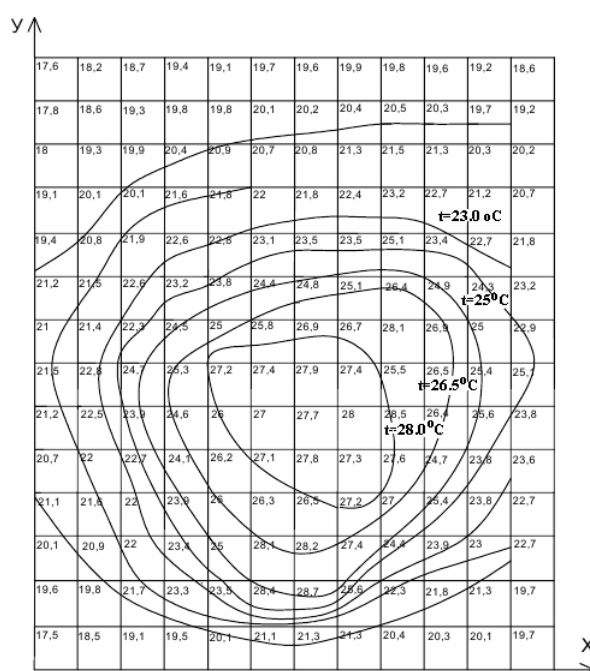
Рис.3.

Зона та поверхня опромінення, нерухомим радіаційним нагрівачем на висоті 1,6 м

Рівномірність розподілу променевої енергії по площі можна досягти за рахунок розташування радіаційних приладів та відстаней між ними. З метою досягнення більшого економічного ефекту та кращого розподілу енергії при використанні інфрачервоного опалення можна використати поворотні променеві обігрівачі.



а) Розподіл інтенсивності опромінення



б) Температурні поля поверхні нагріву

Рис.4.

Зона та поверхня опромінення, поворотним радіаційним нагрівачем на висоті 1,6 м

Використання такого типу джерела інфрачервоного опромінення дає можливість збільшити площу обігріву, а також досягти більш рівномірного розподілу теплової енергії (рис.4). Експериментально визначено площину опромінення інфрачервоним нагрівачем з кутом повороту $\alpha=90^\circ$, що знаходився у нерухомому положенні (рис.3а), та випромінювачем, що обертався (рис.4а). Під час експерименту нагрівач розташовувався на висоті 1,6м. Максимальна температура поверхні нагріву при роботі нерухомого джерела становила $36,4^\circ\text{C}$, а при поворотному режимі – $27,4^\circ\text{C}$. Окрім цього, як видно з рис.3а та рис.4а, розподіл променевої енергії є більш рівномірним при роботі поворотного випромінювача. При використанні такого типу джерела інфрачервоного випромінювання, площа опромінення, яка запропонована в [3] та представлена на рис.2. буде становити $1,25H \cdot (1,25H + l)$, м^2 . Таким чином, поворотні обігрівачі дають можливість забезпечити рівномірний розподіл густини теплового потоку.

Висновки. Проведено експериментальні дослідження температурного режиму зони опромінення поворотними інфрачервоними обігрівачами. Виконано порівняння інтенсивності опромінення при використанні нерухомого та поворотного випромінювачів.

Література

1. *Болотских Н.Н.* Совершенствование метода экспериментального исследования распределения температур в помещении с лучевыми обогревателями / Н.Н. Болотских, Ю.В. Журавлев, В.Е. Корсун// Науковий вісник будівництва. Вип.43.- Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2007.- с.276-279.
2. *Худенко А.А.* Радіаційне опалення і охолодження. Навчальний посібник.- Київ: КНУБА, 2004. -152с.
3. *Konrad Bakowski.* Sieci i instalacje gazowa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Polska.

Аннотация

Проведены экспериментальные исследования температурного режима зоны облучения поворотными инфракрасными обогревателями. Выполнен анализ возможности применения поворотных инфракрасных обогревателей для энергосберегающего теплообеспечения производственных помещений.

Ключевые слова – теплообеспечения, инфракрасная система отопления, площадь облучения.

Annotation

The experimental studies of temperature condition of zone radiation rotary infrared heaters have done. The analysis of the possibility of using the rotary infrared heater for energy saving heating industrial premises.

Keywords - Heating supplies, infrared heating, space radiation.

МОЖЛИВОСТІ ЕКСЕРГООЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ОЦІНЦІ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Ефективність ексергетичного аналізу щодо визначення шляхів мінімізації енергоспоживання в системах кондиціонування повітря (надалі СКП) все більше підтверджується реальними результатами (1,2,3). При проектуванні, або при експлуатації СКП доведено що ексергетична оцінка СКП достатня для прийняття того чи іншого рішення з метою поліпшення енергоспоживання.

Так в роботі (1) автор демонструє можливості класичного ексергетичного аналізу, визначає значення ексергетичного ККД для СКП для холодного і теплого періодів року, що підтверджує вище зазначену ефективність вказаного методу.

В роботі (2) на основі ексергетичного аналізу автори проводять оптимізацію роботи транспортного кондиціонера за параметром ексергетичного ККД, вказують шляхи конструктивного удосконалення СКП із зазначенням конкретних вузлів (теплообмінники) та рекомендують економічні експлуатаційні режими. А в роботах (3,4) автор подає більш детальні дослідження SPLIT-систем кондиціонування повітря з урахуванням багатьох впливових факторів з чисельною оцінкою їх вагомості і впливу на значення ексергетичного ККД.

Вказане вище доводить широкі можливості і показує шляхи розвитку ексергетичного методу для оцінки термодинамічної ефективності різних СКП.

З розвитком ексергоекономічної теорії (5) з'явилась можливість оцінки ефективності СКП з урахуванням вартості енергоносіїв, які споживає СКП та обладнання, яке закладено в систему, тобто оцінці її як термодинамічної так і економічної сторін. В роботі (6) автором подано матеріали досліджень з комплексної оцінки техніко-економічних показників СКП для суден «СКПП – холодильна установка». В результаті ретельних досліджень автор рекомендує структурну схему взаємозв'язку визначальних факторів з основними операціями розрахунків техніко-економічними показниками СКП. Автор робить висновок, що з математичної (розрахункової) точки зору ексергетичні техніко-економічні показники можуть відігравати роль параметрів, які характеризують стан комплексу СКП або його окремих агрегатів і за цими параметрами можлива оптимізація СКП.

В даній роботі, беручи до уваги вищенаведені досягнення в розвитку ексергетичного, техніко-економічного та ексергоекономічного методів, ми зробили спробу оцінити ефективність роботи СКП з можливістю

використання теплоти конденсаторів холодильних машин для другого підігріву в теплий період року.

В якості дослідної було взято центральну СКП продуктивністю $6800 \text{ м}^3/\text{год}$ для кліматичних умов Києва.

Було розраховано втрати ексергії для потоку повітря, що обробляється в СКП в кожному елементі від повітрозабірної решітки до виходу в приміщення (див. схему на рис.1). Для розрахунків було використано відомі аналітичні залежності (1,2,3,4,5). Результати розрахунків подано у вигляді інтегральної кривої питомих втрат ексергії по ходу повітря в СКП (рис.2) та порівняльних кривих питомих грошових витрат ексергетичних потоків при використанні теплоти конденсації холодильних машин та із теплопостачанням від теплової мережі для повітрянагрівачів другого підігріву. При підрахунку питомих значень грошових витрат використано тарифи Київенерго (6).

На рис.1. подано схему центральної СКП із елементами, в яких суттєво змінюється ексергетичний потік Δe , кДж/кг повітря. Як видно з рисунку найбільші втрати ексергії спостерігаються на ділянці 3-4 в повітроохолоджувачі разом із каплевловлювачем та на ділянці 4-5 в теплообміннику другого підігріву. Приріст втрат питомих значень ексергії на цих ділянках найбільший і доходить до 220 кДж/кг на охолоджувачі та 160 кДж/кг на нагрівачі. Це цілком закономірно тому, що крім втрат ексергії на опір теплообмінників, значна її кількість витрачається на підготовку та транспорт енергоносіїв – холодної та теплої води.

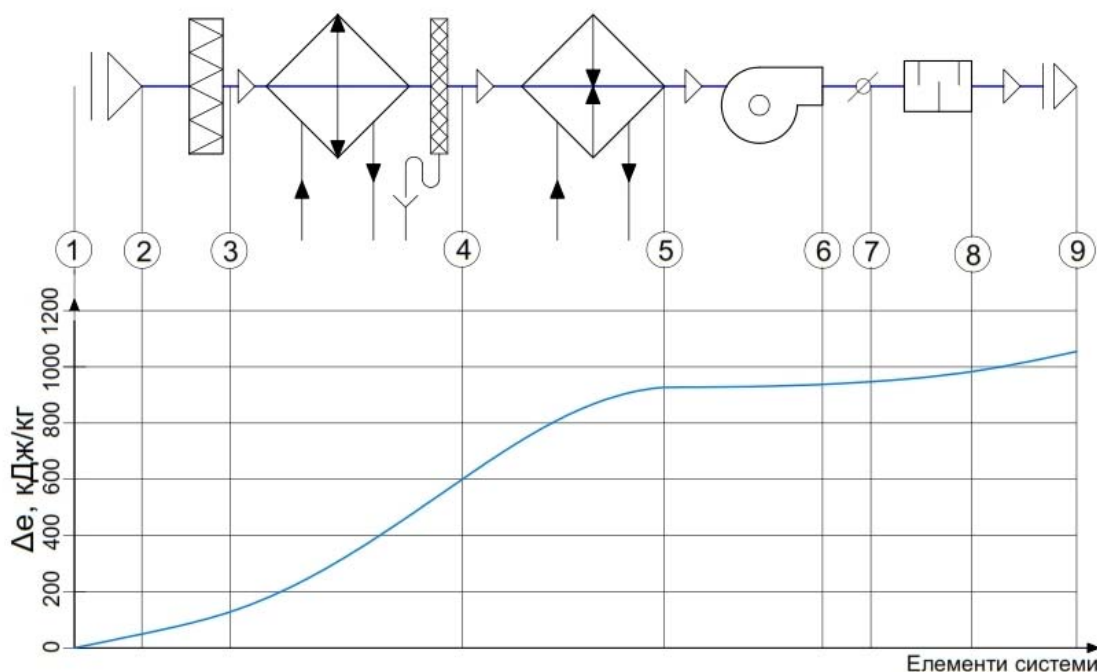


Рис.1.

Схема СКП та інтегральна крива втрат ексергії потоку в системі

1-2 – повітрозабірна решітка; 2-3 – фільтр; 3-4 – повітроохолоджувач з каплевловлювачем; 4-5 – повітря-нагрівач другого підігріву; 5-6 – вентилятор;

6-7 – регулюючий пристрій; 8-9 – шумоглушник; 9 – вихід повітря в приміщення.

Загальні втрати ексергії в системі складають 1054,52 кДж/кг (кінцеве значення в точці 9).

Вартість ексергії визначалась згідно методики, що наведена в (5) без урахування неексергетичних витрат та вартості обладнання. Рис.2. наочно ілюструє інтегральне значення (накопичення) вартості ексергії при проходженні всіх етапів обробки повітря в елементах СКП. Зниження вартості ексергетичного потоку повітря спостерігається з елемента 4 – повітрянагрівача (штрих-пунктирна лінія), в який подається тепла вода з системи рекуперації теплоти конденсаторів холодильних машин.

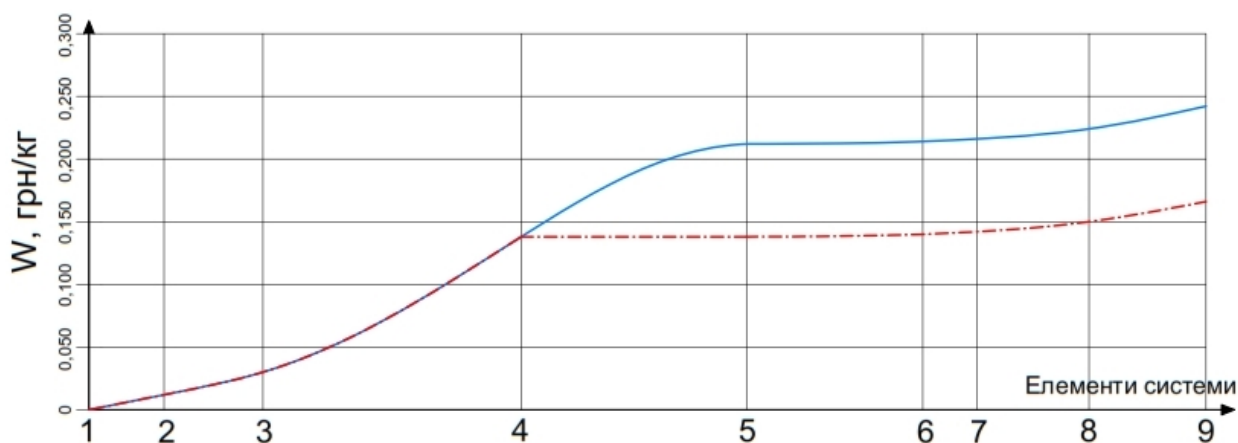


Рис.2.

Інтегральні значення вартості ексергії потоку повітря в СКП

Вартість одного кілограму ексергетичного потоку повітря на виході з повітророзподільної решітки в приміщення складає відповідно 0,241 та 0,167 грн/кг, тобто використання рекуперованої теплоти конденсаторів холодильних машин дає заощадження більше ніж 30 % від вартості теплової енергії.

Література

1. Бэс Т. Эксергия в процессах отопления, кондиционирования воздуха и сушки // Вопросы термодинамического анализа. М., 1965.
2. Ф.А.Набиулин, И.Д.Квят. Анализ термодинамической эффективности кондиционеров воздуха // В журнале «Холодильная техника», М., ВО «Агропромиздат», №7, 1989 г.
3. В.Й.Лабай, Й.С.Мисак. Вибір енергоощадних умов експлуатації діючих холодильних машин SPLIT-кондиціонерів. Вісник національного університету «Львівська політехніка», Львів, 2012.
4. В.Й.Лабай. Універсальна залежність для визначення ексергетичного ККД SPLIT-кондиціонерів. Коммунальное хозяйство городов (84). С. 204-208. Научно-технический сборник №84, 2008 г.

5. *Дж.Тсатсаронис*. Взаимодействие термодинамики и экономики для минимизации стоимости энергопреобразующей системы. Одесса, ООО «Студия Негоциант». 2002 г.

6. *В.В. Вычужанин*. Техничко-экономические показатели эффективности функционирования комплекса центральной СККВ-ХУ.- Интернет-ресурс <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/581/>.

7. Интернет-ресурс <http://kyivenergo.ua/ua/for-consumers/188-p-sp/2312-2009-04-10>.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СИСТЕМИ СКРІПЛЕНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ

Київський національний університет будівництва та архітектури

В статті наведено результати досліджень впливу добавки цеоліту на довговічність декоративно-захисних покриттів. Досліджена адгезійна міцність та визначена паропроникність штукатурки. В результаті роботи були досліджені показники атмосферостійкості, водопоглинання, ударна міцність, адгезія.

Збільшення вимог до опору теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій значно підвищують попит на енергозберігаючі технології та матеріали для оздоблення фасадів. Найбільш популярною конструкцією для утеплення і оздоблення зовнішніх стін являється система скріпленої теплоізоляції, яка представляє собою багат шарову систему кожен шар, якої виконує свою функцію. Така система включає в себе: ґрунтування поверхні основи, клейовий, теплоізоляційний, захисний, декоративний шари.

Конструкції з фасадною теплоізоляцією та опоряджувальним шаром у вигляді тонкошарової штукатурки відносяться згідно ДСТУ Б.В.2.6-36:2008 до підкласу А1.

Основний декоративно-захисний шар приймає та перерозподіляє всі внутрішні і зовнішні навантаження і впливи (механічне ударне навантаження, температурні деформації, усадку та ін). Він також повинен забезпечувати достатню адгезію до утеплювача, високу еластичність і ударну міцність, низьку усадку, високу паропроникність і низьке водопоглинання. У випадку використання для влаштування базового штукатурного шару матеріалів, які мають властивості, що не відповідають вимогам, а також у випадку порушення технології нанесення складів ймовірність пошкодження системи уже в початковій періоді експлуатації різко зростає.

Досліджуваний матеріал з моменту нанесення на основу знаходиться в особливих умовах. Розчинова суміш має велику відкриту поверхню і границю контакту з основою. Ці умови впливають на вміст незатверділого розчину. Вміст необхідного об'єму води в складі тверднучого розчину напряму впливає на фізико-механічні властивостями затверділого матеріалу (міцність на стиск, згин, міцність зчеплення з основою, усадку, тріщиностійкість). Результати вивчення властивостей тонкошарових цементних композицій представлені в роботах Шангіна В.Ю ., Соловйова Д.В ., Фіголя А.А . та ін., запропоновані ними методи досліджень, пов'язані з новизною та перспективністю розвитку цієї теми.

В даній роботі представлено результати вивчення впливу двох видів добавок: полімерної - метилцелюлози, яка виконує водоутримуючу функцію

(дозволяє зменшити В/Ц) і ефективно діє на початкових етапах тужавлення впливаючи на рухливість, та легкоукладальність розчину та пуцоланової активної добавки (перліт, цеоліт), що виконує водоутримуючу функцію (за рахунок розвинутої внутрішньої пористості), але її дія найбільш помітна на етапі твердіння та набору міцності (покращення умов гідратації зерен цементу на більш пізніх етапах).

Порівняльний аналіз результатів досліджень впливу перліту та цеоліту показав, що введення цеолітової добавки має значну перевагу, так як значно покращуються міцнісні властивості полімерцементної композиції.

При розробці модифікованого складу сухої суміші частина піску була замінена цеолітовою добавкою. При цьому в контрольному складі фракційний склад піску представлений частками розміром: 0,5 - 1,2 мм – 30%, 0,25 - 0,5 мм – 45%, 0,125 - 0,25 мм – 20%, 0,05 - 0,125 мм - 5%.

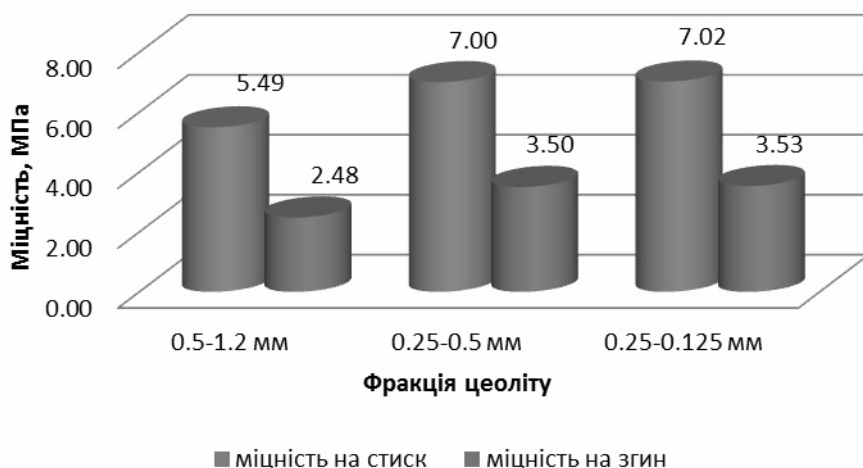


Рис. 1.

Вплив дисперсності цеоліту на міцнісні властивості полімерцементної композиції

Для отримання більш репрезентативних результатів досліджень впливу дисперсності цеоліту на міцнісні властивості проводили при 20% добавки помеленої до фракцій, що мали найбільше процентне відношення. Було виявлено, що дисперсність суттєво не впливає на міцнісні показники, так як спостерігається тенденція незначного збільшення показників міцності при використанні більш тонких фракцій. Але тонкий помел цеоліту значно збільшує енерговитрати, що призводить до збільшення вартості добавки, було прийнято рішення щодо використання в дослідженнях добавки з розмірами часток 0,25 – 0,5 мм.

Встановлено зростання міцнісних властивостей цементного розчину при введенні цеоліту в об'ємі від 5 до 20%, але подальше збільшення кількості цеоліту понад 25 % приводить до зниження міцності затверділого розчину. Це можна пояснити збільшенням пористості композиції, яка утворюється при переході нестабільних сполук з високим молярним об'ємом в стабільні з

меншим молярним об'ємом. Перетворення гідратів пов'язано зі зменшенням молекулярного об'єму і приводить до зміни відкритої пористості.

Аналіз отриманих результатів показує інтенсивне збільшення міцності на згин досліджуваних складів в порівнянні з контрольним, що відбувається в перші сім діб тверднення [1]. Це можна пояснити тим, що тонкодисперсний мінеральний компонент виступає в ролі мікронаповнювача в цементному в'язучому, утворюючи мікрокаркас і створюючи мікробетонну структуру матеріалу. В цементних композиціях тонкомелені мінеральні компоненти можуть являтися центрами кристалізації, створюючи умови для зонування новоутворень при їх кристалізації. В результаті досягається відповідна модифікація структури, яка стає щільнішою. У процесі експлуатації крім міцнісних характеристик досить важливим показником є паропроникність [2].

Паропроникність зразків матеріалів визначались у відповідності з п. 3 ГОСТ 25898 – 83 «Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию». В композиції без добавки цеоліту паропроникність матеріалу (μ) становить $0,0591 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{год Па}$, а з 15% цеоліту становить $0,0410 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{год Па}$. За даними дослідженнями можна зробити висновок, що паропроникність штукатурного складу із добавкою цеоліту дещо менша ніж у контрольного зразка.

Декоративно-захисні покриття повинні бути атмосферостійкими, щоб протистояти впливу комплексу таких факторів, як сонячна радіація, температура, вологість тощо. Оцінка атмосферостійкості виконується, як правило, в комплексі з оцінкою функціональних властивостей покриттів в цілому. Атмосферостійкість штукатурних оздоблювальних шарів оцінювались за такими показниками, як адгезія штукатурного шару до основи, стійкість до удару, водопоглинання.

Атмосферостійкість визначали в лабораторних умовах методом прискорених циклічних досліджень, які моделюють кліматичні умови експлуатації покриття. При проведенні досліджень був прийнятий Метод 2 ГОСТ 9.401 «ЕСЗКС. Покриття лакокрасочные. Общие требования к методам ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов», що відповідає помірно-континентальному клімату. При дослідженнях контролювали наступні експлуатаційні характеристики: міцність зчеплення, ударну міцність, водопоглинання покриття [3].

Зразки покриття готували у відповідності з вимогами нормативної технічної документації. В якості основи були вибрані наступні матеріали: важкий бетон, газобетон D 300, силікатна та керамічна цегла. Розмір зразків складав $70 \times 160 \times 30 \text{ мм}$, товщина нанесення штукатурної суміші становила 2-5 мм. Витримка покриття відбувалася в лабораторному приміщенні при середній температурі повітря $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря (60 - 70)%.

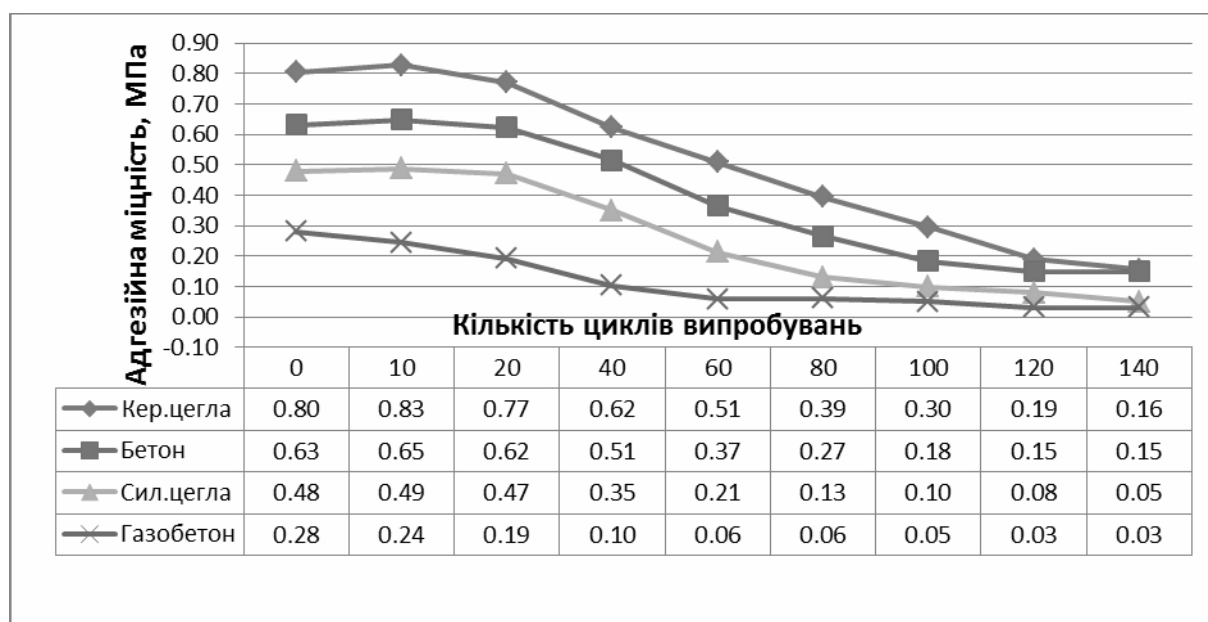


Рис. 2.

Зміна адгезійної міцності декоративної полімерцементної штукатурки контрольного складу до різних основ в процесі випробувань в приладі штучної погоди

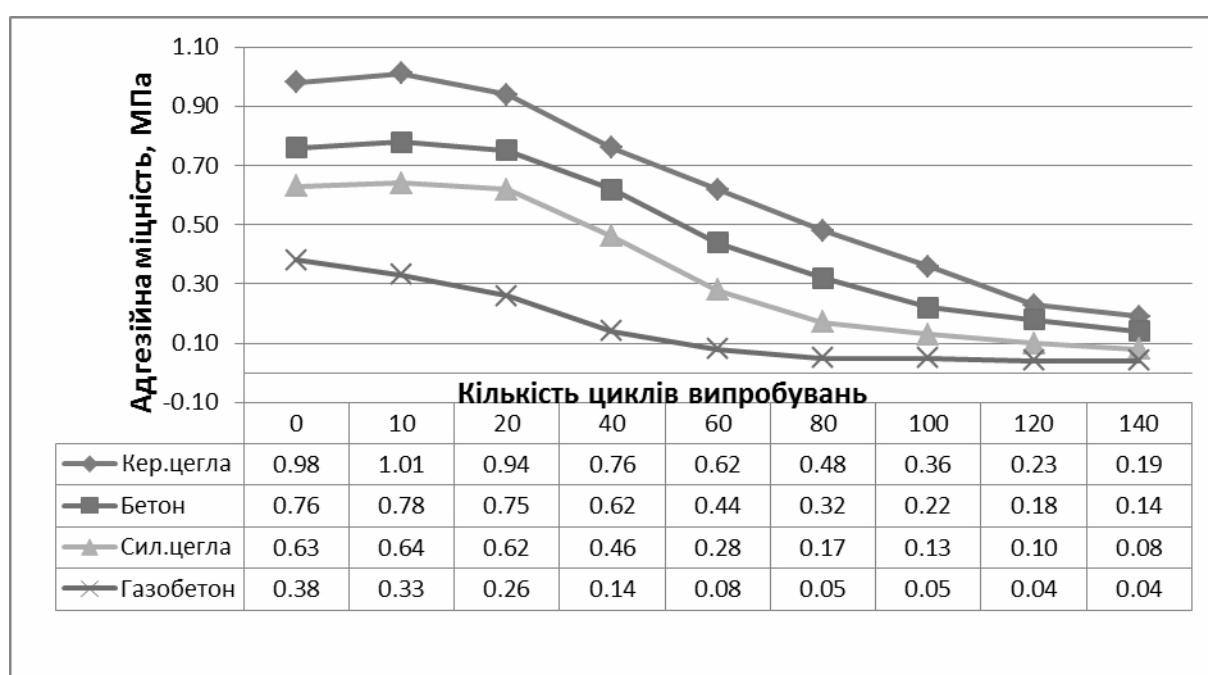


Рис. 3.

Зміна адгезійної міцності декоративної полімерцементної цеолітовмішуючої штукатурки до різних основ в процесі випробувань в приладі штучної погоди

На рисунках 2, 3 представлені результати випробувань на адгезійну міцність полімерцементної штукатурки без добавки цеоліту та з 15% цеоліту до різних основ. Адгезійне зчеплення з поверхнею керамічної цегли найвище і найнижче з поверхнею газобетону D 300. Аналізуючи дані результати можна

стверджувати що матеріал, який має невисоку пористість дає можливість вільній воді з гідратами мінералів клінкеру входити в пори матеріалу основи, в результаті розчин має низьку пористість і стає більш щільним і міцним . Але у випадку з газобетоном ситуація обернена і велика пористість матеріалу основи обумовлює великий водовідбір, що призводить до зменшення вмісту води потрібної для гідратації цементу. Слід зазначити, що при 10 циклах відбувається незначне збільшення міцнісних характеристик. Це стосується зразків композиції, що нанесена на поверхню бетону, керамічної та силікатної цегли. В зразку штукатурної суміші нанесеної на газобетон D 300 спостерігається постійна динаміка зменшення адгезійної міцності. Зразки що нанесені на керамічну, бетонну та силікатну поверхню зменшують міцність з однаковою швидкістю і після 120 циклів, що відповідає 12 рокам показник адгезійної міцності зменшився для зразка на основі з керамічної цегли на 76,53%, з бетону на 76,32%, з силікатної цегли на 82,54%, з газобетону D 300 на 84,21% рис 2. Враховуючи, що для полімерцементної штукатурки міцність зчеплення з основою (бетон) повинна бути не менше за 0,5 МПа, дана вимога задовольняється полімерцементною цеолітовміщуючою штукатуркою при випробуванні протягом 50 циклів (5 років), а в зразку без добавки цеоліту цей термін складає тільки 40 циклів. Отже, добавка цеолітовміщуючої породи дозволяє збільшити довговічність композиції як мінімум на один рік.

Збільшення довговічності будівель, збереження експлуатаційних властивостей і зниження витрат на їх ремонт являються важливими і актуальними задачами. Вода, що проникає в будівельні матеріали при замерзанні являється причиною руйнування. Отже, доцільно в якості показника для визначення атмосферостійкості вибрати водопоглинання покриття. Водопоглинання для декоративно-захисного покриття згідно з ДСТУ Б В.2.7.126-2011 визначається за методом Карстена. Було проведено ряд експериментів метою яких було визначення водопоглинання полімерцементної композиції контрольного складу та з додаванням 15% цеоліту на різних основах до і після випробування в апараті штучної погоди після 50 циклів (5 років). В результаті експерименту було виявлено, що до випробувань полімерцементна композиція без добавки цеоліту мала менше водопоглинання ніж з добавкою, а після випробувань відмічено, що в контрольних зразках водопоглинання збільшується, а в зразках з цеолітом суттєво зменшується.

Дослідження ударної міцності після випробування в апараті штучної погоди після 50 циклів (5 років) виконувались у відповідності з ДСТУ Б В.2.6-6: 2008, дослідження показали позитивні результати у всіх композицій.

Отже, збільшення терміну експлуатації розглядається як один з перспективних напрямків в енерго- і ресурсозбереженні в будівництві, так як дозволяє знизити затрати на ремонтні роботи в процесі експлуатації, тому введення в склад полімерцементної суміші добавки цеоліту є перспективним та актуальним. Визначено оптимальний вміст добавки цеоліту 15%, що підтверджено отриманими даними, а саме збільшена адгезійна міцність,

забезпечена відповідність граничному показнику коефіцієнта паропроникнення $0,04 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{год Па}$, та значно підвищена довговічність покриття.

Література

1. *Захарченко П.В., Півень Н.М.* Вивчення процесів структуроутворення в тонкошарових покриттях, /Строительные материалы и изделия, 2009, №5-6, с. 27-28.
2. *Карапузов Є.К.* Утеплення фасадів: Підручник / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха. – К.: Вища освіта, 2007. – 319 с.
3. Дослідження довговічності полімерцементних цеолітовміщуючих композицій для тонкошарових декоративно-захисних покриттів/ Захарченко П.В., Півень Н.М./ Збірник «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка». – 2012-№46 – С.86-90.

Аннотація

В статтю приведені результати испытаний впливу добавки цеоліта на довговечність декоративно-захисних покриттів. Исследована адгезионная прочность и определена паропроницаемость штукатурки. В результате работы были исследованные показатели атмосферостойкости, водопоглощение, ударная прочность, адгезия.

Annotation

The paper presents the results of investigations of the influence of zeolite additives on the durability of decorative and protective coatings. Investigated adhesive strength and water vapor permeability determined plaster. As a result of weather resistance indices were investigated, water absorption, impact strength, adhesion.

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ
ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ ОБ'ЄКТАМИ ГАЛУЗІ ОСВІТИ***Національний авіаційний університет, Україна*

Розглянуто сучасний стан існуючих систем управління енерговикористанням для об'єктів галузі освіти. Запропоновано створення цілісної моделі управління процесами енергоспоживання та енергозбереженням (ПЕЕ) в бюджетних закладах, в т. ч. для об'єктів галузі освіти. Впровадження автоматизованої системи управління енерговикористанням забезпечить якісне проведення автоматизованого розрахунку цільових показників та ефективності споживання енергетичних ресурсів, у тому числі в порівняльних умовах, з використанням спеціалізованих методик і алгоритмів розрахунку та надання об'єктивної та достовірної інформації про хід реалізації програм енергозбереження.

Низький рівень ефективності енерговикористання у бюджетній сфері, недостатній ступінь розроблення теоретико-методологічних підходів оцінки рівня енергоефективності вказує на необхідність проведення структурного аналізу використання енергії та створення цілісної моделі управління процесами енергоспоживання та енергозбереження (ПЕЕ) в бюджетних закладах, в т. ч. для об'єктів галузі освіти.

Оптимальне управління ПЕЕ окремих установ та галузі в цілому потребує розвитку та вдосконалення науково-технічних та управлінських методів. Підхід розбудови системи управління ПЕЕ галузі освіти дозволить вдосконалити методичні засади, створити алгоритмічні бази збору, обробки та аналізу інформації з енерговикористання, приймати управлінські рішення; проводити контроль енергоспоживання; вдосконалення систем лімітування енергоспоживання тощо.

Для якісної реалізації системи управління ПЕЕ необхідним є структуризація наступних завдань [1]:

- збір, оброблення великого обсягу різномірної інформації (дані про реалізацію обов'язкових заходів, про фактичну економію спожитих ресурсів по всіх бюджетних об'єктах тощо);

- аналізування отриманих даних за складними алгоритмами при нестабільних вимогах нормативно – правової бази з питань енергозбереження (виявлення цільових показників та індикаторів, прогнозування енергоспоживання).

- впровадження енергозберігаючих заходів в умовах різномірності технічних рішень збору даних про споживання ресурсів (або їх відсутності) та невідповідності осіб відповідальних за енергозбереження.[2]

Таким чином, метою проекту є підвищення рівня ефективності управління енергозбереженням у сфері освіти.

Завдання проекту наступні:

- дослідження поточного стану у сфері споживання енергоресурсів в освітніх установах;
- розробка концепції управління енергозбереженням для освітніх установ;
- проектування та створення автоматизованої системи управління енергозбереженням для освітніх установ;
- апробація системи в освітніх установах;
- формування організаційно-методичних умов для реалізації системи управління енергозбереженням для освітніх установ.

Основні цілі створення системи автоматизації управління енергозбереженням можна подати наступним чином (рис.1):

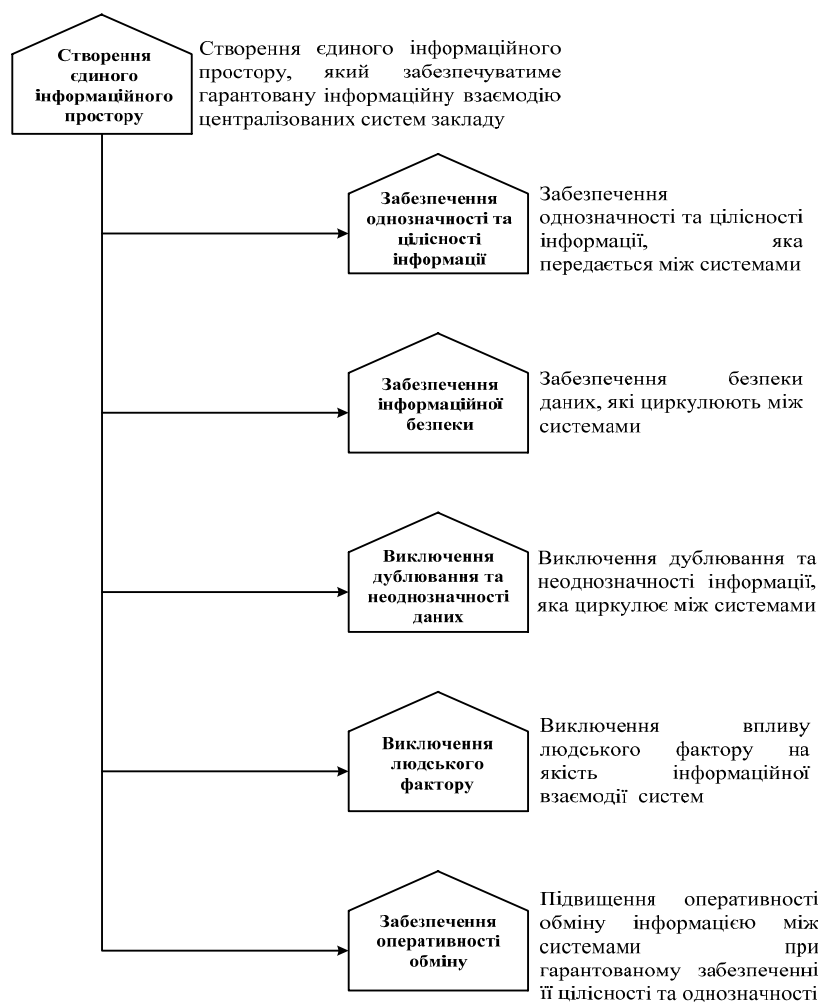


Рис.1 Дерево цілей створення автоматизованої системи

Система управління енергозбереженням призначена для автоматизації управління енергозбереженням і підвищенням рівня енергетичної ефективності об'єктів галузі освіти, а також для виконання інших пов'язаних з управлінням енергозбереженням робіт відповідальними за них організаціями.

Передбачені функції системи управління ефективністю енерговикористанням [3]:

- ручний та автоматизований вертикальний збір даних про енергоспоживання;
- моніторинг виконання програм енергозбереження і контроль виконання заходів в області підвищення рівня енергоефективності;
- візуалізація показників та індикаторів енергоефективності організації, або території;
- формування звітів енергоспоживання організації;
- інформаційне забезпечення заходів щодо енергозбереження й підвищенню рівня енергетичної ефективності.

У рамках системи також повинен виконуватись моніторинг споживання ресурсів (у т.ч. у порівняльних умовах), значень цільових показників та індикаторів та моніторинг виконання обов'язкових заходів в області енергозбереження.

Запропонована система ПЕЕ передбачає виконання аналізу та прогнозування, а саме:

- аналіз даних про споживання енергоресурсів за різні періоди часу;
- аналіз впливу окремих споживачів і груп споживачів на цільові показники та індикатори;
- прогнозування споживання з урахуванням заходів (у т.ч. у порівняльних умовах);
- групове порівняння об'єктів за певним набором критеріїв.

Загальна функціональність автоматизованої системи управління ефективністю енерговикористання об'єктами галузі освіти представлена на рис.2.

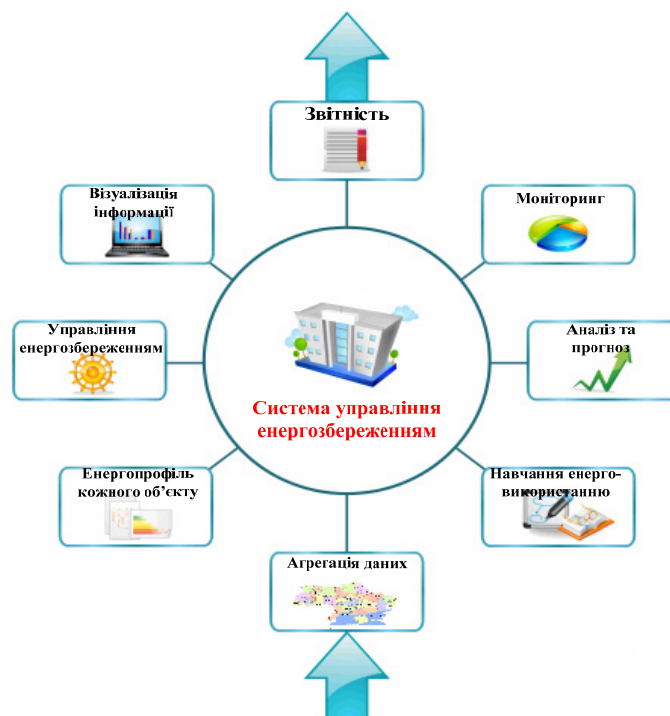


Рис.2 Загальна функціональність автоматизованої системи

Таким чином, впровадження автоматизованої системи управління енерговикористанням в усіх освітніх установах забезпечить виконання наступних функцій:

- збір, обробку та централізоване зберігання енергетичних паспортів, отриманих у результаті проведених енергетичних обстежень освітніх установ, даних про обсяги споживання енергоресурсів в об'єктах освіти, дані про хід реалізації програм енергозбереження й підвищення енергоефективності освітніх установ та ін.;
- автоматизований збір та оброблення даних про фактичне споживання енергоресурсів в освітніх установах;
- можливість роботи із програмами по енергозбереженню та підвищенню рівня енергетичної ефективності (моніторинг і контроль реалізації програм і їх фактичного виконання, оцінка ефективності реалізованих заходів на основі фактичних даних), як на рівні установи, так і на рівні галузі в цілому;
- проведення аналізу споживання енергетичних ресурсів та якісне його прогнозування з обліком накопичених статистичних даних, а також запланованих заходів щодо підвищення рівня енергоефективності;
- автоматизований розрахунок цільових показників та ефективності споживання енергетичних ресурсів, у тому числі в порівняльних умовах, з використанням спеціалізованих методик і алгоритмів розрахунку;
- надання об'єктивної та достовірної інформації про хід реалізації програм енергозбереження, фактичних обсягах споживання енергоресурсів і ін., по кожному об'єкту освіти та у цілому по галузі;
- введення єдиного формату звітності, а також автоматизоване формування регламентованих законодавством і відомчих звітів, як для окремих освітніх установ, так і зведених звітів по всім об'єктам освіти.

Література

1. Геловани В.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Системный подход к интеграции методов компьютерного моделирования, систем искусственного интеллекта и телекоммуникаций для построения систем поддержки принятия решений в особых ситуациях // Третья международная конференция «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». - М.: Институт проблем управления. - 1995. - с. 6-7.
2. Черемісін М.М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням. - Харків: Факт, 2005. - 192 с.
3. Компьютерные информационные технологии в электроэнергетике: Уч. пособие / И.Г.Абраменко, О.Г.Гриб, О.Н.Довгалоук, Д.Н.Калюжный, К.М.Карпенко, А.В.Кольченко, В.И.Левин, Н.П. Пан, И.Н.Рябченко, Г.А.Сендерович. Под общ. редакцией О.Г.Гриба. - Харьков: ХГАГХ, 2003. - 170 с.

Аннотация

Рассмотрено современное состояние существующих систем управления энергоиспользованием для объектов отрасли образования. Предложено создание целостной модели управления процессами энергопотребления и энергосбережением (ПЭЭ) в бюджетных заведениях, в т.ч. для объектов образования. Внедрение автоматизированной системы управления энергоиспользованием обеспечит качественное проведение автоматизированного расчета целевых показателей и эффективности потребления энергетических ресурсов, в том числе в сравнительных условиях, использованием специализированных методик и алгоритмов расчета для предоставления объективной и достоверной информации о ходе реализации программ энергосбережения.

Annotation

The modern state of existent control system use of energy resources for the objects of industry of education is considered. Creation of integral case the processes of energy consumption and energy-savings (PEE) frame is offered in budgetary establishments, including for the objects of education. Introduction of CAS of management use of energy resources will be provided by the high-quality leadthrough of the automated calculation of having a special purpose indexes and efficiency of consumption of power resources, including in comparative terms, by the use of the specialized methods and algorithms of calculation for a grant objective and reliable information about motion of realization of the programs of energy-savings.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ ПРИ ВИВЧЕННІ ГРАФІЧНИХ САПР

Київський національний університет будівництва і архітектури

Постановка проблеми. На даний момент інформаційні технології активно впроваджуються у освітній процес, він набуває все більшої індивідуалізації та інтелектуалізації. Але для того, щоб надати йому цих якостей, необхідно створити також ефективну технологію оцінки знань, адже саме за результатами такої оцінки для кожного учня будується його індивідуальна навчальна траєкторія.

Аналіз останніх досліджень. У роботах Денисової І.Ю. та Балашова І.В. [1] досліджується система знань експерта про склад та структуру учбової дисципліни, показано механізм застосування експертних оцінок для діагностики знань особи, що навчається. Атанов Г.А. [2] приділяє особливу увагу застосуванню методів штучного інтелекту для організації навчального процесу, побудови моделі особи, що навчається, реалізації діяльнісного підходу у комп'ютерному учбовому середовищі.

Постановка задачі. Обґрунтувати необхідність створення підсистеми контролю знань при створенні автоматизованої навчальної системи (АНС) у галузі САПР. Розглянути моделі та методи, які буде доцільно використовувати у подібній системі.

Основна частина. Основною метою контролю знань у АНС графічних САПР може бути:

- оцінка готовності до вивчення нового матеріалу - оскільки у АНС мають місце декілька сценаріїв навчання, різних за швидкістю та складністю, то доцільним буде пропонувати один зі сценаріїв саме за результатами такої перевірки;
- перевірка рівня засвоєння - у розроблюваній АНС всі учбові матеріали розбиватимуться на певні блоки - одиниці учбового контенту. Після кожного такого блоку знання, уміння та навички особи, що навчається, будуть перевірятися, а дані показники заноситимуться у модель учня, яка закладена в систему;
- підтримка адаптивного навчання - за результатами перевірки знань, умінь, навичок, учбовий курс буде коректуватися прямо у процесі навчання таким чином, щоб досягти оптимального результату наприкінці. Можливий буде перехід на інші сценаріїв навчання та повернення до пройденого матеріалу за необхідності.

Контроль знань може бути вхідний, поточний та підсумковий (заключний).

Вхідний контроль. У розроблюваній АНС вхідний контроль матиме діагностичну функцію. Тобто за результатами вхідних тестів виявлятимуться

пробіли у знаннях учнів, які слід буде ліквідувати у процесі навчання. Відповідно до отриманих результатів формуватиметься той чи інший навчальний сценарій. Тобто вхідний контроль також виконуватиме функцію первинної адаптації АНС під індивідуальні потреби та вимоги осіб, що навчаються.

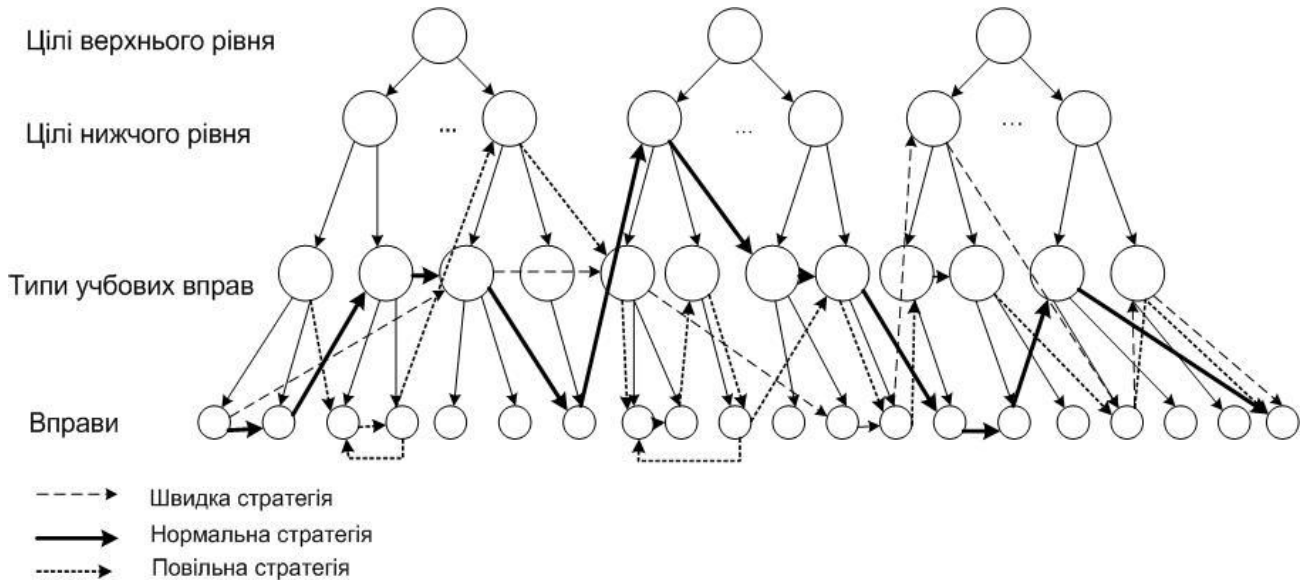


Рис. 1.
Блочна структура учбового курсу і різні типи навчальних стратегій

Поточний контроль. Основна мета такого контролю - діагностика знань, умінь і навичок у процесі засвоєння чергового блоку учбового матеріалу АНС. Регулярне проведення поточного контролю дозволяє виправляти недоліки навчання шляхом адаптації учбового сценарію (див. рис.3) і досягати необхідного рівня засвоєння (тобто приводити поточну модель учня максимально близько до закладеної в системі ідеальної моделі).

Заключний (підсумковий контроль) - показує, які результати отримано після повного проходження учбового курсу. Підсумковий контроль має являти собою серію завдань за усім опрацьованим матеріалом. За результатами підсумкового контролю особа, що навчається, як правило отримує оцінку [1].

У розроблюваній АНС ця оцінка матиме рекомендаційний характер (приділити увагу певним темам з курсу, пройти більш поглиблений курс тощо).

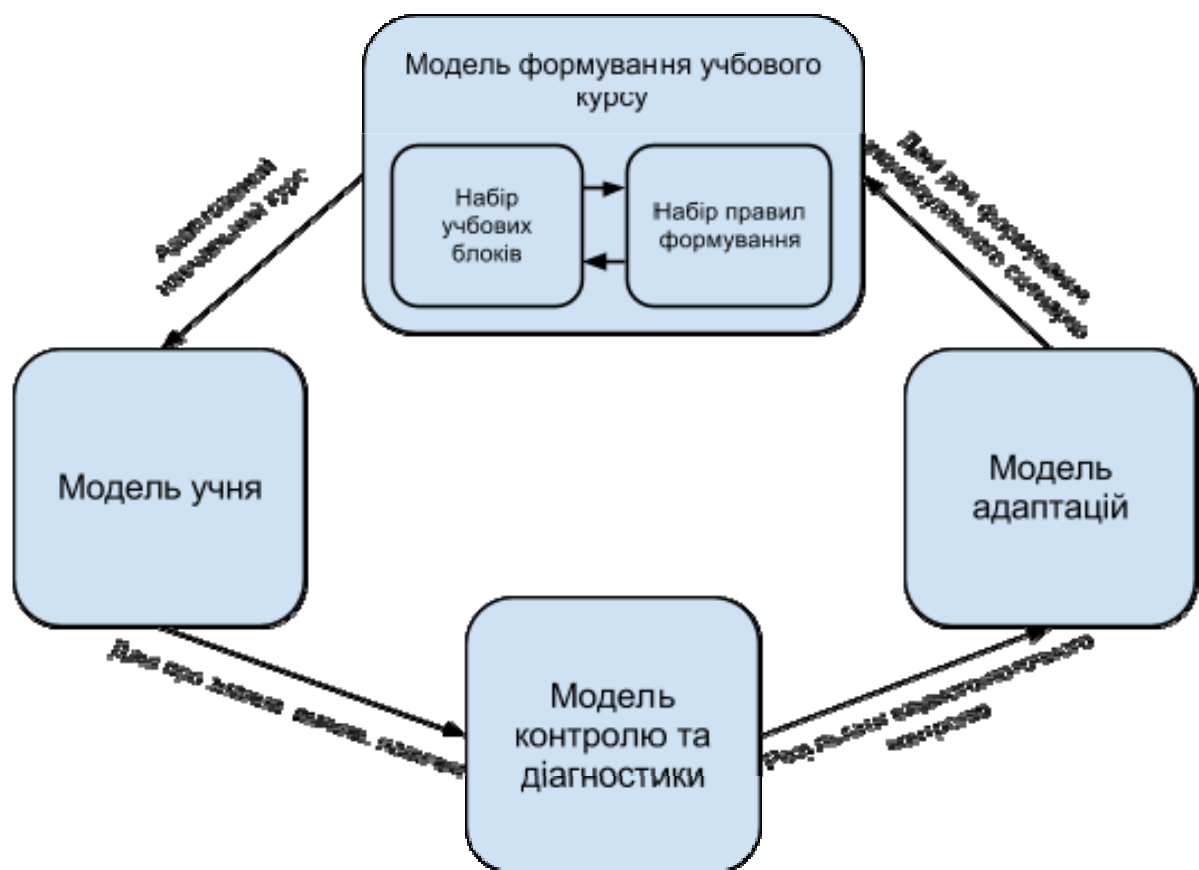


Рис. 2.

Використання підсистеми діагностики знань для побудови індивідуальної навчальної траєкторії.

За цілями застосування контроль буває *констатуючим* (просто фіксується рівень знань, умінь, навичок і виставляється оцінка) та *корегуючим* (діагностика знань, умінь, навичок та корекція подальшого учбового курсу для ліквідації недоліків). У запропонованій АНС САПР здебільшого має місце саме корегуючий контроль, оскільки основною метою все ж таки є побудова учбового курсу, що максимально відповідає поточній моделі учня.

Програмні засоби підтримки контролю знань мають забезпечувати всі стадії контролю - від ідентифікації особи, що навчається, до видачі результатів контролю. Вивчення теоретичної частини учбової дисципліни передбачає засвоєння особою, що навчається, наукових знань і формування у неї системи спеціальних знань і навичок.

Встановити ефективність діяльності особи, що навчається, дозволяє підсистема контролю та діагностики, що входить до складу АНС. Як правило, така діагностична частина представлена у формі педагогічного тесту - системи тестових завдань специфічної форми, що дозволяють кількісно виміряти рівень знань, умінь и навичок (ЗУН) особи, що навчається.

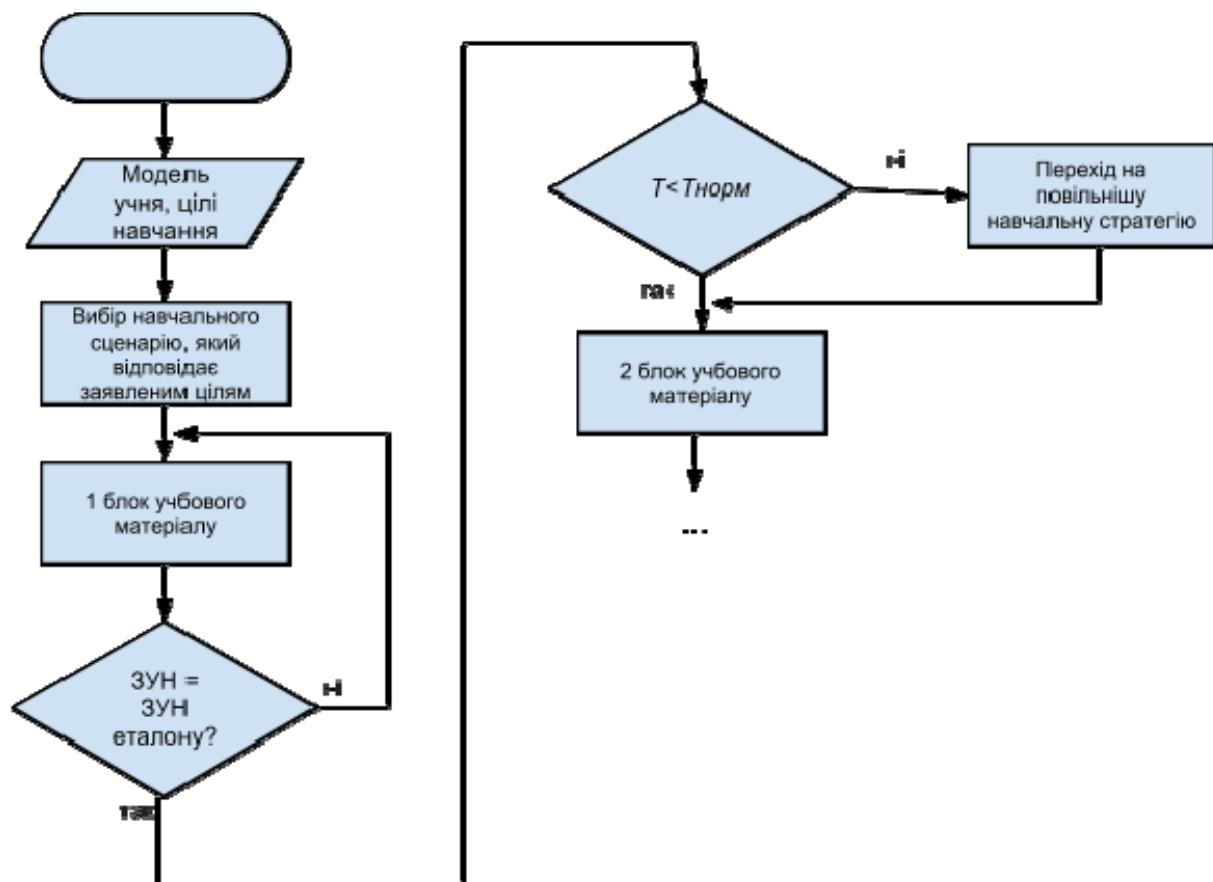


Рис. 3.
Приклад алгоритму механізму адаптації АНС

Чотири основні форми тестових завдань, які передбачаються у АНС:

1. Закрита форма завдань з вибором правильної відповіді (або декількох відповідей).
2. Завдання на встановлення правильної відповідності. Елементом однієї множини потрібно поставити у відповідність елементи іншої множини.
3. Завдання відкритої форми - без варіантів відповідей.
4. Завдання на встановлення правильної послідовності: дій, операцій, обчислень тощо [1].

Приклади застосування:

Завдання закритої форми.

Вкажіть, які з наведених типів документів КОМПАС є двовимірними:

- а). фрагмент;
- б). креслення;
- в). деталь;
- г). складання;
- д). технологічне складання.

Завдання відкритої форми.

Проставте усі необхідні розміри та умовні позначення на даному плані приміщення.

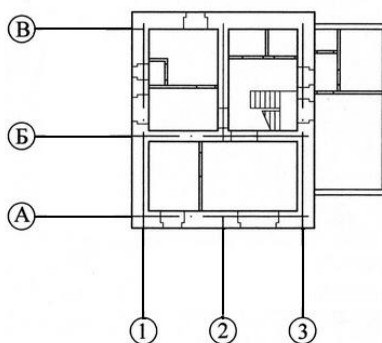


Рис.4.

Приклад завдання для контролю знань учнів при вивченні графічної САПР

Висновки. На основі наведених вище міркувань можна зробити висновок про цілковиту необхідність ефективної підсистеми контролю знань при вивченні САПР за допомогою АНС. За результатами такого контролю у системі буде створено найбільш достовірну модель особи, що навчається (мається на увазі модель її професійних знань, умінь, навичок). Навчальна траєкторія буде коригуватися згідно з цією моделлю, що у підсумку дасть найбільш ефективний навчальний сценарій для кожного конкретного учня.

Література

1. Денисова И.Ю., Балашов И.В. Формализованное описание способа представления и адаптации знаний об учебной дисциплине в информационной системе дистанционного обучения// Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2;
2. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект или основы современной дидактики высшей школы. - Донецк: ДОУ, 2002. - 504 с.
3. <http://www.znannya.org>
4. Большаков В.П. Создание трёхмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум. - СПб.:БХВ-Петербург, 2010. - 496 с.

Аннотация

В статье рассматриваются особенности построения автоматизированных обучающих систем для обучения САПР, а именно модели и методы подсистемы

контроля знаний в данной АОС. Обоснована необходимость включения данной подсистемы в состав АОС для повышения эффективности обучения.

Annotation

The article discusses the features of automated training systems for the training of CAD, namely, models and methods of control subsystem of knowledge control in the ATS. The necessity of the inclusion of this subsystem into the structure of the ANC to improve the effectiveness of training is scientifically grounded.

ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АРХІТЕКТУРІ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглядаються вплив розділів будівельної фізики на енергозбереження. Особлива увага в статті приділяється архітектурній акустиці. Вибір форми відбиваючих екранів є основною геометричною складовою акустичного розрахунку. Запропонована систематизація аналітичних поверхонь в якості відбиваючих екранів, для яких відомі поверхні нормалей.

Постановка проблеми. Вирішення проблем енергозбереження мають багатовекторний характер. Вони охоплюють соціальну, енергетичну, виробничу, торгівельну, інженерну, архітектурну та інші сфери діяльності людини. В цьому сенсі, проектно-будівельна діяльність стоїть на передових позиціях в розробці та впровадженні новітніх технологій, які сприятимуть економії енергоресурсів.

Аналіз стану досліджень. Відомі приклади світової архітектури з розумним економним використанням ресурсів з давніх часів до наших днів. Видатний Гауді в Барселоні розробив систему збору стратегічного для іспанської місцевості ресурсу – води, з відкритих мальовничих терас парку Гюель для поливу паркових рослин.

В сучасних хмарочосах енергоспоживання досягає велетенських розмірів. Всім відомий факт, що в 109 поверховій будівлі Сірс Тауер в Чикаго система енергопостачання може забезпечити місто з населенням 147тис.чоловік, а комплекс кондиціонування – 6000 будинків на одну родину. Однак, сучасні архітектори активно застосовують нові рішення для досягнення позитивних результатів економії в різних напрямках. Екологічні рішення були застосовані Норманом Фостером в будівлі Hearst Tower в Нью Йорку, де використовувались перероблені матеріали, а дощова вода збирається в спеціальні резервуари об'ємом 14000галонів, що складає 50% загальних потреб будинку, для використання в системі охолодження, для поливу рослин та в скульптурних композиціях фонтанів в головному холі. Будівлі World Trade Center Towers в Бахрейні мають спеціальну форму, яка спрямовує вітер на три 30-метрові пропелери, що виробляють до 1100 мегават електроенергії на рік. Будівлю CIS Tower називають найвищою сонячною панеллю Європи, тому що фасадне оздоблення за проектом було замінене на 7000 сонячних панелей, генеруючи 180000 кВт електроенергії на рік, цієї енергії, як кажуть спеціалісти, достатньо, щоб приготувати 9000000 чашок чаю або забезпечити електрикою 55 приватних будинків. Pearl River Tower в Гуанчжоу архітектори придали аеродинамічну форму, завдяки якій хмарочос не тільки краще витримує вітрові навантаження, але й спрямовує потоки повітря к турбінам, генеруючим електроенергію. Передові країни світу проводять активну політику енергозбереження, що проявляється як в пошуках альтернативних джерел

енергії, так і в економному використанні основних. Нормативні акти регламентують теплоізоляцію будівель для збереження тепла від систем опалення. Важливе значення має використання сучасних технологій в освітленні.

Мета статті. Проблема енергоефективності може бути поділена на два основних напрямки: використання альтернативних джерел енергії та економія існуючих. Другий напрямок можна частково розглядати в контексті розділів будівельної фізики: теплотехніки, світлотехніки та архітектурної акустики. Кожний з цих розділів має власні можливості економії енергоресурсів. Ретельно зроблені теплотехнічні розрахунки дозволяють зменшувати тепловтрати будівлі, що дозволяє економити газ або електрику на опалення. Розрахунок природного освітлення приміщень дає перевагу використання природного освітлення перед штучним, електричним. Акустичний розрахунок аудиторій та концертних залів дає можливість взагалі не використовувати електронні підсилювачі звуку, спрямовуючи відбиваючими екранами звукову енергію на слухачів. Саме акустичний розділ буде предметом цієї статті.

Основна частина. Як відомо, акустичний розрахунок складається з двох частин: перша-геометрична частина, в ній треба побудувати відбиття, перевірити екрани на наявність луни та визначитись з матеріалами поверхонь, та другий – розрахунок часу реверберації. В першій частині важливо вибрати форми відбиваючих поверхонь, які б забезпечили дифузність звукового поля в залі.

Правильно вибрана форма відбиваючої поверхні дає можливість донести максимум відбитої звукової енергії до слухачів. Відбита енергія може або підсилювати прямий звук від джерела, або являє собою основну силу, яка несе звук до слухачів. Прикладом випадку основної сили є виведення звуку з простору заалтарної частини церкви. В усіх випадках важливо виконувати такі умови: до найдаальших слухачів треба постачати більше звукової енергії та відбиття від різних екранів повинні перетинатися для забезпечення рівномірного розподілу енергії. Щоб досягти необхідних вимог, треба підібрати відповідну форму відбиваючого екрана.

В [1] дається класифікація аналітичних поверхонь по методу побудови:



Та по методу формування:



Джерело [2] пропонує розділити поверхні на 38 класів:

1) лінійчата поверхня, 2) поверхня обертання, 3) поверхні переносу, 4) різні поверхні, 5) поверхні конгруентних перетинів, 6) постійно-топографічні та топографічні поверхні, 7) гвинтові поверхні, 8) спіральні поверхні, 9) спіралевидні поверхні, 10) гвинтообразні поверхні, 11) поверхні Блютеля, 12) поверхні Веронезе, 13) поверхні Цицейки, 14) поверхні Петерсона, 15) поверхні Без'є, 16) квазіеліпсоїдні поверхні, 17) циклічні поверхні, 18) односторонні поверхні, 19) мінімальні поверхні, 20) афінно-мінімальні поверхні, 21) поверхні зі сферичною направляючою, 22) поверхні Вейнгартена, 23) поверхні постійної гаусової кривини, 24) поверхні постійної середньої кривини, 25) хвиляподібні, хвильові, гофровані і рифлені поверхні, 26) поверхні парасолькового типу, 27) спеціальні профілі циліндричних виробів, 28) поверхні Бонне, 29) поверхні Едлінгера, 30) поверхні Кунса, 31) гармонічні поверхні, 32) поверхні Йоахимстала, 33) сідлові поверхні, 34) кинематичні поверхні загального вигляду, 35) поверхні другого порядку, 36) алгебраїчні поверхні вище другого порядку, 37) квазібагатогранники, 38) еквідистанти подвійних систем.

Побудови відбиттів відбуваються за допомогою нормалей до поверхонь. Таким чином, існують спільні поверхні нормалей у різних відбиваючих

поверхонь, що розглядаються. Згідно досліджень [3] відомі поверхні нормалей до твірних багатьох з перелічених поверхонь.

Виходячи з того, що відбиваючі поверхні мають однакові поверхні нормалей, має сенс систематизувати ці поверхні по принципу спільних поверхонь нормалей. Звичайно, ця систематизація має свої обмеження. Треба, перше, визначитись з лініями, вздовж яких будуватимуться нормалі, друге, оговорити окремі випадки для сімейства цих ліній. По першому пункту, будемо розглядати тільки лінії перерізу площиною, перпендикулярною до осей. По другому, наведемо приклад: у еліпсоїда обертання поверхня нормалей до ліній перерізу площиною, перпендикулярною до осі, являє собою конус обертання. Але ця поверхня вироджується у плоский пучок на лінії вісі поверхні.

Отже, для систематизації виділімо з одного боку кілька типів поверхонь нормалей: площина, гіперболічний параболоїд, круговий конус, поверхня нормалей 4-го порядку, з іншого боку, відбиваючі поверхні з наведених вище класифікацій, для яких відомі поверхні нормалей.

Найпростіша поверхня нормалей - площина – створюється як пучки паралельних прямих на прямолінійних твірних циліндра, конуса та торса.

Поверхня нормалей у вигляді гіперболічного параболоїда утворюється на твірних косих поверхонь. До цього розділу відносяться гіпар та одпорожневий гіперболоїд, а також лінійчаті спіралевидні поверхні.

До групи поверхонь нормалей у вигляді кругового конуса можна віднести досить великий перелік відбиваючих поверхонь. Звичайно, це поверхні обертання, мова йде про нормалі до ліній перетину поверхні з площиною, перпендикулярною до вісі обертання. Окрім поверхонь обертання другого порядку, таких як еліпсоїд, однопорожневий та двопорожневий гіперболоїди, параболоїд, до розділу можна віднести псевдосферу, круговий тор, еліптичний тор, катеноїд та багато інших, приведених в літературі [2]. Нормалі у вигляді кругового конуса також будуються для деяких видів циклічних поверхонь. Наприклад, до часних випадків каналових поверхонь відносяться трубчаті поверхні, як обвідна одно параметричного сімейства сфер постійного радіуса. Також, Цикліди Дюпена, поверхня, обидва сімейства ліній якої складаються з окружностей та каналові поверхні Іоакімсталя належать до групи поверхонь, яку ми розглядаємо.

Поверхня нормалей четвертого порядку будується на лінії перетину площини, перпендикулярної до вісі поверхні з поверхнею конуса, еліпсоїда, однопорожневого гіперболоїда, двопорожневого гіперболоїда та параболоїда загального виду. Лінія перетину представляє собою еліпс.

Висновки. Приведена систематизація дозволяє групувати відбиваючі поверхні по типам. На базі наведеної систематизації об'єднується архітектурна та акустична складова вибору відбиваючих поверхонь для дифузного розподілу звукової енергії в залах.

Література

1. *Белякова М.С.* Повышение эффективности процессов конструкторско-технологического проектирования на основе разработки информационной системы моделирования поверхностей.- Автореферат дис.канд.техн.наук.-М.:МГУ «Станкин», 2007.
2. *Кривошапко С.Н., Иванов В.Н.* Энциклопедия аналитических поверхностей.-М., Книжный дом «Либроком», 2009. 556стр.
3. *Підгорний О.Л.* Розшарування конгруенцій нормалей поверхонь 2-го порядку вздовж ліній плоских перерізів.//Прикладна геометрія та інженерна графіка.– К.: КДТУБА,1996.Вип.60. – С. 8-14. Вип.61. –С.10-12.
4. *Подгорный А.Л.* Поверхности отражённых лучей//Прикладная геометрия и инженерная графика. Вып. 20.–К.;Будівельник, 1975.–С.13-16.

Аннотация

Рассматривается влияние разделов строительной физики на энергосбережение. Особое внимание в статье уделяется архитектурной акустике. Выбор формы отражающих экранов является основной геометрической составляющей акустического расчета. Предложена систематизация аналитических поверхностей в качестве отражающих экранов, для которых известны поверхности нормалей.

Annotation

Parts of construction physics have an important influence on energy saving. The article focuses on architectural acoustics. The choice of form of reflection surfaces is a main component of acoustics calculation. Systematization of analytic surfaces with known normals surfaces was proposed.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНИХ АПАРАТІВ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Враховуючи обмеженість ефективності систем випарного охолодження через кліматичні умови, запропоновано новий підхід до використання охолоджуючого потенціалу видаляемого повітря в СКП, на попередньому охолодженні видаляемого повітря з послідуочим охолодженням припливного повітря в контактних апаратах з гідрофільними поверхнями.

Враховуючи пов'язаність проблем енергетики та екології, інтенсифікується пошук альтернативних рішень в області холодильних і кондиціонувальних систем.

Випарне охолодження повітря та застосування його в холодильних системах і системах кондиціонування повітря (СКП) останнім часом викликає значний інтерес у світі. З'являється велика кількість публікацій з цього питання, адже використання випарного охолодження у СКП є не лише екологічним, а й дозволяє зменшити енерговитрати, використовуючи нерівновагу атмосферного повітря у формі психрометричної різниці температур, у деяких випадках відмовляючись від застосування традиційних холодильних машин парокомпресійного циклу для охолодження повітря. У випадку, коли відмовитися повністю від парокомпресійного циклу не вдається, можливе використання комбінованих схем.

Одним з методів підвищення ефективності роботи систем СКП в цілому є теплоутилізація (ТУ) повітря. Але, зважаючи на особливості самого процесу, системи ТУ працюють ефективно тільки при великій різниці температур між зовнішнім повітрям і повітрям в приміщенні, що робить їх застосування для охолодження припливного повітря в теплий період року обмеженим.

Підвищення ефективності ТУ і розширення границь її використання досягається за рахунок її комбінування з прямим або непрямим випарним охолодженням повітря.

Принцип непрямого випарного охолодження, який реалізується конструктивно в одному апараті полягає в наступному: повітряний потік, що надходить на охолодження, розділяється на дві частини. Допоміжний потік повітря надходить у «мокру» частину охолоджувача, де контактує зі змоченою поверхнею зрошувальної насадки і забезпечує випарне охолодження води, яка, у свою чергу, через розділяючу стінку безконтактно охолоджує основний повітряний потік. Температура допоміжного повітряного потоку після проходження «мочної» частини знижується, а вологовміст зростає.

На цьому принципі основані і інші конструктивні рішення з використанням охолоджуючого потенціалу видаляемого повітря з приміщення – апарат з протитечієм рухом повітря (газу) в системі сухих і вологих каналів. В такому пристрої створюються розділені потоки повітря, один із яких штучно зволожується, а інший — охолоджується. Зовнішній потік, потрапляючи в сухий робочий канал, охолоджується внаслідок контакту із внутрішньою поверхнею вологого робочого каналу, де відбувається випаровування води.

На Рис. 1 проілюстровані процеси, які мають місце при прямому випарному охолодженні повітря, штучне охолодження повітря з попереднім охолодженням зовнішнього повітря в теплоутилізаторі та попереднім охолодженням зовнішнього повітря в теплоутилізаторі видаляемим повітрям після випарного охолодження з послідовним процесом в теплоохолоджувачі.

Точка робочої зони ($P_{\max}$) має максимальні, найгірші для протікання процесу прямого випарного охолодження, параметри повітря у робочій зоні ($t=25^{\circ}\text{C}$; $\varphi=60\%$).

Пряме випарне охолодження повітря, як відомо, є ефективним лише у сухому і жаркому кліматі, на території України це кліматична зона IV [2, табл.1]. На Рис. 1. наочно показано, що ТУ повітря розширює границі його застосування і зменшує ΔQ_x на величину $\Delta I_{\text{ТУ}}$.

Використання ТУ видаляемого повітря знімає обмеження застосування системи прямого випарного охолодження і є ефективним при використанні у всіх кліматичних районах України. Завдяки охолодженню видаляемого повітря та охолодженню в контактному апараті зовнішнього повітря без зміни вологовмісту, досягається зниження температури припливного повітря при спільній роботі в поверхневому теплоутилізаторі. Цей варіант зменшує ΔQ_x на величину $\Delta I_{\text{ТУ(п.о.)}}$, що призводить до значного зменшення витрат енергії, а також робить економічно обґрунтованим використання даної системи.

При застосуванні системи прямого випарного охолодження з ТУ, ми обмежені у границях застосування цих систем: $t_{\text{ext}} \geq t_{\text{wz}} + (3 \dots 5)^{\circ}\text{C}$.

Використовуючи теплоутилізатор внутрішнього повітря, ми не лише розширяємо зони застосування ТУ, а й збільшуємо границі її використання при максимально найгіршому варіанті параметрів внутрішнього повітря ($t=25^{\circ}\text{C}$; $\varphi=60\%$): $t_{\text{ext}} \geq t_{\text{wz}}$.

На Рис.1 наведені наступні умовні позначення:

$P_{\min}$, P_2 , $P_{\max}$, P_4 - область оптимальних параметрів повітря у робочій зоні; т. З, О, П, Р – відповідно параметри повітря зовнішнього, після охолодження, припливного і робочої зони; т. З₁’, З₂’ – відповідає параметрам зовнішнього повітря після поверхневого теплоутилізатора і з використанням випарного охолодження видаляемого повітря; т. (РО)₂, (РО)₂’ – відповідні параметри видаляемого повітря після випарного охолодження і теплоутилізатора.

Індекси: 1 – для процесів прямого випарного охолодження; 2 – при штучному охолодженні зовнішнього повітря.

Одна з найбільш складних і актуальних проблем сучасного будівництва - це забезпечення належної якості повітря.

Тому одним з важливих факторів, на який необхідно звернути увагу, є якість повітря, яке ми подаємо до приміщення. Відповідно до [3], вимоги до якості повітря і енергозбереження завжди будуть знаходитися в протиріччі, тобто не можна приймати енергоекономічні заходи на шкоду здоров'ю людей, комфорту і технологічним умовам, але що завдяки використанню прямого випарного охолодження повітря з ТУ ми підвищуємо якість подаваного повітря, не лише забезпечуючи комфортні умови мікроклімату для життєдіяльності людей, а й сприяємо виконанню задач зниження енерговитрат на експлуатацію споруд.

Висока якість повітря досягається за рахунок того, що, на відміну від систем з рециркуляцією повітря, прямоточні системи завжди подають необхідну кількість свіжого повітря за санітарними нормами, забезпечуючи комфортну життєдіяльність людини.

Основною тенденцією розвитку випарного охолодження є використання насадочних шарів з упорядкованою структурою каналів.

Беручи до уваги переваги гідрофільних поверхонь у порівнянні з іншими поверхнями насадок, одним з важливих заходів підвищення ефективності теплоутилізаційних апаратів випарного охолодження в системах кондиціонування повітря є використання організованих гідрофільних насадок регулярної структури. Є ряд вимог, які ставляться до даних насадок:

- великі значення підйому рідини;
- велика питома поверхня $f_{\text{пит}}$ (поверхня, яка припадає на одиницю об'єму шару насадки);
- високі значення вільного об'єму V_c (об'єм пустот на 1 м³ об'єму) і живого перерізу f_c шару насадки;
- малий аеродинамічний опір повітряному потоку;
- висока швидкість капілярного підйому рідини по матеріалу насадки;
- достатня механічна міцність та довговічність;
- водостійкість (відсутність набрякання у воді і збереження працездатності в умовах впливу мікроорганізмів, грибків, а також при накопиченні солей жорсткості);
- стійкість до корозії.

З врахуванням вищезазначеного, розроблені конструкції контактних апаратів з використанням динамічних гідрофільних насадок плоско-паралельного типу, з природних матеріалів, в яких змочення поверхні відбувається за рахунок її капілярно-пористої структури і які можуть бути основою для створення припливно-витяжного утилізатора нового типу.

Енергоефективність та надійність функціонування систем з використанням випарного охолодження повітря також визначається якістю води, що циркулює в системах, тому в апараті контактної обробки повітря систем прямого випарного охолодження повітря з рециркуляцією в СКП приділяється увага водопідготовці.

Однією з причин зниження надійності ефективності роботи, а саме зниження економічності і продуктивності обладнання апаратів тепловологісної

обробки повітря є утворення накипу (CaCO_3 , CaSO_4 , Mg(OH)_2 , оксиди заліза та ін.) на теплопередаючих поверхнях.

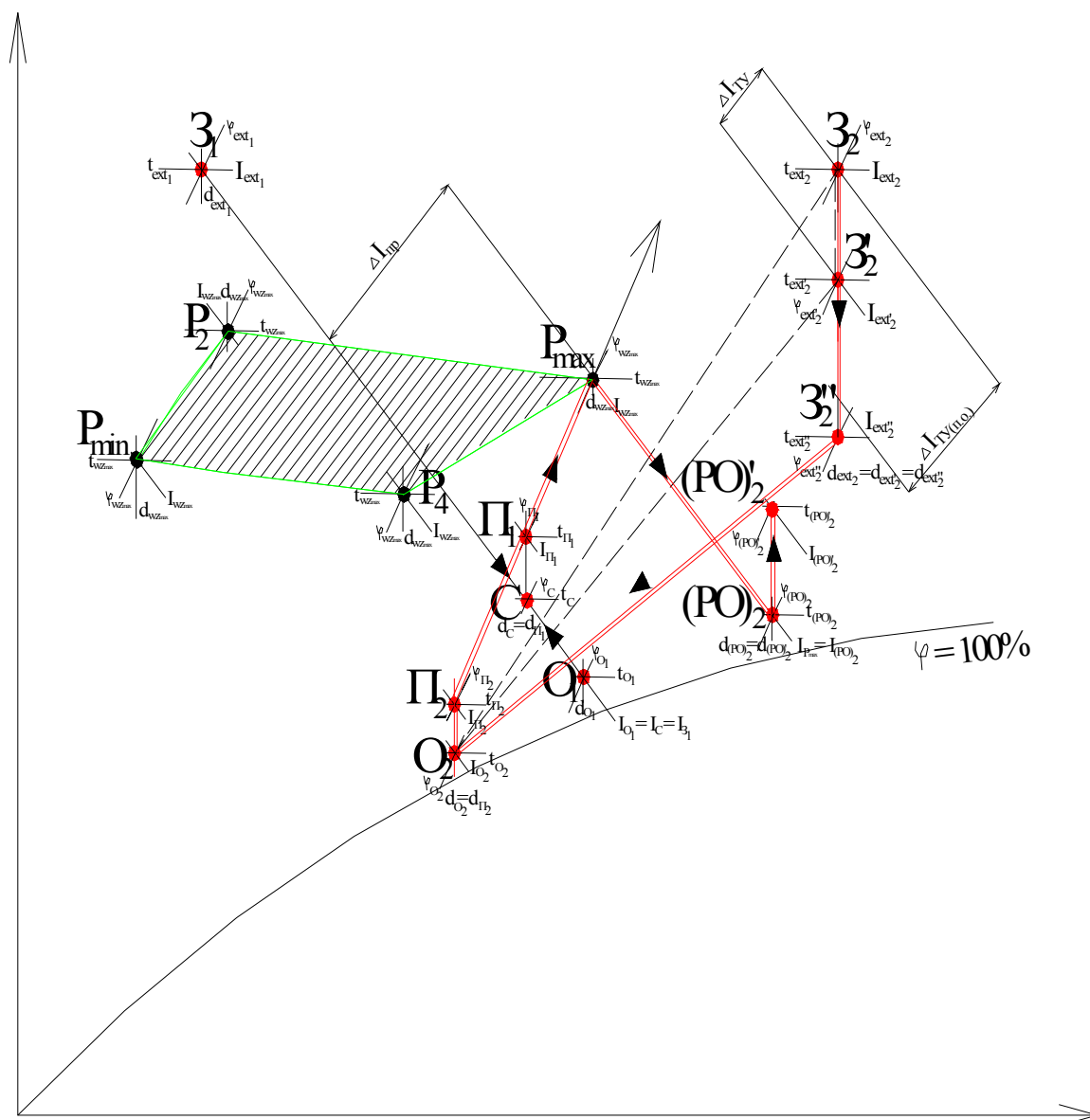


Рис. 1.

Процеси з використанням випарного охолодження води і поверхневих теплоутилізаторів повітря.

- - процес випарного охолодження повітря;
- - процес штучного охолодження зовнішнього повітря без теплоутилізації;
- - процес штучного охолодження зовнішнього повітря з теплоутилізацією;
- ===== - те ж саме з випарним охолодженням видаляє мого повітря.

На сьогоднішній день все більшої популярності набирає метод магнітної обробки (МО) води.

У основі цього методу лежить поліпшення умов кристалізації солей жорсткості у воді і вони осідають не на насадку, а видаляються в обсязі води у вигляді шламу.

Магнітна обробка води сприяє пом'якшенню води (зменшення концентрацій розчинених у воді іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , відповідальних за утворення накипу). Крім того, магнітна обробка води допомагає не тільки

запобігати випаденню накипоутворюючих солей з води, але і значно зменшити відкладення органічних речовин, наприклад, парафінів.

Зважаючи на попередні дослідження вчених, підтверджується не лише користь магнітної обробки води як фактор, який впливає на якість води, а й як інтенсифікатор тепломасообмінних процесів, тому особлива увага у подальшій розробці припливно-витяжного утилізатора нового типу також буде приділятися застосуванню безпосередньо магнітної обробки води у даній системі.

Висновок. Запропоновано новий підхід до використання охолоджуючого потенціалу видаляемого повітря в СКП, який оснований на попередньому охолодженні видаляемого повітря з послідуєчим охолодженням припливного повітря в контактних апаратах з гідрофільними поверхнями. Це зменшить залежність використання ТУ від зовнішніх параметрів повітря і на 10-15% збільшить ефективність процесів ТУ.

Література

1. СНИП 2.04.05-91*У Отопление, вентиляция и кондиционирование.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія.
3. Корбут В.П. Вимоги до енергоефективних технологій і якості повітря при формуванні внутрішнього мікроклімату споруд // науково-технічний збірник «Енергозбереження в будівництві та архітектурі». Випуск 3. Відповідальний редактор А.М. Тугай. К.:КНУБА, 2012 р. – 162 с.

Annotation

Taking into account a limited effectiveness of evaporative cooling due to climatic conditions, a new approach to the use of cooling capacity of exhausted air in air conditioning systems is based on the the previously exhausted air cooling followed by cooling of the incoming air in the contact apparatus with hydrophilic surfaces.

БІОКЛІМАТИЧНА АРХІТЕКТУРА ЯК ЯВИЩЕ В ЕКОЛОГІЧНІЙ АРХІТЕКТУРІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглядаються питання визначення сукупності класифікаційних ознак біокліматичної архітектури, її перспектив та проблем розвитку

Вступ. Постановка проблеми. На протязі багатьох століть архітектура зводилась з урахуванням природно - кліматичних умов місцевості. Розвиток технічного прогресу та нових технологій при будівництві дозволили створювати власний мікроклімат всередині будівлі, особливо незважаючи на природно - кліматичні умови. Наслідками цього стали значні енерговитрати, відходи виробництва та будівництва, висока концентрація продуктів життєдіяльності людей на компактних територіях, що поступово призводить до катастрофічного руйнування оточуючого середовища.

Аналіз стану досліджень. Завданням екологічної архітектури є зниження споживання природних ресурсів за допомогою архітектури. Одним із напрямків розвитку екологічної архітектури є біокліматична архітектура. В таблиці 1 представлені деякі визначення біокліматичної архітектури, що зустрічаються в інформаційних джерелах, спираючись на які зроблено аналіз щодо ідей, протиріч, перспектив та прикладів цього явища в екологічній архітектурі.

Мета статті – виявлення сукупності класифікаційних ознак біокліматичної архітектури, її перспектив та проблем розвитку.

Основна частина. В усі часи при зведенні будівель в більшій чи меншій мірі враховували вплив на забудову природно - кліматичних факторів. В наш час, який потребує вирішення екологічних проблем, принцип зведення будівель з урахуванням оточуючого середовища, кліматичних, соціальних та екологічних факторів проявився у вигляді появи нового напрямку в архітектурі під назвою біокліматична. Таким чином, особливістю біокліматичної архітектури є те, що вона має давнє походження, але в той же час біокліматична архітектура є новим напрямом.

Технічний прогрес кардинально змінив стиль, ритм, пріоритети в житті сучасної людини. Більшу частину життя людина, яка проживає в місті, проводить в приміщеннях (робота, дозвілля, навчання, проживання та інше). Це вплинуло на типологію архітектурних об'єктів, їх конструктивні, архітектурні, планувальні рішення. Збільшились об'єми забудов, в ході експлуатації виникає потреба витратити велику кількість різного виду ресурсів. Відповідно розширюється проблематика завдань та рішень біокліматичної

архітектури.

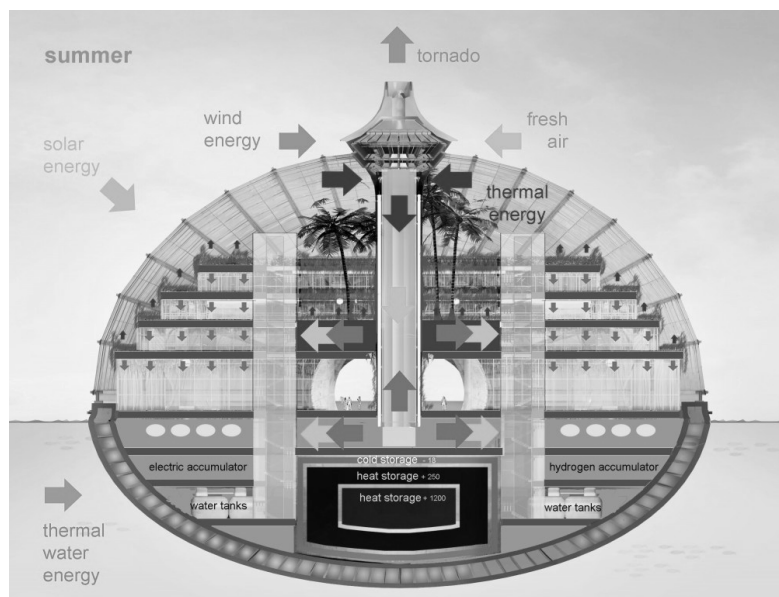


Рис. 1

Проект біокліматичної будівлі арх. О. Ремізов

При сталій тенденції до підвищення висоти будівель, значній щільності забудови, при проектуванні з урахуванням небезпечного для людини оточення (місць техногенного забруднення) та ін., вирішення задачі врахування негативного впливу природно – кліматичних явищ (сейсміка, температура, вітер, сніг) при проектуванні будівель може набувати переважного значення в архітектурному формоутворенні будівлі. У таких випадках виникає

потреба уточнення кліматичних параметрів, коли необхідно враховувати додатково напрям та інтенсивність відбиття світлових, теплових, вітрових потоків від інших споруд, забрудненість повітря, підвищення шуму та інше. Таким чином завданням біокліматичної архітектури є опрацювання великої кількості параметрів для пошуку адекватних проектних рішень.

У зв'язку з підвищенням енергетичних витрат з'явилась потреба направити архітектурне проектування в сторону можливості отримувати енергетичні ресурси з біоклімату території забудови. З точки зору біокліматичного аналізу об'єкта забудови виникають питання визначення коефіцієнту доцільності використання того чи іншого природного ресурсу, рівня шкідливості впливу такого використання на оточення, що потребує внесення відповідних змін до проектного рішення.

Перспектива подальших досліджень. Узагальнюючи, розглянемо основні напрями розвитку досліджень в області біокліматичної архітектури:

- пошук шляхів для параметризації та оптимізації при визначенні природно - кліматичних особливостей місця забудови, для зменшення небажаних впливів природних явищ чи можливостей використання альтернативних джерел енергії;
- визначення залежності створених мікрокліматичних умов від прийнятих геометричних параметрів архітектурного об'єкту (змінюючи архітектурну форму, змінюємо силу вітру, його напрямок, можемо концентрувати чи розсіювати прямі сонячні промені, змінюючи тим самим мікроклімат простору життєдіяльності людини);
- аналіз досвіду традиційної архітектури різних кліматичних зон, для створення низькотехнологічних рішень житла чи споруд;
- аналіз досвіду з природи, яка дає приклади того як організувати середовище для проживання та знизити небажаний вплив природних факторів у

Таблиця 1

Визначення	Основна ідея визначення	Протиріччя, зауваження	Вказана перспектива	Приклад
Біокліматична архітектура – це один з напрямків архітектури в стилі hi-tech з яскраво вираженим використанням закслених просторів (Екодизайнер Уильям МакДоно) [3]	Більше стосується образу біонічної архітектури, коли людина, перемищуючись з внутрішнього середовища у зовнішнє та навпаки не відчуває різниці у комфортності умов існування	Дає найбільш розмите поняття щодо задач, які має вирішувати біонічна архітектура та не відображає її суті	Відображає пошук архітекторами нових матеріалів та конструктивних підходів в будівлях, які б задовольняли принципи єднання зовнішнього природного середовища та внутрішнього простору будівлі	Подвійні фасадні системи, які забезпечують мікрокліматичний комфорт всередині будівлі та прозорість до зовнішнього середовища. Приклад, будівля «Міські ворота Дюссельдорфа»
Біокліматична архітектура – це архітектура, в якій основним принципом є гармонія архітектури з природою [2]	Підкреслює взаємний вплив архітектури на природу та навпаки	Практично будь-яка вдала будівля чи споруда має відповідати такому визначенню	Піднімає тему відповідальності щодо впливу забудови на оточуюче середовище, пропонується шукати шляхи для її вирішення	Наукові дослідження та арх. проекти Ф. Райта, Кена Янга, Н. Фостера та інших
Біокліматична архітектура – це архітектура основним завданням якої є створення такої оболонки будівлі, яка могла б пристосовуватись до змін параметрів зовнішнього клімату протягом дня, сезону, року з мінімальною затратою енергії [1]	Розширює поняття біонічної архітектури до конкретних завдань, які оперують розрахунками параметрів зовнішнього клімату та внутрішнього мікроклімату, їх взаємодії, пошуком відповідних нових конструктивних рішень	Біокліматична архітектура не має обмежуватись тільки завданням створення зовнішньої оболонки, але і долучати до завдань біокліматичної архітектури об'ємно – планувальні, містобудівні рішення, інтер'єр та інше	Відображає можливість долучити до творчого архітектурно – будівельного апарату інші розділи науки та техніки для відтворення завдань біокліматичної архітектури. Створює підґрунтя для пошуку нових незвичних симбіозів та рішень.	Проект біокліматичної будівлі «Ковчег» ((The Ark) арх. О. Ремізов [5], передбачає здатність розміщуватись в різних кліматичних регіонах, використовувати енергію сонця та вітру, пристосовувати мікро клімат під потреби людини (рис 1)

різних кліматичних умовах;

■ пошук шляхів для підрахунку впливу архітектури на клімат та природне оточення (питання адекватного розрахунку екологічності архітектури має включати рівень шкідливості на всіх етапах «життя» споруди).

Висновки. Таким чином, переважним завданням біокліматичної архітектури в порівнянні з іншими напрямками екологічної архітектури є повернення до принципів зведення будівель з урахуванням природно - кліматичних умов, за рахунок чого зменшити технократичне навантаження при зведенні та подальшій експлуатації будівель. В такому випадку, природно - кліматичні параметри стають одними з основних при архітектурному формоутворенні, а проектування перетворюється на майстерність, що відкриває шлях для індивідуальності архітектури, створеної за допомогою кліматичних та природних ефектів.

Література

1. *Тетиор А.Н.* Городская экология : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений.- М.: Издательский центр «Академия», 2008.
2. Wines J. Green architecture. - Koln: Taschen, 2008. 240 с
3. *Усов Я.Ю.* Факторы, влияющие на формирование архитектурных решений биоклиматических жилых зданий. // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее. Тезисы докладов международного симпозиума, 17-18 ноября 2011 г. – М.: МАРХИ, 2011.
4. http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3189
5. <http://constructmore.ru/proekt-bioklimaticheskogo-zdaniya-kovcheg>

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы определения совокупности классификационных признаков биоклиматической архитектуры, ее перспектив и проблем развития.

Annotation

The determination combined classifications of bioclimatic architecture, its prospects and problems of development are considered in the article

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ ПРИ АВАРІЙНОМУ ОБРИВІ МОНТАЖНОГО СТРОПА

*Національний університет цивільного захисту України
Київський національний університет будівництва і архітектури*

Розроблено спосіб визначення границі небезпечної зони у разі аварійного обриву стропу будівельного вантажу; спосіб базується на унаочненні результату коливальних рухів чотириланкового маятника.

Постановка проблеми. Зростаючі навантаження на підйомно-транспортне устаткування будівельної галузі при дефіциті кваліфікованих кадрів і ремонтної бази змушують власників підйомних кранів експлуатувати їх «на відмову», що приводить до аварій, обумовлених технічними причинами. Значна кількість аварійних випадків на вантажопідйомних кранах відбуваються через порушення схем стропування вантажів або руйнування гака (рис. 1) [1].

Тому актуальною є проблема оцінки наслідків аварії, яка пов'язана з обривом стропів при експлуатації крюкових підвісок вантажопідйомних машин. У цьому напрямі доцільними будуть дослідження, спрямовані на передбачення віртуальних коливань канатних стропів і вантажу при можливому аварійному обриві стропу, здійснені на основі геометричного моделювання коливань n -ланкового маятника.

Огляд літературних джерел. В літературі докладно описано випадки дво-ланкового та три-ланкового маятників [2, 3]. Відомі результати складання системи диференціальних рівнянь для опису руху ланок маятників для довільних значень n [4]. Але для розв'язання у замкнутому вигляді таких систем диференціальних рівнянь часто бракує обчислювальних ресурсів комп'ютерів. Внаслідок цього застосовують різного роду інтерактивні інструменти для моделювання, імітації й аналізу динамічних систем (наприклад, MatLab Simulink). Вони мають деякі недоліки при розробці високоточних моделей динамічних систем із великою кількістю диференціальних рівнянь, особливо коли важлива швидкість їхнього виконання. Крім того існують обмеження на величини кутів відхилень ланок маятників. Тому доцільним буде дослідження коливань n -ланкового маятника, який базується на розв'язанні системи диференціальних рівнянь стосовно узагальнених координат маятника – тобто кутів, утворених з вертикалями відповідними ланками маятника.



Рис. 1.
Вихід стропу із гака
крана КС- 6476

Постановка завдання. Розробити спосіб унаочнення схеми переміщення вантажу і строп при аварійному обриві одного стропа на моделі коливання чотириланкового маятника, який базується на розв'язанні системи диференціальних рівнянь стосовно узагальнених координат маятника - кутів, утвореними відповідними ланками з вертикалями. Тертя руху відсутнє.

Основна частина. В роботах [4 - 6] наведено спосіб складання рівнянь руху елементів багатоланкового маятника. Вважатимемо, що n -ланковий маятник складається з невагомих нерозтяжних стержнів довжин L_i ($i = 1..n$), шарнірно сполучених між собою прикінцевими вузловими точками, на яких закріплено кульки з масами m_i ($i = 1..n$). Узагальненими координатами обирають кути q_i ($i=1..n$), утворені відповідними ланками з вертикалями (рис. 1).

Опис коливання маятника за умови відсутності дисипативних сил виконується на основі диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial}{\partial q'_i} L \right) - \frac{\partial}{\partial q'_i} (L) = 0, \quad (i = 1..n), \quad (1)$$

де $L = T - V$ - лагранжіан; T - кінетична енергія системи; V - потенціальна енергія системи; q - i -та узагальнена координата (кут між вертикаллю і ланкою); $q'_i = \frac{d}{dt} q_i$.

Вираз для обчислення кінетичної енергії ($n = 4$) одержано у вигляді:

$$\begin{aligned} eT := & \frac{1}{2} m_1 L_1^2 \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right)^2 + \left(\cos(q_2(t) - q_1(t)) L_2 L_1 \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right) \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right) \right. \\ & + \frac{1}{2} L_2^2 \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right)^2 + \left. \frac{1}{2} L_1^2 \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right)^2 \right) m_2 + \left(\frac{1}{2} L_1^2 \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right)^2 + \right. \\ & \left(\cos(q_2(t) - q_1(t)) L_2 L_1 \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right) + \cos(q_3(t) - q_1(t)) L_3 L_1 \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right) \right) \\ & \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right) + \frac{1}{2} L_2^2 \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right)^2 + \cos(q_3(t) - q_2(t)) L_3 L_2 \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right) \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right) \\ & + \left. \frac{1}{2} L_3^2 \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right)^2 \right) m_3 + \left(\frac{1}{2} L_1^2 \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right)^2 + \right. \\ & \cos(q_2(t) - q_1(t)) L_2 L_1 \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right) + \cos(q_3(t) - q_1(t)) L_3 L_1 \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right) \\ & + \cos(q_4(t) - q_1(t)) L_4 L_1 \left(\frac{d}{dt} q_4(t) \right) \left(\frac{d}{dt} q_1(t) \right) + \frac{1}{2} L_2^2 \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right)^2 + \\ & \left(\cos(q_3(t) - q_2(t)) L_3 L_2 \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right) + \cos(q_4(t) - q_2(t)) L_4 L_2 \left(\frac{d}{dt} q_4(t) \right) \right) \\ & \left(\frac{d}{dt} q_2(t) \right) + \frac{1}{2} L_4^2 \left(\frac{d}{dt} q_4(t) \right)^2 + \cos(-q_4(t) + q_3(t)) L_4 L_3 \left(\frac{d}{dt} q_4(t) \right) \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right) \\ & + \left. \frac{1}{2} L_3^2 \left(\frac{d}{dt} q_3(t) \right)^2 \right) m_4 \end{aligned} \quad (2)$$

Вираз для обчислення потенціальної енергії ($n = 4$) одержано у вигляді:

$$\begin{aligned}
eV := & (((1 - \cos(q_1(t))) m_1 + (1 - \cos(q_1(t))) m_2 + (1 - \cos(q_1(t))) m_3 \\
& + (1 - \cos(q_1(t))) m_4) L_1 \\
& + ((1 - \cos(q_2(t))) m_2 + (1 - \cos(q_2(t))) m_3 + (1 - \cos(q_2(t))) m_4) L_2 \\
& + ((1 - \cos(q_3(t))) m_3 + (1 - \cos(q_3(t))) m_4) L_3 + (-\cos(q_4(t)) + 1) m_4 L_4) g
\end{aligned} \quad (3)$$

За допомогою рівнянь Лагранжа другого роду (1) опис руху чотириланкового маятника можна одержати у вигляді системи з чотирьох диференціальних рівнянь. Засобами Maple зазначену систему рівнянь було розв'язано наближено. За основу взято алгоритм і програму, наведені у роботах [5, 6]. У коректності одержаного розв'язку можна пересвідчитись шляхом проведення низки комп'ютерних експериментів з використанням розробленої програми побудови анімаційних зображень схеми коливального руху маятника, де навіть незначна похибка обчислень має вплинути на цілісність сприймання унаочнених коливань.

Для виконання програми необхідно підготувати такі початкові дані:

- вектор довжин елементів маятника: $\mathbf{L} = \{L_1, L_2, L_3, L_4\}$;
- вектор значень мас кульок: $\mathbf{m} = \{m_1, m_2, m_3, m_4\}$;
- вектор початкових кутів відхилень: $\mathbf{q} = \{q_1, q_2, q_3, q_4\}$.

Спочатку здійснюється розв'язання системи чотирьох диференціальних рівнянь стосовно чотирьох функцій $q_1(t)$, $q_2(t)$, $q_3(t)$ і $q_4(t)$ з початковими умовами - вектором початкових кутів відхилень $\mathbf{q}$.

Початкові значення похідних обрано нульовими.

В результаті розв'язання системи рівнянь засобами пакету Maple визначаються чотири функції (та ще додатково обчислюються їх похідні $q'_1(t)$, $q'_2(t)$, $q'_3(t)$ і $q'_4(t)$). Далі виконується побудова анімаційної схеми руху чотириланкового маятника у графічному файлі. Взаємне «накладення» анімаційних зображень унаочнює конфігурацію амплітуд коливань всіх елементів чотириланкового маятника. Крім того, за одержаною інформацією можливо побудувати зображення чотирьох фазових портретів у системах координат $\{q_i(t), q'_i(t)\}$ ($i=1..4$).

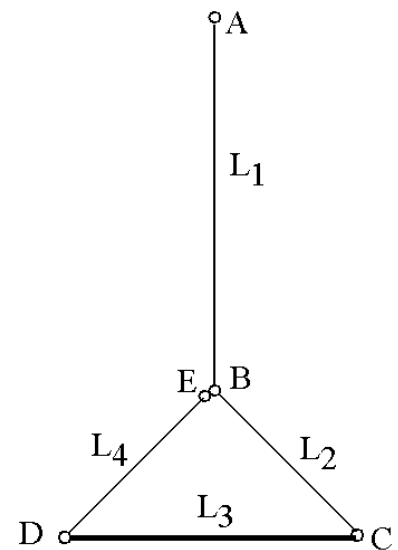


Рис. 2. Схема зв'язки стропів і вантажу

Розглянемо випадок схеми з'єднання стропів і вантажу, зображену на рис. 2 (розміри в умовних одиницях). Нехай після аварії точка E від'єдналася від точки B і чотириланкова маятникова система відрізків почала рухатися у полі тяжіння. Тобто складеться ситуація, подібна коливанню чотириланкового маятника з прикінцевою точкою E і з вектором початкових кутів

$$\theta \equiv \{0, \pi/2 - \alpha, -\pi/2, \pi - \alpha\}, \text{ де } \alpha = \arccos\left(\frac{L_3}{2L_2}\right).$$

Варіант 1. Довжина основної підвіски 7 одиниць: $\mathbf{L} = \{7, 2, 3, 2\}$. На рис. 3 зображено сліди переміщення ланок маятника в процесі коливань залежно від ваги вантажу при $\mathbf{m} = \{1, 1, 150, 1\}$ і $\mathbf{m} = \{1, 1, 1000, 1\}$.

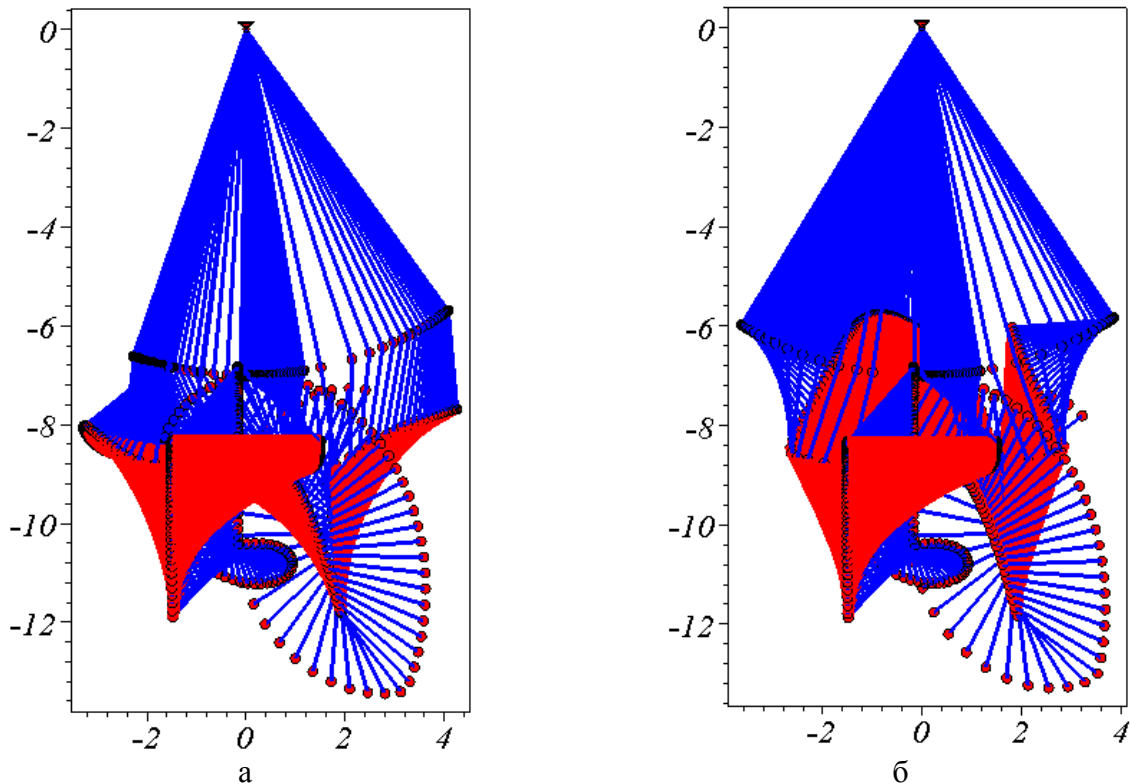


Рис. 3. Сліди переміщення ланок маятника варіанту 1 залежно від ваги вантажу: а - $\mathbf{m} = \{1, 1, 150, 1\}$; б - $\mathbf{m} = \{1, 1, 1000, 1\}$

Варіант 2. Довжина основної підвіски 3 одиниці: $\mathbf{L} = \{3, 2, 3, 2\}$. На рис. 4 зображено сліди переміщення ланок маятника в процесі коливань залежно від ваги вантажу при $\mathbf{m} = \{1, 1, 150, 1\}$ і $\mathbf{m} = \{1, 1, 1000, 1\}$.

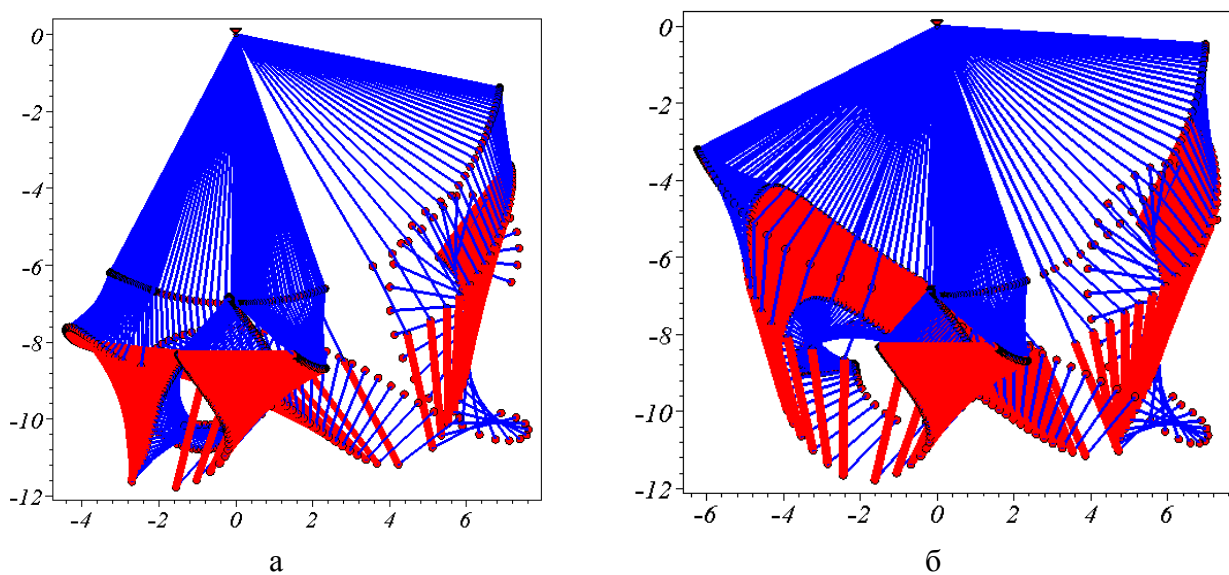


Рис. 4. Сліди переміщення ланок маятника варіанту 2 залежно від ваги вантажу: а - $\mathbf{m} = \{1, 1, 150, 1\}$; б - $\mathbf{m} = \{1, 1, 1000, 1\}$

Варіант 3. Довжина основної підвіски 7 одиниць: $\mathbf{L} = \{7, 2, 3, 2\}$. На рис. 3 зображено сліди переміщення ланок маятника в процесі коливань залежно від ваги вантажу при $\mathbf{m} = \{1, 1, 2000, 1\}$ і $\mathbf{m} = \{1, 1, 5000, 1\}$.

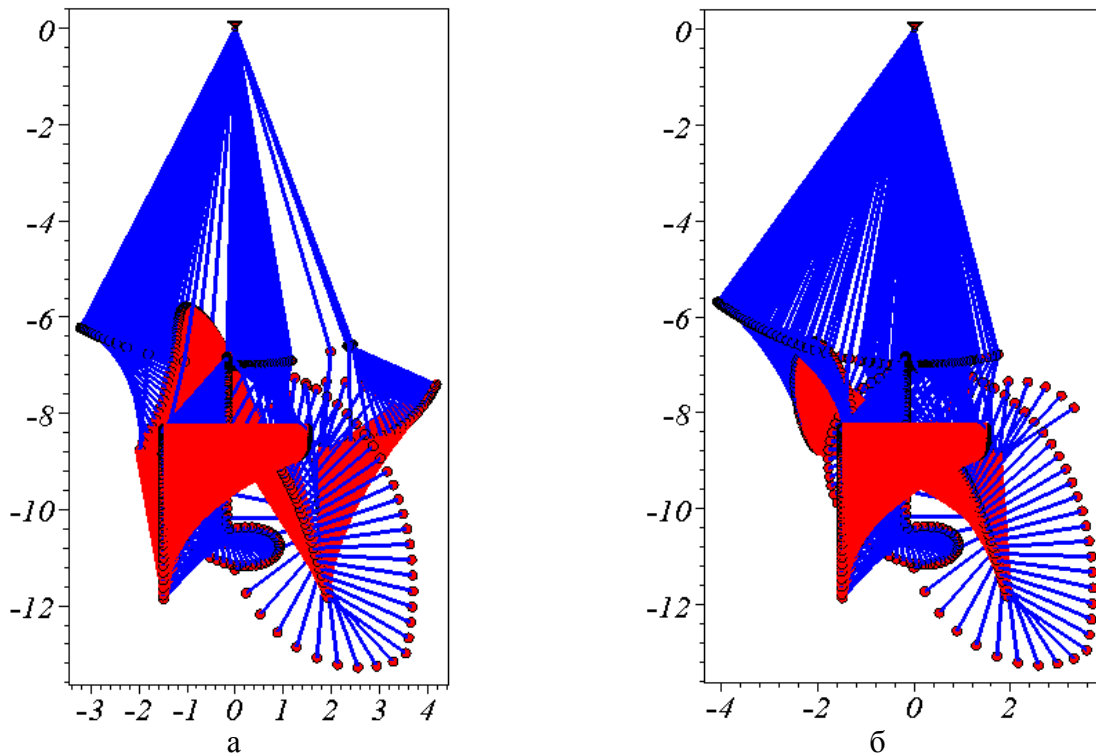


Рис. 5. Сліди переміщення ланок маятника варіанту 3 залежно від ваги вантажу: а - $\mathbf{m} = \{1, 1, 2000, 1\}$; б - $\mathbf{m} = \{1, 1, 5000, 1\}$

Варіант 4. Довжина основної підвіски 3 одиниці: $\mathbf{L} = \{3, 2, 3, 2\}$. На рис. 4 зображено сліди переміщення ланок маятника в процесі коливань залежно від ваги вантажу при $\mathbf{m} = \{1, 1, 2000, 1\}$ і $\mathbf{m} = \{1, 1, 5000, 1\}$.

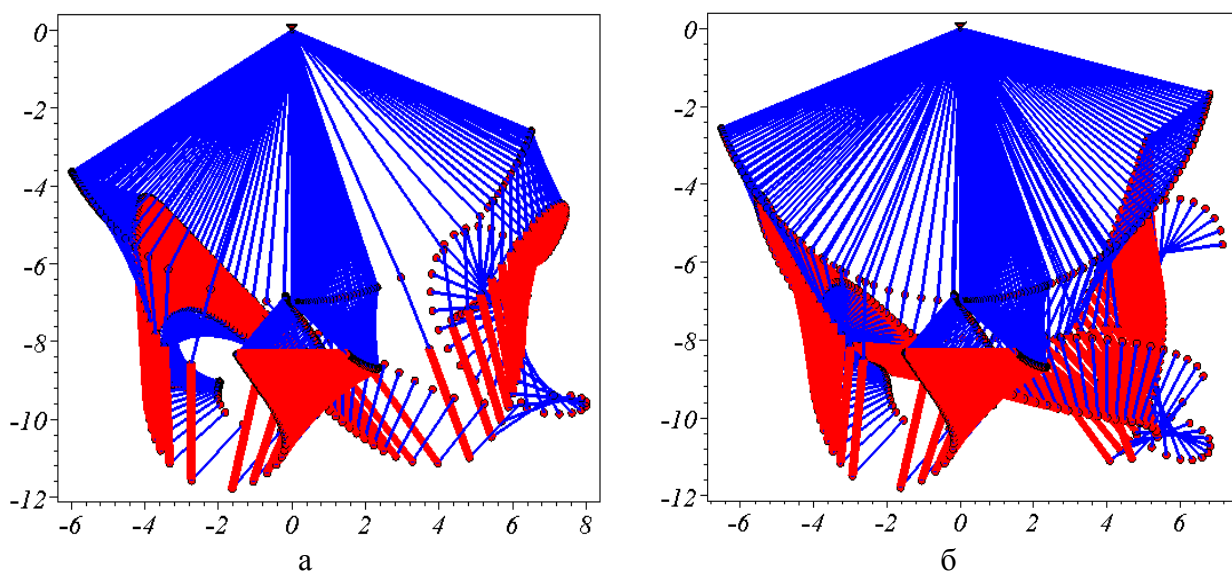


Рис. 6. Сліди переміщення ланок маятника варіанту 4 залежно від ваги вантажу: а - $\mathbf{m} = \{1, 1, 2000, 1\}$; б - $\mathbf{m} = \{1, 1, 5000, 1\}$

Зазначимо, що у випадках організації безпечного виробництва такелажних робіт одержані зображення можна переглядати як анімаційні фільми. Подальші дослідження будуть спрямовані на обґрунтування правильного визначення геометричних параметрів робочої зони, де мають безпечно виконуватися роботи за допомогою вантажо-підйомних машин і механізмів.

Висновок. Одержані результати дозволяють визначати границі небезпечної зони у разі аварійного відриву зачалої стропом будівельної конструкції, а також з урахуванням обриву елементів самої конструкції.

Література

1. *Котельников В.С.* Комментарий к правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов / *В.С.Котельников, Н.А.Шишков* – Москва: МЦФЭР, 2007. – 720 с.
2. *Gmiterko A, Grossman M.* An n-link inverted pendulum modeling. *Acta Mechanica Slovaca*, #13(3), 2009, p. 22-29
3. *Gmiterko A, Grossman M.* N-link Inverted Pendulum Modeling. Доступ <http://www.springerlink.com/content/j9061265h24118p0/>
4. *Lam S., and Davison E.J.* The Real Stabilizability Radius of the Multi-Link Inverted Pendulum. *Proceedings of the 2006 American Control Conference Minneapolis, Minnesota, USA, June 14-16, 2006*, p. 1814-1819
5. *Куценко Л.М.* Геометричне моделювання коливань багатоланкових маятників / *Л.М.Куценко, І.Ю.Адашевська* – Харків: «НТМТ», 2008. – 176 с.
6. *Куценко Л.М.* Опис руху *N*-ланкового маятника за допомогою операторів системи Maple / *Л.М.Куценко, Р.М. Колочавін* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2012. – Вип. 90. – С. 166-172.

Аннотация

Разработан способ определения границы опасной зоны в случае аварийного обрыва стропа строительного груза; способ базируется на визуализации результата колебательных движений четырехзвенного маятника.

Annotation

The way of definition of border of a dangerous zone in case of emergency break of a montage ropes of construction freight is developed; the way is based on visualization of result of oscillating motions of a four-tier pendulum.

ИНЖЕНЕРНАЯ АРХИТЕКТОНИКА ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ФОНОВОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ОДЕССЫ 1820-1920 ГГ. В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОИНТЕГРАЦИИ

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

В статье рассматривается проблема энергосбережения существующих зданий фоновой исторической застройки г. Одессы построенных в конце XIX - начале XX ст. и вопрос термомодернизации, как вариант ее решения. Предложены конструктивные решения для проведения работ по утеплению наружных стен рассматриваемых зданий.

Постановка проблемы. Согласно постановлению Кабинета Министров Украины от 17.05.2012г. № 397, одним из приоритетных направлений инновационной деятельности отраслевого уровня на 2012-2016 гг. является проведение теплоснабжения жилых зданий и сооружений бюджетных учреждений [1]. Поэтому разработка энергоэффективных конструктивных решений является важной проблемой на пути к энергоинтеграции страны [2,3,4].

Проанализировав жилищный фонд г. Одессы было установлено, что застройка XIX-XXст. составляет около 54%, в связи с чем, проведение термомодернизации данного жилищного фонда является актуальным [5].

Анализ последних исследований и публикаций. В данной работе были рассмотрены исследования и публикации отечественных и зарубежных ученых, работающих в этом направлении: В.Н. Богословского, Ю.А. Матросова, Н.М. Гусева и др. В статье рассмотрены определенные вопросы на уровне предложения рекомендаций относительно выбора энергоэффективных конструктивных решений наружных стен зданий исторической фоновой застройки на примере города Одессы.

Целью статьи является определение путей повышения энергоэффективности конструкций зданий исторической фоновой застройки г.Одессы на основании предложенных конструктивных решений.

Для достижения цели были определены следующие задачи исследования: проанализировать объемно-планировочные и архитектурно-конструктивные решения зданий исторической застройки г. Одессы в период с 1820г. по 1920г; на основании выполненной классификации современных теплоизоляционных материалов и конструктивных решений, представленных на рынке Украины, предоставить рекомендации по проведению термомодернизации рассматриваемого жилищного фонда.

Основная часть. Жилой фонд г. Одессы составляет 43196 дома, из них больше половины строений построены в конце XIX - начале XX ст. [5]. Актуальность выполнения работ по доведению параметров жилых помещений зда-

ний старой застройки до нормативных значений основывается на исторической, культурной и материальной ценности, а также количестве зданий данной застройки.

Системное исследование проблемы энергосбережения возможно путем выполнения интегрированного анализа архитектурно-планировочных и конструктивных решений рассматриваемого жилищного фонда, который позволил выявить ряд характерных объемно-планировочных особенностей.

Основную часть фоновой исторической застройки представляют здания, по своему назначению используемые как доходные дома прямоугольной, П-образной или угловой конфигурацией в плане (рис. 1). По конструктивному решению - бескаркасные с продольными несущими стенами.

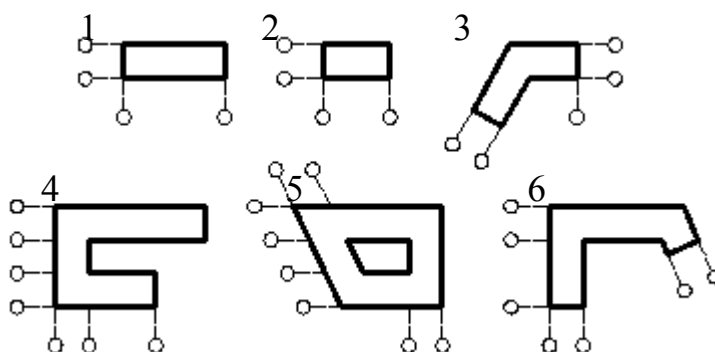


Рис.1.

Конфигурация планов зданий.

1 – прямоугольная; 2 – точечная; 3 – угловая; 4 – П-образная;
5 – замкнутая 6 – открытая.

Конструкции фундаментов - бутовые ленточные, перекрытия - по деревянным балкам, лестницы – по металлическим косоурам, форма крыш – односкатные, двускатные или ломаной конфигурации. Стены выполнены из местного строительного материала - пильного известняка Нерубайского, Карповского, Булдинского и других месторождений Одесской области. Плотность материала в пределах от 1200 до 1600 кг/м³. Для построек данного периода времени характерно изменение толщины стены по высоте здания от 600 до 1400мм.

Выполненный расчет сопротивления теплопередачи в зависимости от толщины стены и плотности материала показал, что при минимальном значении 1,76 (м²К)/Вт только материал с плотность 1200 кг/м³ и толщине стены от 700 до 1400мм удовлетворяет требованиям. Для стен из камня-ракушечника, обладающего большей плотностью необходимо проводить мероприятия по утеплению (рис.2).

Для выбора наиболее эффективных конструктивных решений, удовлетворяющих современным требованиям по энергосбережению в строительстве при реконструкции и реставрации, была выполнена классификация (рис.3) и проведен анализ существующих на строительном рынке Украины теплоизоляционных материалов, который показал, что наиболее востребованными и доступными являются: экструдированный пенополистирол, минеральная вата, пеностекло и теплоизоляционные штукатурные смеси. Сравнительный анализ свойств теплоизоляционных материалов по плотности и коэффициенту тепло-

проводности позволил определить наиболее эффективный материал в каждой из рассматриваемых групп.

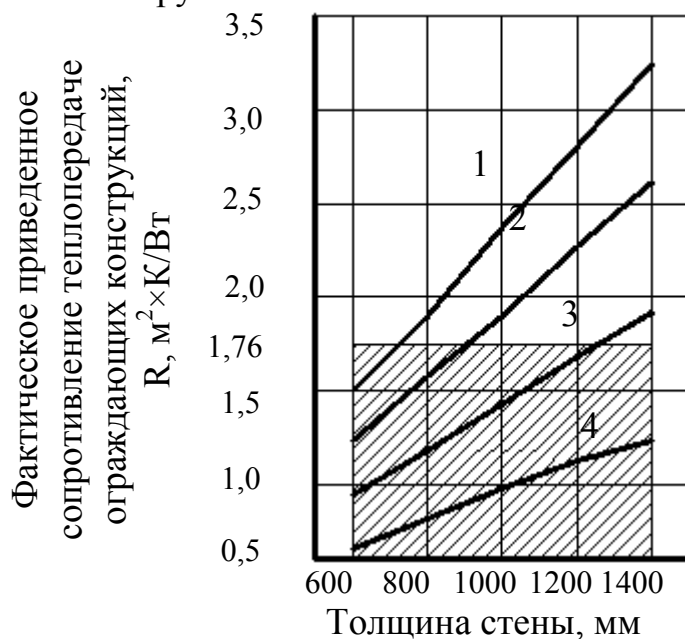


Рис. 2.

Зависимость расчетных значений сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции из камня известняка-ракушечника от толщины стены и плотности материала. 1 – плотность 1200 кг/м³, 2 – 1400 кг/м³, 3 – 1600 кг/м³, 4 – 2000 кг/м³, - значения, не удовлетворяющие требованиям ДБН.

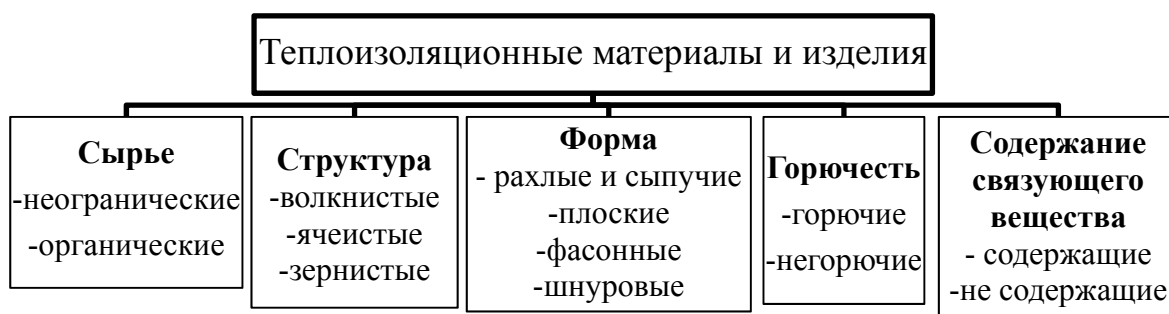


Рис.3.

Классификация теплоизоляционных материалов и изделий.

Однако, на энергоэффективность ограждающих конструкций оказывает влияние не только материал, но и способ его применения в конструкции. Тепловую изоляцию стен можно условно разделить на внутреннюю, наружную и утепление внутри стены, каждая из которых обладает своими достоинствами и недостатками.

Поставленная задача термомодернизации зданий фоновой исторической застройки с сохранностью внешнего облика здания возможна с применением внутренней теплоизоляции, которая может быть выполнена в виде: теплоизоляционной штукатурки, без вентилируемого зазора и с облицовкой ГКП. В случае проведения термомодернизации здания, фасад которого не обладает архитектурной ценностью, возможно устройство наружного утепления в виде плит из экструдированного пенополистирола и минераловатных плит.

Выводы. Проведенный анализ конструктивных решений зданий исторической фоновой застройки г. Одессы показал, что в качестве материалов стен зданий использован камень ракушечник с плотность 1200 - 1600 кг/ м³ с толщиной стен 600-1400мм, сопротивление теплопередачи таких стен не удовлетворяют современным требованиям предъявляемым к ограждающим конструкциям, при реконструкции и реставрации.

Выполненный анализ существующих на рынке Украины теплоизоляционных материалов и возможного их применения в конструкции утепления зданий определил, что термомодернизация зданий фоновой исторической застройки может быть проведена с применением внутренней теплоизоляции с использованием теплоизоляционной штукатурки и облицовки гипсокартонными комбинированными панелями и наружного утепления в виде плит из экструдированного пенополистирола и минераловатных плит.

Перспективы дальнейших исследований в этой области заключаются в проведении исследований экономической целесообразности выполнения работ по термомодернизации исторической фоновой застройки г. Одессы в условиях реконструкции и реставрации.

Литература

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2012-2016 роки» від 17 травня 2012р. № 397.
2. Галузева програма підвищення енергоефективності у будівництві на 2010 - 2014 роки [Електронний ресурс] : URL: <http://document.ua>
3. Комплексна державна програма енергозбереження України (1996 – 2010 року) [Електронний ресурс] : URL: www.uazakon.com.
4. Енергетична стратегія України на період до 2030 року// www.andrda.gov.ua
5. Управление ЖКХ и топливно-энергетического комплекса Одесского горсовета. Характеристика жилого фонда г. Одессы на 16.04.07 [Электронный ресурс] : URL: <http://www.odessa.ua/numbers/810>.

Annotation

The article deals with the problem of energy saving of historic buildings in Odessa. Alternative constructive solutions of thermo modernization are proposed.

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ» В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ.

ООО «МегаСтрой» Россия, г.Москва

В статье рассматривается вопрос о строительстве подземной части «жилого дома с нежилыми помещениям» в центральном округе г.Москвы, для наглядного подтверждения расположения объекта представлена карта. Представлены объективные проблемы строительства, материалы проиллюстрированы фотографиями объекта. Имеется фактический материал, позволяющий сравнивать проектные решения и практические результаты.

В крупных мегаполисах подземное строительство считается одним из самых перспективных направлений развития строительной деятельности. Особую актуальность приобрело строительство подземных сооружений нового поколения с использованием высоких технологий, одним из примеров, которых является технология производства работ «стена в грунте». Данная технология позволяет исключить риски, подходит для работы в неустойчивых, насыщенных водой грунтах, при высоком уровне подземных вод и стесненных условиях. Работать в котловане можно без водопонижения, даже если стена прорезает водоносные слои грунта. Это делает технологию «стена в грунте» особенно целесообразной при строительстве на большой глубине тоннелей, пешеходных переходов и прочих сооружений любой формы. [1]

Примером реализации данной технологии является строительство «жилого дома с нежилыми помещениями и подземной автостоянкой», по адресу: г. Москва, Б. Козихинский переулок д.25. [2]



Рис. 1

Объект на карте Москвы [3] 1-строящийся объект; 2-патриаршие пруды (150м);
3-садовое кольцо(250м); 4-красная площадь (3км)

Наш объект находился в историческом центре столицы, в 150м от Патриарших прудов и 25 минутах от Красной площади рис.1, такое местонахождение объекта резко ограничивало проезд специальной техники в рабочую зону.

Все необходимое надо было расположить на строительной площадке размером 15×43м, для этого строительная компания ООО «МегаСтрой» разработала ППР. Проект рис.2 был интересным и сложным в одно время, работы на объекте были проведены двумя видами технологии «стены в грунте»:

1. Траншейной - образуемой сплошной стеной из монолитного железобетона;
2. Свайной - образуемой из сплошного ряда буронабивных свай.

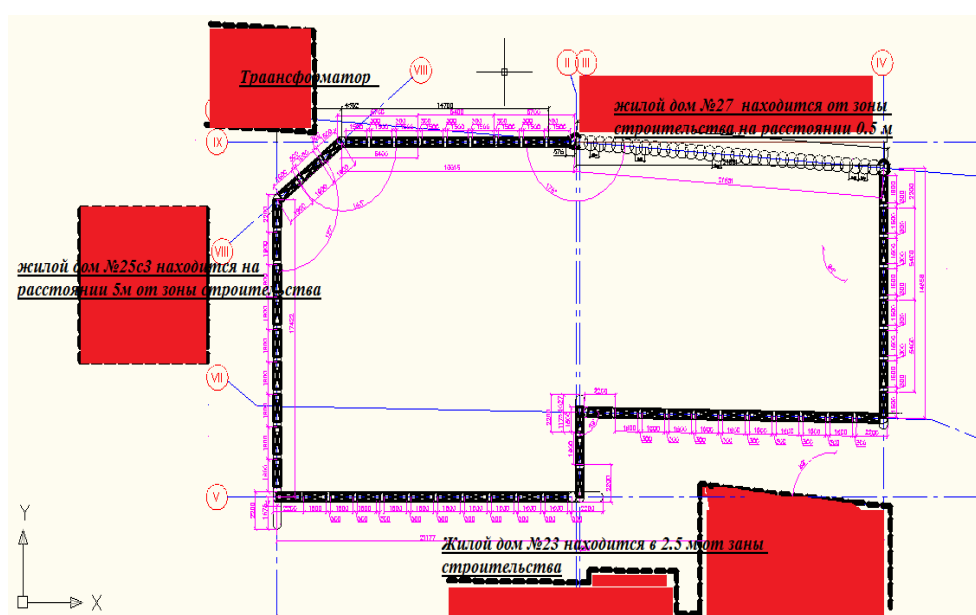


Рис.2.
План застройки [2]

В период подготовки к строительству, были решены следующие задачи:

- подобрана строительная техника - буровая и грейферная установки (компактные габаритные размеры и ее маневренность повлияли на выбор техники для строительства, использовались буровая «Bauer BG39», грейферная установка с плоским грейфером «Casagrande B125» и пневмоколесный кран «Kobelko25t»);
- определено местонахождение бытовых помещений и арматурного цеха (изготовление арматурных каркасов предусматривалось непосредственно на строительной площадке из-за отсутствия возможности транспортировки их с завода и негабаритных размеров конструкций);
- найдено место для отвала разработанного грунта.

Перенос инженерных сетей часто становится решающим вопросом строительства объекта, это связано со значительными дополнительными затратами и в нашем случае действующие подземные коммуникации

значительно осложнили строительство. Стены проектируемого здания по проекту пересекали два выхода теплосети, горячего и холодного водоснабжения, а также выход ливневой канализации. Неожиданностью стали, обнаруженные во время работ 9 силовых кабелей под напряжением, вместо одного по проекту, что срывало согласованные сроки строительства. Приступив работам, мы начали находить также «запасы военных времен» рис.3.

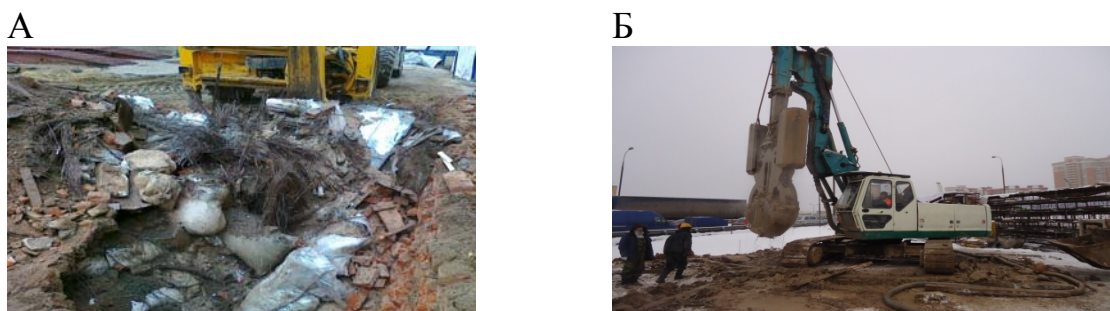


Рис.3.

А - «Наши находки», Б-фрагмент технологического процесса буровая установка Casagrande B125 (фото автора)

Нами было принято решение вначале разработать участок сплошным рядом буронабивных свай, для этого по проекту отводилось 67 дней, за этот период было запланировано разработать БНСх32, d 890mm и 62x b 600mm. Для бетонирования использовался бетон марки В25П4Ф200W8, который доставлялся на объект бетоновозами объемом 6-8м³, объемы представлены в табл.1.

Таблица 1

Данные продолжительности строительства и объемов материалов

Наименование работ	Кол-во захваток, ед.	Кол-во захваток, ед.	Сроки строительства, дни		V- бетона, м ³	
	d 890mm	b 600mm	проект	фактис.	проект	фактис.
Свайные (БНС) работы	32	-	15	23	384	384
Траншейные работы	-	62	67	183	900	900

Итого продолжительность работ на объекте составила: 206 дней

- подготовительный этап – дней 21день

- основной этап – 185 дней

- вывоз техники и основной базы –4 дня

На объекте работало: рабочих -11 человек, ИТР – 3 инженера.

На объекте имел место конфликт с жителями центра столицы, связанный с необходимостью проведения работ в вечерние часы. В Москве установлено время, разрешающее работы с 9.00 до 22.00 [4], а в связи с постоянными задержками в поставке бетона (из-за автомобильных пробок) завершать работы в положенные сроки не удавалось. Остановить работы по бетонированию, технологически было не возможно, несмотря на регламентирующее нас время[5,6], что еще более нагнетало ситуацию. Завершение работ на подземной части объекта было радостным известием для всех заинтересованных сторон.

Выводы

- строительство методом «стена в грунте» является актуальной и перспективной технологией в центрах городов с существующей плотной застройкой;

- передаваемые проекты, требуют доработки на объекте, так как строительство в исторических местах, часто преподносят «сюрпризы», сильно влияющие на продолжительность и сметную стоимость строительства;

- при строительстве в условиях крупнейших городов, появляются многочисленные субъективные проблемы социального характера, которые приходится решать подрядчикам с учетом индивидуальных особенностей объекта.

Литература

1. Инженерная геология: учебник для строит. спец. вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов.- 2е изд., перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 2002. -511с.
2. «НИИОСП им. Н.М. Герсевича» Ограждение котлована методом «стена в грунте» ООО «НИЦ «Строительство» Ограждающая СВГ стадия Р
3. <http://maps.yandex.ua/-/CVVJIL-5>
4. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Разд.VI. (Гигиенические требования к уровням шума, вибрации, ультразвука и инфразвука.) в ред. Изменений и дополнений №1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27.12.2010г № 175
5. СНиП 3.02.01-87 - Земляные сооружения, основания и фундаменты.
6. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции

Анотація

У статті розглядається питання будівництва підземної частини «житлового будинку з нежитловими приміщеннями» в центральному окрузі м.Москви, для наочного підтвердження розташування об'єкта представлена карта. Представленні об'єктивні проблеми будівництва, матеріали проілюстровані фотографіями об'єкта. В наявності є фактичний матеріал який дозволяє порівняти проектні рішення та практичні результати.

Annotation

The article considers the question of the construction of the underground part of the «residential house with a non-residential premises in the Central district of Moscow, for visual confirmation of the location of an object is a map. Presented the objective problems of the construction, the materials are illustrated with photographs of the object. There is a factual material, which allows to compare design solutions and practical results.

ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО ВИРІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ВИСОТНИХ ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Вимоги впровадження заходів енергозбереження і раціонального використання природних ресурсів в будівельній галузі викликають необхідність пошуку архітекторами нових прийомів та засобів, що дозволять забезпечити енергоефективність будівель та споруд. Особливо гостро це питання стоїть у висотному офісному будівництві в зв'язку із значними енерговитратами при експлуатації таких великих об'єктів, потребою створення та підтримання комфортних умов для роботи великої кількості людей. Все вищенаведене в купі з постійним зростанням ціни на енергоресурси та екологічним навантаженням, пов'язаним з викидами парникових газів будівлями, ще більше підсилює значення цієї проблеми. Саме тому швидкими темпами починає отримувати розповсюдження впровадження енергоефективних технологій у висотному будівництві.

Зазначені проблеми викликають інтерес у науковців та архітекторів практиків. Значну увагу приділено композиційним прийомам формоутворення висотних будинків в роботах Ковальського Л.М., Кузьміної Г.В., Ковальської Г.Л.[1], в дисертаційній роботі Чижмак Д.А. йдеться про необхідність забезпечення принципу ресурсоефективності при проектуванні екологічних висотних адміністративних будівель за рахунок впровадження у проект альтернативних джерел енергії, енергопасивних рішень, та повторного використання будівельних матеріалів [2]. Однак в вищезгаданих працях не поставлена задача виявлення конкретних об'ємно-планувальних прийомів для енергоефективного висотного будівництва. Тому це питання ще потребує детального вивчення та розкриття.

На практиці досить часто проектувальники намагаються забезпечити енергоефективність лише за допомогою інженерних засобів або зводять зусилля лише до економії енергоресурсів. Обидва шляхи вирішення проблеми є хибним, тому що в першому випадку ігнорується об'ємно-просторове та функціонально-планувальне вирішення, що призводить до нераціонального використання можливостей інженерних систем, а у другому випадку надмірна економія погіршує умови праці людей, спричиняє певні незручності та дискомфорт при перебуванні в приміщеннях будівлі. До того ж досвід проектування та будівництва свідчить про те, що механічне включення енергопасивних та енергоактивних заходів не дає оптимального результату, в зв'язку з тим, що при формуванні об'ємно-планувального вирішення енергоефективної будівлі необхідно враховувати функціонально-планувальні та об'ємно-просторові особливості які не притаманні будівлям в яких витратах енергії не приділяється достатньо уваги. Характерними прикладами

механічного включення «пасивних» заходів заощадження енергії таких як сонцезахист та світлорегулюючі засоби є проект конторської будівлі «Монтреал» в Сан-Паулу архітектора О. Німейера в якому елементи сонцезахисту не враховують орієнтацію світлових прорізів, що на думку Н.В. Оболенського спричиняє «...багаторазове відображення променистого тепла... Якби козирки були б відокремлені від фасаду, вони б були аеровані і віддавали накопичене тепло в навколишній простір» (рис 1) [3].



Рис. 1.

Конторська будівля «Монтреал» в Сан-Паулу. Арх. О. Німейер, 1954 р.

Складність вирішення задачі забезпечення енергоефективності полягає в тому, що не зменшуючи якість архітектурного вирішення будівлі необхідно інтегрувати в його структуру додаткову функцію та не порушити функціональні зв'язки притаманні даному типу будівель, а також не знизити естетичні якості архітектурно-художнього вирішення. Ця теза підтверджується словами з доповіді «Tall Buildings and Sustainability»: «Нові висотні будівлі повинні бути незабутніми за зовнішнім виглядом, а також ресурсоефективні та сприятливі до потреб людей. Вони повинні бути більш проникними для людей і більш оперативно реагувати на умови навколишнього середовища.» [4]. Таким чином можна зазначити, що інтегрування енергоефективних технологій в проектне рішення потребує модернізації підходу до розробки об'ємно-планувального вирішення висотних офісних будівель.

Аналіз практичного досвіду проектування та будівництва надав змогу виявити та охарактеризувати ряд прийомів створення архітектурно-просторової композиції енергоефективних висотних офісних будівель. До таких прийомів відносяться:

- *прийом центрального розташування комунікаційного ядра;*
- *прийом зміщення комунікаційного ядра;*
- *прийом винесення комунікаційного ядра;*
- *прийом блокування рівнозначних об'ємів.*

Різноманіття прийомів дає змогу створювати оригінальні, якісні проектні рішення, що дозволяють забезпечити енергоефективність будівлі, не порушуючи основних функціональних зв'язків, що притаманні висотним офісним будівлям. Крім того, такі прийоми є одними з основних інструментів створення архітектурно-художньої виразності енергоефективних висотних офісних будівель. В залежності від особливостей конфігурації плану будівлі (компактна або видовжена), а також наявності або відсутності атриуму застосування вищенаведених прийомів відбувається в різний спосіб (рис 2).

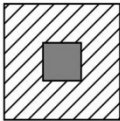
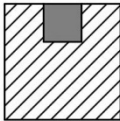
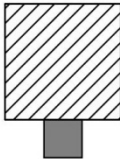
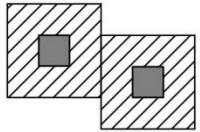
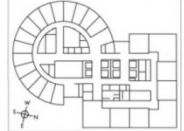
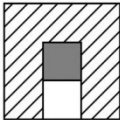
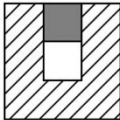
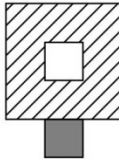
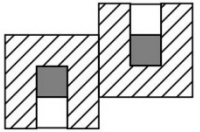
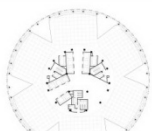
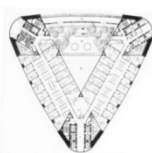
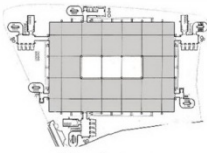
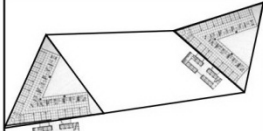
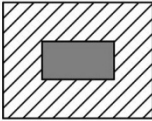
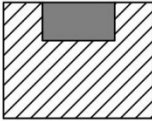
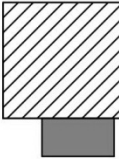
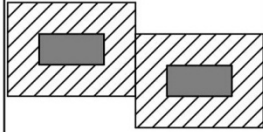
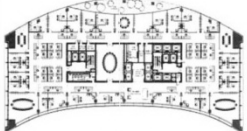
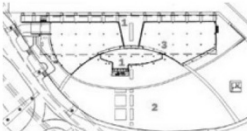
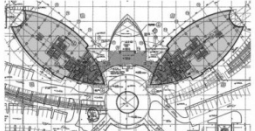
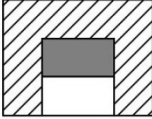
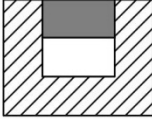
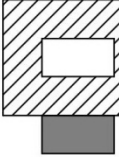
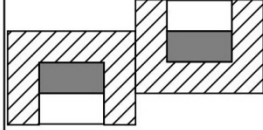
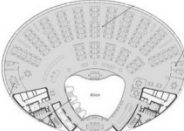
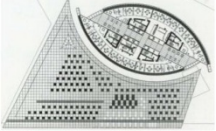
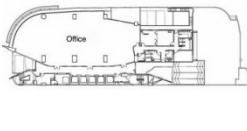
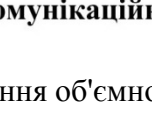
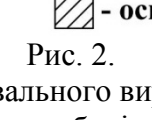
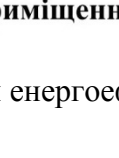
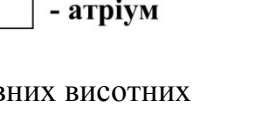
Для того, щоб оптимізувати роботу енергозберігаючих та енергоефективних систем будівлі, як то наприклад системи опалення та вентиляції, освітлення, кондиціювання, водопостачання та водовідведення, необхідно розробити об'ємно-планувальне рішення енергоефективної висотної офісної будівлі таким чином, щоб оптимізувати роботу вищезгаданих систем, звести до мінімуму їх енерговитратність, та, у разі можливості, використовувати «пасивні» прийоми забезпечення оптимальних мікрокліматичних параметрів. Зважаючи на те, що проектування енергоефективних будівель має відбуватись в індивідуальний спосіб відповідно до конкретної містобудівної ситуації, кліматичних умов місцевості та впливу інших чинників у кожному окремому випадку доцільно використовувати відповідні прийоми, що дозволять забезпечити енергоефективність висотної офісної будівлі.

Разом з прийомами, що дозволяють сформувати цілісне об'ємно-планувальне рішення енергоефективних висотних офісних будівель необхідно виділити ряд характерних прийомів, що дозволяють вирішити задачу забезпечення енергоефективності у висотному офісному будівництві. Ці прийоми можна поділити на дві основні групи:

- *Архітектурно-планувальні прийоми, що дозволяють зменшити навантаження на інженерні системи будівлі.*
- *Архітектурно-планувальні прийоми, що дозволяють збільшити ККД енергоактивного обладнання.*

Перша група прийомів забезпечує оптимальне використання будівлею умов зовнішнього середовища та дозволяє максимально заощаджувати ресурси та енергію за рахунок «пасивних» засобів енергозбереження та дозволяє вирішити такі завдання як забезпечення природної вентиляції, обігріву приміщення, зниження тепловитрат, природне освітлення, інсоляція, очищення повітря в приміщенні. до цієї групи прийомів відносяться:

- *Використання системи подвійних фасадів;*
- *Вентиляція через атриум;*

Компактна конфігурація плану			Прийом центрального розташування комунікаційного ядра	Прийом зміщення комунікаційного ядра	Прийом винесення комунікаційного ядра	Прийом блокування рівнозначних об'ємів
			Без атриуму Схема 			
Видовжена конфігурація плану	Без атриуму	Приклад	 Bank of America Tower Нью-Йорк, США	 Hearst Tower, Нью-Йорк, США	 RWE-Turm Ессен, Німеччина	 Main Tower Франкфурт, Німеччина
		Схема				
	З атриумом	Приклад	 30 St Mary Axe Building Лондон, Англія	 Commerzbank Tower Франкфурт, Німеччина	 Lloyds tower Лондон, Англія	 Vietin Bank Business Centre Ханой, В'єтнам
		Схема				
Видовжена конфігурація плану	Без атриуму	Приклад	 Pearl River Tower Гуанчжоу, Китай	 Menara TA1 Куала-Лумпур, Малайзія	 Edificio Malecón Буенос-Айрес, Аргентина	 Bahrain world trade center Манама, Бахрейн
		Схема				
	З атриумом	Приклад	 1 Bligh St. Сідней, Австралія	 Deutsche Post Tower Франкфурт, Німеччина	 Menara UMNO Пулау Піанг, Малайзія	 Manitoba Hydro Place Манітоба, Канада
		Схема				

 - комунікаційне ядро
  - основні приміщення
  - атриум

Рис. 2.

Прийоми формування об'ємно-планувального вирішення енергоефективних висотних офісних будівель

- *Забір повітря в екологічному середовищі;*
- *Використання термальних лабіринтів;*
- *Збільшення природного освітлення за допомогою оптимізації форми плану;*
- *Збільшення природного освітлення за допомогою ефективного функціонального зонування;*
- *Збільшення природного освітлення за допомогою атріуму;*
- *Збільшення природного освітлення за допомогою зменшення північної сторони фасаду.*

Прийоми, що належать до другої групи дозволяють покращити роботу енергоактивного обладнання за рахунок адаптації об'ємно-планувального вирішення під вимоги роботи енергоактивного обладнання. Окремо необхідно виділити прийоми, що забезпечують роботу вітрогенераторів в структурі енергоефективних офісних будівель, сонячних батарей, системи збору дощової води. Крім того вони дозволяють створити архітектурну виразність будівлі та підкреслити соціальну значущість забезпечення енергоефективності. Для вдалого розміщення вітрогенераторів в структурі висотної офісної будівлі можуть бути використані такі прийоми:

- *Розташування вітрогенераторів між основними об'ємами будівлі;*
- *Розташування вітрогенераторів зверху будівлі;*
- *Розташування вітрогенератора в центрі будівлі;*
- *Розташування вітрогенератора поряд з будівлею в структурі генерального плану.*

Прийоми розташування сонячних батарей:

- *Розташування батарей на фасаді будівлі (в тому числі в якості елементів опорядження);*
- *На даху будівлі;*
- *Поряд, в структурі генерального плану будівлі;*

Системи збору дощової води можна також розташовувати:

- *На даху будівлі;*
- *В структурі фасаду будівлі.*

Таким чином можна зробити висновок, що лише комплексний підхід з правильним вибором архітектурно-просторової композиції будівлі, прийомів формування об'ємно-планувального вирішення та синергетичне поєднання архітектурно-планувальних прийомів, що дозволяють зменшити навантаження на інженерні системи будівлі і архітектурно-планувальних прийомів, що дозволяють збільшити ККД енергоактивного обладнання дають можливість розробити вдале проектне рішення енергоефективної висотної офісної будівлі. Також слід відмітити, що оскільки енергоефективні висотні офісні будівлі є унікальними об'єктами, що пов'язано з необхідністю максимально враховувати умови в яких пропонується такий об'єкт розташовувати, у кожному окремому випадку вибір та групування запропонованих прийомів має відбуватись в індивідуальний спосіб.

Література

1. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування висотних будинків. Навчальний посібник / За загальною редакцією Л.М. Ковальського. – К.: КНУБА, 2010. – 123 с.
2. Чижмак Д.А. Принципи архітектурно-планувальної організації екологічних висотних адміністративних будівель: дис... канд. арх.: 18.00.02/ Чижмак Д.А. – К. : КНУБА, 2012. - 213с.
3. Оболенский Н. В. Архитектура и солнце.- М.: Стройиздат, 1988.- 207с
4. Tall Buildings and Sustainability. Report / [Will Pank, Maunsell Ltd Herbert Girardet, Urban Futures Greg Cox, Oscar Faber Ltd].- London: Corporation of London, 2002 – 66 с. – (Economic Development Office Corporation of London)

Аннотация

В статье рассматривается ряд приемов формирования объемно-пространственного решения энергоэффективных высотных офисных зданий. Выявлены и систематизированы ключевые приемы формирования архитектурно-пространственной композиции, архитектурно-планировочные приемы позволяющие уменьшить нагрузку на инженерные системы зданий и архитектурно-планировочные приемы позволяющие увеличить КПД энергоактивного оборудования.

Annotation

In the article discusses a number of methods of formation of three-dimensional solution of energy-efficient high-rise office buildings. Identified and systematized methods of formation of key architectural and spatial composition, architectural and planning techniques that reduce the load on the engineering systems of buildings, architectural and planning techniques that improve the efficiency energy activity equipment.

РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ РЕСУРСО-, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

*Харківський національний університет міського господарства
ім. О. М. Бекетова, Україна*

У статті розглянуто шляхи вирівнювання графіка навантаження об'єднаної енергосистеми України. Представлено один з ефективних напрямків регулювання графіка навантаження за допомогою споживачів-регуляторів. Рекомендовано як споживачів-регуляторів використовувати електроустановки для нагріву води електроенергією в побутовому секторі.

Вступ. Відмінною особливістю електричної енергії (ЕЕ) є нерозривність процесів виробництва, розподілу та споживання електроенергії. Виходячи з того, що ЕЕ використовується різними по режиму роботи приймачами режим виробництва та споживання ЕЕ характеризується крайньою нерівномірністю.

На даному етапі покриття дефіциту ЕЕ стає актуальною проблемою, яка вирішується в рамках концепцій енергозбереження. Мотивом до активного пошуку енергозберігаючих технологій є постійно зростаюче підвищення собівартості ЕЕ і погіршення екологічної ситуації.

Починаючи з 1986-1987 рр., цікавість щодо проблеми використання споживачів-регуляторів (СР) в якості ефективного засобу вирівнювання графіка навантаження (ГН) істотно зростає і до сьогодні не слабшає. Це пов'язано з постійно зростаючою нерівномірністю ГН електроспоживання, дефіцитом маневрених потужностей і, як наслідок, необхідністю подальших досліджень перспективних напрямків і засобів регулювання режимів електроспоживання.

У [1] приводяться шляхи стимулювання електроспоживання в години мінімального навантаження енергосистеми за рахунок залучення СР та застосування багатотарифних електролічильників.

Завданням дослідження є підвищення ефективності використання ЕЕ шляхом оптимізації режимів роботи електроспоживання на протязі доби із застосуванням СР.

Основна частина. Витрати на виробництво, передачу і розподіл електроенергії залежать від графіка споживання. Чим нерівномірніше споживання, тим вони більші. Перед енергосистемою виникає проблема покриття піків електричних навантажень, а також забезпечення економічного режиму роботи агрегатів в години нічних провалів. Крім покриття дефіциту потужності вирівнювання графіків навантажень енергосистем приводить до зменшення втрат електроенергії і напруги в мережах, а також питомих витрат палива на виробництво електроенергії.

Регулювання режимів електроспоживання здійснюється у міжсистемних, регіональних та локальних масштабах. У ньому беруть участь споживачі ЕЕ з встановленими потужностями - від декількох кіловат до десятків мегават.

Управління режимами електроспоживання проводиться на всіх щаблях ієрархічної структури об'єднаної енергосистеми (ОЕС) країни. Йдеться про пряме регулюванні навантаження, яке здійснюється шляхом відключення електроспоживачів в години максимуму навантажень енергосистеми. Метою є зниження максимуму навантаження в найбільш відповідальні години максимумів, що частково може бути досягнуто зсувом у часі включення потужних електроприймачів. Результатом регулювання навантажень є, з енергетичної точки зору, часткова компенсація відсутнього обертового резерву в енергосистемі (ЕС), а з економічної точки зору - зниження постійних і змінних витрат на ЕЕ.

Особливого значення набувають такі шляхи вирішення проблеми покриття дефіциту потужності і ЕЕ, як використання нетрадиційних джерел енергії та енергозберігаючого обладнання, спрямованого на поліпшення добових ГН.

У зв'язку з постійним збільшенням електроспоживання в побуті, комунальному та сільському господарстві, на електротранспорті, тобто зростанням частки споживачів з різко вираженим піковим характером попиту на ЕЕ, спостерігається істотна нерівномірність графіків електричних навантажень [2]. Це породжує необхідність вирішення завдань управління електроспоживанням. Графіки навантажень ОЕС мають два яскраво виражених добових максимуму (ранковий і вечірній) з низьким коефіцієнтом заповнення. Основні заходи з ущільнення ГН включають в себе:

- Підвищення маневреності існуючих електростанцій;
- Зняття піку ГН і перенесення вивільненої при цьому частини енергії в нічний провал (для виробництв з циклічним характером роботи);
- Розосередження в часі процесів включення і відключення електроприймачів;
- Обґрунтоване використання енергії в години нічного провалу (з урахуванням пропускнуої здатності існуючих електричних мереж);
- Створення спеціальних енергоємних СР і накопичувачів енергії.

Регулювання добових графіків навантажень за допомогою споживачів-регуляторів приводить до зниження:

- нерівномірності графіків навантажень енергосистеми;
- втрат активної потужності й електроенергії в мережах;
- втрат напруги в мережах і її відхилення від номінального значення на зажимах електроприймачів протягом доби;
- витрат на оплату електроенергії.

У масштабах ЕС досягається значний енергозберігаючий ефект від вирівнювання ГН за рахунок формування систем СР.

Системою СР названа сукупність керованих заходів щодо використання споживання ЕЕ в години провалів графіків навантаження з метою досягнення значної економії енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів. Така система може включати у себе споживачів ЕЕ, що відносяться до даного регіону, промислового, сільськогосподарського і комунально-побутового призначення за умови, що споживачі, які відключаються, не належать до 1-ої категорії по

надійності електроспоживання і дотримуються обмеження по реальній пропускній здатності електромережі.

На будь-якій стадії і практично у будь-якій галузі народного господарства існують широкі можливості для використання СР. Це можуть бути окремі електроустановки або групи електроагрегатів, приєднаних до одного розподільчого пункту (підстанції).

Стимулом для розширення області ефективного регулювання режимів електроспоживання може виступити система СР електричного навантаження у зв'язку з трьохставочним тарифом на ЕЕ, який передбачає підвищену плату за 1 кВт заявленої потужності в години піку та зменшену плату у години провалу споживання. За умовами тарифного стимулювання вигідно оптимізувати ГН шляхом перенесення максимуму навантаження ЕС в зону нічних провалів.

Споживачі-регулятори являють собою споживачів електроенергії, які допускають зміну електроспоживання з технічних умов виробництва з урахуванням обмежень, що накладаються енергосистемою. В якості СР використовуються енергоємні і високоавтоматизовані електроприймачі чи групи електроприймачів, приєднаних до одного вимикача, завдяки чому забезпечується істотне зниження піків навантаження.

Споживачі-регулятори можна використовувати як самостійні електроустановки або у складі комплексів СР. Це можуть бути як потужні промислові електроприймачі, так і розосереджені комунально-побутові і сільськогосподарські споживачі широкого діапазону встановлених потужностей.

За характером перетворення енергетичних ресурсів можна виділити 4 стадії (рівня) енергетичного господарства країни:

1) Видобуток (виробництво) природних енергетичних ресурсів (вугілля, нафти, газу, сланців, ядерного пального, гідроенергії і т.д.);

2) Облагородження (сортування, збагачення, брикетування) і переробка (газифікація, коксування) природних енергетичних ресурсів на нафто-і газопереробних, гірничозбагачувальних підприємствах і т.д.;

3) Перетворення одних видів енергії (енергоресурсів) в інші, зокрема, виробництво ЕЕ, пари, гарячої води (ТЕЦ, КЕЦ, АЕС, ГЕС, ГАЕС та інші електростанції, а також котельні);

4) Кінцеве використання енергетичних ресурсів для виробництва усіх видів неенергетичної продукції, роботи транспорту, надання побутових послуг населенню (електродвигуни, освітлювальні прилади, силові установки з механічним приводом, промислові печі, сільськогосподарські і комунально-побутові навантаження).

Енергія, вироблена на електростанціях у формі електрики, пари та гарячої води, споживається на цих же станціях установками власних потреб. У цьому випадку вирішальне значення набуває використання в якості СР акумуляційних електрокотелень (АЕК) і електрокотлів на ТЕЦ, використання ЕЕ і тепла на АЕС, ЕЕ на ГАЕС.

Електрична енергія споживається численними і різноманітними споживачами на стадії кінцевого використання. Ці споживачі включають до

себе і комунально-побутове навантаження. СР споживають ЕЕ, а виробляють ту продукцію, яка потрібна в цілому.

На ефективність вирівнювання ГН істотний вплив здійснює спосіб підключення СР. У загальному випадку глибина регулювання електроспоживання являє собою виражене у відсотках відношення встановлених потужностей СР, які відключаються у період максимуму навантаження, до номінальної потужності.

Єдино можливою глибиною регулювання для ЕС може бути 100%, тобто коли потужність СР виводиться повністю.

Технічні та оперативні засоби керування режимами роботи СР включають досить широкий арсенал сучасних систем об'єднаної диспетчерської служби, пристроїв оперативного включення і регулюючих пристроїв. Особлива увага приділяється розробці автоматизованих систем управління електроспоживанням. Керувати потужністю необхідно залежно від завантаження трансформатора ТП. Що здійснюється роздільно двома вводами, до одного з вводів підключають керовану групу СР, змінюють їх потужність залежно від поточного, можливого чи виробничо-необхідного завантаження трансформатора. Це дозволить використовувати діючу систему електропостачання та не потребує збільшення потужностей на ТП і ПС [3].

Найбільш цілеспрямовано вирішується питання застосування СР малих і середніх потужностей зі стандартним електротехнічним обладнанням переважно однакових потужностей. Системи СР створюються шляхом об'єднання в режим регулювання електроспоживання комунально-побутових, сільськогосподарських і деяких промислових споживачів.

Як приклад можна навести використання у режимі СР електроустановок для нагріву води з організованим споживанням електроенергії, які можуть споживати електроенергію у нічні або денні години зниження навантаження міських електромереж та енергосистеми. Даний захід не викликає необхідності збільшення перерізу внутрішньо-будинкової проводки, тому що електроустановка для нагріву води підключається до ТП, а споживачі безпосередньо отримують гарячу воду [4]. У результаті широкого застосування приведених СР у систему можливо ввести більші потужності АЕС, які працюють в базовій частині графіка навантаження, а, отже, підвищити структурний (системний) ефект.

Висновок. Ефективним засобом регулювання електроспоживання, спрямованим на вирівнювання ГН, є СР. Відключення або зсув в часі включення СР дозволяють істотно знизити вартість споживаної ЕЕ, зменшити капіталовкладення у будівництво нових електростанцій і мереж, підвищити ефективність використання генеруючого та розподільчого обладнання.

У процес регулювання режимів електроспоживання необхідно, у першу чергу, залучати комунально-побутових споживачів.

По мірі зростання одиничних потужностей СР з'являються нові технологічні рішення з управління режимами їх роботи, зокрема використання тиристорного регулювання.

Література

1. *Гура К.Ю.* Выравнивание графика нагрузки и применение многотарифных электросчетчиков – реальный путь экономии энергоресурсов [Электронный ресурс] // Электрик. Международный электротехнический журнал. – 2010. – №1 – Электрон. дан.(1 файл). – Режим доступа: <http://electrician.com.ua/magazine/view793.html>.
2. *Маляренко В.А., Щербак І.Є.* Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів України та їх раціонального використання [Текст] / В.А. Маляренко, І.Є. Щербак // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 14. С. 118-126
3. Спосіб регулювання навантаження трансформатора в мережевих трансформаторних підстанціях : пат. 75207 Україна : МПК51 Н 02 J 3/14, Н 02 J 3/28 / В.А. Маляренко, І.Д. Колотило, І.Є. Щербак; заявник і патентовласник Харківська національна академія міського господарства. - № u 2012 05527; заявка 07.05.2012 ; публікація 26.11.2012, Бюл. №22. – 4 с.
4. *Маляренко В.А., Щербак І.Є., Колотило І.Д.* Економія електроенергії і зниження втрат в електричних мережах [Текст] / В.А. Маляренко, І.Є. Щербак, І.Д. Колотило // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – №8. С. 9-14

Аннотация

В статье рассмотрены пути выравнивания графика нагрузки объединенной энергосистемы Украины. Представлено одно из эффективных направлений регулирования графика нагрузки с помощью потребителей-регуляторов. Рекомендовано в качестве потребителей-регуляторов использовать электроустановки для нагрева воды электроэнергией в бытовом секторе.

Annotation

The techniques of Ukrainian consolidated power system load equalization have been presented in the paper. One of the effective directions of a power supply system load schedule regulation has been defined as well. It has recommended to apply electrical installation for water heating with electricity as users-regulators in the domestic sector.

РАЦІОНАЛЬНА ОРІЄНТАЦІЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчук, Україна*

Анотація – розроблено комп'ютеризований спосіб визначення раціональної орієнтації віконних прорізів для розташування світлопрозорих конструкцій у стінах енергоефективних будівель з точки зору мінімального теплового балансу з оточуючим середовищем, при якому тепловий баланс вікон менший за тепловий баланс стіни. Даний спосіб визначення орієнтації можливо використовувати при проектуванні як енергоефективних, так і звичайних будівель.

Постановка проблеми. При проектуванні енергоефективних та енергоекономічних будівель постає задача зменшення витрат на опалення, підвищення їх енергоефективності. Це можливо за рахунок оптимізації параметрів будівель, раціональної азимутальної орієнтації вікон при їх розташуванні в огорожувальних конструкціях. Орієнтація конструкцій значною мірою впливає на тепловий баланс огорожувальних конструкцій (надходження тепла від сонячної радіації та тепловтрати). Раціональне розташування віконних прорізів на фасадах може підвищити енергоефективність будівель до 10 відсотків. Нормативні документи регламентують опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, але не враховують вплив орієнтації на тепловий баланс конструкції. Тепловий баланс сучасних вікон при певній орієнтації може бути меншим, ніж у непрозорих конструкцій стін. Проектувальнику необхідно мати спосіб визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій при їх розташуванні в огорожувальних конструкціях будівель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячено роботи [1–3], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції за одним параметром пропорцій. У роботах [4, 5] окремо оптимізувалася форма будівлі та окремо параметри утеплювача непрозорих конструкцій будівлі з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій. У дослідженнях [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель. У роботі [7] оптимізувалася форма циліндричної будівлі та розподіл утеплювача для опалювального періоду. У дослідженнях [8] пропонувався спосіб оптимізації багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях.

Мета та завдання статті. Для підвищення енергоефективності будівель необхідно запропонувати спосіб визначення раціональної орієнтації віконних

прорізів для розташування вікон у непрозорих огорожувальних конструкціях (при якій тепловий баланс вікон менший за тепловий баланс стін).

Основна частина. Для визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій складається тепловий баланс ΔQ огорожувальних конструкцій з оточуючим середовищем.

Функція теплового балансу непрозорої конструкції грані, згідно з [6, 9], визначається таким чином:

$$\Delta Q_{cmi} = \left[\frac{1}{R_{cmi}} \right] \cdot S_{cmi} \cdot (t_{ei} - (t_{zi} + \frac{r_i \cdot Q_{cpi}}{\alpha_{zcmi}})) \cdot N_{дiб} . \quad (1)$$

Функція теплового балансу світлопрозорої конструкції грані, згідно з [6, 9], визначається так:

$$\Delta Q_{ei} = \left[\frac{1}{R_{ei}} \right] \cdot S_{ei} \cdot D_{di} - Q_{cpi} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_{oi} \cdot S_{ei} , \quad (2)$$

де t_{zi} – фактична температура зовнішнього повітря; t_{ei} – температура внутрішнього повітря; r_i – альbedo поверхні грані будівлі; Q_{cpi} – енергетична освітленість повітря короткохвильовою радіацією; α_{zcmi} – коефіцієнт теплообміну між зовнішньою поверхнею огорожувальної конструкції та зовнішнім повітрям; R_{cmi} – опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій; $N_{дiб}$ – кількість дiб опалювального періоду [9]; R_{ei} – опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій [9]; D_{di} – кількість градусо-дiб опалювального періоду [9]; S_{cmi} – площа непрозорої грані огорожувальних конструкцій; K_i – коефіцієнт дійсних умов хмарності, що впливають на надходження сонячної радіації [9]; ζ_i – коефіцієнт, що враховує затiнення віконного прорізу непрозорими елементами [9]; ε_{oi} – коефіцієнт відносного надходження сонячної радіації для світлопрозорих конструкцій [9].

Розроблено програму *SOLAR*, що будує моделі залежності теплового балансу $\Delta Q_{cmi} = f(A_\sigma)$ та $\Delta Q_{ei} = f(A_\sigma)$ від азимутальної орієнтації конструкції A_σ при різному опорі теплопередачі світлопрозорих і непрозорих конструкцій (рис.1).

Якщо накласти план будівлі на центр моделі, то можливо визначати рівень теплового балансу кожної огорожувальної конструкції залежно від орієнтації (рис.1, 2).

З моделі видно, що азимутальна орієнтація значною мірою впливає на тепловий баланс світлопрозорих конструкцій порівняно з непрозорими. Тепловий баланс (тепловтрати) для вікон з орієнтацією на південь та опором теплопередачі $R_{ei} \geq 0,7 \text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$ менший, ніж тепловий баланс стін з нормативним опором [9].

Якщо тепловий баланс (тепловтрати) світлопрозорих огорожувальних конструкцій не перевищує тепловий баланс непрозорих конструкцій $\Delta Q_{ei} \leq \Delta Q_{cmi}$, тоді перетин моделей визначає зону раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій в огорожувальних конструкціях будівель (рис. 2).

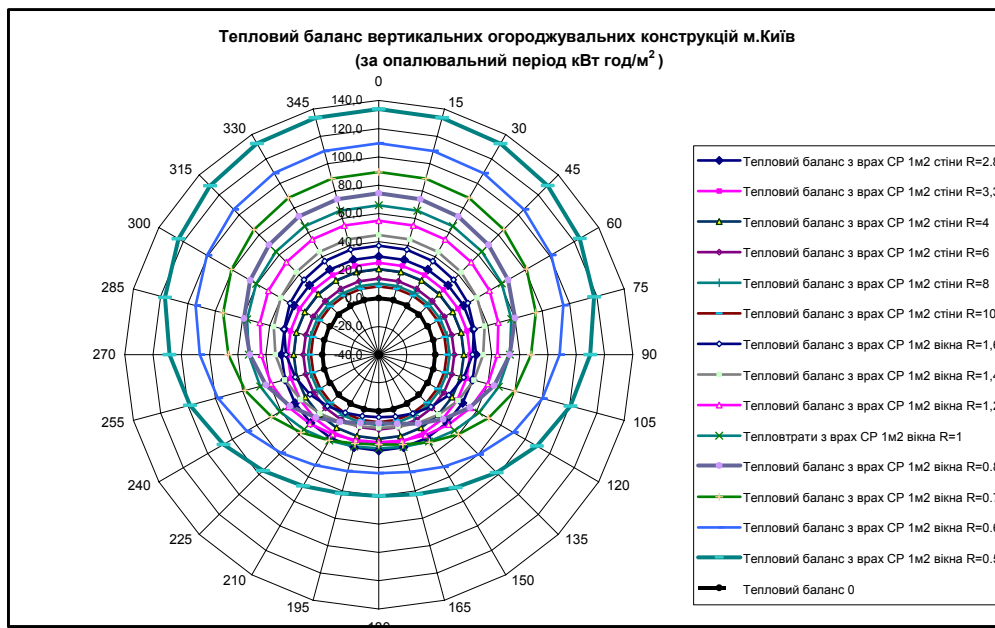


Рисунок 1 – Моделі $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$ та $\Delta Q_{vi} = f(A_{\sigma})$ теплового балансу світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій з різним опором теплопередачі

$$\begin{cases} \Delta Q_{vi} = f(A_{\sigma}); \\ \Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma}). \end{cases} \quad (3)$$

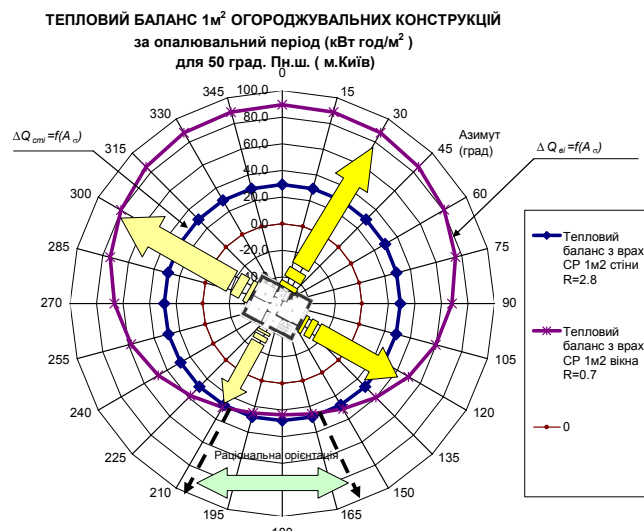


Рисунок 2 – Визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій з використанням моделей $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$ та $\Delta Q_{vi} = f(A_{\sigma})$ теплового балансу світло прозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій

Територія України має чотири кліматичні зони, що характеризуються різною температурою повітря протягом року та рівнем надходження тепла від сонячної радіації. Відповідно [9] огорожувальні конструкції мають різний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій. Для чотирьох кліматичних зон України, а саме для міст Києва, Запоріжжя, Одеси, Ялти, визначено раціональну орієнтацію вікон при розташуванні в огорожувальних конструкціях будівель (рис.3).

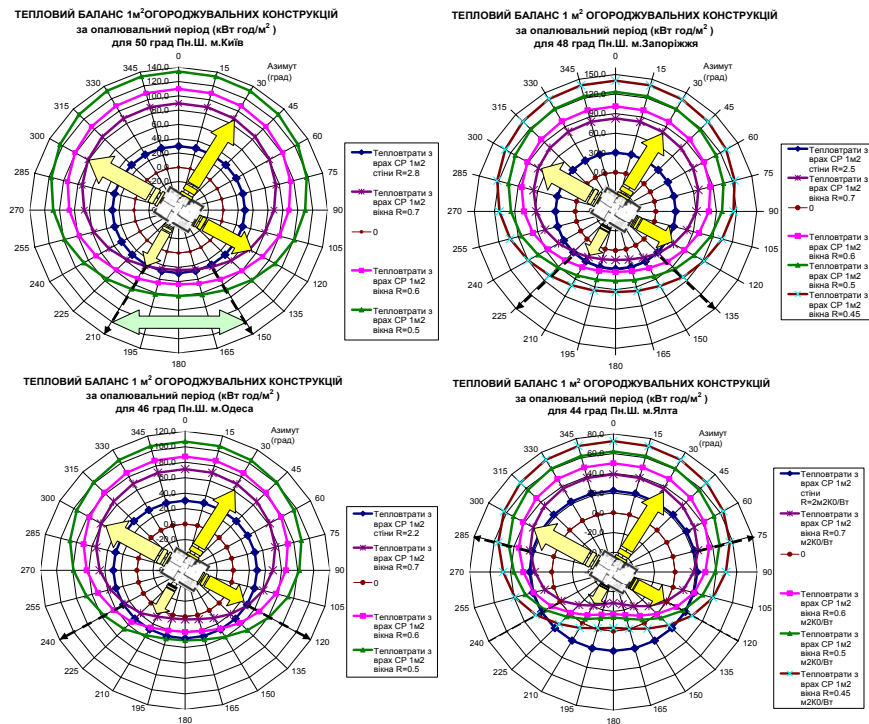


Рисунок 3 – Визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій з використанням моделей теплового балансу вертикальних огорожувальних конструкцій для чотирьох кліматичних зон України (міст Києва, Запоріжжя, Одеси, Ялти)

Висновки. Розроблено комп'ютеризований спосіб визначення раціональної орієнтації віконних прорізів при розташуванні світлопрозорих конструкцій в огорожувальних непрозорих конструкціях енергоефективних будівель з точки зору мінімального теплового балансу з оточуючим середовищем з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду.

Визначено раціональну орієнтацію вікон з опором теплопередачі $R = 0,7 \text{ м}^2 \text{ К}^0 / \text{Вт}$ для чотирьох кліматичних зон України, при якій тепловий баланс вікон менший, ніж тепловий баланс стін з нормованим опором теплопередачі. Для м. Київ (I кліматична зона) орієнтація становить від 155 до 205 градусів, для м. Запоріжжя (II кліматична зона) – від 135 до 225 градусів, для м.Одеса (III кліматична зона) – від 120 до 240 градусів, для м. Ялта (IV кліматична зона) – від 75 до 285 градусів.

Література

1. Маркус Т. А. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
3. Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків /В. Л. Мартинов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харьков, 2009. – С. 153–158.

4. *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.

5. *Сергейчук О. В.* Оптимізація форми енергоефективної будівлі, зовнішня оболонка якої n-параметрична поверхня / О. В. Сергейчук // Матеріали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.

6. *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.

7. *Мартинов В. Л.* Оптимізація циліндричної форми енергоефективних будівель та розподілу утеплювача / В. Л. Мартинов // Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми геометричного моделювання”. – Мелітополь, 2011. – С. 133–138.

8. *Мартинов В. Л.* Оптимізація багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу його утеплювача / В. Л. Мартинов // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». Випуск 89. – К. : КНУБА, 2012. – С. 143–147.

9. 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).

Аннотация

Аннотация – разработан компьютеризированный способ определения рациональной ориентации оконных проемов с расположением светопрозрачных конструкций в стенах здания с точки зрения минимального теплового баланса с окружающей средой, при которой тепловой баланс окон меньше теплового баланса стен. Данный способ определения ориентации можно использовать при проектировании как энергоэффективных, так и обычных зданий.

Annotation

Abstract - developed a computerized method for determining rational orientation window openings to accommodate translucent structures in the walls of buildings energy efficient in terms of minimum thermal balance with the environment in which the heat balance of the window is smaller than the heat balance of the wall. This method of determining the orientation can be used in the design of energy efficient as well as conventional buildings.

ПАСИВНІ СОНЯЧНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ УМОВ ТРИВАЛОЇ ХМАРНОЇ ПОГОДИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Постановка проблеми. Проблема ресурсозбереження є актуальною на сьогодні для України, як і для усього світу. Вона пов'язана з обмеженістю енергоресурсів, економічними проблемами і її найважливішим екологічним аспектом.

У нашій країні спостерігається високий рівень енергоспоживання при низькому рівні промисловості. Системи опалення є одним із основних споживачів енергії. Зменшення енергоспоживання повинно йти шляхом раціонального використання вторинних і поновлюваних джерел. Одним із найбільш розповсюджених потужних поновлюваних енергоресурсів є сонячна енергія. Але на більшості території України (крім південних регіонів) у холодний період року спостерігається тривала хмарна погода.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні розроблена і впроваджена велика кількість високоефективних систем сонячного теплопостачання [1-5]. Їхнім недоліком є висока собівартість і подовжений термін окупності за таких погодних умов.

При тривалій кількості хмарних днів у холодний період року використовується сезонна акумуляція теплоти. Основною проблемою є значні розміри (об'єми) навіть твердотільних акумуляторів, які займають об'єм, рівний кільком кімнатам.

Для технічно та економічно обґрунтованого використання сонячної енергії на більшості території України пропонуємо комбінацію систем пасивного використання сонячної енергії з активними системами [6-7] або з опаленням на вичерпних енергоресурсах. Використання пасивних систем покриває всю потребу в теплоті в сонячну погоду, зменшує потрібний розмір акумуляторів та заощаджує вичерпні енергоресурси. Але основною проблемою більшості конструкцій пасивних сонячних систем є знижений термічний опір. Таким чином під час тривалої хмарної погоди втрачається більше енергії, ніж заощаджується протягом сонячних днів. Виникає потреба розробки сонячних систем з покращеними теплозахисними й світлопропускними властивостями і зі зниженою собівартістю, що значно скорочує термін окупності та непродуктивні втрати енергії. В умовах тривалої хмарної погоди термічний опір теплопередачі пасивних сонячних систем має відповідати термічному опору теплопередачі теплозахисної оболонки будинку. Системи, запропоновані у [1-5], мають додатковий повітряний прошарок ззовні непрозорих огорожувальних конструкцій, відокремлений від зовнішнього повітря склом або склопакетом. Сонце нагріває зовнішню поверхню огорожувальної конструкції. Якщо огорожувальна конструкція матиме високий опір теплопередачі, то до

приміщення потрапить лише мала частина абсорбованої теплоти. Альтернативою пропонується збільшити площу світлопрозорих огорожувальних конструкцій і використовувати внутрішні поверхні приміщень як тепло-світловий абсорбер. У такому випадку підвищена інсоляція в приміщенні робить неможливим використання дисплеїв та телевізорів, створює психологічний дискомфорт незахищеності і підвищує тепловтрати під час тривалої хмарної погоди.

Формулювання цілей та завдання статті. Для умов тривалої хмарної погоди необхідно розробляти пасивні сонячні опалювальні системи, що мають світлопрозору теплозахисну конструкцію підвищеного термічного опору та внутрішню непрозору конструкцію зниженого термічного опору. Їхній загальний опір теплопередачі повинен відповідати термічному опору непрозорих конструкцій теплозахисної оболонки будівлі. Метою даної роботи є аналітичне визначення ефективності запропонованих активних та пасивних систем сонячного теплопостачання.

Основна частина. Запропоновані світлопрозорі огорожувальні конструкції з високими теплозахисними властивостями для пасивних та активних сонячних систем. Для пасивних систем світлопрозора конструкція має термічний опір, сумірний з опором зовнішньої стіни. Така конструкція буде у своїй товщі поглинати певну частину світлової енергії і перетворювати її на теплоту. Ця теплота буде передаватися частково до тепло-світлового абсорбера і частково — до навколишнього повітря.

Для розробки математичної моделі процесів теплообміну застосовані диференційні рівняння теплообміну для товщі світлопрозорої конструкції, рівняння поглинання світла в напівпрозорому матеріалі стінки та змішані граничні умови другого та третього роду на поверхнях стінки.

Розглянемо передачу теплоти крізь однорідну прозору стінку завтовшки δ з коефіцієнтом теплопровідності λ і поглинання світла k , з температурами поверхонь t_{c1} і t_{c2} . На одній із її поверхонь задані граничні умови другого роду у вигляді $q_c = \text{const}$, крім цього на поверхнях задані коефіцієнти тепловіддачі $\alpha_1 = \alpha_{ext}$ і $\alpha_2 = \alpha_{in}$ та температури середовищ t_1 і t_2 , тобто граничні умови третього роду (Рис. 1).

Така задача зводиться до знаходження розподілення температури в стінці і температури на її поверхні. Оскільки тепловий режим є стаціонарним, можна записати таке рівняння:

$$q_c = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda / \delta; \quad q_c = \alpha_2 (t_{c2} - t_{pid2}). \quad (1)$$

З рівняння (1) випливає, що при заданому значенні q_c :

$$t_{c2} = t_2 + q_c / \alpha_2; \quad t_{c2} = t_2 + q_c (1 / \alpha_2 + \delta / \lambda). \quad (2)$$

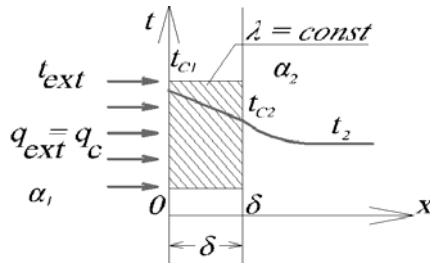


Рис. 1. Схема передачі теплоти через плоску стінку колектора

Записуємо вихідні рівняння теплопровідності та рівняння поглинання з урахуванням стаціонарності та одномірності задачі з урахуванням внутрішніх джерел теплоти $q_v = dI / dx = (q - q_{ext}) \cdot k \cdot e^{-kx}$ від поглинання світла інтенсивністю $I = I_o \cdot e^{-kx}$:

$$0 = Dt/d\tau = a \nabla^2 t + q_v / (c_p \cdot \rho) = \lambda / (c_p \cdot \rho) \cdot d^2_{\Delta} t / dx^2 + ((q - q_{ext}) \cdot k \cdot e^{-kx}) / (c_p \cdot \rho),$$

або після перетворень:

$$\lambda \cdot d^2_{\Delta} t / dx^2 + [q(1 - k_{ext})] \cdot k \cdot e^{-kx} = 0. \quad (3)$$

де $a = \lambda / (c_p \cdot \rho)$ - коефіцієнт температуропровідності, c_p - теплоємність матеріалу, ρ - густина матеріалу; $q = E_o - E_{відбита}$ - кількість теплоти, яка надійшла від сонця до товщі конструкції (початкова); E_o - кількість світлової енергії, що пройшла через однорідну стінку сонячного колектора; $E_{відбита}$ - кількість світлової енергії, яка відбилася від поверхні сонячного колектора; $q_{ext} = k_{ext} \cdot q$ - теплота, яка поглинається на зовнішньому шарі стінки, з коефіцієнтом поглинання k_{ext} .

Вводимо граничні умови другого та третього роду (складний теплообмін). Для одношарової стінки (Рис.1) вводимо вісь X , спрямовану в її товщу δ . Кількість теплоти, яка поглинається на границі ($X = \delta$), знаходиться через відповідний коефіцієнт поглинання k_{in} :

$$q_{in} = k_{ext} \cdot (q - q_{ext}) \cdot e^{-kx}. \quad (4)$$

Тоді граничні умови:

$$\begin{aligned} \text{При } X = 0: & \quad \alpha_1(\Delta t_{(x=0)} - \Delta t_1) + k_{ext} \cdot q = \lambda \cdot d_{\Delta} t / dx|_{x=0}, \\ \text{При } X = \delta: & \quad -\alpha_2(\Delta t_{(x=\delta)} - \Delta t_2) + k_{ext} \cdot (q - q_{ext}) \cdot e^{-kx} = \lambda \cdot d_{\Delta} t / dx|_{x=\delta}. \end{aligned} \quad (5)$$

До внутрішнього повітря приміщення або в теплоносії потрапляє та кількість теплоти, яка передається від нагрітої стінки:

$$q_{корисне} = \alpha_{in} [\Delta t_{(x=\delta)} - \Delta t_{pid}] + \underline{[(1 - k_{in}) \cdot (1 - k_{ext}) \cdot e^{-kx}]}. \quad (6)$$

Підкреслену частину виразу враховуємо в тому випадку, коли або сонячна система має внутрішню стінку темного кольору або корпус активного сонячного колектора є повністю прозорим, а теплоносії має темний колір. Якщо матеріал колектора прозорий, то цю частину рівняння ми не враховуємо.

Громіздкі результати розв'язання рівняння (1-6) не наведені у даній роботі. Для запропонованих пасивних сонячних систем результати розрахунків наведені на рис. 2.

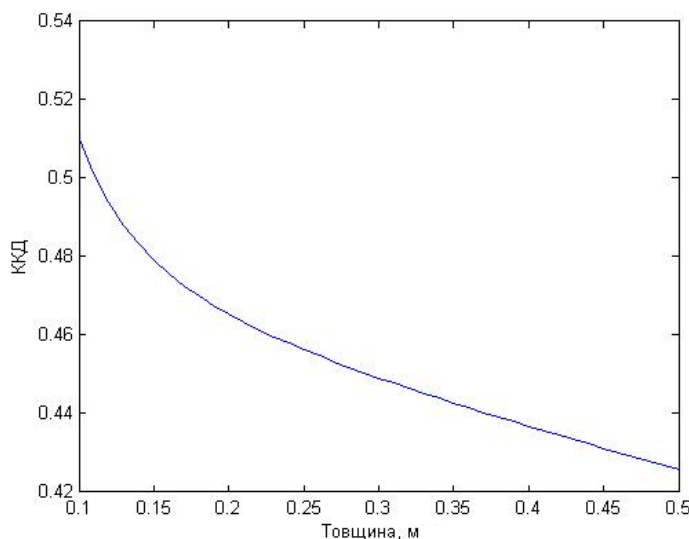


Рис. 2. ККД пасивних сонячних систем підвищеного термічного опору $q_{\text{корисне}} / q$ без урахування відбиття зовнішньої поверхні

Ефективність пасивних сонячних систем при збільшенні товщини зовнішньої світлопропускної стінки знижується до 20 % від середнього значення. Але при цьому лінійно зростає опір теплопередачі. При товщині $\delta=0,2$ м за результатами попередніх фізичних експериментів опір теплопередачі відповідає нормативному опору стін для першої температурної зони України – 3,3 (За ДБН В.2.6-31:2006 зі зміною №1). При достатній частоті сонячних днів необхідно оптимізувати термічний опір для забезпечення мінімальних витрат енергії за опалювальний період.

Висновки

1. Для регіонів з довготривалою хмарною погодою і недостатньою кількістю сонячних днів для повноцінного пасивного опалення будівель доцільна комбінація пасивного сонячного опалення та опалення на вичерпних енергоресурсах. Це дозволяє заощадити вичерпні енергоресурси під час сонячної погоди.

2. Створена математична модель тепломасообмінних процесів у пасивній сонячній системі теплопостачання. Показано високу ефективність при високому термічному опорі, що відповідає нормативному опору теплопередачі стін.

3. Для умов тривалої хмарної погоди слід використовувати пасивні сонячні системи високого термічного опору який досягає опору зовнішньої непрозорої частини теплозахисної оболонки будівель.

4. Для регіонів з достатньою частотою сонячних днів слід

оптимізувати термічний опір пасивних сонячних систем, для забезпечення мінімальних витрат енергії за опалювальний період.

Перспективи подальших досліджень. Для уточнення даної математичної моделі планується виконання серії експериментальних досліджень ефективності та термічного опору систем пасивного сонячного теплопостачання. Планується широке впровадження отриманих систем на більшості території України та за її межами.

Література

1. *Афанасьева О.К.* Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры, М.: МАРХИ, 2009 г. - 149 с.
2. Основы современной малой энергетики. Том 3. Учеб. пособие: в 3 т. / Э.П. Гужулев, В.В. Шалай, А.Н. Лямин, А.Б. Калистратов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – Т.3. – 528 с.
3. *Габриель И., Ладенер Х.* Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.— 480 с.: ил.
4. *Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В.* Солнечная энергетика. Москва, Издательский дом МЭИ, 2008, 276 с.
5. Казаченко С.В., Кибовский С.А. и др. Солнечная энергетика в Крыму. Методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии. – Киев-Симферополь, 2008. – 201 с.
6. Патент № 100523 UA МПК (2013.01) F 24 J 2/04 (2006.01) F 04 B 23/00. Сонячний колектор (Варіанти). / Любарець О.П., Мілейковський В.О., Шуваєва О.Ю.
7. Патент № 98800 UA МПК (2013.01) F 24 J 2/24 (2006.01). Сонячний колектор. / Любарець О.П., Мілейковський В.О., Шуваєва О.Ю.

Аннотация

Для условий длительных пасмурной погоды необходимо использовать пассивные солнечные системы термического сопротивления которых соответствуют несветопрозрачной части теплозащитной оболочки зданий. Предложена математическая модель теплообменных процессов в пассивной солнечной системе. Показана высокая эффективность пассивных солнечных систем с высоким термическим сопротивлением.

Annotation

For the conditions of long cloudy weather it's necessary to use a passive solar system with thermal resistance which corresponds of non transparent part of heat-protective shell of the building. A mathematical model of heat transfer in a passive solar system is offered. The high efficiency of passive solar systems with high thermal resistance is shown.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ БЕЗМОМЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Украина

Постановка проблемы. При проектировании пространственных архитектурных покрытий, задачи связанные с отоплением, вентиляцией и кондиционированием перекрываемого пространства связаны с перекрываемым объемом. При этом возникает проблема управления формой поверхности покрытия при заданном перекрываемом объеме. Эта проблема усложняется, если покрытие является безмоментным и не может быть описана аналитическим уравнением. Такие поверхности формируются в дискретном виде статико-геометрическим способом [1].

Постановка задачи. Вывести формулу зависимости между перекрываемым объемом, заданными аппликатами опорного контура и внешней нагрузкой $P_{i,j}$, которая позволит управлять этими параметрами при формировании дискретного каркаса поверхности.

Основная часть. Система линейных уравнений равновесия узлов дискретной сети на правильной сетке в плане с квадратной ячейкой включает перекрываемый объем V , параметры опорного контура в виде аппликат заданных его узлов и параметры внешней нагрузки $kP_{i,j}$. Эта зависимость является линейной, поскольку, указанные параметры входят в уравнение в первой степени. Однако система уравнений отражает эту зависимость в неявном виде, что затрудняет использовать эти параметры для управления формой сети.

Зависимость между указанными параметрами значительно упрощается, если, исключив из системы уравнений аппликаты неизвестных узлов сети, свести систему к одному уравнению. Это можно сделать, развивая исследования статьи [2]. Объем пространства, перекрываемого ДЗП на заданном прямоугольном плане $m \times n$ квадратных ячеек с шагом h , определяется как сумма объемов под гиперболическими параболоидами, перекрывающими каждую ячейку сети [3].

Рассмотрим дискретную сеть, сформированную статико-геометрическим способом на прямоугольном плане (рис. 1а) с площадью $S = h^2 mn$,

где h – шаг сети в плане по осям OX и OY ;

m, n – число делений плана соответственно вдоль осей OX и OY (рис. 1б).

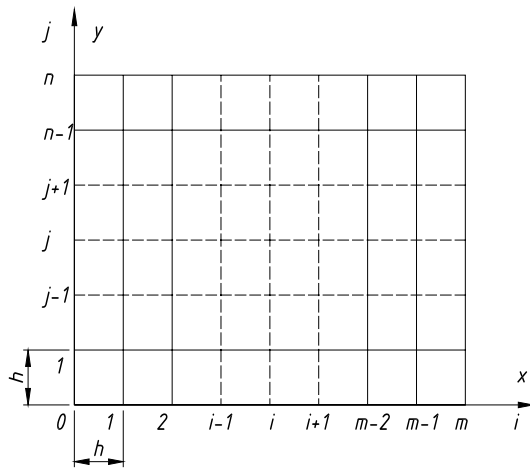


рис. 1 б

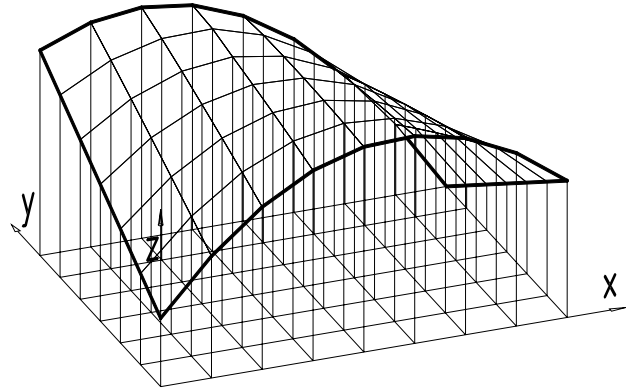


рис. 1 а

Тогда формула для приближенного вычисления перекрываемого объёма принимает вид:

$$V = \frac{h^2}{4} (Z_{00} + Z_{m,0} + Z_{0,n} + Z_{m,n}) + \frac{h^2}{2} \left[\sum_{i=1}^{m-1} (Z_{i,0} + Z_{i,n}) + \sum_{j=1}^{n-1} (Z_{0,j} + Z_{m,j}) \right] + h^2 \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} Z_{i,j}, \quad (1)$$

где i, j – номер узла;

$Z_{00}, Z_{m,0}, Z_{0,n}, Z_{m,n}$ – аппликаты угловых узлов опорного контура;

$Z_{i,0}, Z_{i,n}, Z_{0,j}, Z_{m,j}$ – аппликаты рядовых узлов опорного контура;

$Z_{i,j}$ – аппликаты внутренних узлов сети.

Представим формулу (1) в виде:

$$V = \frac{h^2}{4} A + \frac{h^2}{2} B + h^2 C, \quad (2)$$

где

A – сумма аппликат заданных угловых контурных узлов;

B – сумма аппликат заданных рядовых контурных узлов;

C – сумма аппликат неизвестных внутренних узлов.

При формообразовании сети аппликаты узлов опорного контура являются заданными, аппликаты внутренних узлов неизвестны и определяются при решении системы уравнений равновесия узлов:

$$\begin{aligned}
& -4Z_{11} + Z_{12} + Z_{21} = -Z_{01} - Z_{10} - kP_{11} \\
& Z_{11} - 4Z_{21} + Z_{22} + Z_{31} = -Z_{20} - kP_{21} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{i-1,1} - 4Z_{i,1} + 2Z_{i,2} + Z_{i+1,1} = -Z_{i,0} - kP_{i,1} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{m-3,1} - 4Z_{m-2,1} + Z_{m-2,2} + Z_{m-1,1} = -Z_{m-2,0} - kP_{m-2,1} \\
& Z_{m-2,1} - 4Z_{m-1,1} + Z_{m-1,2} = -Z_{m-1,0} - Z_{m,1} - kP_{m-1,1} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{1,j-1} - 4Z_{1,j} + Z_{1,j+1} + Z_{2,j} = -Z_{0,j} - kP_{1,j} \\
& Z_{1,j} + Z_{2,j-1} - 4Z_{2,j} + Z_{2,j+1} + Z_{3,j} = -kP_{2,j} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{i-1,j} + Z_{i,j-1} - 4Z_{i,j} + Z_{i,j+1} + Z_{i+1,j} = -kP_{i,j} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{m-3,j} + Z_{m-2,j-1} - 4Z_{m-2,j} + Z_{m-2,j+1} + Z_{m-1,j} = -kP_{m-2,j} \\
& Z_{m-2,j} + Z_{m-1,j-1} - 4Z_{m-1,j} + Z_{m-1,j+1} = -Z_{m,j} - kP_{m-1,j} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{1,n-2} - 4Z_{1,n-1} + Z_{2,n-1} = -Z_{0,n-1} - Z_{1,n} - kP_{1,n-1} \\
& Z_{1,n-1} + Z_{2,n-2} - 4Z_{2,n-1} + Z_{3,n-1} = -Z_{2,n} - kP_{2,n-1} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{i-1,n-1} + Z_{i,n-2} - 4Z_{i,n-1} + Z_{i+1,n-1} = -Z_{i,n} - kP_{i,n-1} \\
& \dots\dots\dots \\
& Z_{m-3,n-1} + Z_{m-2,n-2} - 4Z_{m-2,n-1} + Z_{m-1,n-1} = -Z_{m-2,n} - kP_{m-2,n-1} \\
& Z_{m-2,n-1} + Z_{m-1,n-2} - 4Z_{m-1,n-1} = -Z_{m-1,n} - Z_{m,n-1} - kP_{m-1,n-1}
\end{aligned} \tag{3}$$

В каждом уравнении системы (3) заданные параметры перенесены в правую часть. Умножая каждое уравнение на соответствующий коэффициент $k_{i,j}$ как это было сделано в [2], эти коэффициенты можно подобрать таким образом, что после суммирования уравнений системы (3) получается величина S суммы аппликат неизвестных внутренних узлов. При этом, если сумма коэффициентов $k_{i,j}$ при каждой неизвестной аппликате равна 1, получаем новую систему линейных уравнений для определения коэффициента $k_{i,j}$:

$$\begin{aligned}
& -4k_{11} + k_{12} + k_{21} = 1 \\
& k_{11} - 4k_{21} + k_{22} + k_{31} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{i-1,1} - 4k_{i,1} + 2k_{i,2} + k_{i+1,1} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{m-3,1} - 4k_{m-2,1} + k_{m-2,2} + k_{m-1,1} = 1 \\
& k_{m-2,1} - 4k_{m-1,1} + k_{m-1,2} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{1,j-1} - 4k_{1,j} + k_{1,j+1} + k_{2,j} = 1 \\
& k_{1,j} + k_{2,j-1} - 4k_{2,j} + k_{2,j+1} + k_{3,j} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{i-1,j} + k_{i,j-1} - 4k_{i,j} + k_{i,j+1} + k_{i+1,j} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{m-3,j} + k_{m-2,j-1} - 4k_{m-2,j} + k_{m-2,j+1} + k_{m-1,j} = 1 \\
& k_{m-2,j} + k_{m-1,j-1} - 4k_{m-1,j} + k_{m-1,j+1} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{1,n-2} - 4k_{1,n-1} + k_{2,n-1} = 1 \\
& k_{1,n-1} + k_{2,n-2} - 4k_{2,n-1} + k_{3,n-1} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{i-1,n-1} + k_{i,n-2} - 4k_{i,n-1} + k_{i+1,n-1} = 1 \\
& \dots\dots\dots \\
& k_{m-3,n-1} + k_{m-2,n-2} - 4k_{m-2,n-1} + k_{m-1,n-1} = 1 \\
& k_{m-2,n-1} + k_{m-1,n-2} - 4k_{m-1,n-1} = 1
\end{aligned} \tag{4}$$

Заметим, что в системе уравнений (4) присутствуют только дискретные параметры i и j сети. Поэтому, независимо от исходных параметров (параметров опорного контура и параметров внешней нагрузки) конструирования сети для данного разбиения коэффициенты $k_{i,j}$ не изменяются. После сложения уравнений системы (3), умноженных на соответствующий коэффициент $k_{i,j}$, получим значение величины C в формуле (2):

$$\begin{aligned}
C = & \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} Z_{i,j} = - \sum_{i=1}^{m-1} (Z_{i,0}k_{i,1} + Z_{i,n}k_{i,n-1}) - \sum_{j=1}^{n-1} (Z_{0,j}k_{1,j} + Z_{m,j}k_{m-1,j}) - \\
& - \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} k_{i,j} k P_{i,j}
\end{aligned} \tag{5}$$

При подстановке (5) в (1) получим зависимость между

перекрываемым объемом, заданными аппликатами опорного контура и внешней нагрузкой $P_{i,j}$:

$$V = \frac{h^2}{4} (Z_{00} + Z_{m,0} + Z_{0,n} + Z_{m,n}) + \sum_{i=1}^{m-1} \left[Z_{i,0} \left(\frac{h^2}{2} - k_{i,1} \right) + Z_{i,n} \left(\frac{h^2}{2} - k_{i,n-1} \right) \right] + \sum_{j=1}^{n-1} \left[Z_{0,j} \left(\frac{h^2}{2} - k_{1,j} \right) + Z_{m,j} \left(\frac{h^2}{2} - k_{m-1,j} \right) \right] - \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} k_{i,j} k P_{i,j} \quad (6)$$

Представим выражение (6) в виде уравнения:

$$V = f_1(Z_{\text{конт.}}) - f_2(P_{i,j}), \quad (7)$$

где

$$f_1 = \frac{h^2}{4} (Z_{00} + Z_{m,0} + Z_{0,n} + Z_{m,n}) + \sum_{i=1}^{m-1} \left[Z_{i,0} \left(\frac{h^2}{2} - k_{i,1} \right) + Z_{i,n} \left(\frac{h^2}{2} - k_{i,n-1} \right) \right] + \sum_{j=1}^{n-1} \left[Z_{0,j} \left(\frac{h^2}{2} - k_{1,j} \right) + Z_{m,j} \left(\frac{h^2}{2} - k_{m-1,j} \right) \right] - \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} k_{i,j} k P_{i,j} \quad (8)$$

$$f_2 = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} k_{i,j} k P_{i,j} \quad (9)$$

Если параметры опорного контура $Z_{\text{конт.}}$ и параметры внешней нагрузки $P_{i,j}$ считать величинами переменными, то функции (8) и (9) являются линейными.

Выражение (7) можно считать уравнением плоскости, если переменные величины $Z_{\text{конт.}}$ в (8) поставить в линейную зависимость от одного параметра, а величину $P_{i,j}$ в (9) – от другого.

Анализируя выражение (7), можно сделать заключение, что эта плоскость проходит через начало координат и пересекает три координатные плоскости $f_1 0 f_2$, $f_1 0 Z$ и $f_2 0 Z$ по биссектрисам прямых углов между координатными осями (рис. 2). Задавая один из параметров (f_1, f_2 или V), получаем линейную зависимость между двумя остальными, что позволяет управлять формой моделируемой поверхности при заданном виде функций f_1 и f_2 .

Выводы и перспективы. Полученная зависимость между перекрываемым объемом, параметрами опорного контура и внешней формообразующей нагрузкой позволяет изменять форму поверхности при заданном перекрываемом объеме. В дальнейшем предполагается рассмотреть конкретные примеры управления формой моделируемых поверхностей безмоментных покрытий на заданной сетке в плане с квадратной ячейкой.

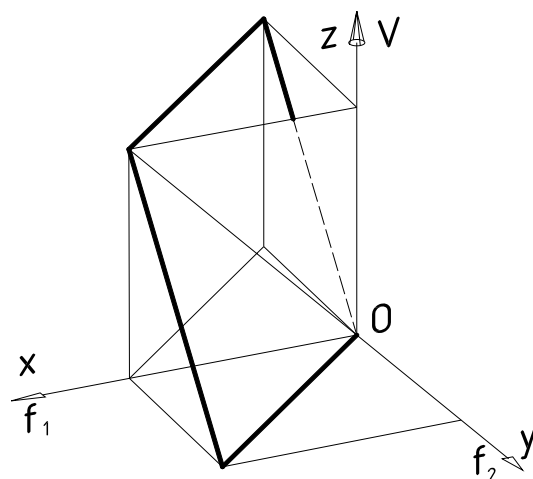


Рис. 2.

Литература

1. Ковалёв С.Н. Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций. Дисс. д.т.н. 1986.
2. Ковалёв С.Н., Юзефчук Формирование дискретно представленной поверхности, перекрывающей заданный объём, вып. 4 Труды Таврической ... Мелитополь 1997, с. 13-14.
3. Михайленко В.Е., Ковалёв С.Н. Конструирование форм современных архитектурных сооружений.-К.:Будивэльник, 1978.-112с.

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОГЛИНАЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА ПОВІТРЯНОГО КОЛЕКТОРА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто особливості будови сучасних сонячних колекторів та проблеми їх використання. Описано абсолютно новий вид колектора сонячної енергії з електропідігрівом поглинаючого елемента на основі вуглеграфітових тканин. Приведено порівняльну характеристику таких тканин з існуючими матеріалами, що використовуються у якості абсорберів та доведено доцільність їх використання для цілей сонячного теплопостачання. Визначені проблеми та задачі подальших досліджень у цьому напрямку.

Постановка проблеми. Масове впровадження повітряних сонячних систем теплопостачання (ССТ), які доцільно використовувати для опалення, вентиляції приміщень та технологій (наприклад сушка зернових, фруктів і т.д.), стримує низька середньодобова, або середньорічна теплова ефективність повітряного колектора сонячної енергії (КСЕ). Тому важливою науково-технічною проблемою є створення повітряних КСЕ з віщим середньо експлуатаційним коефіцієнтом теплової ефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним елементом будь-якої ССТ є колектор сонячної енергії, ефективність якого визначально впливає на ефективність системи в цілому. Світові виробники геліотехніки (Grammer, Sole S.A. і т.д.) виробляють достатню кількість повітряних КСЕ різної конструкції та теплової ефективності. Але усі відомі моделі повітряних КСЕ об'єднує однотипність поглинаючого елемента (ПЕ). У більшості конструкцій - це металевий лист, покритий селективним покриттям. Виробники вказують ефективність таких колекторів в діапазоні 65-95%, але необхідно розуміти, що це значення миттєвого коефіцієнта корисної дії КСЕ[1], який підраховується з рівняння,

$$\eta = \eta_0 - k_1 \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \frac{\Delta T^2}{E_g}; \quad (1)$$

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 ;

E_g – густина, падаючого на площину КСЕ, сонячного випромінювання, $Вт/м^2$.

Оптичний ККД зазвичай дорівнює близько 0,95[1], але це при умові, що сонячно, падіння променів відбувається під прямим кутом до площини КСЕ.

При інших умовах зменшення оптичного ККД значно зменшить загальну ефективність колектора. Тому оцінювати роботу КСЕ за допомогою миттєвого ККД є не коректним. Для цього існує характеристика коефіцієнта використання ϕ , який залежить від пори року, та відношення мінімального критичного потоку сонячної радіації (відповідає питомим втратам теплоти в колекторі) до середньої сумарної радіації у певні години, що падає на поверхню, H_c/H_{cp} (дані щодо середньої радіації визначаються трирічними спостереженнями)[2]. Приклад такої залежності вказано на графічних залежностях (рис.1) для американського містечка Блухілл. Криві побудовані для 10-11 та 13-14 години, роки 1949-1951 рік [1]:

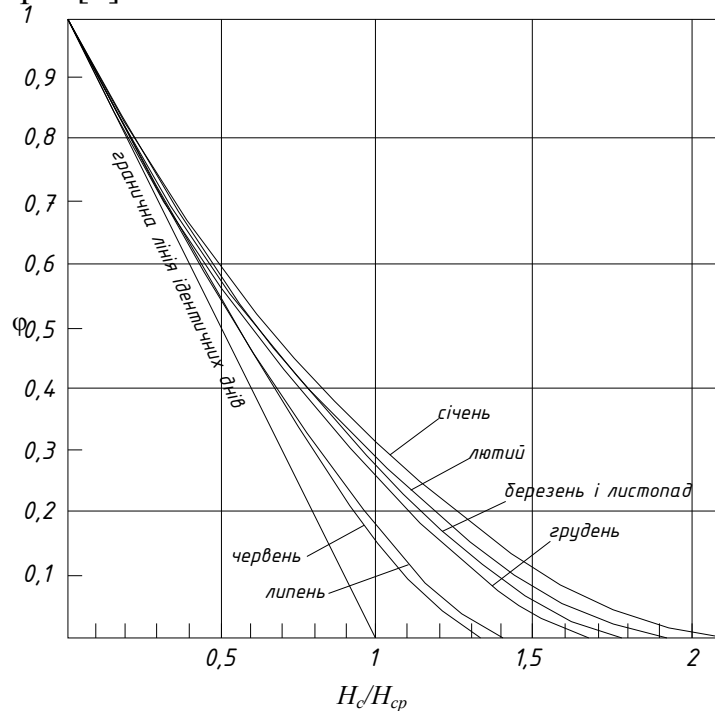


Рис.1. Залежність коефіцієнта використання від відношення H_c/H_{cp}

Якщо робити поправку на коефіцієнт ϕ , то годинний ККД для умов (рис.1) падає до 0,21, при $\eta_0 = 0,95$ [1].

Якщо ж розглядати річну ефективність КСЕ, включаючи ночі, то вона стає взагалі мізерною. Саме тому ССТ комплектуються додатковими джерелами енергії, масивними добовими акумуляторами теплоти, що значно збільшує вартість і ускладнює системи. Низька середньорічна ефективність колектора спонукає до пошуку нових науково обґрунтованих рішень в конструюванні КСЕ.

Формулювання мети і задач. Оскільки, основною перешкодою для ефективнішої роботи КСЕ, при недостатньому сонячному випромінюванні, є недогрів ПЕ, то очевидно, що його необхідно догрівати. Найбільш простіше це можна зробити за рахунок електроенергії, пропустивши через ПЕ струм.

Основна частина. Таке фізичне явище, згідно закону Джоуля-Ленца, описується рівнянням,

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t; \quad (2)$$

де, Q – кількість теплоти, Bm ;

I – сила струму, A ;

R – електричний опір, Ω ;

t – час проходження струму через провідник, s .

Це означає, що виникає необхідність пошуку відповідного матеріалу для ПЕ, який би володів не гіршими ніж вище згадані метали, теплотехнічними властивостями, а також достатнім електричним опором. З існуючих матеріалів такими властивостями володіють вуглеграфітові текстильні тканини. Важливими теплотехнічними властивостями ПЕ теплових КСЕ є поглинаюча здатність, теплопровідність та температуропровідність. Поглинаюча здатність матеріалу залежить від фізичних властивостей матеріалу, його шорсткості та структури. Таку властивість досить важко визначити. В літературних джерелах зустрічається досить малий перелік матеріалів для яких точно відома поглинаюча здатність, але точно можна сказати, що у металів ця характеристика є досить малою. Тому поглинаючим елементам КСЕ надають селективне покриття, яке досить дороге і технологія отримання є складною. Об'ємні, макро- і мікропористі вуглеграфітові тканини мають досить високу селективність за рахунок своєї розгалуженої об'ємної шорсткості і не потребують додаткових покриттів. Температуропровідність – важлива теплотехнічна характеристика, що показує швидкість розповсюдження температури по матеріалу і визначається з рівняння,

$$\chi = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho} \quad (3)$$

Де, λ – коефіцієнт теплопровідності, $Вт/(м \cdot K)$;

c_p – ізобарна теплоємність, $кДж/(кг \cdot K)$;

ρ – густина, $кг/м^3$.

Що стосується електричного опору, то вуглеграфітова тканина помітно випереджає згадувані метали, що згідно формули (2) дозволяє застосовувати малі сили струму, забезпечуючи тим самим безпеку експлуатації. Також важливо, що гнучкі нагрівачі на основі вуглецевих тканин широко розповсюджені в медицині та побуті (грівки, теплі ковдри). У таблиці приведені основні теплотехнічні характеристики класичних для геліотехніки металів та вуглеграфітової тканини.

Таблиця

Теплотехнічні властивості матеріалів

Назва матеріалу	Теплопровідність, $Вт/(м \cdot K)$	Теплоємність, $кДж/(кг \cdot K)$	Густина, $кг/м^3$	Температуропровідність, $м^2/с$	Електричний опір, $\Omega \cdot м$	Селективне покриття
Алюміній	211	0,93	2675	0,085	0,0271	Так
Мідь	385	0,385	8795	0,114	0,0175	Так
Сталь	47,6	0,72	7850	0,008	0,14	Так
Вуглеграфітова тканина	287	0,72	2200	0,181	0,6	Ні

Використання таких КСЕ з електричним підігрівом ПЕ дозволяє використовувати його цілодобово протягом року. При недостатній кількості

сонячної радіації взимку чи у похмурі дні ПЕ підігрівається до необхідної температури електроенергією, а вночі колектор працює як звичайний електрокалорифер. Стає можливим використання багатотарифної системи обліку електроенергії.

Висновки. Отже, використання вуглеграфітових тканини у якості ПЕ для КСЕ відкриває нові можливості у впровадженні ССТ. При цьому не погіршуються теплотехнічні характеристики ПЕ і з'являється можливість простого та ефективного використовувати додаткове джерело енергії в колекторі. Застосування ССТ на основі таких комбінованих колекторів можливе у багатьох галузях економіки, зокрема, промисловості, будівництві, агропромисловому комплексі. Системи вентиляції та повітряного опалення, сушарки зернових та фруктів, системи вентиляції громадських будівель (пасивний дім), у яких за європейськими стандартами має бути механічна система вентиляції. Для впровадження таких КСЕ в ССТ на стадії проектування необхідно розробити методики їх інженерного розрахунку на основі теоретичних та експериментальних досліджень теплотехнічних та аеродинамічних характеристик.

Література

1. *Даффі Дж. А. Бекман У.А.* Тепловые процессы с использованием солнечного излучения. М.: Мир, 1977 г. – 413 с.
2. Hottel H.C. Whillier A., Evaluation of Flat-Place Collector Perfomance of Flat-Plate Solar Collectors, Transaction of the Conference on the Use of Solar Energy, University of Arizona Press, Vol. 2, Part I, 74, 1968.
3. *Мухеев М.А., Мухеева И.М.* Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М.: Энергия, 1977.-344с.

Аннотация

В статье рассмотрены особенности строения современных тепловых солнечных коллекторов и проблемы их использования. Описан совершенно новый вид коллектора солнечной энергии с электроподогревом на основе углеграфитовых тканей. Приведено сравнительную характеристику таких тканей с существующими материалами, используемыми в качестве абсорберов и доказана целесообразность их использования для целей солнечного теплоснабжения. Определены проблемы и задачи дальнейших исследований в этом направлении.

Annotation

The paper considers structural features of modern solar collectors and problems using them. We describe a completely new type of solar energy collector electrically based graphitic tissues. A comparison of tissue characterization with existing materials used as absorbers and proved the feasibility of their use for solar heating. Identified problems and problems for further research in this direction.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ТОРСІВ ОДНАКОВОГО СХИЛУ В МОДЕЛЮВАННІ ЗАДАЧ ІНСОЛЯЦІЇ.

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Постановка проблеми. В праці [1] при розгляді конструктивних способів утворення алгебраїчних торсових поверхонь 4-го класу способом обкатки площиною двох фігур 2-го порядку (кривих або нерозгортних поверхонь) передбачалась можливість утворення торсів однакового схилу на основі завдання однієї кривої обкатки напрямним круговим конусом, тобто на основі заміни довільної кривої 2-го порядку колом у невласній площині. Слід звернути увагу на те, що така можливість існує в задачах інсоляції та сонцезахисту, геліотехніки та геліоосвітлення, де множина сонячних променів задається напрямним добовим круговим конусом з віссю, паралельною осі обертання Землі [2]. Тому поверхні, які утворюються за допомогою такого конуса є по суті поверхнями однакового схилу, але не відносно площини горизонту, а відносно площини нормальної до осі Землі. Зокрема, такі поверхні виникають при побудові конвертів тіней та інсоляції, при побудові граничних поверхонь, використання яких передбачено в розрахунках інсоляції згідно з Державним стандартом України [3] та інші.

Тому виникає проблема розширення можливостей утворення торсів однакового схилу та розгляд особливостей їх практичного використання в моделюванні поверхонь сонячних променів.

Аналіз останніх досліджень. На основі праці [1] можна розглянути утворення торсів однакового схилу як окремих випадків торсів 4-го класу 4-8 порядків, які отримуються при обкатці площиною нерозгорнутої поверхні 2-го порядку та кривої, двох кривих другого порядку у різних взаємних положеннях, замінюючи криву обкатки напрямним круговим конусом.

У всіх роботах, пов'язаних з побудовою поверхонь сонячних променів, відсутній їх розгляд як поверхонь однакового схилу. Тому слід проаналізувати переваги, які дають такий розгляд та його особливості.

Постановка завдань статті. Розглянути особливості утворення торсів однакового схилу як окремих випадків торсів 4-го класу, можливості розширення класу торсів однакового схилу та сформулювати рекомендації для моделювання поверхонь сонячних променів в практичних задачах застосування таких торсів.

Основна частина. В групу торсів, які утворюються обкаткою площиною двох кривих 2-го порядку, входять в загальному випадку торс T_4^8 8-го порядку та 4-го класу та торси $T_4^7, T_4^6, T_4^5, T_3^4$ [1]. Зниження порядку відбувається при окремих випадках взаємного положення кривих відносно лінії перетину ℓ їхніх площин та між собою за рахунок розпаду торса T_4^8 з виділенням одинарних, подвійних та потрійних площин. При утворенні торса T_3^4 виділяється дві

подвійні площини та пучок площин з віссю ℓ . Перше знижує порядок на 4, друге знижує клас на 1.

Для отримання торсів однакового схилу як окремих випадків зазначених торсів слід зберегти особливості взаємного положення кривих і лінії ℓ перетину їх площин та між собою за умови, що одна з ліній задається напрямним круговим конусом з вертикальною віссю і разом з лінією ℓ належить невластній площині.

Нехай для утворення торсів однакового схилу одна з кривих t_1^2 задана в невластній площині круговим напрямним конусом Σ з вертикальною віссю і кутом α твірних з нею, а пряма ℓ^∞ - площиною Π , яка проходить через вершину S конуса під кутом β з віссю. Тоді у випадку 1 ($\alpha > \beta$) площина Π перетинає конус по двох твірних m і n , у випадку 2 ($\alpha = \beta$) дотикається до конуса вздовж твірної u , у випадку 3 ($\alpha < \beta$) не перетинає конус по дійсних твірних.

Друга крива t_2^2 в зв'язку з тим, що лінія ℓ стала невластною, може бути гіперболою, параболою або еліпсом.

В зв'язку з відзначеним торси однакового схилу мають наступні особливості.

1. **Торс T_4^8** (див. рис. 6 в [1]). Крива t_2^2 стає гіперболою або еліпсом. Асимптоти гіперболи не паралельні твірним m і n напрямного конуса Σ . Розрізняється 2 види торсів з напрямною гіперболою та 2 з напрямним еліпсом для випадків 1 і 3 завдання конуса Σ та площини Π .

2. **Торс T_4^7** (див. рис. 7 в [1]). Крива t_2^2 становиться гіперболою, одна з її асимптот паралельна твірній m або n конуса Σ , тому що криві t_1^2 і t_2^2 мають спільну точку на ℓ^∞ .

3. **Торс T_4^6** (див. рис. 8 в [1]). Крива t_2^2 як дотична до ℓ^∞ становиться параболою у випадках 1 і 3. Якщо невластна крива задана як для випадку 2, то напрямна крива може бути або гіперболою або еліпсом. Таким чином виникає 4 види торсів. В них ні вісь парабол не паралельна m або n , ні одна із асимптот не паралельна u .

4. **Торс T_4^5** (див. рис. 9 в [1]). Умова відрізняється від попередньої тим, що криві повинні мати спільну точку на прямій ℓ^∞ . Тому напрямна не може бути еліпсом, а також відпадає випадок 3. Залишається два види поверхонь. В першому напрямна параболою має вісь паралельну m або n , в другому-одна із асимптот напрямної гіперболи паралельна прямій u .

5. **Торс T_3^4** (див. рис. 9 в [1]). Направний конус для будь-якої з двох кривих має твірну u дотику до Π . Інша крива стає напрямною параболою, вісь якої не паралельна u . Це обумовлено тим, що криві не мають спільних точок на ℓ^∞ .

Спосіб побудови торса однакового схилу за будь-якої описаних умов спирається на отримання його як обвідної множини напрямних конусів з вертикальними осями, вершина яких S ковзає по кривій 2-го порядку.

Порядок побудов.

1. Обирається горизонтальна площина Π_1 основи, кути α та β , згідно з якими задається напрямний конус та площина Π_2 кривої другого порядку.

2. На кривій d^2 обирається дискретний ряд вершин конусів і отримується на площині основи дискретна множина кіл – горизонтальних перерізів конічних поверхонь.

4. Шукані твірні з'єднують ці точки з відповідними вершинами.

207

Реалізація таких побудов продемонстрована на рис.1 для отримання торсової поверхні сонячних променів, які проходять на протязі дня через криву d^2 другого порядку.

На кривій d^2 обрано ряд точок, які є вершинами добових конусів сонячних променів. Кут α між твірною та віссю визначається для заданого дня року [2]. Осі конусів паралельні земній осі, яка нахилена до площини Π_1 горизонту під кутом δ , рівному широті місцевості. Твірні мають однаковий схил до площини Π_3 , яка перпендикулярна до осі Землі або паралельна її екваторіальній площині. Виконана побудова способом заміни площин проекції колових перерізів конусів площиною Π_3 і отримана їх обвідна q .

Знаходження радіуса r кола продемонстрована на прикладі конуса з вершиною S . Це катет $A_2O_2 \Delta A_2S_2O_2$, побудованого на полуденному промені A_2S_2 . Знайдені точки дотику обвідної q до кіл разом з вершинами конусів визначають твірні торса. Контур конверта тіней на площині Π_1 або в загальному випадку на топографічній поверхні отримується як лінія, що проходить через точки перетину з ними твірних торса.

Цю лінію можна також отримати на площині Π_1 як обвідну подібних гіпербол з осями та асимптотами, паралельними відповідно напрямкам південь-північ, захід-схід та азимутальним прямим сходу і заходу Сонця.

При побудові конвертів тіней та інсоляції, а також при застосуванні методу граничних поверхонь від торсових поверхонь залежить від виду напрямних ліній та їх положення. В більшості випадків це відрізки прямих або дуги кіл та інших кривих другого порядку. В цих випадках граничні поверхні складаються з плоских відсіків та відсіків розглянутих торсових поверхонь.

Крім обкатки двох кривих 2-го порядку торс 4-го класу отримується і при обкатці поверхні Ω^2 і кривої t^2 2-го порядку. Цей випадок може отримати застосування при побудові конверту тіней від купольних форм. Вони можуть бути утворені на основі поверхонь Ω^2 обертання (сфера, еліпсоїда або параболоїда). В цьому випадку контур конверту тіней отримуються як огинаюча паралельних проекцій поверхонь Ω^2 у годинних напрямках, заданих відповідними твірними напрямного добового конуса $\sum$ сонячних променів.

Висновок. Розгляд торсових поверхонь, які отримуються обкаткою площиною двох кривих 2-го порядку у випадку завдання однієї з них напрямним круговим конусом приводить до утворення торсових поверхонь однакового схилу 12 видів і підвидів. Окремий випадок дає обкатка поверхні 2-го порядку та невластної кривої, заданої напрямним круговим конусом.

Серед можливостей практичного застосування розглянутих торсів виділяються задачі інсоляції, в яких бере участь напрямний добовий конус сонячних променів як конус обертання. Отримувані поверхні сонячних променів є поверхні однакового схилу до екваторіальної площини

Література

1. Обухова В.С., Підгорний О.Л. Конструктивні способи утворення торсів 4-го класу / В.С. Обухова, О.Л. Підгорний // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Том 11. Мелітополь: ТДАТА, 2000.-С. 10-15.
2. Світлопрозорі огороження будинків. Навчальний посібник / О.Л. Підгорний, І.М. Щепетова, О.В. Сергейчук та ін. / К.: Видавець Домашевська О.А., 2005.-282 с.
3. Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення [Текст]: ДСТУ Н Б В. 2.2 - 27: 2010. [Дата введення 2011-01-01] / Мінрегіонбуд України. - К.: Укрархбудінформ, 2010.-81 с.- (Державний стандарт України).

Аннотация

В задачах инсоляции выполняются построение поверхности солнечных лучей на основе использования суточного направляющего конуса вращения. Это приводит к образованию торсовых поверхностей одинакового ската по отношению к экваториальной плоскости как огибающих множества таких конусов с вершинами на направляющей кривой.

В статье показано, что при обкатке плоскостью двух кривых 2-го порядка, одна из которых задана направляющим круговым конусом, возможно получение 12 видов и подвидов торсов одинакового ската.

Отдельный вид торса одинакового склада дает обкатка плоскостью поверхности 2-го порядка и несобственной кривой, заданой суточным направляющим конусом солнечных лучей.

Использование свойств и особенностей торсов одинакового ската полезна в задачах инсоляции, где получают поверхности солнечных лучей.

Annotation

In the tasks carried out the construction of the surface insolation sunlight through the use of diurnal rotation of the guide cone. This leads to the formation of surface torsovih adding identical slope with respect to the plane of the ekvatorialnoy envelopes as many of these cones with vertices on the guide curve.

The paper shows that the break-in the plane of the two curves of order 2, one of which is set napryavlyayuschim circular cone, you may receive 12 species and subspecies of torsos adding identical slope.

A separate type of torso adding identical warehouse gives running surface plane of order 2 and an improper curve, the job daily guide cone sunlight.

Using the properties and characteristics of torsos same slope is useful in problems of insolation, which receives surface sunlight.

ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

У статті виконано аналіз чинної структури інженерних мереж населених пунктів України. Показано переваги і недоліки кожної із систем, перспективи і можливості їх реконструкції.

Постановка проблеми. Узагальненими показниками ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів країни є питомі витрати первинної енергії на одиницю валового внутрішнього продукту країни (енергоємність ВВП). Енергоємність ВВП України майже у 3 р. перевищує середній рівень енергоємності ВВП країн світу [1]. Причиною високої енергоємності є надмірне споживання в галузях економіки енергетичних ресурсів на виробництво одиниці продукції, що зумовлює відповідне зростання імпорту вуглеводнів в Україну.

Системи енергопостачання населених пунктів, які потребують до 30 % річного обсягу паливно-енергетичних ресурсів країни, є яскравим прикладом цієї неефективності.

Загалом будь-яка система теплопостачання складається з трьох основних структурних елементів: джерела теплової енергії, її споживачів і теплопроводів для передачі.

Чинна структура централізованих систем теплопостачання України створювалась десятиріччями. Сьогодні вона морально застаріла, а окрім того перебуває на межі фізичного зносу. Також значно ускладнив її стан неконтрольований перехід найбільш платоспроможних абонентів до автономного теплопостачання. Вказані вище реалії у повній мірі стосуються всієї інженерної інфраструктури населених пунктів, зокрема систем електро- і газопостачання, які знаходяться у комунальній власності, і є, як правило, також збитковими через невідповідність діючих тарифів фактичним витратам щодо надання послуг і втратам при транспортуванні.

Таким чином, постає питання щодо визначення шляхів подальшого розвитку систем інженерного забезпечення населених пунктів України, зокрема, систем теплопостачання. Ще більшої актуальності набуває вказана проблема у зв'язку зі значною залежністю держави від імпортних енергоносіїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтовний аналіз стану систем енергозабезпечення населених пунктів України виконано у роботі [1], а в табл.1 відображено деякі основні аспекти, що стосуються інженерних

Характеристика стану інженерних мереж і споруд
на них населених пунктів України

№ з/п	Показник	Система енергопостачання		
		водяна	електрична	газова
1	2	3	4	5
1.	Відсоток зносу (потреба в капітальному ремонті чи перекладанні), %	43,0	18,0	10,0
2	Втрати при транспортуванні (% від кількості енергії, що передається)	14,3	19,0	2,8
3.	Перспектива розвитку існуючої мережі для задоволення потреб теплопостачання (без значних капіталовкладень)	-	-	+

Відсутність перспективи розвитку водяних теплових мереж пояснюється значним зносом існуючих систем.

Обмеження пропускної спроможності електричних мереж і споруд на них не дозволить застосовувати їх для задоволення потреб систем теплопостачання. Наприклад, при використанні електроенергії для потреб опалення 5-поверхового 4-секційного 80-квартирного житлового будинку (звичайна, так звана, “хрущовка”) розрахункова електрична потужність збільшиться в 10,3 р., а переріз електрокабелю для кожної з жил зросте у 9,6 р. (з 35 до 240 мм²) [2]. Також, окрім передачі електроенергії територією населеного пункту по-стають проблеми її виробництва. А сучасний стан електрогенеруючих потужностей та сировинної бази для них залишає бажати кращого [1]. Атомні електростанції при своїй частці у встановлених потужностях, яка дещо перевищує 25 %, виробляють майже 50 % електроенергії в державі. Проте до 2020 р. в Україні вичерпають проектні терміни експлуатації – 30 років – 12 з 15 працюючих енергоблоків [3]. З усіх держав, які розвивають атомну енергетику, лише у США кількість енергоблоків, роботу яких продовжено, перевищує кількість зупинених.

Порівняно з іншими газові мережі мають відносно кращий технічний стан, і втрати при транспортуванні є мінімальними (див. табл.1). Водночас природний газ залишається основним паливом для систем теплопостачання населених пунктів як автономних, так і централізованих. В той же час при влаштуванні будинкової котельні або встановленні квартирних теплогенераторів витрата природного газу в багатоквартирному житловому будинку, характеристика якого вказана вище, проти існуючої збільшиться в 1,4 р., що викличе заміну існуючого газопроводу низького тиску діаметром $d_y=80$ на більший – $d_y=100$ мм.

Формулювання мети статті. Вибір оптимальних енергоносіїв та шляхів реконструкції та розвитку систем передачі енергії для потреб теплопостачання населених пунктів України.

Основна частина. З метою визначення оптимального з точки зору передачі енергії варіанту проаналізовано декілька можливих способів теплопостачання житлових будинків з різною потребою у тепловій енергії:

- джерело теплоти – районна опалювальна котельня, в будинку влаштовується індивідуальний тепловий пункт, передача теплоти відбувається системою підземних водяних тепломереж, система опалення будинку традиційна, водяна;

- джерело теплоти – автономна водогрійна котельня, підключена до міської газорозподільної мережі, як паливо використовується природний газ низького тиску, система опалення будинку традиційна, водяна;

- джерело енергії – трансформаторний пункт (ТП) житлової групи, приєднаний до міських електричних мереж напругою $U=1$ або 10 кВ, електрокабелі на ділянці “ТП – електрощитова будинку” напругою $U=0,4$ кВ, система опалення будинку електрична напругою $U=220$ В з встановленням електроконвекторів у кожному приміщенні.

Таблиця 2

Технічна характеристика інженерних мереж

Показник	Один. виміру	Кількість енергії, кВт		
		100	500	1000
1	2	3	4	5
2-трубна закрыта водяна система теплопостачання, прокладання у непрохідних каналах, перепад температур води $T_1/T_2=100/50$ °C				
1. Витрата теплоносія G	т/год.	1,72	8,6	17,2
2. Діаметр труби d_{3xS}	мм	38x2,5	76x3,5	89x3,5
3. Питомі втрати тиску ΔP	Па/м	110	95	75
4. Товщина теплової ізоляції δ	мм	80	90	100
5. Діаметр теплоізованої труби D_3	мм	200	260	290
6. Ширина смуги землевідводу B	м	1,1	1,1	1,4
7. Об'єм земляних робіт V	м ³ /м	1,7	1,7	1,7
Система газопостачання низького тиску				
1. Витрата природного газу	м ³ /год.	13,2	66,2	132,3
2. Діаметр газопроводу d_{3xS} :				
2.1. Сталевого	мм	57x3	102x3	133x4
2.2. Поліетиленового	мм	63x3,6	110x6,3	125x7,1
3. Питомі втрати тиску ΔP у:				
3.1. Сталевому газопроводі	Па/м	0,75	1,0	0,75
3.2. Поліетиленовому газопроводі	Па/м	0,55	0,65	1,1
4. Ширина смуги землевідводу B	м	0,4	0,4	0,4
5. Об'єм земляних робіт V	м ³ /м	0,4	0,4	0,4
Система електропостачання напругою $U=0,4$ кВ				
1. Розрахунковий струм I	А	151	753	1508

2. Економічна площа перерізу кабелю S	мм ²	94	471	942
3. Кабель АВВГ $4 \times S_I$, де S_I – площа перерізу струмопровідної жили	мм ²	120	185	185
4. Діаметр електрокабелю D (орієнтовно)	мм	50	60	60
5. Кількість кабелів n	шт.	1	3	6
6. Втрати напруги $\Delta U/U \times 100$, не більше	%	5	5	5
7. Ширина смуги землевідводу B	м	0,4	0,75	1,3
8. Об'єм земляних робіт V	м ³ /м	0,3	0,6	1,0

Примітки. 1. Для систем електропостачання в якості енергії, що передається споживачу, прийнято активну потужність на шинах ТП.

2. Ширина смуги землевідводу – це ширина земельної ділянки, достатня для під-земного прокладання інженерних комунікацій.

3. Об'єм земляних робіт визначено за умови мінімальної глибини прокладання ін-женерних мереж довжиною 1 м згідно з вимогами ДБН 360-92* [4].

Щодо розміру витрат, включаючи земляні роботи, в спорудження систем передачі енергії найдешевшим варіантом є мережа газопроводів. Окрім того, системи газопостачання характеризуються меншими втратами енерго-носія при транспортуванні по відношенню до інших мереж. Стосовно систем електропостачання як альтернативних газовим, то показник втрат енергії при її передачі перевищує аналогічний для газорозподільних систем майже у 7 р., обсяг земляних робіт – в середньому у 2 р., проте вартість електрокабелів є нерозмірно більшою порівняно з газопроводами.

Якщо розглядати проблему енергозабезпечення населених пунктів України з погляду кінцевого споживача – житлового будинку, то можна відмітити наступне. Сьогодні житловий фонд України згідно із статистичними даними нараховує 1072,2 млн. м² загальної площі і представлений в основному будинками, спорудженими в 50...80-х роках минулого століття. Їх відрізняє високий рівень витрат теплоти для опалення. Частка житла, зведеного в часи незалежності, не перевищує 5 % (з певними допущеннями його можна вважати енергоефективним). При використанні розподілу території України на температурні зони більше половини від загальної кількості будівель розташовано у найхолоднішій – першій.

Енергетична стратегія розвитку України [1] хоча і встановлює зменшення енергоємності економіки України, але при цьому пріоритетним вважає розвиток традиційної енергетики, що орієнтована на споживання викопних видів палива. У той же час результати досліджень [5] показують, що впровадження енергоефективних заходів в існуючих житлових будинках, а саме:

- теплова ізоляція зовнішніх огорожень;
 - встановлення енергоефективного інженерного обладнання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання тощо;
 - автоматизація роботи вказаних систем
- дозволить зменшити майже на 60 % загальне споживання енергії, а,

відповідно, і витрати в реконструкцію міських інженерних мереж та споруд на них.

Лише після цього головним завданням стає розвиток технологій альтернативної і поновлюваної енергетики.

Висновки. Таким чином, в основу розвитку теплопостачання населених пунктів України мають бути покладені взаємопов'язані комплексні заходи, які передбачають істотне скорочення споживання викопних паливо-енергетичних ресурсів за рахунок підвищення ефективності їх використання та заміщення альтернативними і поновлюваними видами палива. Поряд з централізованими системами наберуть широкого вжитку і індивідуальні: на рівні мікрорайону, житлової групи або окремого будинку чи квартири. Природний газ залишиться основним енергоносієм систем теплопостачання по меншій мірі у міських населених пунктах України.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р., №145-р.
2. *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.
3. *Хмара Д.О.* Проблеми продовження терміну експлуатації ядерних реакторів на українських АЕС // Нова тема. – 2010. – №2. – с.20...23.
4. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень / Мінбудархітектури України. – К., 1993. – 108 с.
5. *Колесник Є.С.* Потенціал енергозбереження в житловому фонді України // Энергосбережение. – 2011. – №11. – с. 6...9.

Аннотация

В статье приведен анализ существующей структуры инженерных сетей населенных пунктов Украины. Определены достоинства и недостатки каждой из систем, перспективы и возможности их реконструкции.

Annotation

Article contains analysis of existent utility networks structure of Ukrainian populated localities. Specified advantages and disadvantages of each systems, opportunities and possibilities of its reconstruction.

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ “КИЕВГАЗ”

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры
ПАО “Киевгаз”*

В статье проанализированы функциональные возможности геоинформационной системы “Киевгаз”. Разработан метод формирования и сформулирован оптимизационный расчёт поддержки нового технического решения, применения нагнетателя, через геоинформационную систему.

Постановка проблемы. Городское газовое хозяйство представляет собой сложную, иерархическую, распределенную по территории и взаимосвязанную по функциям систему газовых сетей, оборудования и сооружений на газопроводах. В настоящее время эксплуатация газовых сетей крупных городов осложняется рядом факторов. Основным - является бессистемная застройка территорий города крупными потребителями, например торговые центры, которые строятся в местах со стабильным, сложившимся, потреблением газа. Большой проблемой является изношенность газовых сетей и оборудования.

Публичное акционерное общество “Киевгаз” - одно из крупнейших газовых хозяйств Украины. Газовая сеть г.Киева имеет значительные размеры и сложную топологическую структуру. Протяженность городских газовых сетей составляет более 4800 км, в том числе 2990 км подземных. Мировой опыт показывает, что для управления подобным газоснабжением в таких условиях требуются современные геоинформационные системы (ГИС), базирующиеся на цифровых пространственных моделях и специализированных расчетных алгоритмах.

Основой математической модели транспорта и распределения газа сетью газопроводов и функционированием сооружений на них является информационно-кадастровая база. За годы эксплуатации ГИС накоплен геоинформационный ресурс, практически полная достоверная модель газовой сети города в планах и разрезах. Ежедневно идёт процесс обновления этой модели и топографической подосновы. ГИС обеспечивает метрологическую (в единой городской системе координат, которой пользуются все эксплуатационные и проектные организации) и топологическую корректность модели. Элементы модели имеют атрибутивную информацию (паспорт). Многие элементы - газопроводы, газорегулирующие пункты, отключающие устройства, пункты потребления газа и другие, информационно связаны с архивом проектно-

технической документации. К кадастру возможны регламентированные и нерегламентированные (произвольные) запросы по территории, атрибутивной информации, а также комбинированные для постоянного обновления геоинформационного ресурса (база пространственных данных) о газовых сетях. Это позволяет отслеживать весь цикл функционирования конкретного объекта (выдача технических условий, согласование проекта, отслеживание этапов строительства и сдача объекта, выявление и устранение аварии, изменение параметров газовой сети и т.д. вплоть до полной утилизации). Функциональная схема ГИС представлена на рис.1.

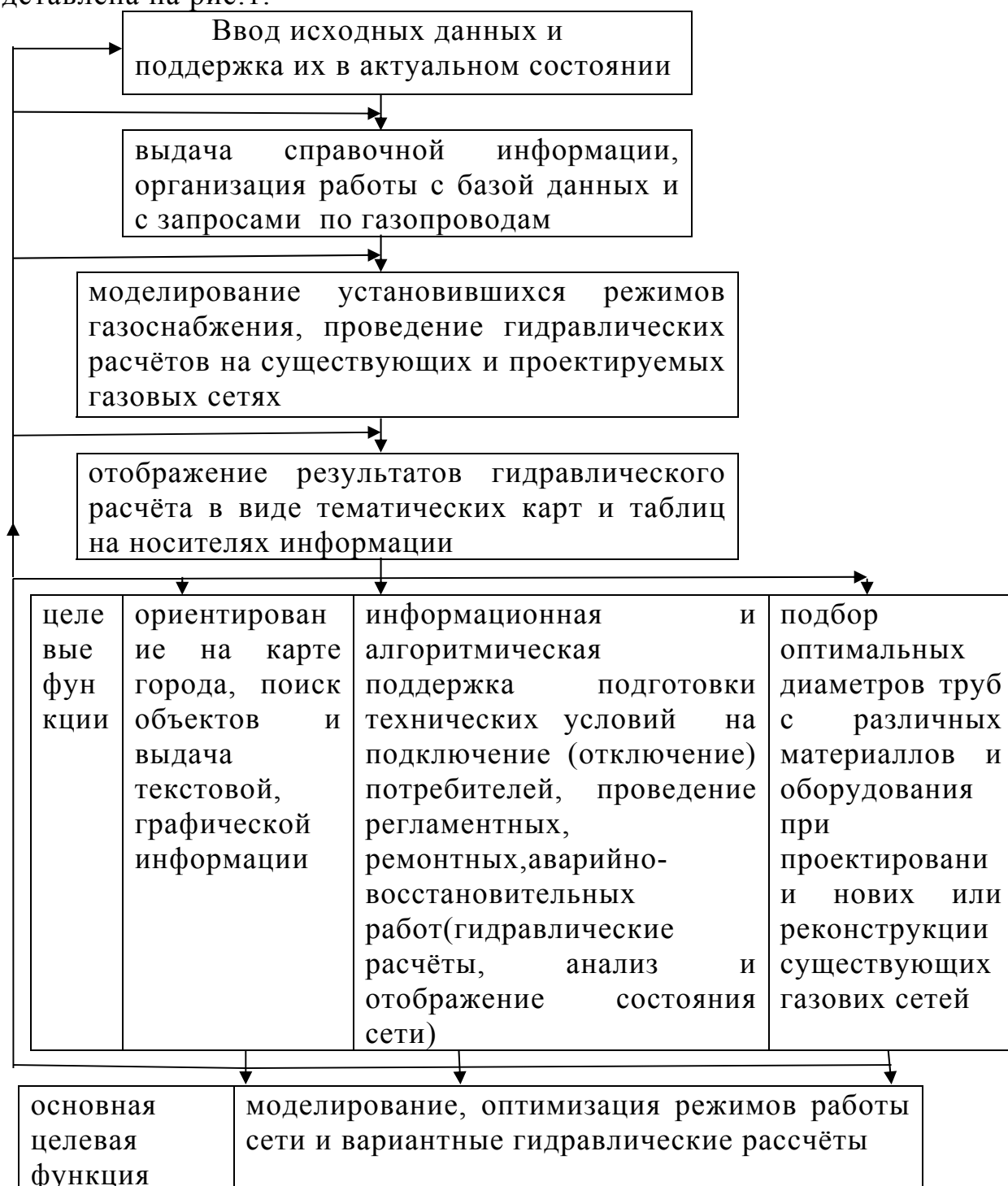


Рис.1. Функциональная схема ГИС

Основной целевой функцией ГИС (рис.1) является математическое моделирование режимов работы газовых сетей для решения оптимизационных инженерно-технических, организационных и экономических задач.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблемам математического моделирования и оптимизации газоснабжения на их основе в зависимости от выбранных критериев оптимальности посвящено ряд работ [1-3]. Теоретическое и практическое значение решения данных проблем состоит в повышении эффективности методов и алгоритмов, применяемых в компьютерных комплексах поддержки инженерно-технических решений в ГИС “Киевгаз”.

Формулировка целей и задач. Целью статьи является разработка метода формирования эффективного проектного решения по развитию и реконструкции системы газоснабжения на основе инженерно-технических мероприятий. Задача – формализация оптимизационных расчётов развития и реконструкции системы газоснабжения в виде методов и расчетных процедур для поддержки новых проектных технических решений.

Основная часть. Оптимизация системы газоснабжения, это-целенаправленные действия, заключающиеся в получении наилучших результатов при заданных условиях. Постановка задачи оптимизации предполагает наличие объекта оптимизации (сетей,оборудования) и ресурсов (природного газа) со свободой выбора нескольких значений некоторых параметров оптимизируемого объекта. При оптимизации могут быть поставлены две задачи. Это оптимизационные расчёты существующей систем газоснабжения и её элементов в зависимости от заданного изменения входных данных и оптимизационные расчёты развития и реконструкции системы газоснабжения в виде методов и расчетных процедур для поддержки новых проектных технических решений. При решении задач оптимизации обычно выделяют следующие основные этапы: общий анализ задачи оптимизации (предварительный общий анализ задач); анализ возможных вариантов технологических схем транспорта и распределения газа; определение типа задачи оптимизации (статическая или динамическая); постановка задачи; математическое моделирование и выбор необходимого и достаточного метода решения; оценка стоимости работы по оптимизации; выбор стратегии использования полученных методик и т.д. Следующим этапом является выбор основного (определяемого) и вспомогательных (определяющих) критериев оптимизации. При оптимизации систем газоснабжения определяемыми являются экономические критерии - это максимум дохода, минимум приведенных затрат, а одним из основных **определяющих** - это гидравлическое сопротивление сети и оборудования.

Скорый (время расчёта) и точный расчёт гидравлических характеристик системы дает возможность оценивать перспективность использования различных новых технических решений. Одним из таких решений является конструкция концевого нагнетателя для поднятия низкого и среднего давления газа до необходимой величины перед соответствующим потребителем без реконструкции системы газопроводов. На рис.2 представлена разработанная схема алгоритма оптимизационных расчётов характеристик нагнетателя газа как подсистемы гидравлического расчёта газовых сетей и оборудования, основной целевой функции ГИС “Киевгаз”.

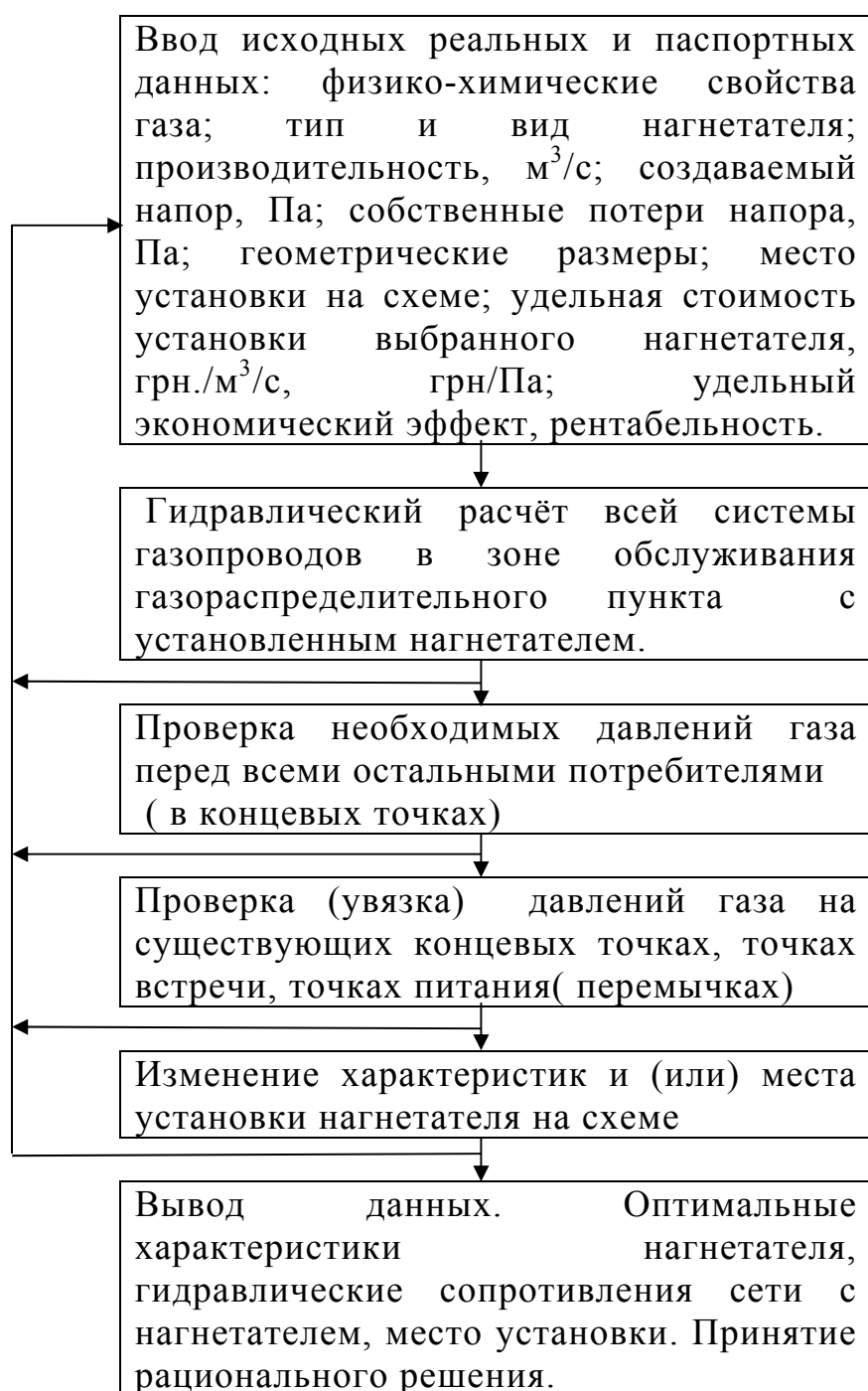


Рис.2

Схема алгоритма оптимизационных расчётов характеристик нагнетателя газа.

При решении конкретных задач оптимизации систем газоснабжения необходимо пользоваться математическим методом, который приводит к конечным результатам с наименьшими затратами или дает возможность получить наибольший объем информации об искомом решении. В основе математического моделирования процессов движения газа через трубопроводы разного диаметра, длины и конфигурации лежит система известных уравнений, состоящая из дифференциального уравнения для определения потери напора по длине, уравнения состояния газа и уравнения неразрывности потока. На основе разработанной схемы алгоритма, математической модели и методов решения разработан метод оптимизационной поддержки нового технического решения в ГИС - применения концевой нагнетателя газа.

Анализ предварительных результатов, полученных в результате решения указанной системы уравнений согласно разработанной схеме алгоритма и метода расчёта показал наибольшее падение давлений вблизи точек питания (газораспределительных пунктов), а не на соседних точках питания с установленным концевым нагнетателем газа.

Выводы.

1. Созданная и используемая ГИС “Кнвгаз” динамично развивается, совершенствуется и дополняется как по форме - это новые подсистемы, функции, так и по сути - это математические модели новых подсистем, функций, а также методы решения и оптимизации.

2. Постоянно дополняется существующая и включается новая сеть газопроводов. Осуществляется переход на представление изображений в 3-D, использование GPS – систем и планшетов.

3. Разработан метод формирования эффективного проектного решения по развитию и реконструкции системы газоснабжения на основе применения концевой нагнетателя газа.

4. Сформулирован оптимизационный расчёт развития и реконструкции системы газоснабжения в виде метода для поддержки новых проектных технических решений.

Литература

1. *Торчинский Я.М.* Оптимизация проектируемых и эксплуатируемых газораспределительных систем. М; Энергоиздат. 1981.- С.184.

2. *Цыбульник В.Н., Рубель В.В.* Комплекс моделирования и оптимизации газотранспортных систем «АСТРА» // Газовая промышленность. 2006. № 1.

3. *Сморodinский С.С., Батин Н.Ф.* Оптимизация решений на основе методов и моделей математического программирования: Учеб. пособие. Минск: БГУИР, 2003. 136 С.

Анотація

У статті проаналізовано функціональні можливості геоінформаційної системи "Київгаз". Розроблено метод формування та сформульований оптимізаційний розрахунок підтримки нового технічного рішення, застосування нагнітача, через геоінформаційну систему.

Annotation

The paper analyzes the functionality of GIS "Kievgaz." Developed a method for the formation and support of formulated optimization calculation of the new technical solutions, the application of a supercharger through geographic information system.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ ЗА РАХУНОК НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЗОВНІШНІХ СТІН

Донбаської національної академії будівництва і архітектури, м. Макіївка, Україна

Постановка проблеми. Використання сучасних фасадних систем зовнішніх стін дозволяє значно підвищувати рівень енергоефективності будинку в цілому. При застосуванні фасадної теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою не завжди вдається знизити тепловитрати через вузлові з'єднання або запобігти утворенню містків холоду. Пошук нових конструктивних рішень націлений на вирішення названих проблем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При конструюванні фасадної теплоізоляції з тонкошаровою теплоізоляцією дослідники звертають увагу в основному на способи конструктивного рішення і методам кріплення утеплювача до зовнішньої стіни [1, 2] або впливу на теплові потоки через елементи кріплення [3].

В роботі [4] пропонується нове конструктивне рішення опорядження віконного перерізу влаштуванням з зовнішньому боці спеціального поглиблення. На рис. 1а показано верх перерізу, 1б та 1в – відповідно низ та бокові грані. Рисунок демонструє можливість влаштування додаткового утеплення із зовнішнього боку в стіні з цегли, вказані розміри є мінімально достатніми.

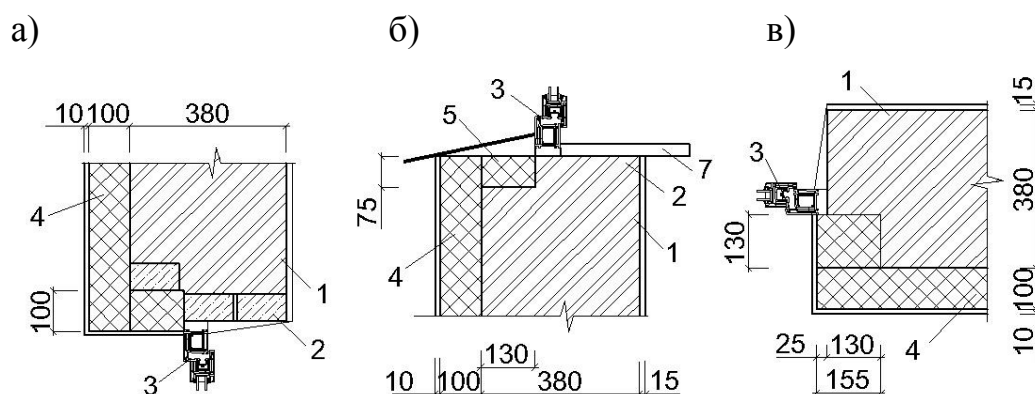


Рис. 1.

Конструктивне рішення віконного перерізу з поглибленням в стіні: 1 – зовнішня стіна, 2 – залізобетонна перемичка, 3 – віконне заповнення, 4 – зовнішня теплоізоляція, 5 – додатковий шар утеплювача, 6 – злив, 7 – підвіконня.

На запропонований спосіб одержано патент України на корисну модель [5]. За наведеними в [4] розрахунками встановлено, що економічна ефективність запропонованого конструктивного рішення для типового вікна (1510x1510 мм) в стіні з цегли складає 214,92 грн, а в стіні з монолітного

залізобетону – 168,73 грн. Наведене вказує на перспективність використання такого способу влаштування перерізу в будівельній практиці.

Безумовно такий спосіб влаштування зовнішньої поверхні стіни може бути розповсюджений на інші вузлові з'єднання.

Формулювання цілей та задач. Метою даного дослідження є рішення трьох задач: встановлення нових способів улаштування вузлів зовнішніх стін, виявлення ступеню впливу на енергоефективність будинків та розрахунок економічної ефективності подібних рішень.

Рішення поставлених задач. Аналогічно пропонується утворювати (рис. 1а) у куті зовнішньої стіни (1) товщиною $\delta_{ст}$ по вертикалям поглиблення (2) розміром δ_n на b за рахунок матеріалу стіни. Із зовнішнього боку влаштовується відповідна фасадна теплоізоляційно-оздоблювальна система (3) товщиною $\delta_{ум}$ з додатковим утепленням в поглибленні (2). На рівні перекриття передбачається утворення (рис. 1б) у товщі зовнішньої стіни (1) з зовнішнього боку поглиблення (2) по вертикалі розміром h та шириною δ_n за рахунок матеріалу стіни, а із зовнішнього боку влаштовується відповідна фасадна теплоізоляційно-оздоблювальна система (3) товщиною $\delta_{ум}$ з додатковим утепленням в утвореному поглибленні (2).

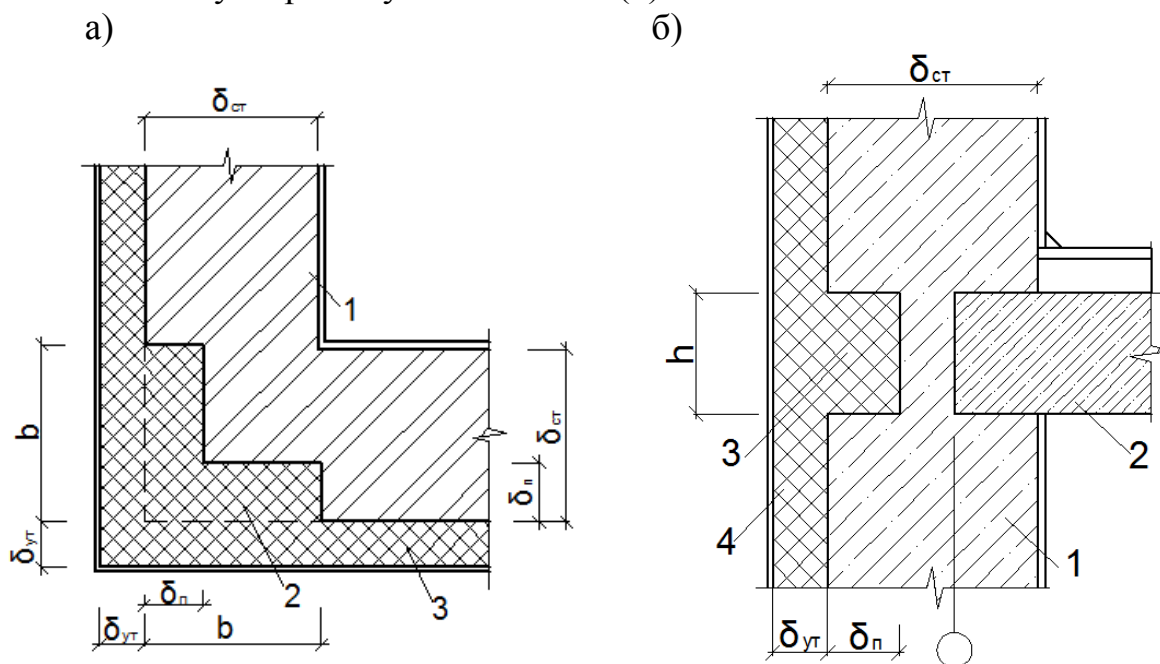


Рис. 2.

Способи влаштування додаткового утеплення: а – у куті, б – на рівні перекриття.

На запропоновані способи подані матеріали для одержання патентів України на корисну модель, є попереднє позитивне рішення.

Аналіз впливу запропонованих способів на енергоефективність будинку ведеться на прикладі конкретного житлового будинку, розташованого в м. Донецьку. Будинок двоповерховий, розміром в плані по внутрішньому обміру стін 11,74x15 м. Висота поверху 3 м. Стіни цегляні товщиною 0,38 м з фасадною теплоізоляцією, яка забезпечує опір теплопередачі по основному полі на рівні нормативного, тобто $R_{\Sigma нп} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. В нових конструктивних рішеннях прийнято $b = 0,38 \text{ м}$ (рис. 2а) та $h = 0,3 \text{ м}$ і $\delta_n = 0,13 \text{ м}$ (рис. 2б).

Розглядаються два варіанти влаштування конструктивних вузлів за старим (варіант 1) та новим способом (варіант 2). Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін розраховується за формулою

$$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\text{нп}}}{R_{\Sigma \text{нп}}} + \sum_{i=1}^n k_i \cdot L_i}$$

В формулі прийнято:

F_{Σ} – сумарна площа зовнішніх стін (з урахуванням вузлових з’єднань), $F_{\Sigma} = 313,5 \text{ м}^2$;

$F_{\Sigma \text{нп}}$ – площа стін по основному полі з опором $R_{\Sigma \text{нп}} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

k_i – лінійний коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, на довжині вузлового з’єднання L_i , м.

Значення лінійних коефіцієнтів отримані на основі розрахунків двовірного температурного поля за програмою Therm6.0. Оскільки в будинку три різних види перекриття (цокольне, міжповерхове та парапетне), то наведений лінійний коефіцієнт є осередненим для сумарної довжини названих з’єднань. Результати розрахунку приведенного опору теплопередачі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін

арі ан т	П лоща стіни, $F_{\Sigma \text{нп}}, \text{м}^2$	Вікно		Кут		Перекри ття		Приведени й теплопередачі, $R_{\Sigma \text{нп}}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
		$k_{\text{в}}$ $i_{\text{к}},$ $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$\text{вік}, \text{м}$	$k_{\text{к}}$ $u_{\text{т}},$ $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$\text{кут}, \text{м}$	k $\text{пер},$ В $\text{т}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$\text{пер}, \text{м}$	
	2 83,6	0, 26	38,4	0, 20	1,6	0 ,12	60,4	1,95
	2 42,3	0, 18	58,2	0, 14	1,6	0 ,10	60,4	2,34

За одержаними результатами встановлено, що нове конструктивне рішення підвисило значення приведенного опору теплопередачі зовнішньої стіни на 17 %. Коефіцієнт термічної однорідності для першого варіанту становить $r = R_{\Sigma \text{нп}} / R_{\Sigma} = 1,95/2,8 = 0,7$, а для другого - $r = R_{\Sigma \text{нп}} / R_{\Sigma} = 2,34/2,8 = 0,84$. Тобто за рахунок нових вузлових з’єднань площа стіни стала більш термічно однорідною. Зрозуміло, що на вказаний відсоток зменшаться тепловитрати через зовнішні стіни.

Далі аналізувалась ефективність запропонованих рішень. В якості утеплювача прийняті мінераловатні плити DANFas виробництва DANOVA[®] товщиною 100 мм і щільністю 135 $\text{кг}/\text{м}^3$. Для розрахунків прийнята орієнтовна вартість 1 м^3 цегляної кладки (враховано матеріали та робота) – 2700 $\text{грн.}/\text{м}^3$, з/бетону – 3500 $\text{грн.}/\text{м}^3$, утеплювача – 880 $\text{грн.}/\text{м}^3$.

Очікуваний економічний ефект від застосування запропонованих рішень може бути розділений на прямий та наступний (основний). Прямий економічний ефект – орієнтовна відносна економія матеріальних та трудових ресурсів при виконанні нового конструктивного рішення. Наступний (основний) – від поліпшення теплоізоляції конструкцій і, як наслідок, зменшення затрат на обігрів приміщень, підвищення комфортних умов. Прямий економічний ефект приведений в таблиці 2.

Таблиця 2

Економічна ефективність нових конструктивних рішень

№ п/п	Найменування показника	Величина
1	Зменшення об'єму зовнішньої стіни, м ³	10,491
2	Збільшення об'єму з/бетону за рахунок більш довгої перемички, м ³	0,044
3	Збільшення об'єму утеплювача, м ³	9,835
4	Вартість зекономленого об'єму стени, грн..	28325,7
5	Вартість добавленого об'єму перемичок та утеплювача, грн.	8808,8
6	Економічний ефект (різниця між п.п. 4 та 5), грн.	19516,9

Висновки

1. За рахунок поглиблення по зовнішнім поверхням перерізів віконних та дверних отворів, зовнішніх стін в кутах та на рівні перекриття з'являється можливість розташувати додатковий шар утеплювача.

2. Запропоновані конструктивні рішення конструктивно спроможні і за мінімальним розмірами поперечних перерізів можуть використовуватися в новому будівництві і реконструкції будівель.

3. Розглянуті конструктивні рішення не ускладнюють процес виконання робіт і при відповідній кваліфікації робочих можуть бути виконаними.

4. Додаткове утеплення збільшує значення приведенного опору теплопередачі стіни і тим самим зменшує тепловитрати.

5. Економічна ефективність запропонованих рішень для двоповерхового будинку об'ємом біля 1000 м³ становить 20000 грн., що вказує на перспективність його використання в будівельній практиці.

Перспективи подальших досліджень

Запропоновані конструктивні рішення потребують детального аналізу на визначення мінімальних температур на внутрішніх поверхнях, що буди свідчити про підвищення комфортних умов для перебування людей біля цих поверхонь і неможливість утворення конденсату. Стик зовнішньої стіни з конструкцією вікна потребує виявлення повітропроникності, оскільки чверть підвищувала опір повітропроникності. Конструктивні рішення кута та на рівні перекриття потребують виявлення характеристик міцності, тому що розміри стіни в поперечному перетині зменшуються.

Література

1. Архитектурное конструирование / Понамарев В.А.: Учебник для вузов. – М.: «Архитектура-С», 2008. – 736 с., илл.
2. *Карапузов Є.К.* Утеплення фасадів/ Є.К. Карапузов, В.Г. Соха // К.: Вища освіта, 2007. - 319 с.:іл.
3. Козлов В.В. Исследование теплотехнических свойств теплоизоляционного фасада с тонким штукатурным слоем в зоне расположения дюбелей / ACADEMIA - МГСУ, 2009. – с. 346 – 355.
4. *Прищенко Н.Г.* Способ устройства проема в наружной стене с углублением с внешней стороны./ Н.Г. Прищенко, Н.В Тимофеев, А.Н. Прищенко // Вестник Донецкого ПромстройНИИпроекта. 2011. – Вып. №11. – С. 27 – 32.
5. Спосіб влаштування прорізу в стіні з поглибленням з зовнішнього боку. Патент України на корисну модель № 62467 у 201102368 від 28.02.2011 (Прищенко М.Г., Тимофеев М.В., Прищенко А.М.)

Аннотация

Рассмотрены новые конструктивные решения узловых соединений оконных и дверных проемов, углов и уровней перекрытий в наружных стенах. Предложен способ устройства углублений на наружной поверхности стены, в которых дополнительно располагается утеплитель. Продемонстрировано повышение значений приведенного сопротивления теплопередаче стены и установлен экономический эффект нового решения.

Annotation

Some new designs of nodal connections of window and door openings, corners and levels of overlap in the external walls. A method for device recesses on the outer surface wall, which is located further insulation. Demonstrated to increase the values of the reduced thermal resistance of the wall and set the economic effect of the new solutions.

АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРОЖНИСТИХ ТРУБЧАСТИХ СВІТЛОВОДІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Стрімкий розвиток та дослідження систем інтегрального освітлення призвели до наявності низки методів моделювання створюваного ними світлового поля у приміщеннях будівель. У статті аналізуються підходи та виявляються характерні відмінності цих моделей.

Постановка проблеми. Системи інтегрального освітлення будівель є прогресивним засобом як природного так і штучного освітлення приміщень [1, стр.856]. Процес розповсюдження світла базується на ефекті дзеркального відбиття від внутрішньої поверхні конструкції. Такий спосіб освітлення приміщень підвищує загальну енергоефективність будівель за рахунок:

- зменшення витрат електроенергії на освітлення приміщень із глибинним розташуванням або підземних;
- оптимального використання із світлорегуляторами;
- зменшенні загальної площі отворів у зовнішніх огорожувальних конструкціях;
- мінімізації передачі інфрачервоного випромінювання в приміщення;
- використання геліоаккумуляторів задля живлення структурних частин системи [2].

Паралельні теоретичні та практичні вишукування, поширення експериментальних досліджень призвели до великої кількості методів моделювання освітленості від порожнистих трубчастих світловодів.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ. Наприкінці ХХ сторіччя вивчення, моделювання та впровадження новітніх систем суміщеного освітлення було розпочато у багатьох країнах – США, Австралії, Росії, Англії, Італії, Швейцарії, Німеччині [1, стр.856]. В останні роки особливого розвитку набули методи із використанням аналітичної геометрії у Словаччині [3,4], Росії та Україні [5,6,7].

Постановка задачі. Мета роботи – проаналізувати існуючі аналітичні методи розрахунку освітленості від сучасних систем інтегрального освітлення.

Аналітичні методи розрахунку ефективності світловодів та характеристик світлового поля від них

1. Моделювання освітленості із використанням алгоритму зворотного трасування променів

Даний метод, запропонований у 2008 році словацькими вченими М.Косіфай, С.Дарула та Р.Кітлером, базується на використанні вищезгаданого методу [3,4]. Завдяки його застосуванню можливо розрахувати освітленість у будь-якій РТ в приміщенні від полого трубчастого світловоду із будь-якою геометричною структурою, оптичними діаметром та довжиною. Метод дає

достовірні результати за умов 15 стандартизованих типів небосхилів прийнятих CIE та ISO для будь-якого територіального місцезнаходження системи освітлення. Загальне рівняння визначення освітленості від світловоду із плоским концентратором та дифуззором, функція проходження світла крізь який підпорядковується закону Ламберта, приймає вигляд:

$$E = \frac{\tau_d}{\pi} \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} \frac{\cos^2 \Theta}{R_{d\sigma}^2(\Theta, \Phi)} d\phi_0 \times \int_0^{\pi/2} \cos \vartheta \sin \vartheta d\vartheta \times \int_0^{2\pi} j_T(\vartheta, \phi, \phi_0, r) p_D(\vartheta, \phi, \Theta, \Phi) d\phi \quad (1.29)$$

Де $j_T(\vartheta, \phi, \phi_0, r)$ - функція, що відображає процес проходження загального світлового потоку крізь світловод та є сумою функцій розповсюдження дифузного та прямого світла;

$p_D(\vartheta, \phi, \Theta, \Phi)$ - функція, що відображає процес розповсюдження сонячної енергії крізь дифуззор.

Для прямолінійного світловоду функція дифузного розповсюдження світлового потоку приймає вигляд:

$$j(\vartheta, \phi, \phi_0, r) = L(\zeta, \alpha - \alpha_s) p^N \tau_e, \quad (1.30)$$

де $L(\zeta, \alpha - \alpha_s)$ - функція яскравості небосхилу, кд/м²;

Для проходження прямої компоненти сонячного світла набуває виразу:

$$j_c(\vartheta, \phi, \phi_0, r) = \frac{P_v}{\cos \zeta_s} \times \frac{p^{N_{sky}(\phi)} \tau_e}{2\pi(1 - \cos \Re_s)}, \quad (1.31)$$

де $\frac{P_v}{\cos \zeta_s}$ - зовнішня яскравість площини нормальної до падаючого променю

$\Re_s$ - кутовий радіус сонячного диску відносно РТ.

Для знаходження траєкторії руху одиничного сонячного променю та кількості внутрішніх відбиттів був застосований метод зворотного трасування променів від елементарної площини дифузору до елементарної площини куполу. Це дає змогу обрахувати місцезнаходження точки перетину променя із внутрішньою поверхнею світловоду та вихідним отвором у полярній та картезіанській системах координат та описати функцію розповсюдження загального світлового потоку крізь світловод.

2. Моделювання освітленості від світлових шахт із дифузним світловідбиттям на основі теорії світлового поля.

Метод запропонований у 2010 році та впроваджує геометричні методи розрахунку інтегральних характеристик світлового поля (ІХСП) від світлових шахт різних геометричних форм [5, стр.84]. Метод базується на теорії світлового поля, що досліджувалась в роботах низки вчених (Болдирєв, Гершун, Гуревич, Гуторов, Мешкова, Сапожников), та дозволяє розрахувати як

ефективність світловодів, так і значення світлового поля. Розглянуті світловоди не враховують наявності дифузора, який змінює характер поширення світлового потоку, тому простір під світловодами поділяється на три зони освітлення робочої поверхні від світловоду [5,стр.27]. Відповідно до положення розрахункових точок у цих зонах формули розрахунку освітленості приймають наступний вигляд. Розглянемо їх на прикладі циліндричного світловоду.

Для I-ї області:

$$E = -\frac{2L_z}{3} \int_0^r \int_0^\pi \frac{r_Q (z_0 - h)^2}{l^4} \left(1 + 2 \frac{h - z_0}{l} \right) dr_Q d\theta + \frac{\rho r}{\pi} \int_0^h \int_{\varphi_1}^{2\pi} \frac{(E^\Pi + E_k^B)(z_0 - z)(r - x_0 \cos \varphi_1) d\varphi_1 dz}{(x_0^2 - 2x_0 r \cos \varphi_1 + r^2 + (z_0 - z)^2)^2}, \quad (1.32)$$

Для II-ї та III-ї області:

$$E = -\frac{2L_z}{3} \int_0^r \int_0^\pi \frac{r_Q (z_0 - h)^2}{l^4} \left(1 + 2 \frac{h - z_0}{l} \right) dr_Q d\theta + \frac{\rho r}{\pi} \int_0^{z_M} \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{(E^\Pi + E_k^B)(z_0 - z)(r - x_0 \cos \varphi_1) d\varphi_1 dz}{(x_0^2 - 2x_0 r \cos \varphi_1 + r^2 + (z_0 - z)^2)^2}, \quad (1.33)$$

де L_z – яскравість небосводу в зеніті, кд/м²;

E^Π – освітленість прямим світлом в РТ твірної, Лк;

E_k^B – приріст освітленості в РТ твірної від k відбивань світла, Лк.

Розроблені Т.М. Кундратом номограми впроваджують розрахунок ІХСП від довільного числа світловодів, можливість побудови зон освітленості під ними в приміщенні та забезпечують обґрунтованість при виборі оптимальної конфігурації систем [5,стр.54-55, 74-75].

Метод із використанням теорії світлового поля отримав розвиток у працях Ю.В. Гарбарук [7], в яких розроблено математичну модель перенесення світлового потоку крізь світловоди із дзеркальним світловідбиттям. Використання матеріалів внутрішньої поверхні із високим коефіцієнтом направленої відбиття випромінювання є пріоритетним напрямом у розробці систем інтегрального освітлення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Наведені моделі є основними методами розрахунку задач будівельної світлотехніки щодо розрахунку ефективності порожніх трубчастих світловодів та характеристик світлового поля, що створюється при їх використанні.

Метод розрахунку освітленості HOLIGRIM [4] із використання алгоритму зворотного трасування променів є найбільш повним та точним з огляду на врахування в ньому усіх стандартизованих умов небосхилу, точного розрахунку

проходження променів крізь світловоди із кутовими адаптерами та наявності куполу і дифузору при визначенні характеристики світлового поля.

Метод моделювання світлового поля, запропонований Ю.В. Гарбарук, Т.М. Кундратом та Є.В. Пугачовим, цілком достовірний за умов хмарного небосхилу та як дифузного, так і дзеркально відбиваючого матеріалу внутрішньої поверхні світловоду. Але не були враховані впливи куполу і дифузору на світловий потік та зміну характеру проходження світла. В цілому, цей підхід точно відображає геометричний та фізичний процес перенесення світлового потоку системи суміщеного освітлення, що, в першу чергу, залежить саме від геометричної конфігурації світловоду.

Реальні моделі світловодів мають куполи різної геометрії, матеріал нанесений на внутрішню поверхню відбиває світло за законами дзеркального або дзеркально-дифузного світловідбиття із коефіцієнтами ρ від 0,95 до 0,99 в залежності від спектрального складу потоку, а дифузори прямують до характеристик рівнояскравих випромінювачів. Подальше вивчення процесу дзеркального багаторазового світловідбиття, врахування дійсних характеристик падаючого світлового потоку, будови світловодів та процесу переносу світлової енергії, використовуючи методи аналітичної геометрії для моделювання світлового поля від інтегральних систем освітлення, є найбільш перспективним напрямом подальшого дослідження.

Література

1. *Айзенберг Ю.Б.* Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Знак, 2006. — 972с: ил.
2. *Радомцев Д.О.* Підвищення енергоефективності будівель засобами сучасних систем інтегрального освітлення / Д.О. Радомцев // Будівельні конструкції. — 2013. №.77 — с. 274-278.
3. *Kocifaj M.* Theoretical solution for light transmission of a bended hollow light guide / M. Kocifaj, F. Kundracik, S. Darula, R. Kittler // Solar Energy. — 2010. Vol.84 — pp. 1422-1432.
4. *Kocifaj M.* HOLIGILM – Hollow light guide interior illumination method – An analytical calculation approach for cylindrical light-tubes / M. Kocifaj, F. S. Darula, R. Kittler // Solar Energy. — 2008. Vol.82 — pp. 247-259.
5. *Кундрат Т.М.* Геометричне моделювання освітленості від світлових шахт із дифузним відбиванням світла: дис.. ... кандидата технічних наук: 05.01.01 / Кундрат Тарас Миколайович. — Рівне, 2010. — 198с.
6. *Гарбарук Ю.В.* Порівняння коефіцієнта корисної дії дзеркально відбиваючих світлових шахт у вигляді паралелепіпеда залежно від їх геометричних параметрів / Ю.В. Гарбарук, Є.В. Пугачов // Будівельні конструкції. — 2013. №.77 — с. 355-358.
7. *Пугачов Є.В.* Дискретне геометричне моделювання скалярних і векторних полів стосовно будівельної світлотехніки: дис.. ... доктора технічних наук: 05.01.01 / Пугачов Євген Валентинович. — Київ, 2001. — 353с.

Аннотация

Стремительное развитие и исследования систем интегрального освещения привело к наличию методов моделирования создаваемого ими светового поля в помещениях зданий. В статье анализируются подходы, определяются характерные отличия этих моделей.

Annotation

Impetuous world-wide development and research of actual integrated daylight systems has brought to existence of several calculation and modeling produced light field methods. Analysis of approaches, specific distinctions and principal usage conditions set in this article.

ЕНЕРГООЩАДНІ СХЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВДОСКОНАЛЕНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ РЕГУЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ

Вінницький національний технічний університет

Стаття присвячена проблемі регулювання вентиляційних систем на промислових підприємствах, громадських установах. Запропонована вдосконалена конструкція регулюючого пристрою з зручнообтікаємими регулюючими елементами, що обумовлює зменшення вихроутворення, забезпечує стабільність аеродинамічної структури течії, плавності регулювання, результатом чого є підвищення енергоощадності вентиляційних систем.

Постановка проблеми. При проектуванні вентиляційних систем на промислових підприємствах, внаслідок насиченості інженерної інфраструктури – технологічного обладнання, будівельних конструкцій, різного роду комунікацій, виникає складність прокладання даних систем згідно будівельних нормативів [1].

Складність прокладання повітропроводів особливо спостерігається при проектуванні систем аспірації як невід’ємної складової технологічного процесу деяких підприємств харчової, переробної промисловості тощо [2]. Згідно вимог [3] системи аспірації належить проектувати з вертикальним прокладанням повітропроводів або з нахилом до горизонталі не меншим кута природного відкосу осівшого пилу. У виключних випадках дозволяється прокладання ділянок повітропроводів під меншими кутами до горизонталі при протяжності їх не більше 15м з швидко знімними герметичними з’єднаннями при умові підтримання на даних ділянках швидкостей руху повітря не менше 15м/с. В зв’язку з вищенаведеним виникає необхідність застосування регулюючих пристроїв на похилих ділянках систем аспірації, конструкція яких могла б забезпечити якісне регулювання.

В громадських будівлях при різних режимах експлуатації приміщень, нерівномірних теплонадходженнях, обумовлених орієнтацією будівлі по сторонам світу, кількості людей в приміщенні, навантаження приміщення різне. Швидке реагування регулюючих пристроїв та плавність, гнучкість регулювання при зміні навантаження окремих приміщень або зон будівлі джерела забруднення повітря визначає енергоощадність вентиляційних систем.

Аналіз сучасного стану регулювання вентиляційних систем свідчить про створення більш гнучкої чутливої системи регулювання на найбільш віддалених ділянках вентиляційних систем. В сучасному проектуванні та будівництві аеродинамічних мереж мала увага приділяється вдосконаленню регулюючих пристроїв. Вдосконалення регулювання вентиляційних систем визначає їх енергетичну ефективність.

Основна частина. Для забезпечення плавного регулювання, стабільної аеродинамічної структури течії, розширення діапазону регулювання [4] запропонована конструкція регулюючого пристрою [5] з зручнообтікаємими регулюючими елементами (рис.1).

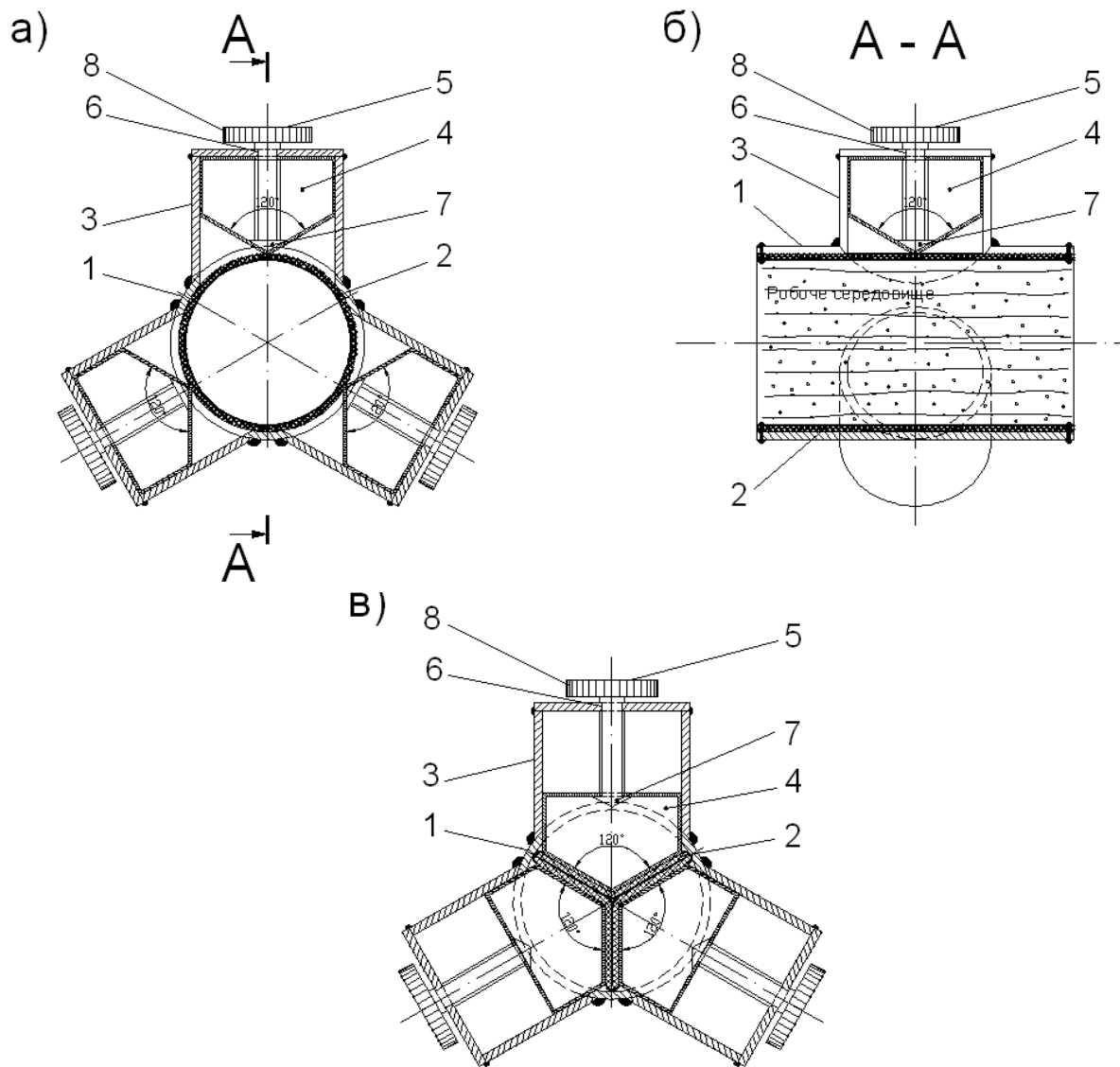


Рис.1.

Вдосконалена конструкція регулюючого пристрою вентиляційних систем:
а) неробочий режим; б) розріз А-А; в) робочий режим.

Регулюючий пристрій (рис.1) працює наступним чином. В початковому положенні, при повністю відкритому прохідному перерізі, регулюючі органи 4 знаходяться у верхньому крайньому положенні направляючих елементів 3 (рис.1, а, б). При необхідності створення процесу регулювання витрати робочого середовища здійснюють оберти регулюючих рукояток регулюючих гвинтів 5 за годинниковою стрілкою, що приводять до переміщення регулюючих органів 4 до центру корпусу 1 дроселя в направляючих елементах 3 по регулюючим гвинтам 5 (рис.1, в). Канавки 6 дозволяють здійснювати обертовий рух тільки навколо своєї осі, при цьому регулюючі гвинти 5 не

переміщуються вздовж своєї осі. Заглушки 7 зупиняють (фіксують) рух по різьбі регулюючих органів 4. Насічки 8 на регулюючих рукоятках регулюючих гвинтів 5 дають можливість зорієнтуватися про положення регулюючих органів 4 при роботі дросельного пристрою. Регулюючі органи 4 переміщуючись до центру корпусу 1 надавлюють на еластичну розтягуючу вставку 2 симетрично з трьох сторін. Симетричне розташування трьох регулюючих органів 4 та виконання вершин конусів під кутом 120° , що є частиною регулюючих органів 4, дають можливість перекрити поперечний переріз циліндричного корпусу 1 по твірним конусів. Еластична розтягуюча вставка 2 звужується з трьох сторін до повного її закриття. Внаслідок неповного стискання еластичної вставки 2, звужуючі області утворюють місцеві опори в регулюючому пристрої з трьох сторін та здійснюють при цьому регулювання системи. Завдяки поступовому плавному переходу до звужуючих (регулюючих) зон покращуються аеродинамічні властивості протікання струмини чистого повітря в системах вентиляції та повітря разом з різного роду домішками в системах аспірації. Кожний регулюючий орган 4 працює незалежно один від одного. Така робота дає можливість здійснювати незалежне регулювання з одного чи іншого боку при різному встановленні регулюючого пристрою на повітроводі (рис.2), що приводить до покращення аеродинамічних властивостей повітряного потоку, надійності регулювання, підвищення експлуатаційної надійності системи в цілому.

Регулюючий пристрій може бути запропонований в системах аспірації, наприклад, в системі аспірації цукрових заводів (рис.2)

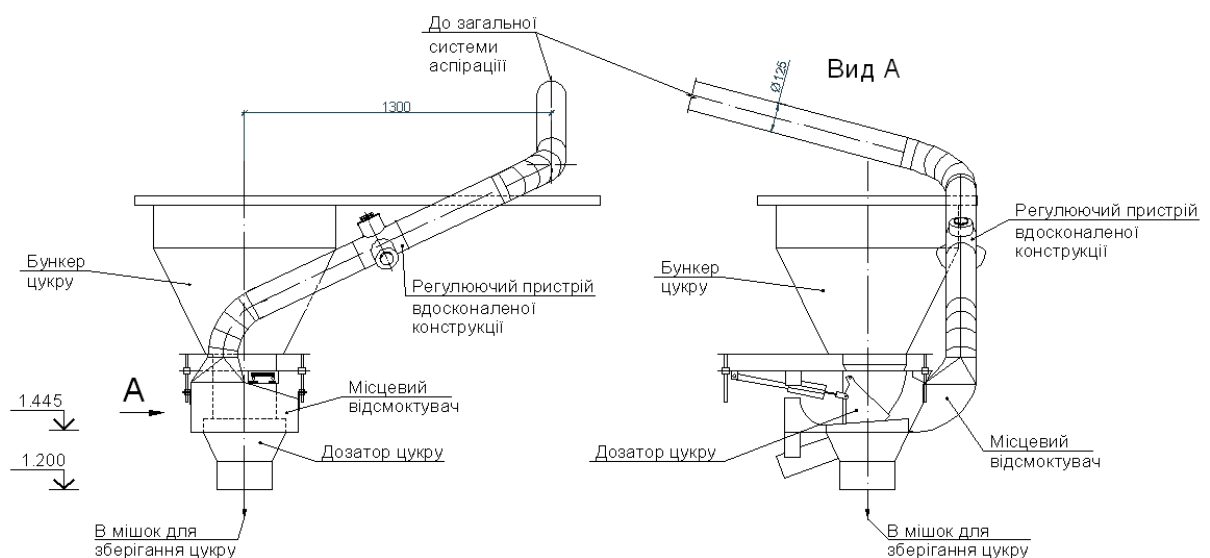


Рис.2.
Утилізація цукрового пилу системою аспірації
в пакувальному відділенні цукрового заводу

На рис.2 зображений фрагмент системи аспірації для утилізації цукрового пилу від джерела пилоутворення (дозатора цукру) в пакувальному відділенні цукрового заводу. Рисунок свідчить про неможливість вертикального прокладання відгалуження системи аспірації. Застосування запропонованої

конструкції регулюючого пристрою при незалежному регулюванні з трьох сторін дозволяє керувати лінією току робочого середовища (повітря разом з цукровим пилом), що призводить до точності налагодження системи на запроектовані параметри, зменшення забруднення в регулюючому пристрої.

Висновок. Аналіз застосування вдосконаленої конструкції регулюючого пристрою в вентиляційних системах свідчить про наступні переваги:

- незалежна робота регулюючих елементів дозволяє ефективно застосувати регулюючий пристрій на похилих повітропроводах систем аспірації;

- застосування зручнообтікаючих регулюючих елементів обумовлює зменшення вихроутворення, стабільності аеродинамічної структури течії, плавності регулювання та призводить до підвищення енергоощадності вентиляційних систем.

Література

1. Богуславский Л.Д. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. Пособие / Богуславский Л.Д., Ливчак В.И., Титов В.П. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.

2. Донин Л.С. Справочник по вентиляции в пищевой промышленности / Л.С. Донин. – М.: издательство «Пищевая промышленность». 1977. – 352 с.

3. Ведомственные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов: ВНТП 03 – 91. – М.: Гипросахпром, 1991. – 357 с.

4. Степанковський Р.В. Вдосконалення регулювання аеродинамічних потоків трубопровідних систем / Р.В. Степанковський, Г.С. Ратушняк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №4, серія «Технічні науки» – С. 26-33.

5. Патент 66912 UA, МПК F16K 7/00, B08B 15/00. Дросельний пристрій / Степанковський Р.В., Ратушняк Г.С.; Заявл. 21.06.2011; Опубл. 25.01.2012, Бюл.№2.

Annotation

Article deals with the regulation of ventilation systems in industrial enterprises, public institutions. The proposed improved design of the control unit smooth flow regulatory elements, resulting in reduction vortex formation provides aerodynamic stability of the structure of the flow, smoothness of control, resulting in the increase of energy saving ventilation systems.

**А.Ф. Редько, д.т.н.,
А.М. Тарадай, д.т.н.,
М.А. Яременко,
Е.С. Есин**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. ХАРЬКОВА

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

В статье рассматривается возможность усовершенствования системы теплоснабжения г. Харькова путем завершения строительства тепломагистрали №1 от ТЭЦ-5. Сделан анализ преимуществ и выгод от реализации проекта. Рассмотрены другие направления модернизации централизованного теплоснабжения от ТЭЦ с современных позиций энергетики.

Межотраслевая региональная корпорация «Теплоэнергия» по заказу ТЭЦ-5 завершает разработку проекта тепломагистрали №1, которая обеспечит подачу тепла от ТЭЦ-5 в центр Харькова.

Харьковская область была и остается одной из ведущих в деле развития теплоснабжения, как в Украине, так и в СНГ. Харьковская система отличается от всех остальных коренным образом, потому что основным источником тепла в городе являются ТЭЦ. Тем самым значительную часть тепла мы получаем на отборах пара, отработавшего в турбинах при производстве электроэнергии.

Среди таких источников в Харькове: ТЭЦ-3, которая существует еще с 30-х гг. минувшего века и в свое время отапливала большую часть города, и ТЭЦ-5, которая вступила в строй в 1975 году и на сегодня остается одной из крупнейших и наиболее технически вооруженных ТЭЦ Украины.

Недавнее решение о приватизации ТЭЦ-5 дало возможность инвесторам заниматься развитием теплоснабжения. Недостатком ТЭЦ-5 является ее удаленность от потребителей тепла и, как следствие, недостроенные тепловые сети, магистральные и частью не реконструированные сети внутри города.

Эта проблема старая, возникшая еще при Советской власти. Ее пытались решать еще в 90-е гг. И вот теперь ТЭЦ-5 сама выступила инициатором строительства тепломагистрали №1, которая даст возможность подавать тепло к центру Харькова и тем самым обеспечить надежность теплоснабжения.

Трасса очень сложная. Маршрут выбран с таким расчетом, чтобы максимально охватить теплоснабжением те зоны, которые сейчас обеспечиваются теплом от котельных и передать в центр города не менее 200 Гкал/ч. Однако следует понимать четко, что предназначение проектируемой теплотрассы это также создание надежной связи между крупнейшими источниками тепла – ТЭЦ-5, ТЭЦ-3 и возможность взаиморезервирования.

Строительство трассы от ТЭЦ-5 даст ряд выгод: подача тепла в центр Харькова, мощное резервирование источников тепла на случай возникновения

нестандартных ситуаций, подключение к ТЭЦ-5 тех объектов, которые сегодня питаются от собственных котельных.

При проектировании трассы оперативно решаются все проблемы с районными администрациями и коммунальными службами, что даст возможность выбрать и кратчайшее направление магистрали, и упростить последующий процесс организации работ. Так, удалось избежать длительной остановки движения городского транспорта, а также строительства гигантских эстакад над железной дорогой в районе Новоселовки (что планировалось в первоначальном варианте проекта 2006 года). От этих проблем удалось уйти при содействии коллег-коммунальщиков и железнодорожников.

Главный вопрос, который задают непосвященные: для чего мы проектируем и будем строить трассу, если не предусматривается изменение цены на тепло? У этого вопроса несколько составляющих ответа.

Цена на тепло будет снижаться по мере увеличения отпуска его от ТЭЦ-5 по проектируемой тепломагистрали №1.

Цены на тепло устанавливает Минэнерго на основе своих нормативов, и все ТЭЦ ими руководствуются. Исходя из того, что ТЭЦ вырабатывают и электроэнергию, и тепло, экономия расхода топлива составляет около 30%. И эта экономия может быть переложена либо на стоимость вырабатываемой электроэнергии, либо тепла. К сожалению, все действующие нормативы сегодня весьма расплывчаты и не позволяют владельцу источника тепла существенно снижать его стоимость.

Чтобы изменить ситуацию, требуется вмешательство Кабинета министров. Конечный потребитель тепла только выиграл бы от этого.

ТЭЦ-5 может и должна вырабатывать дешевое тепло. Надо использовать зарубежный опыт. К примеру, Дания имеет разветвленную систему теплоснабжения, в которой используются все виды тепла – от ТЭЦ, мусоросжигательных заводов, выбросов промышленных предприятий. Все это сводится в одну теплосеть, а потом через комплекс теплообменников доводится до потребителя. И закон Дании, гласит, что вся экономия, которая достигается за счет производства тепла из комбинированных источников, относится на счет теплоснабжения. Любое подключение нового потребителя влечет сокращение стоимости тепла, пусть хоть на доли процента, для всех остальных потребителей.

Конечно, при таких правилах есть интерес развивать централизованное теплоснабжение и повышать его надежность. У нас же все наоборот.

Правда, некоторые доморощенные «знатоки», побывав за рубежом, увидев электродом на крыше или какой-нибудь модный альтернативный источник тепла, в последнее время стремятся доказать убыточность централизованного теплоснабжения вообще.

Страны Северной Европы успешно используют опыт централизованного теплоснабжения Советского Союза в том числе и Украины и у себя его всячески развивают.

В целом законодательство Дании, Швеции, Франции очень четко координируют роли муниципалитетов и владельцев источников тепла.

Коммунальные сети находятся под контролем муниципалитетов и местных общин. Наверное, и нам уже пора в закон о теплоснабжении вносить изменения, которые бы позволяли снижать стоимость тепла, несмотря на нежелание делать это некоторых производителей и транспортировщиков.

Надо сказать, что на ТЭЦ-5 понимают эти проблемы. Эксперты прогнозируют, что после завершения строительства тепломагистрали №1 удастся создать возможности для снижения стоимости тепла от ТЭЦ-5.

На реализации проекта строительства тепломагистрали №1 модернизация системы теплоснабжения не может быть закончена. Общеизвестно, что самым «слабым звеном» централизованного теплоснабжения являются тепловые сети. Поэтому замена всех действующих тепловых сетей на предварительно изолированные пенополиуретаном остается одной из главных задач современного теплообеспечения. Приведение тепловых сетей в соответствии с современным требованиям даст снижение расхода топлива на нужды отопления в целом по стране до 15%.

Актуальным направлением развития теплообеспечения является широкое внедрение современных схем совместной работы централизованного и индивидуального теплоснабжения. Мы не должны рассматривать противоречий, достоинств и недостатков централизованных и индивидуальных систем теплоснабжения. Следует не выискивать преимуществ одной или другой системы. Нужно их объединить в единое целое, при этом использовать лучшее одной и другой системы. Объединение централизованной и индивидуальных квартирных систем отопления предлагается выполнить путем связи централизованной системы с индивидуальной по независимой схеме через пластинчатые теплообменники на вводе в каждое здание и «разделительные стрелки» в каждой квартире. При этом каждая квартира имеет свою самостоятельную систему отопления, которую при желании можно оснастить дополнительным электрическим источником тепла. Возможно также применение теплоаккумулирующих схем и учет электроэнергии по трехставочному тарифу. Реализация данного направления невозможна без модернизации всех существующих практически нерегулируемых одноконтурных систем отопления с превращением их в регулируемые системы с возможностью отключения или регулирования каждого нагревательного прибора в каждом помещении. При этом следует обязательно оснастить все домовые и квартирные системы отопления счетчиками тепла. Наличие счетчика тепла – это основной стимул экономии тепла и, следовательно, собственных расходов абонента. При наличии счетчика тепла у каждого жильца появляется стимул для утепления ограждающих конструкций своей квартиры и всего здания.

Annotation

The thesis concerns the possibility of improving the heating system of Kharkov. The analysis of the advantages and benefits of the project «Building of heating duct number 1 of CHP-5». Examined other areas of modernization of centralized heating from CHP with modern views of energetic.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОБЛІК ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

*Київський національний університет будівництва та архітектури
(КНУБА), м. Київ, Україна*

*Державне госпрозрахункове підприємство Сертифікаційний випробувальний
центр опалювального обладнання (ДГП СВЦОО), м. Київ, Україна*

Запропоновано спосіб, який забезпечує індивідуальне автоматичне регулювання та облік теплової енергії в системах водяного опалення, при довільній конфігурації систем водяного опалення приміщень, в залежності від температурних збуджень та потреб споживача, без необхідності вимірювання витрати теплоносія. Список літ.: 6 назв.

В даний час Україна практично 60 % потреб в енергетичних ресурсах забезпечує завдяки імпорту [1]. Найенергоємнішими галузями на сьогодні є: металургія, хімічна промисловість, виробництво будматеріалів, машинобудування. Проте першість по нераціональних енерговитратах займає житлово-комунальний сектор, де об'єми споживання енергоресурсів перевищують фактичні витрати майже на 40 % [2].

Для комунального господарства України за умов недостатності власних ресурсів, перманентного дорожчання та нестабільності ринку енергоносіїв, постійно актуальною є проблема їх економії.

Одним з сучасних рішень, направлених на скорочення витрати теплової енергії споживачами, є обладнання будинків тепловими лічильниками на вводі в систему опалення. Хоч ці міри і сприяють обліку тепла в загальному на будинок, але не є досить ефективними, тому що системи водяного опалення в приміщеннях житлових та громадських споруд працюють, в більшості, в некерованому режимі і оплата за теплову енергію розподіляється між всіма споживачами будинку не завжди об'єктивно, а це не приводить до певної стимуляції економії тепла.

Також існує проблема «переопалення» у приміщеннях, що спостерігається при температурах зовнішнього повітря від 0 °С та вище. Крім того, що неефективно витрачається велика кількість енергоресурсів, подібні «переопалення» небажані з гігієнічних міркувань, тому що вони приводять до погіршення самопочуття людей та зниження продуктивності праці [3].

Дослідження, проведені Держкоменергозбереження [4], свідчать, що реальне споживання теплової енергії, виміряне лічильником, з застосуванням регулювання витрати тепла, на 30-40 % менше, ніж визначене розрахунковим методом. Таким чином, витрати на прилади обліку можуть окупитися після закінчення одного-двох опалювальних сезонів.

Спосіб, що, в основному, використовується сьогодні для вимірювання величини теплової енергії, схема якого надана на рис. 1, базується на

вимірюванні витрати теплоносія, що проходить через опалювальний прилад, фіксацію датчиками температур теплоносія на вході та на виході з опалювального приладу. Величина витрати теплової енергії Q_{np} розраховується контролером, як добуток витрати теплоносія на питому теплоємність теплоносія та на різницю температур на вході та виході теплоносія з опалювального приладу [5]:

$$Q_{np} = G c (t_{ex} - t_{vux}), \text{ Вт}, \quad (1)$$

де G – витрата теплоносія, кг/год.; t_{ex} – температура теплоносія на вході до опалювального пристрою, °С; t_{vux} – температура теплоносія на виході з опалювального пристрою, °С; c – питома теплоємність теплоносія, Дж/кг °С.

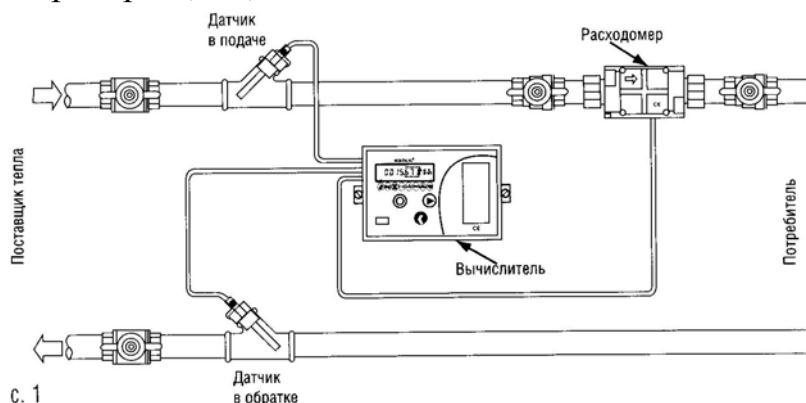


Рис. 1. Схема вимірювання величини теплової енергії

Проблема вимірювання кількості спожитого тепла в приміщеннях квартир є досить складною. Основна технічна причина полягає в тому, що принцип побудови систем водяного опалення в будинках ще радянського будівництва, які складають біля 80 % житлового фонду міст України, при всіх їх модифікаціях є багатоввідним. Такий спосіб підведення тепла вимагає встановлення теплотічильника на ввід кожного опалювального пристрою, що базується на вимірюванні витрат та перепаду подавальної та зворотної температур теплоносія. В поєднанні з вимогами достатньої простоти, надійності та малої ціни, створення такого теплотічильника поки що є проблематичне.

Як показали дослідження, лічильники теплової енергії, що занесені до Державного реєстру засобів вимірювання України, працюють за принципом обліку витрати теплоносія, що наведений вище. Ці способи є досить різні: за перепадом тиску в подавальній та зворотній магістралях, механічний, електромагнітний, ультразвуковий та ін. Такі теплотічильники можна встановлювати тільки при горизонтальній поквартирній розводці водяного опалення, і практично неможливо передбачати їх застосування для кожного опалювального приладу при іншій конфігурації систем опалення, наприклад, для вертикальних систем.

В світовій практиці рішення вищезгаданої проблеми було знайдено у використанні розподільників витрат теплової енергії. В цьому випадку лічильник тепла вмонтовується тільки на вході системи тепlopостачання в будівлю, а на кожний радіатор в квартирі встановлюється невеликий

енергозалежний прилад – розподільник витрат тепла [5]. Існують капілярні і електронні розподільники витрат тепла. В першому випадку використовується ефект випаровування спеціальної рідини із закріпленої на корпусі приладу і відкритої з одного кінця змінної ампули при нагріванні від радіатора. Кількість рідини, що випарувалася, пропорційно кількості відданого опалювальним приладом тепла. Дія електронних розподільників заснована на вимірюванні різниці температури поверхні опалювального приладу і повітря в приміщенні. Результати вимірювань підсумовуються приладом з певною періодичністю. Значення, накопичені за розрахунковий період, застосовують потім для визначення частки кожного користувача в кількості тепла, спожитого будинком.

Цей принцип дозволяє проводити тільки порівняльні вимірювання, для розподілу витрат в теплових мережах між споживачами, при цьому у всіх точках виміру необхідно встановлювати прилади одного типу, при однакових умовах установки і застосовувати однакову методику розшифровки показників. Широкого застосування цим приладам не надали, тому що мають досить високу похибку вимірювань $\pm 10\%$, і використовуються здебільшого як індикаторні.

Що стосується регулювання теплового потоку, то у відповідності до вимог будівельних норм, квартирні системи водяного опалення повинні проектуватися та обладнуватися опалювальними пристроями з індивідуальним автоматичним регулюванням витрати теплової енергії – термостатичними регуляторами. В основному використовуються терморегулятори відомих фірм «Herz Armaturen» (Австрія), «Danfoss» (Данія), «F.W. Oventrop GmbH & Co. KG» (Німеччина) та ін.

Терморегулятори хоч і застосовуються масово, тому що вони порівняно дешеві, але мають суттєві недоліки: в них відсутнє програмоване керування температурою повітря кожного приміщення в різні періоди доби (зниження температури при відсутності людей або в нічний період, коли доцільно знижувати температуру повітря, та завчасне підвищення температури перед приходом людей). Тому необхідне постійне втручання в регулювання температури повітря приміщення споживача, що не дає належного енергозберігаючого ефекту.

За допомогою вищевказаних способів регулювання та обліку, неможливо виконати одночасне автоматичне регулювання та обчислення теплової енергії від опалювальних приладів, які знаходяться в кожному приміщенні окремо на кількох стояках.

Одним з головних рішень, направлених для скорочення витрати теплової енергії на теплопостачання громадських споруд, підвищення в них теплового комфорту, приведення в порядок в системах розрахунку за спожиту теплову енергію між поставщиками та споживачами, являється оснащення систем водяного опалення індивідуальними автоматизованими обліково-регулюючими системами.

Аналізуючи вищенаведене пропонується спосіб індивідуального автоматичного регулювання та обліку теплової енергії в системах водяного опалення (далі – спосіб), що забезпечує індивідуальне програмоване

регулювання величини теплового потоку від кожного опалювального приладу, в залежності від потреб споживача або інших збуджуючих факторів та вимірювання теплового потоку, а відтак і витрати використаної теплової енергії від опалювальних приладів. При цьому виключається необхідність вимірювання витрати теплоносія та з'являється можливість використання даного способу у при довільних конфігураціях систем водяного опалення.

На рис. 2 схематично подано спосіб в опалюваних приміщеннях 1 та 2, які розділені перегородкою 3 та оснащені однотрубною вертикальною системою опалення. Спосіб включає в себе: датчики температури повітря 4 приміщення, стояки системи опалення 5 з подавальними 6 та зворотними 10 підводками та датчики температури 8 вхідної та 11 вихідної води з опалювальних приладів 9. На подавальних підводках розташовані регулювальні клапани 7. Подавальні та зворотні підводки з'єднані байпасами 12. Датчики температури 4, 8, 11 та регулювальні клапани 7 зв'язані кабелями 13 з контролером 14.

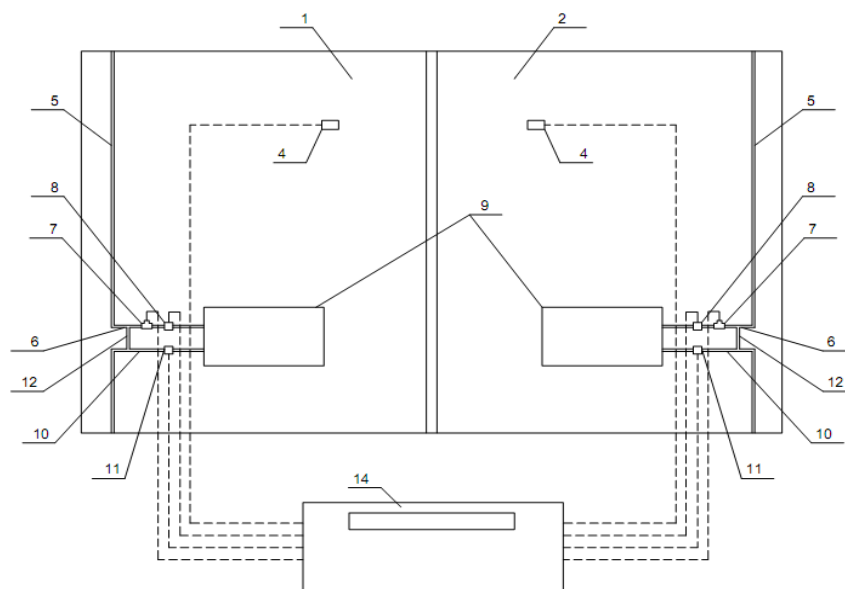


Рис. 2. Схема індивідуального автоматичного регулювання та обліку теплової енергії в системах водяного опалення

Визначення спожитої теплової енергії від опалювальних приладів здійснюється наступним чином.

В контролер при його програмуванні вносяться дані про всі опалювальні прилади, усіх опалюваних приміщень помешкання або іншої частини будинку, в межах якого здійснюється облік теплоти.

До цих даних відносяться: тепловіддача секції або модулю опалювального приладу q_n , при нормованій величині температурного напору Δt_n (за даними виробника опалювальних приладів); кількість секцій або модулів опалювальних приладів n ; експонент графічної характеристики m (за даними виробника опалювальних приладів); коефіцієнт β , що враховує схему розміщення опалювальних приладів.

На основі даних від датчиків температури 4, 8, 11 в контролері 14 розраховується фактична величина температурного напору Δt_n для кожного

опалювального приладу 9:

$$\Delta t_n = (t_{ex} + t_{вих})/2 - t_n, ^\circ\text{C}, \quad (2)$$

де t_n , t_{ex} , $t_{вих}$ – температура від датчиків 4, 8, 11, $^\circ\text{C}$.

Вимірювана величина теплового потоку від опалювального приладу Q_{np} , в залежності від величини температурного напору Δt_n та інших складових, має вигляд:

$$Q_{np} = q_n n \beta [((t_{ex} + t_{вих})/2 - t_n)/\Delta t_n]^m, \text{ Вт}, \quad (3)$$

За виразом (3) програмується алгоритм роботи контролера.

Дані датчиків 4, 8, 11 комутуються на контролер 14 через певний невеликий проміжок часу (15...20 с). Результати розрахунків величини теплового потоку від кожного опалювального приладу, інтегруються за відомими методиками, в результаті чого можна одержати дані про сумарну кількість використаної теплової енергії протягом заданого проміжку часу.

Спосіб індивідуального автоматичного регулювання та обліку теплової енергії в системах водяного опалення, одночасно з вимірюванням, здійснює регулювання витрати теплової енергії від опалювальних приладів 9 від одного контролера 14 та забезпечує необхідну температуру повітря в приміщеннях 1 і 2.

При програмуванні контролера 14 попередньо, в його програматор, вносяться необхідні величини температур повітря приміщень 1 та 2. Контролер 14 збирає дані від датчиків температур повітря опалюваних приміщень 1 і 2, та при відхиленні температури повітря в обох чи одному з приміщень 1 або 2, від заданих величин на програматорі, дає сигнал на відкриття або закриття відповідному регульовальному клапану 7. Регульовальний клапан збільшує або зменшує кількість теплоносія, що подається в опалювальний прилад та регулює витрату тепла від опалювальних приладів та, відповідно, температуру повітря в опалюваних приміщеннях.

При програмуванні контролера, можна застосовувати багатоденну програму бажаної температури повітря в приміщеннях, від декількох переключень на добу, для кожного приміщення окремо.

Експериментальні дослідження визначення теплового потоку за даним способом з використанням вільнопрограмуючого контролера моделі «CADET freemax» з датчиками температури теплоносія (моделі STw-03) та температури повітря (моделі ST-02) виготовленими на фірмі «Раут-автоматік» (Україна, м. Київ), та способом, згідно методики [6], в акредитованій лабораторії випробувального центру ДГП СВЦОО на атестованому обладнанні на різних моделях опалювальних приладів (конвектори, радіатори), що виготовлені з різних матеріалів (чавун, сталь, алюміній, біметал) в кількості 34 шт., показали відхилення між показниками, що не перевищують $\pm 6\%$.

Надалі продовжуються роботи з визначення можливих корегуючих коефіцієнтів алгоритму роботи контролера та використання датчиків температури з найменшим діапазоном похибки, для більш точного здійснення вимірювань.

Застосування способу вимірювання та регулювання величини теплового потоку від опалювального приладу дасть можливість споживачам більш точно

та досконало забезпечувати облік спожитої теплової енергії, в будівлях з багатоввідною системою подачі теплової енергії в приміщення, при будь-яких конфігураціях водяного опалення, а також, одночасно, від одного контролера, при його попередньому програмуванні, здійснювати автоматичне регулювання витрати теплової енергії в окремих опалюваних приміщеннях, тим самим забезпечуючи необхідну з гігієнічної точки зору температуру повітря, застосовуючи багатоденну програму бажаної температури від декількох переключень на добу, при цьому автоматично знижувати температуру повітря в опалюваних приміщеннях, при відсутності людей, в нічні години і т.п., а також, завчасно встановлювати необхідну температуру до прибуття людей.

Такий спосіб вимірювання та регулювання величини теплового потоку від опалювального приладу не потребує реконструкції існуючих теплових мереж в будівлях та слугуватиме об'єктивним економічним стимулом для локального споживача з метою виконання ним різноманітних заходів щодо економії теплової енергії.

Література

1. *Карташев В. и др.* Механизмы усовершенствования учета энергоресурсов в ЖКХ: АКВА-ТЕРМ № 2: – К.: 2009.-С.16-19.
2. *Пирков В.В.* Особливості проектування сучасних систем водяного опалення: Такі справи: – К. 2003. – 170 с.
3. *Горомосов М.С.* Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование: Стройиздат:– М. 1960. – 421 с.
4. *Сабашук П.П.* Реформування, модернізація та розвиток комунальної енергетики України/ Інформаційно-аналітичний довідник Енергозбереження в регіонах: Українські енциклопедичні знання – К. 2004. – С.46-47.
5. *Справочник.* Измерения в промышленности. Способы измерения и аппаратура: Металлургия: – М.: 1990. – 384 с.
6. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде.: *Бершидский Г.А., Сысин В.И., Сотченко В.А.*: НИИСТ:- М. 1984. – 26 с.

Аннотация

Предложен способ, который обеспечивает индивидуальное автоматическое регулирование и учет тепловой энергии в системах водяного отопления, при произвольной конфигурации систем водяного отопления помещений, в зависимости от температурных возбуждений и потребностей потребителя. Список лит.: 6 названий.

Annotation

Given method provides individual automatic control and calculation of thermal energy in water heating systems for an arbitrary configuration of water heating systems for apartments, depending on the thermal excitations and consumer needs. Reference list: 6 names.

ТЕОРІЯ ГРАФІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЖИТЛА

Київський національний університет будівництва і архітектури

У статті розглядається можливість застосування одного з методів розділу математики Теорія графів в архітектурному проектуванні енергоефективних будівель в якості інструменту аналізу взаємозв'язків проектного об'єкта.

Постановка проблеми. До теперішнього часу виникла стійка область взаємодії архітектури і математики, що має при цьому досить чітку структуру: певне коло завдань містобудування та об'ємної архітектури, розв'язуваних певними математичними або геометричними методами. На даний час розроблені різні методи геометричного опису будівель. Їх можна поділити на чотири основних типи – зображенні за допомогою сітки і решітки з однаковими чарунками, складних сіток і решіток, у вигляді багатогранників і багатокутників, у вигляді графів. Розділ математики «Теорія графів» дає велику різноманітність методів для вирішення архітектурних завдань. Вони дозволяють корегувати функціональні зв'язки всередині об'єктів, оптимізувати пошук проектного рішення, здійснювати композиційний аналіз з різних аспектів і т.д. відповідно до моделей, які можна викласти на мові теорії графів, тобто більш абстрактно, на основі понять, які акцентують увагу на бінарних відношеннях між частинами, з яких komponується ціле.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Родоначальником теорії графів є Леонард Ейлер, 1736 рік. У XIX і XX графи стали використовуватися при побудові схем електричних ланцюгів і молекулярних схем. Як окрема математична дисципліна теорія графів була вперше представлена в роботі угорського математика Кеніга в 30-ті роки XX століття. В архітектурі можливість застосування графів почали досліджувати в 2004 році (Джон Геро і Джері Цай, Австралія).

Основна частина. Як відомо, граф у прикладному аспекті - це математична модель системи, в якій вершинами позначаються її елементи, а ребрами - наявність будь-якого бінарного відношення між ними. Для різних областей використання види графів можуть відрізнятися орієнтовністю, обмеженнями на кількість зв'язків і додатковими даними про вершини або ребра.

При створенні геометричної моделі архітектурного проекту будівлі, особливо енергоефективної, потрібно буде брати до уваги як енергетичний вплив на об'єкт зовнішнього середовища (кліматичної зони, температурно-вологісного режиму, вітрового режиму, режиму інсоляції, локальні мікрокліматичні умови), так і всі внутрішні взаємозв'язки в будівлі, які формуються об'ємно-планувальними, конструктивними та інженерно-

технічними рішеннями. Врахування цих факторів допоможе з сухого схематичного графа створити модель взаємозв'язків об'єкту, оптимізувавши яку, можна буде впливати на якісні показники архітектурного об'єкту (в особливості – на енергобаланс), змінюючи елементи моделі (графу).

Створення геометричної моделі об'єкту починається з визначення просторових зв'язків між елементами об'єкту (будинку) – рис.1.

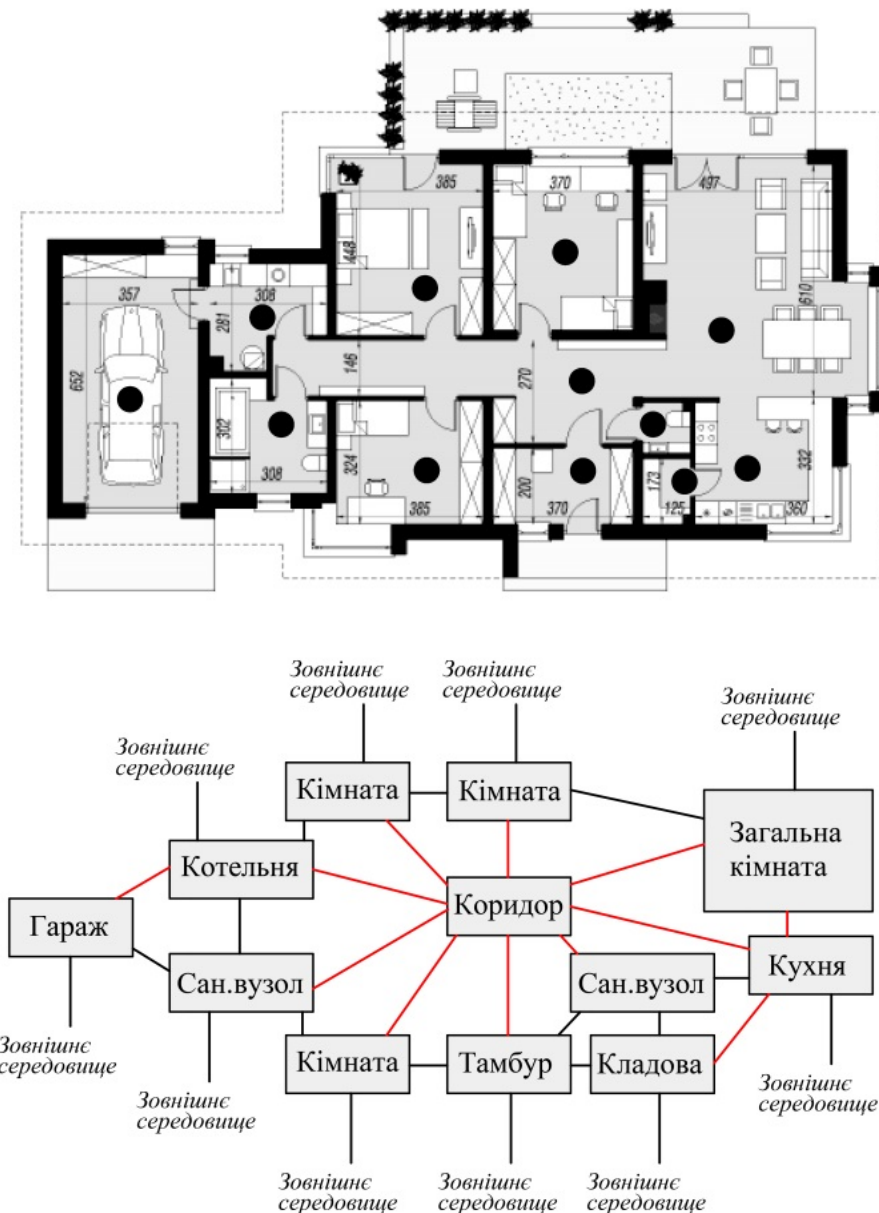


Рис. 1.

План одноповерхового будинку та неорієнтований граф зв'язків між елементами.

Для опису теплофізичних процесів та взаємозв'язків у енергоефективних будинках звичайного графу (навіть орієнтованого) недостатньо, оскільки такий граф відображає лише частину властивостей об'єкта (аналіз можна зробити лише за обраними окремими аспектами), і також у ньому відсутня можливість коректного представлення двонаправленого обміну енергією між вершинами.

У 1960 роках Генрі Пейнтер ввів поняття «Граф зв'язку» («Bond graph»). Граф зв'язку являє собою графічне представлення фізичної динамічної системи. Він схожий на більш відому блок-схему та віддалено на орієнтований граф, з основною відмінністю, що дуги у зв'язках графа являють собою двонаправлений обмін фізичної енергії (рис.2), в той час як в блок-схемах та орієнтованих графах вони являють собою односпрямований потік інформації. Окрім того, граф зв'язку може бути багатозначним. Це означає, що аналіз можна проводити за кількома параметрами різної розмірності.

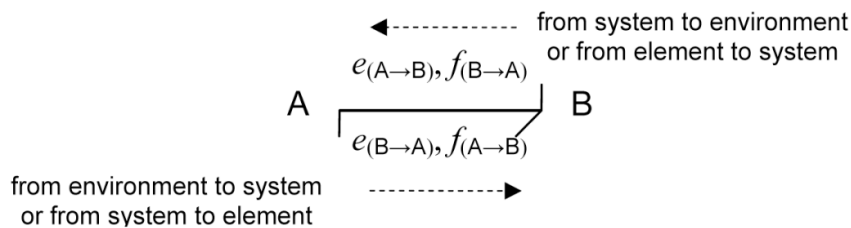


Рис. 2.

Двонаправлений обмін фізичною енергією у «Графі зв'язку» [3]

Як інструмент моделювання, графи зв'язку можна використовувати на концептуальній стадії проектування. Графи зв'язку складаються зі змінних (сил), елементів і визначених зв'язків (рис.3). Графи зв'язку були застосовані в багатьох фізичних областях, таких, як механіка, електроніка й гідравліка, для моделювання процесів переносу енергії і зміни поведінки системи. Аналогічно їх можна застосовувати в архітектурі, оскільки архітектурна композиція також являє собою систему, будучи сукупністю частин, між якими існують певні зв'язки з обмінними процесами.

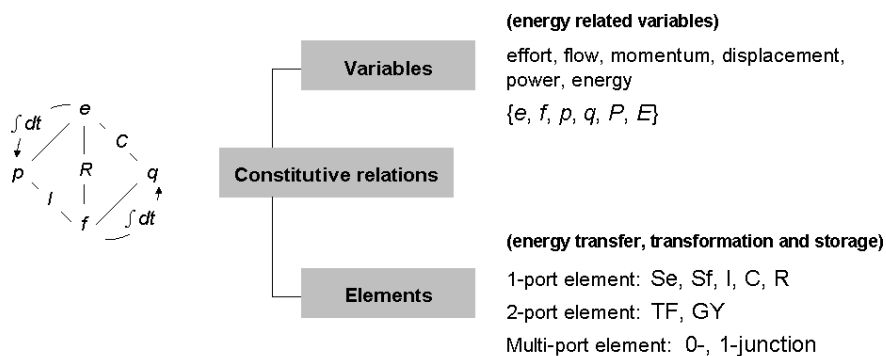


Рис. 3.

Змінні (сили), елементи і визначені зв'язки у «Графі зв'язку» [3]

Кожний зв'язок, що з'єднує між собою певні елементи (вузли), представлений миттєвою дією енергії (dE/dt) або сили. Потік в кожній дузі позначається парою змінних, що називається «змінні сили», результатом (добутком) яких є миттєва потужність зв'язку. Змінні сили в кожному вузлі можна розбити на два типи: "зусилля" та "потік". Зусилля множиться на потік і отримуємо потужність, тобто «змінну силу». Приклади зусилля - сила, момент обертання, напруга або тиск; потік - швидкість, струм та об'ємні витрати. У

таблиці 1 представлені найбільш поширені галузі енергії та відповідні "зусилля" та "потoki" (пари «змінних»), діючих у кожному зв'язку.

Таблиця. 1.

Energy Domain	effort	e symbol	e unit (metric)	e unit (imperial)	flow	f symbol	f unit (metric)	f unit (imperial)
Mechanical, translation	Force	F	N	lb	Linear velocity	v	m/s	ft/s, mph
Mechanical, rotation	Torque	τ	N·m	ft·lb	Angular velocity	ω	rad/s	rad/s
Electrical	Electromotive force	V or u	V	V	Current	I or i	A	A
Magnetic ^[1]	Magnetomotive force				Flux rate			
Hydraulic	Pressure	P	Pa	psi	Volumetric flow rate	Q	m ³ /s	ft ³ /s
Thermal	temperature	T	°C or K	°F	entropy flow rate	S	W/°C	ft·lb/s·°F

Зв'язки мають інші особливості. Однією з них є «напів-стрілки» - знаки конвенції. Вони позначають передбачений напрямок додатного потоку енергії. Вибір додатного напрямку є довільним, із застереженням, що потрібно бути послідовним у всьому графі з обраним напрямком.

Незалежно від предметної області, моделювання зв'язків графа зазвичай виходить з визначення ключових 1 і 0 з'єднань, пов'язаних з конкретними зусиллями і потоками в системі, та визначення дисипативних (R) та накопичувальних елементів (I і C). В термічних графах:

R-елементи (одиниця потоку) – це опір теплопередачі,

C-елементи (одиниця зусилля) – накопичення температури,

I-елементи – потенціал даного вузла.

Види вузлів:

«0» – коли потоки у вузлі в сумі дорівнюють нулю, зусилля рівні;

«1» – коли зусилля у вузлі в сумі дорівнюють нулю, потоки рівні.

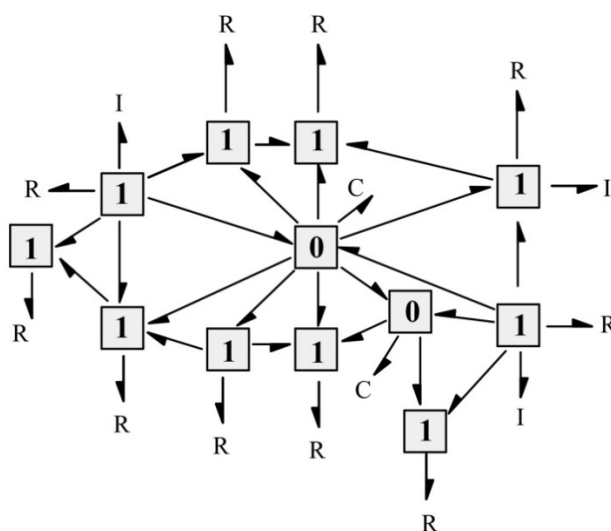


Рис. 4.

«Граф зв'язку» одноповерхового будинку (план будинку – див. рис.1.)

Висновки та перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях буде проводитись аналіз всіх можливих взаємозв'язків між вершинами графа, планується побудова схеми ребра.

Література

1. *Tamm V.* Теорія графів. Пер. з англ. М.: Мир, 1988. 424 с.
2. *Харарі Ф.* Теорія графів - М.: Світ, 1973. (Вид. 3, М.: КомКніга, 2006. - 296 с.)
3. *John S Gero and Jerry Jen-Hung Tsai,* ARCHI BOND GRAPHS IN A UNIFIED REPRESENTATION FOR BUILDING DESIGN, Sydney, Australia, 2005. – 10 с.
4. *Фридман И.* Научные методы в архитектуре / И. Фридман; пер. с англ. А.А. Воронова. – М.: Стройиздат, 1983. – 160 с.

Аннотация

В статье рассматривается возможность применения одного из методов раздела математики Теория графов в архитектурном проектировании энергоэффективных зданий в качестве инструмента анализа взаимосвязей проектируемого объекта.

Annotation

The article examines the possibility of using one of the methods branch of mathematics Graph Theory in the architectural design of energy efficient buildings as a tool for analyzing interdependencies designed object.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ІМПЛАНТАТІВ ТАЗОСТЕГНОВИХ СУГЛОБІВ

Одеський національний політехнічний університет, Україна

Стаття присвячена сучасним інформаційним технологіям проектування, які застосовуються для вирішення різних завдань в ортопедії. У статті розглянуто загальні алгоритми створення комп'ютерної моделі імплантату для тазостегнового суглобу. Досконало досліджено моделювання у Delcam PowerSHAPE 2010. Створена модель допомагає вивченню діагностиці та моделюванню операції.

Постановка проблеми. Переломи стегна в центральній частині є широко поширеною травмою у літніх людей. Це не тільки проблема хірургів-ортопедів, але також стає інженерної та наукової проблемою. У світі кількість щорічно виконуваних операцій ендопротезування тазостегнового суглоба становить близько 0,5 млн, в Україні - близько 5 тис. Для ефективного вирішення такого завдання вона розбивається на кілька етапів, одним з важливих є проектування 3D-моделі імплантату.

Аналіз останніх досліджень. Широкі можливості сучасної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення допомагають отримати достатньо достовірну 3D-модель об'єкта з точними розмірами і отримати наочне уявлення імплантату для попередньої діагностики операції. Математичне моделювання дає необхідну інформацію для проведення моделювання операції, виходячи з попереднього вивчення отриманого імплантату.

Формулювання цілей та завдання статті. Метою роботи є розгляд узагальнених алгоритмів тривимірного проектування імплантатів для тазостегнових суглобів.

Основна частина. Для моделювання імплантату необхідно використовувати САПР з можливістю моделювання та редагування тривимірних об'єктів у вигляді тіл і поверхонь.

Розглянемо алгоритм створення моделі імплантат в PowerSHAPE 2010.

1. Створюємо два об'єкти «Конус» у вигляді твердих тіл та розміщуємо їх як показано на (рис.1), використовуючи локальну систему координат.

2. Використовуємо команду «Вычитание» і отримуємо необхідну частину об'єкта(рис. 2).

3. Створюємо нове тверде тіло за допомогою команди «Выдавливание по сечениям», обираючи

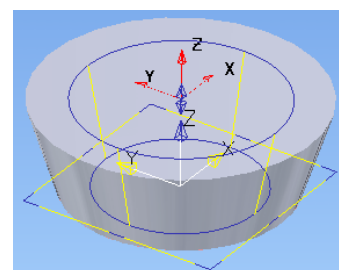


Рис. 1. Об'єкти «Конус»

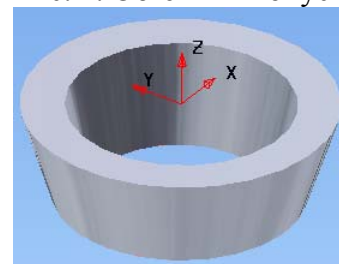


Рис.2. «Вычитание» об'єктів

контури у вигляді кіл і напрямну криву та указуючи необхідну товщину стін (рис. 3).

4. Створюємо нові допоміжні тверді тіла за допомогою команди «Конус» і «Цилиндр» та розтошовуємо їх як показано на (рис. 4).



Рис.3. Створювання тіла за допомогою команди «Выдавливание по сечениям»



Рис.4. Створювання допоміжних твердих тіл



Рис.5. Використання команди «Вычитание»

6. Використовуємо логічну операцію віднімання між новими тілами і раніше створеним. Результатом буде твердотільний об'єкт необхідної форми (рис. 5).

7. Для створення додаткових гвинтів використовуємо команди «Конус» та «Цилиндр».

8. Створюємо різьблення за допомогою твердого тіла «Пружина» (рис.6).

Розташовуємо різьблення у необхідних місцях на гвинтах (рис.7).

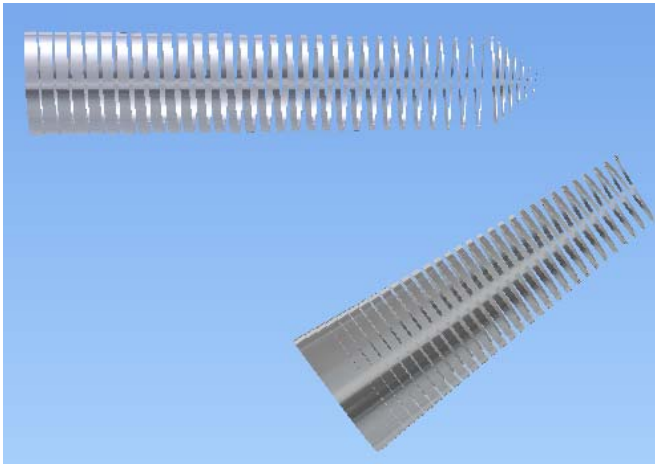


Рис. 6. Створення різьблення

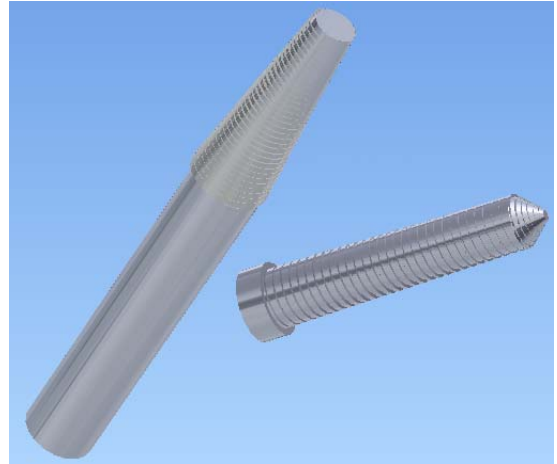


Рис. 7. Додаткові гвинти

9. Розміщуємо гвинти у потрібних місцях, де були створені отвори.

10. Створюємо необхідні фаски та сполучення за допомогою команд «Фаска» та «Скругление».

11. Створюємо рендер імплантата за допомогою команди «Фотореалистика» (рис.8).

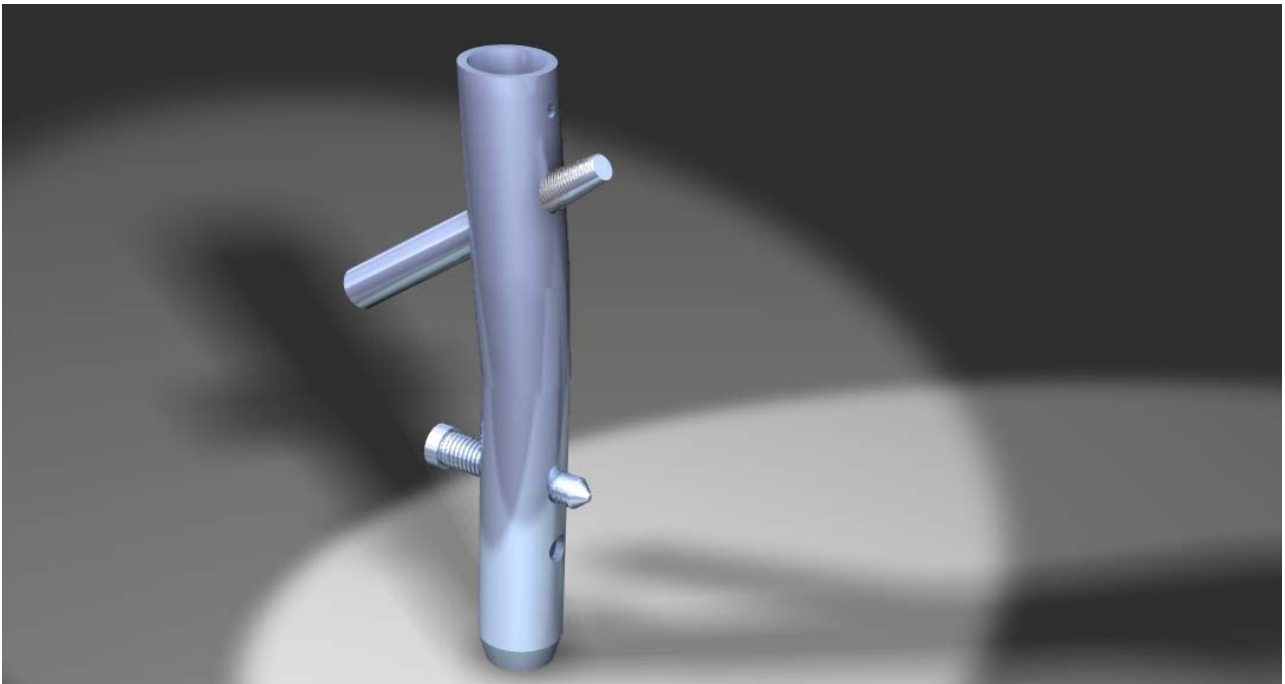


Рис. 8. Комп'ютерна модель імплантату для тазостегнового суглобу

Висновки. У роботі докладно розглянуті алгоритми моделювання імпланту для тазостегнового суглобу. Запропоновані алгоритми дозволять спростити проектування нових імплантів. 3D-модель дає необхідну інформацію для проведення моделювання операції, виходячи з попереднього вивчення отриманого імплантату. Розвитком цього дослідження буде вивчення можливості застосування алгоритмів для задач, пов'язаних зі створенням і зміною моделей об'єктів.

Література

1. *Воронович И.Р., Никитин Г.М., Воронович А.И.* Эндопротезирование тазобедренного сустава//Здравоохранение, 1997
2. *Корж А.А., Танькут В.А.* Эндопротезирование тазобедренного сустава (актуальность и перспективы) // Ортопедия и травматология. 1995
3. *Кузьменко В.В., Фокин В.А.* Эндопротезирование тазобедренного сустава, современное состояние и перспективы развития метода // Ортопедия и травматология. 1991
4. *Кулиш Н.И., Танькут В.А.* Еще раз об эндопротезировании тазобедренного сустава (суждения и предположения) // Ортопедия и травматология. 1992
5. ИСО 7206-2-01 «Имплантаты для хирургии. Эндопротезы тазобедренного сустава частичные и тотальные. Суставные поверхности, изготовленные из металлических, керамических и полимерных материалов»

Аннотация

Статья посвящена современным информационным технологиям проектирования, которые применяются для решения разных задач в ортопедии. В статье рассмотрены общие алгоритмы создания компьютерной модели имплантата для тазобедренного сустава. Досконально исследовано моделирование в Delcam PowerSHAPE 2010. Созданная модель помогает изучению диагностике и моделированию операции.

Annotation

The article is devoted to the design of modern information technologies, which are used to solve various problems in orthopedics. The general algorithms used to create the computer model of the implant for hip arthroplasty were utilized for the analysis in this paper. They were designed and thoroughly investigated by simulation in Delcam PowerSHAPE 2010. The model designed here aides in the study of diagnosis and modeling operations relating to implants for hip anthroplasty.

О ПЕРСПЕКТИВЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО УВЕЛИЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В УКРАИНЕ

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Украина

Рассмотрен анализ украинских нормативных значений сопротивления теплопередаче основных видов ограждающих конструкций зданий с точки зрения их соответствия оптимальным значениям, рекомендуемым Eсоfуs в странах ЕС для зданий с традиционной системой отопления и вентиляции.

1. Постановка проблемы. Начиная с энергетического кризиса 70-х годов прошлого века, вопросам повышения энергоэффективности зданий уделяется много внимания во всём мире. Это связано с тем, что до 40% энергии в мире ежегодно расходуется для поддержания комфортных условий в зданиях. В Украине эта проблема особенно обострилась в последнее десятилетие в связи с резким подорожанием стоимости импорта российского газа (с 50\$ за 1000 м³ в 2005 г., до 415\$ – в марте 2013 г.).

При разработке норм теплоизоляции зданий, утвержденных Минбудом Украины в 2006 г. [1], никто не предполагал такого резкого подорожания основного топлива для жилищно-коммунального хозяйства. Поэтому эти нормы, несмотря на то, что в то время они были очень прогрессивными, сейчас уже не являются экономически обоснованными. Утвержденное 20.12.2012 г. Изменение № 1 к этим нормам [2], существенно увеличило требования к минимальным значениям сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{q \min}$, но вопрос определения оптимальных значений теплоизоляции остается актуальной задачей.

2. Анализ последних исследований и публикаций. Вопрос расчёта экономически целесообразного сопротивления теплопередаче рассматривался еще в СНиП II-3-79 [3]. Он представлял теоретический интерес, однако на практике не применялся, так как включал в исходные данные параметры, которые невозможно было достоверно спрогнозировать.

При разработке [1] и [2], авторы ушли от требования расчета экономически целесообразного сопротивления теплопередаче, но при обосновании нормативных значений $R_{q \min}$ вопрос экономических возможностей страны, безусловно, был определяющим.

В исследовании [4], проведенном Eсоfуs для Европейской ассоциации производителей изоляции (EURIMA), проведен расчёт оптимальных значений коэффициентов теплопередачи U для наружных стен, покрытий и полов по грунту на основе прогноза подорожания топлива в странах ЕС до 2036 г. Оптимальное значение определялось как экономически целесообразное, из расчёта минимизации общих (инвестиционных и эксплуатационных) затрат за

30-летний период эксплуатации. Расчёты проведены для 100 городов Европы, которые сгруппированы в 4 группы, в зависимости от условий климата (северный, центральный и южный регион) и экономического развития (отдельно выделены восточноевропейские страны, недавно вошедшие в ЕС). Рассматриваются здания с традиционной системой отопления и вентиляции.

3. Целью статьи является анализ перспективы дальнейшего увеличения теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в Украине по результатам исследования Ecsfys [4].

4. Основная часть. Расчёты [4] были проведены в 2006 г. и рассчитывался период до 2036 г. В них заложено подорожание нефти 1,5% в год. Все остальные виды топлива привязывались к стоимости нефти. Учитывалась также структура потребления разных видов топлива на отопление зданий по регионам. При расчётах затрат энергии на охлаждение зданий принималась во внимание только электроэнергия.

Учёт особенностей климата сводился к расчету двух показателей:

- *HDD* (heating degree days) – градусо-суток отопительного периода;
- *CDD* (cooling degree days) – градусо-суток периода охлаждения.

При этом отопительный период принят, как период года со среднесуточной температурой наружного воздуха меньше 15°C, а период охлаждения – больше 18,3°C. Эти показатели рассчитывались по следующим формулам:

$$HDD = (18 - t_h) \cdot D_h; \quad (1)$$

$$CDD = (t_c - 18,3) \cdot D_c, \quad (2)$$

где t_h – среднесуточная температура наружного воздуха отопительного периода, °C; D_h – продолжительность отопительного периода, суток; t_c – среднесуточная температура наружного воздуха периода охлаждения, °C; D_c – продолжительность периода охлаждения, суток.

Анализ результатов расчётов, проведенных в [4], показывает, что основным фактором, влияющим на значения оптимальные значения теплоизоляции, является климат. Остальные факторы, связанные с экономическим развитием конкретной страны, не вносят существенных поправок.

На рис. 1-3 представлены рекомендуемые значения коэффициентов теплопередачи стен, покрытий и полов по грунту для разных городов ЕС, ранжированные по значениям *HDD* и полиномиальная аппроксимация этих значений. Там же приведены уравнения аппроксимирующих функций, полученные при помощи системы компьютерной математики MathCAD.

В соответствии с [2], территория Украины разделена на 2 температурные зоны. Средние значения *HDD* и *CDD* по этим зонам, рассчитанные по [5], приведены в табл. 1. Там же приводятся значения рекомендуемых значений U , полученные по формулам аппроксимирующих функций, и значения

рекомендуемых сопротивлений теплопередаче R , как величин, обратных коэффициентам теплопередачи.

Таблица 1.

Рекомендуемые значения сопротивлений теплопередаче
по температурным зонам Украины

Температурная зона	HDD	CD D	Рекомендуемые значения U , Вт/(м ² ·К), для			Рекомендуемые значения R , м ² ·К/Вт, для		
			стен	покрытий	полов по грунту	стен	покрытий	полов по грунту
I	3786	68	0,2	0,17	0,26	5,0	5,9	3,9
II	3105	234	0,22	0,18	0,28	4,5	5,6	3,6

Выводы. 1. Рекомендуемые Ecofys значения сопротивления теплопередаче следует рассматривать как оптимальные для зданий с традиционной системой отопления и вентиляции. Эти значения значительно превосходят нормативные значения теплоизоляции, принятые как в Украине, так и в странах ЕС, имеющих сходный с Украиной климат.

2. Действующие в Украине нормы не запрещают использовать рекомендуемые значения для строящихся и термомодернизируемых зданиях, при наличии соответствующих средств. Это следует приветствовать как хорошую инвестицию в будущее, как с точки зрения экономики, так и экологии.

Литература

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006. [Текст] : – [Чинні від 207-04-01] / Минбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Проект Зміни № 1 ДБН В.2.6-31:2006. [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://niisk.com/files/zm_na_n1_\(2\).pdf](http://niisk.com/files/zm_na_n1_(2).pdf)
3. Строительная теплотехника. СНиП II-3-79**. [Текст] / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. -32 с. (Строительные нормы СССР).
4. U-values for Better Energy Performance of Buildings. Report established by ECOFYS for EURIMA. [Текст] / Thomas Boermans, Carsten Petersdorff at all. – Cologne : Ecofys, 2007 – 103 p.
5. 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] / Минрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2010. – 123 с. – (Державний стандарт України).

Анотація

Розглянуто аналіз українських нормативних значень опору теплопередачі основних видів огорожувальних конструкцій будівель з точки зору їх

відповідності оптимальним значенням, рекомендованим Ecofys в країнах ЄС для будівель з традиційною системою опалення та вентиляції.

Annotation

This article analyzes the Ukrainian regulations concerning reconsiderations of required thermal resistance value for the main components of the building envelope considering their optimal values, recommendations of Ecofys in European Countries for buildings and combining traditional heating and ventilation system.

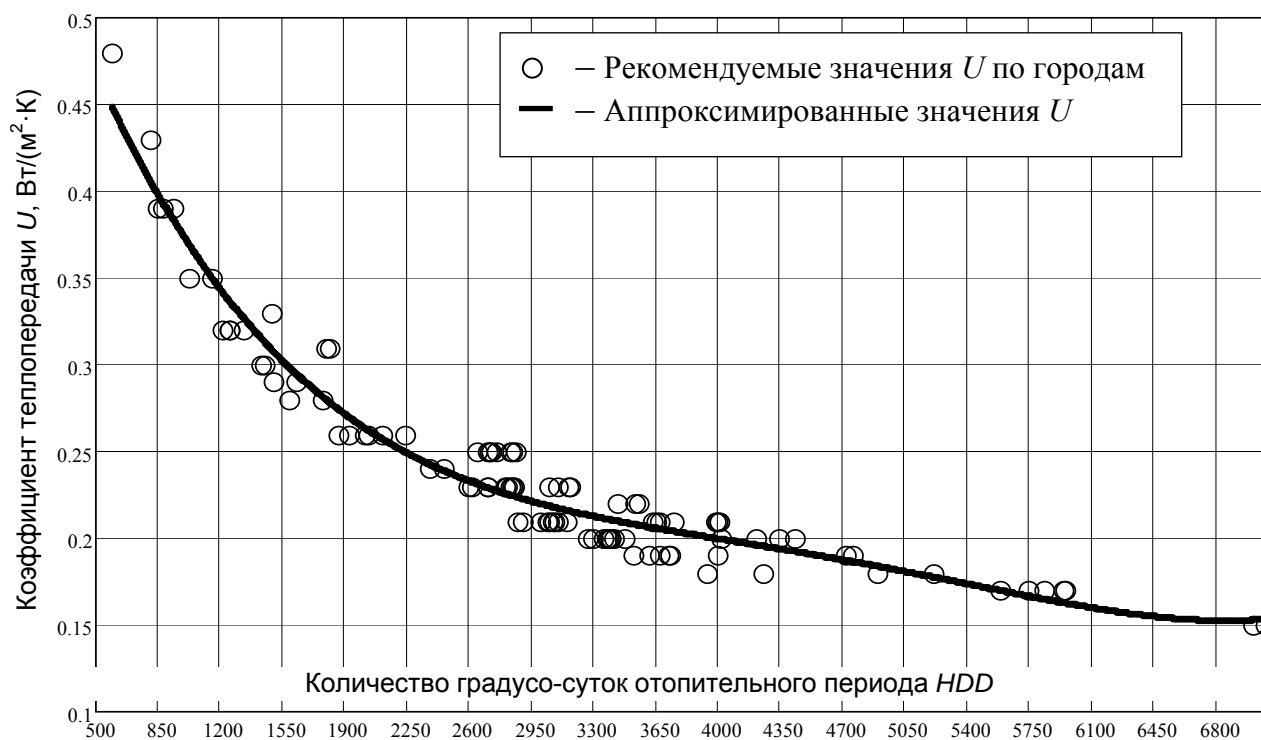


Рис. 1. Значения U , Вт/(м²·К), для стен, в зависимости от значений HDD

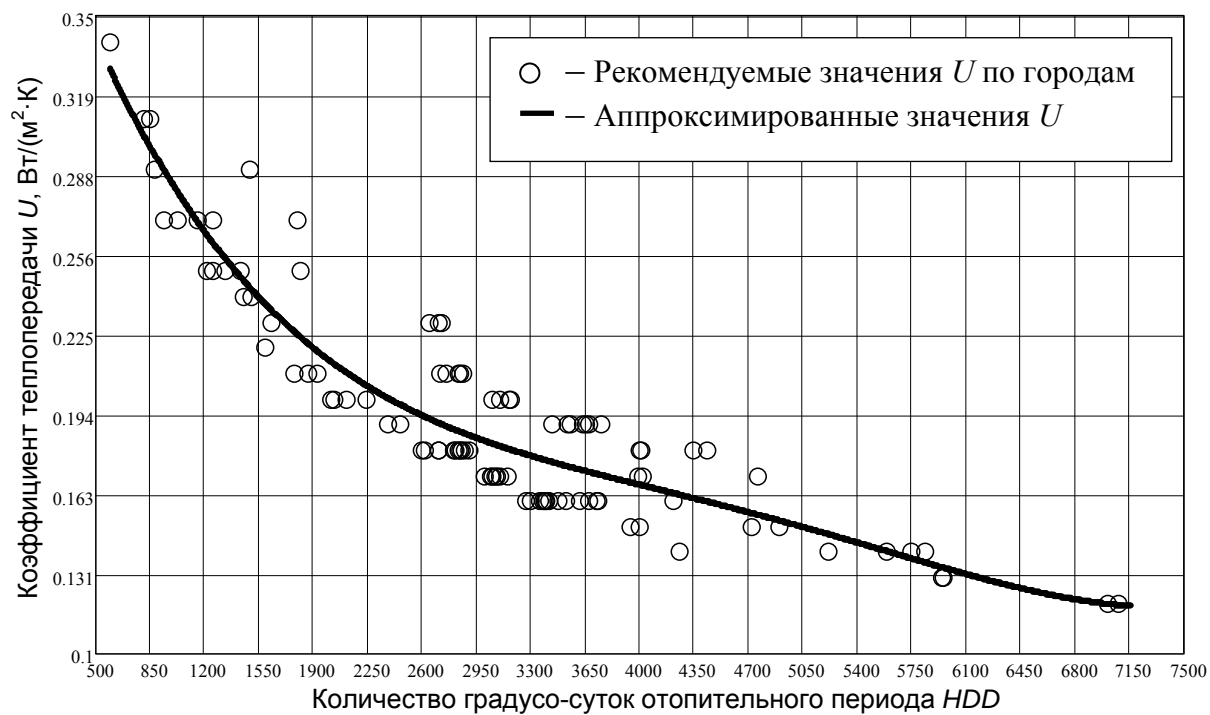


Рис. 2. Значения U , Вт/(м²·К), для покрытий, в зависимости от значений HDD

$$U = 3,949 \cdot 10^{-16} x^4 - 7,665 \cdot 10^{-12} x^3 + 5,441 \cdot 10^{-8} x^2 - 1,836 \cdot 10^{-4} x + 0,420$$

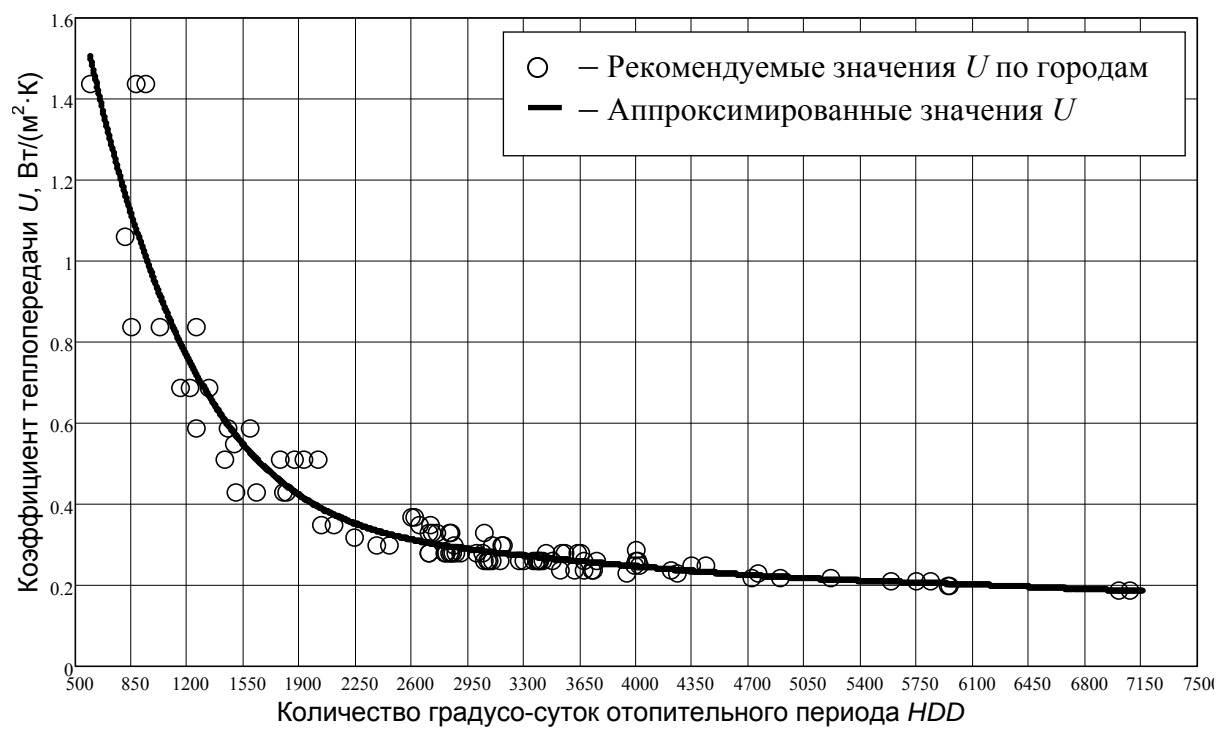


Рис. 3. Значения U , Вт/(м²·К), для полов по грунту, в зависимости от значений HDD

$$U = 2,371 \cdot 10^{-22} x^6 - 7,013 \cdot 10^{-18} x^5 + 8,464 \cdot 10^{-14} x^4 - 5,338 \cdot 10^{-10} x^3 + 1,862 \cdot 10^{-6} x^2 - 3,460 \cdot 10^{-3} x + 2,993$$

ПОШУК МІСТКІВ ХОЛОДУ У ВУЗЛАХ БУДІВЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ СПЕЦІАЛЬНИХ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ

Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури

В роботі розкрито основні принципи побудови спеціальних інтерполяційних функцій, застосування яких дозволяє уникнути залучення логічних операторів використовуваного програмного забезпечення в процесі побудови траєкторії найшвидшого зростання чи спадання температурного поля у вузлах будівельних конструкцій.

Постановка проблеми. Однією з найбільш відомих задач енергозбереження є аналіз вузлів будівельних конструкцій та споруд різного призначення на предмет втрат теплової енергії з внутрішніх опалювальних приміщень. Такий аналіз дає інженеру можливість мінімізувати тепловтрати у досліджуваному вузлі шляхом корегування його конструкції. Метою зазначених коректив є максимально можливе зменшення об'ємів тих ділянок даного вузла, які представляють собою містки холоду, тобто, зони найбільш інтенсивної теплопередачі від внутрішніх (робочих чи житлових) приміщень будівлі до зовнішнього середовища.

Відтак, постає необхідність в обранні найбільш раціонального способу визначення траєкторії містків холоду з метою запобігання їх утворенню.

Аналіз основних досліджень. Найбільш уживаними з усіх можливих шляхів вирішення окресленої вище проблеми є застосування так званих градієнтних методів спуску [1]. Градієнтні методи успішно застосовуються в багатьох алгоритмах оптимізації. Останні в більшості випадків можуть бути зведені до пошуку мінімуму або максимуму цільової функції $F = \zeta(x_1, x_2, \dots, x_q)$, якою описується досліджуваний процес у визначеній області континуума. Якщо розглядати систему з q одиничних векторів $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \dots, \mathbf{e}_q$, напрямлених вздовж координатних осей $x_1, x_2, \dots, x_q$, які водночас є проектними параметрами заданої цільової функції, то вектор градієнта має наступну форму:

$$\nabla F = \frac{\partial F}{\partial x_1} \cdot \bar{\mathbf{e}}_1 + \frac{\partial F}{\partial x_2} \cdot \bar{\mathbf{e}}_2 + \dots + \frac{\partial F}{\partial x_q} \cdot \bar{\mathbf{e}}_q, \quad (1)$$

де часткові похідні розраховуються в поточній досліджуваній точці (∇ – оператор Гамільтона розмірності q). Цей вектор завжди вказує напрямок найшвидшого підйому, а відповідно обернений йому – напрямок найшвидшого спуску. Одиничний вектор градієнта $\bar{\mathbf{v}}$ часто представляють у такому виді:

$$\bar{\mathbf{v}} = v_1 \cdot \bar{\mathbf{e}}_1 + v_2 \cdot \bar{\mathbf{e}}_2 + \dots + v_q \cdot \bar{\mathbf{e}}_q, \quad (2)$$

де складові даного вектора визначаються за формулою:

$$v_i = \frac{\partial F}{\partial x_i} / \sqrt{\sum_{j=1}^q \left(\frac{\partial F}{\partial x_j} \right)^2} \cdot (i = \overline{1, q}) \quad (3)$$

Інформацію про напрямок градієнта використовують при побудові різних

алгоритмів пошуку екстремумів цільових функцій. Найпростішим зі згаданих алгоритмів є алгоритм найшвидшого підйому (чи спуску) з використанням одновимірної пошуку. Останній виражається співвідношенням:

$$x_i^{(k)} = x_i^{(k-1)} + \chi \cdot v_i^{(k-1)}, \quad (i = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}) \quad (4)$$

де k – номер поточного кроку пошуку, r – кількість кроків пошуку, а χ – одновимірний параметр, значення якого відраховуються в напрямку вектору градієнта на кожному кроці спуску (чи підйому). Фактично параметр χ являє собою швидкість руху пошуку вздовж напрямку найбільш інтенсивного поширення (зростання чи спадання) поля параметрів, яке визначається цільовою функцією F .

Існують і більш складні та ефективні методи пошуку екстремумів цільової функції, що дозволяють уникати (або успішно проходити) локальні мінімуми цільових функцій. До таких методів відносяться метод Флетчера-Рівса (належить до групи методів сполучених градієнтів) та метод Девідона-Флетчера-Пауелла (відноситься до групи методів сполучених напрямків), наприклад.

Однак однією з найбільших проблем, пов'язаних із реалізацією згаданих вище методів, є пошук самої цільової функції. Справа в тому, що більшість із досліджуваних фізичних явищ та процесів, а в тому числі й поширення температурного поля, описуються диференціальними рівняннями у часткових похідних. Тому, при відтворенні полів їх параметрів вдаються до дискретної апроксимації відповідних їм рівнянь [2]. Результатом розрахунку в такому випадку стає множина дискретних параметрів стану системи. Відтак, для пошуку проміжних значень досліджуваних показників, необхідно виконувати операції інтерполювання між наперед визначеною множиною шаблонних – базових – вузлів. При цьому слід пам'ятати, що, зазвичай, при локальній інтерполяції сама застосовувана функція найбільш вдало відображає проміжні шукані значення лише в умовних межах шаблону [3]. При переході до кожної іншої ділянки множина вузлів шаблону змінюється і інтерполяційну функцію слід будувати заново. Для ідентифікації меж поточного шаблону використовують логічні оператори, що у певній мірі ускладнює процес обчислення.

З іншого боку можливе застосування глобальної інтерполяції. Однак в цьому випадку можливе виникнення неочікуваних осциляцій, що в свою чергу знівелює достовірність проміжних шуканих даних [4].

Слід сказати, що при оцінці температурного поля у вузлах будівельних конструкцій найчастіше вдаються до постановки плоских – двовимірних задач. При цьому сама цільова функція залежить лише від трьох параметрів: від двох координат і температури. З геометричної точки зору графіком такої функції є поверхня в тривимірному просторі, що зводить задачу пошуку містку холоду до побудови лінії найбільшого ухилу поверхні деякого умовного схилу. Якщо дискретний каркас такої поверхні побудований на регулярній або ортогональній у плані сітці II-го типу, то в межах кожної з чарунок поле досліджуваних параметрів може бути досить успішно проінтерпольоване гіперболічним параболоїдом [4, 6]. Однак, якщо сітка в плані не ортогональна, то виникають розриви функції у місцях стикування чарунок, що недопустимо.

Окрім того, інколи зручно розбивати досліджувану область сіткою II-го

типу із чарунками у формі довільних опуклих чотирикутників [7]. В такому випадку інтерполяційні локальні функції можуть бути представлені лише параметрично [5] або дискретно [3], причому уникнути використання логічних операторів в процесі побудови траєкторії найшвидшого спуску чи підйому просто неможливо.

Основна частина. В контексті сказаного стає очевидним, що алгоритму оптимальної інтерполяції, необхідної для подолання порушеної проблеми, мають бути властиві прогнозованість характеру функцій локального інтерполювання та відсутність потреби у використанні логічних операторів. Тобто, інтерполяція має здійснюватись однією глобальною функцією, що забезпечуватиме відсутність осциляцій і буде визначеною в межах кожної з чарунок. Надалі обмежимося лише II-м типом регулярних сіток.

Розглянемо функцію F для локального інтерполювання між чотирма довільно розміщеними у просторі точками $A(x_A, y_A, z_A)$, $B(x_B, y_B, z_B)$, $C(x_C, y_C, z_C)$ та $D(x_D, y_D, z_D)$ (рис. 1). Формально перші дві координати кожної з точок (x та y) відповідатимуть їх фактичним координатам в плані розбиття на чарунки (на площині). Третя координата (z) відповідатиме значенню температури (t) у цих точок. Задамося умовою прямолінійності відрізків AB , BC , CD та AD .

Запишемо рівняння цієї поверхні у параметричній формі зі збереженням поставлених умов. Тоді кожна довільна точка $S(x_S, y_S, z_S)$ поверхні має лежати на відрізку прямої проведеної через такі дві точки $M(x_M, y_M, z_M)$ та $N(x_N, y_N, z_N)$ на відрізках AB та CD відповідно, що утворені цими точками пари відрізків AM і MB та CN і ND перебуватимуть завжди у сталому співвідношенні:

$$\frac{AM}{MB} = \frac{CN}{ND} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \lambda^{-1}. \quad (0 \leq \lambda \leq \infty) \quad (5)$$

В такому випадку координати точок M та N можуть бути виражені через координати точок A, B, C і D та параметр λ наступними залежностями:

$$x_M = (x_A + \lambda \cdot x_B) / (1 + \lambda), \quad (6)$$

$$y_M = (y_A + \lambda \cdot y_B) / (1 + \lambda), \quad (7)$$

$$z_M = (z_A + \lambda \cdot z_B) / (1 + \lambda), \quad (8)$$

$$x_N = (x_C + \lambda \cdot x_D) / (1 + \lambda), \quad (9)$$

$$y_N = (y_C + \lambda \cdot y_D) / (1 + \lambda), \quad (10)$$

$$z_N = (z_C + \lambda \cdot z_D) / (1 + \lambda). \quad (11)$$

Окрім цього, необхідно ввести додатковий параметр ζ положення точки S , який визначатиметься величиною відношення відрізків MS і SN .

Даний параметр визначатиметься зі співвідношення:

$$\frac{MS}{SN} = \frac{m}{n} = \zeta^{-1}. \quad (0 \leq \zeta \leq \infty) \quad (12)$$

Враховуючи вираз (12), можна записати формули, що визначають положення довільної точки S на основі координат точок M і N :

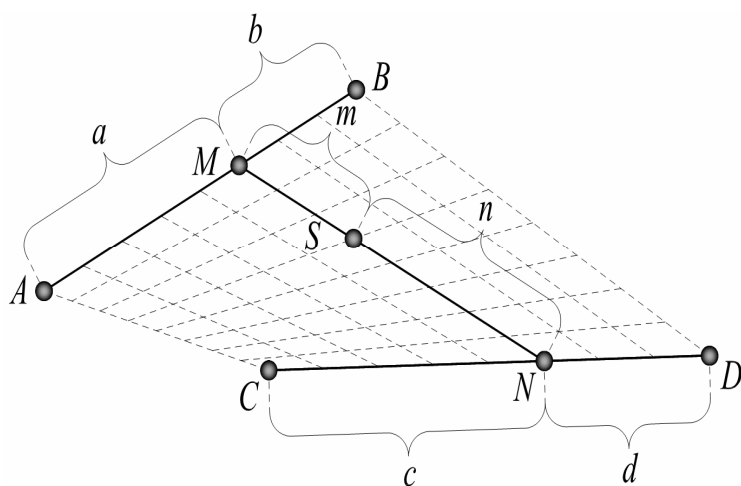


Рис. 1

$$x_S = (x_M + \zeta \cdot x_N) / (1 + \zeta), \quad (13)$$

$$y_S = (y_M + \zeta \cdot y_N) / (1 + \zeta), \quad (14)$$

$$z_S = (z_M + \zeta \cdot z_N) / (1 + \zeta). \quad (15)$$

Визначимо рівняння шуканої поверхні у неявній формі шляхом послідовного вилучення параметрів положення точок M, N і S .

Попарно підставивши координати точок M і N з рівнянь (6) – (8) та (9) – (11) до відповідних рівнянь (13) – (15), одержимо систему рівнянь даної поверхні у параметричній формі:

$$x_S = (x_A + \lambda \cdot x_B + \zeta \cdot x_C + \lambda \cdot \zeta \cdot x_D) / (1 + \lambda + \zeta + \lambda \cdot \zeta), \quad (16)$$

$$y_S = (y_A + \lambda \cdot y_B + \zeta \cdot y_C + \lambda \cdot \zeta \cdot y_D) / (1 + \lambda + \zeta + \lambda \cdot \zeta), \quad (17)$$

$$z_S = (z_A + \lambda \cdot z_B + \zeta \cdot z_C + \lambda \cdot \zeta \cdot z_D) / (1 + \lambda + \zeta + \lambda \cdot \zeta). \quad (18)$$

Очевидно, що звільнення від параметрів ζ та λ може здійснюватися багатьма шляхами. Розглянемо лише один із варіантів.

З рівнянь (17) та (18) виразимо параметр ζ (позначимо ці параметри нижніми індексами y та z відповідно):

$$\zeta_y = (y_A - y_S + \lambda \cdot (y_B - y_S)) / (y_S - y_C + \lambda \cdot (y_S - y_D)), \quad (19)$$

$$\zeta_z = (z_A - z_S + \lambda \cdot (z_B - z_S)) / (z_S - z_C + \lambda \cdot (z_S - z_D)), \quad (20)$$

та прирівняємо праві частини одержаних рівностей. В одержаному виразі відокремимо параметр λ у другому та першому ступенях, відмітивши цей параметр нижнім індексом yz . Отримаємо рівняння 2-го порядку:

$$\lambda_{yz}^2 \cdot \left[\begin{aligned} & (y_S - y_D) \cdot (z_B - z_S) - \\ & - (y_B - y_S) \cdot (z_S - z_D) \end{aligned} \right] + \lambda_{yz} \cdot \left[\begin{aligned} & (y_S - y_D) \cdot (z_A - z_S) + (y_S - y_C) \cdot (z_B - z_S) - \\ & - (y_B - y_S) \cdot (z_S - z_C) - (y_A - y_S) \cdot (z_S - z_D) \end{aligned} \right] + \\ + \left[(y_S - y_C) \cdot (z_A - z_S) - (y_A - y_S) \cdot (z_S - z_C) \right] = 0, \quad (21)$$

або скорочено:

$$\lambda_{yz}^2 \cdot P_{yz} + \lambda_{yz} \cdot Q_{yz} + R_{yz} = 0, \quad (22)$$

де:

$$P_{yz} = [(y_S - y_D) \cdot (z_B - z_S) - (y_B - y_S) \cdot (z_S - z_D)], \quad (23)$$

$$Q_{yz} = \left[\begin{aligned} & (y_S - y_D) \cdot (z_A - z_S) + (y_S - y_C) \cdot (z_B - z_S) - \\ & - (y_B - y_S) \cdot (z_S - z_C) - (y_A - y_S) \cdot (z_S - z_D) \end{aligned} \right], \quad (24)$$

$$R_{yz} = [(y_S - y_C) \cdot (z_A - z_S) - (y_A - y_S) \cdot (z_S - z_C)]. \quad (25)$$

Розв'язки рівняння (22) можна записати наступним чином:

$$\lambda_{yz} = (-Q_{yz} \pm \sqrt{Q_{yz}^2 - 4 \cdot P_{yz} \cdot R_{yz}}) / (2 \cdot P_{yz}), \quad (26)$$

причому коренем може бути лише додатне число за визначенням (див. (5)).

Аналогічним чином на основі виразів (16) і (18) та (16) і (17) можуть бути складені й рівняння, коренями яких є параметри λ_{xz} та λ_{xy} відповідно:

$$\lambda_{xz}^2 \cdot P_{xz} + \lambda_{xz} \cdot Q_{xz} + R_{xz} = 0, \quad (27)$$

$$\lambda_{xy}^2 \cdot P_{xy} + \lambda_{xy} \cdot Q_{xy} + R_{xy} = 0. \quad (28)$$

Запишемо тепер функцію, область визначення якої відповідатиме лише координатам точок, що містяться на відрізку MN . В буквенній формі це рівняння матиме наступну форму, що відповідає еліпсоїду з нульовим ексцентриситетом:

$$MS + SN - MN = 0. \quad (29)$$

Або в розгорнутій формі у декартових координатах:

$$\begin{aligned} F = \zeta(x, y, z) = \\ = \sqrt{(x_S - x_M)^2 + (y_S - y_M)^2 + (z_S - z_M)^2} + \sqrt{(x_S - x_N)^2 + (y_S - y_N)^2 + (z_S - z_N)^2} - \\ - \sqrt{(x_N - x_M)^2 + (y_N - y_M)^2 + (z_N - z_M)^2} = 0, \end{aligned} \quad (30)$$

де:

$$x_M = (x_A + \lambda_{yz} \cdot x_B) / (1 + \lambda_{yz}), \quad (31)$$

$$y_M = (y_A + \lambda_{xz} \cdot y_B) / (1 + \lambda_{xz}), \quad (32)$$

$$z_M = (z_A + \lambda_{xy} \cdot z_B) / (1 + \lambda_{xy}), \quad (33)$$

$$x_N = (x_C + \lambda_{yz} \cdot x_D) / (1 + \lambda_{yz}), \quad (34)$$

$$y_N = (y_C + \lambda_{xz} \cdot y_D) / (1 + \lambda_{xz}), \quad (35)$$

$$z_N = (z_C + \lambda_{xy} \cdot z_D) / (1 + \lambda_{xy}). \quad (36)$$

Вираз (30) представляє собою шукану локальну інтерполяційну функцію, що задовольняє сформульованим на початку вимогам.

На рисунку 2 представлено побудований за запропонованим принципом гіперболічний параболоїд, область визначення функції якого відповідає лише точкам, котрі лежать у межах контуру, представленого опуклим просторовим чотирикутником $A(0, 0, 13)$, $B(10, 0, 10)$, $C(0, 10, 12)$ та $D(10, 10, 11)$.

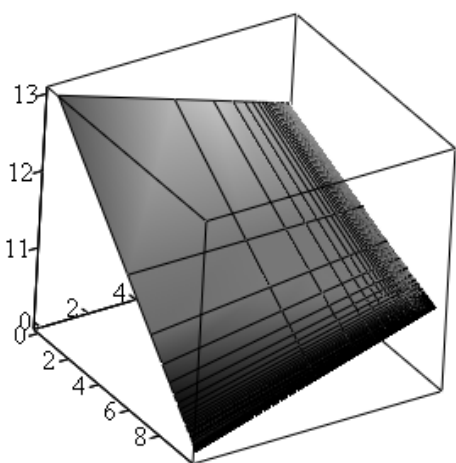


Рис. 2

Якщо область, у якій розвивається досліджуване температурне поле, представлена дискретно і складається з g чарунок, то глобальна інтерполяційна функція F представлятиме собою добуток локально-інтерполюючих функцій F_h типу (30) побудованих для кожної з чарунок:

$$F = \prod_{h=1}^g F_h = 0. \quad (37)$$

Одержане таким чином рівняння у неявній формі може бути без особливих ускладнень піддане аналізу щодо траєкторій найшвидшого спуску чи підйому на основі градієнтних методів без використання логічних операторів.

Висновки. Запропонований підхід до побудови інтерполяційних функцій може бути успішно застосований не лише при аналізі температурних полів, а й інших фізичних явищ та процесів, таких як розповсюдження вологи у тілі пористих матеріалів, або при оцінці формування потоку рідини по різних

поверхнях. Окрім того продемонстрований підхід до локального інтерполювання може бути відносно просто узагальнений для багатовимірних задач. Слід лише зауважити, що представлені функції потребують ретельних досліджень на предмет області їх визначення при різноманітних умовах взаємного розташування базових вершин чарунок у просторі, а також при різних варіантах звільнення від параметрів положення точок побудованих поверхонь.

Література

1. *Шуп Т.* Решение инженерных задач на ЭВМ: Практическое руководство. Пер. с англ. / *Т. Шуп.* – М.: Мир, 1982. – 238 с., ил.
2. *Самарский А. А.* Численные методы / *А. А. Самарский, А. В. Гулин.* – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 432 с.
3. *Найдиш В. М.* Основи прикладної дискретної геометрії / *В. М. Найдиш, В. М. Верещага, А. В. Найдиш, В. М. Малкіна.* – Мелітополь: ВДП «Люкс», 2007. – 194 с.
4. *Найдиш В. М.* Дискретна інтерполяція / *В. М. Найдиш.* – Мелітополь: ВДП «Люкс», 2008. – 250 с.
5. *Найдыш В. М.* Методы и алгоритмы формирования поверхностей и обводов по заданным дифференциально-геометрическим условиям / *В. М. Найдыш* // Автореф. дисс. ... доктора техн. наук: 05.01.01. – М.: МАИ, 1983.
6. *Ковальов С. М.* Конструювання сітчастих каркасів поверхонь із горизонталей і ліній найбільшого схилу / *С. М. Ковальов, О. В. Воронцов* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 1993. – Вип. 54. – с. 13-16.
7. *Скочко В. І.* Спеціальні геометричні моделі процесів, що розвиваються в суцільному середовищі / *В. І. Скочко* // Дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01. – К.: КНУБА, 2012. – 269 с.

Аннотация

В работе раскрыты основные принципы построения специальных интерполяционных функций, использование которых позволяет избежать вовлечения логических операторов используемого программного обеспечения в процесс построения траекторий наискорейшего возрастания или снижения температурного поля в узлах строительных конструкций.

Annotation

This article describes the underlying principles of the special interpolation functions construction. Use of these functions allows avoiding involving of the logical operators of the software resources which are used in process of construction of the temperature field's fastest increase or decrease trajectory in building construction's junctions.

БУДІВНИЦТВО В ЧАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕРИ. ЯК ЕНЕРГІЯ ЗМІНЮЄ БУДІВЛІ? ЯК ЕНЕРГІЯ ЗМІНЮЄ СВІТ?

Українсько-німецький проект «Енергоефективна забудова»

Стаття присвячена актуальності теми енергозбереження в цілому та у сфері будівництва зокрема, описано розвиток технологій в цьому напрямку в Європі та наведені реальні приклади.

Одне з найбільш нагальних питань майбутнього обертається навколо теми енергії, а саме з двоякої точки зору. По-перше, економічний розвиток світу тісно пов'язаний з питанням цін на енергію, та, по-друге, ще важливішою є тема взаємозв'язку енергії з проблемою змін і перетворень клімату.

Усім зрозуміло, що з того часу, як ресурси енергії із земних надр скорочуються, а світові потреби в енергії і надалі зростають, ціна на енергоносії буде беззаперечно та постійно також зростати. Це означає збільшення витрат у всіх секторах – починаючи від промисловості, та закінчуючи приватними домогосподарствами. Той факт, що через підвищене споживання викопної енергії (вугілля, газ, нафта) в атмосферу викидається все більша кількість CO₂ (вуглекислого газу), наслідком чого є зміни нашого клімату з вищими температурами, катастрофічними негодами та іншими, пов'язаними з цим подіями, змушує бити тривогу в більшості країн.

Сьогодні ми бачимо дві можливості, щоб вийти з цього замкнутого кола. Першою можливістю є знаходження альтернативних джерел енергії. Це вже давно відбулося – у формі енергії вітру, сонця, води або інших, не викопних джерел. Повний перехід до цих відновлюваних джерел буде тривати ще довго у зв'язку з економічними причинами.

Другою можливістю є рішення, яке власне зараз є набагато важливішим та блискучішим: заощадження енергії, адже заощаджена енергія є найдешевшим та екологічно найчистішим рішенням проблеми.

Тільки в самій Україні потенціал заощадження енергії складає близько 57%.

Як же ми можемо „заощаджувати енергію“? Розрізняють дві основні сфери заощадження енергії:

1. У сфері виробництва енергії: тут, перш за все, мова йде про застарілі теплоелектроцентралі та їх неефективну забезпечувальну інфраструктуру, яку слід модернізувати.

2. Заощадження на рівні споживачів.

Споживачем, з одного боку, є кожен з нас, хто через стиль свого життя може внести свій вклад у економію енергії, але це не є головною темою цієї статті, тому що тут ми звертаємо нашу увагу на споживання енергії у будівлях. Як можна скоротити споживання енергії в будівлях та які впливи це справляє на архітектуру та на всю будівельну галузь?

Темі енергії або енергоефективності у розумінні будівництва в 21-му столітті слід надати чіткого визначення. Приблизно 30 років тому деякі „диваки“ (сьогодні їх називають піонерами) розпочали в рамках самостійного будівництва розробляти будівлі, які взимку є рівномірно теплими, а влітку – приємно прохолодними, та ще й потребують для цього зовсім мало енергії. Такі будівлі називали „пасивними будинками“, тому що вони в основному обходяться пасивною тепловою енергією, яка надходить всередину будинку завдяки сонцю, та не так швидко втрачають цю енергію, - те, що і є передусім важливим. Піонерам це вдалося завдяки комбінуванню товстого шару теплоізоляції, яка закутує та ущільнює будинок так, як це робить зимове пальто, та проникненню сонячного випромінювання через вікна з правильно обраними розмірами, а у зв'язку з тим, що будинок потребує свіжого повітря (а ми не хочемо втрачати тепло через це холодне свіже повітря), до цього ще додається вентиляція з рекуперацією тепла. Рекуперація тепла нагріває холодне зовнішнє повітря за допомогою тепла, яке виходить спільно з теплим повітрям із внутрішнього приміщення назовні, ще до того моменту, коли холодне зовнішнє повітря потрапляє у це внутрішнє приміщення.

Піонери прийшли з Німеччини, а у Австрії скоро знайшлися також інновативні архітектори та замовники, які відважилися будувати пасивні будинки. Спочатку ці пасивні будинки часто висміювали, але завдяки зібраному великому досвіду та технологічним покращенням, які було виконано протягом декількох років, пасивні будинки отримали широке визнання і інші країни теж долучилися до цього процесу. Нові європейські норми щодо будівництва задають зараз контрольні показники в рамках 2020 ще більш строгих правил, де говориться про те, що будівля взагалі не має споживати енергії: мова йде про будинки з нульовим споживанням енергії. Сьогодні в загальному говорять про „енергоефективне будівництво“ – незалежно від того, чи мова йде про будинки з нульовим споживанням енергії, чи про пасивні будинки, чи про будинки зі зниженим споживанням енергії.

Що означає такий розвиток у напрямку енергоефективного будівництва для архітекторів та для всієї будівельної галузі та які зміни є для цього необхідними?

Трьома важливими сферами, в яких вже відбулися зміни, або скоро відбудуться в країнах, які ще не запровадили стандарти енергоефективності, є такі:

- Інтегративне проектування

Це означає, що окремий архітектор більше, ніж до цього часу, залежить від співпраці з будівельними фізиками та інженерами з кліматизації, для того, щоб досягти стандартів енергоефективності.

Як і в рамках найважливішого міжнародного конкурсу з енергоефективного будівництва під назвою «Solar Decathlon», де базовою умовою є те, щоб використовувалося поєднання багатьох фахових дисциплін, на практиці для забезпечення функціональності будівлі є важливим узгодження у командній роботі з фаховими інженерами.

- Теми з енергоефективності слід включити у навчання, щоб архітектори та інженери отримали необхідне «Ноу-хау».

Навчальні заклади мають підготувати своїх студентів до викликів 21-го століття. Якщо у минулому столітті це були передусім інновації в сфері матеріалів та статички, які визначали професійність архітекторів та інженерів, то зараз це теми обмеженої кількості енергії та ресурсів.

- Краща якість виконання

Хороше та правильне виконання будівельних робіт є особливо важливим аспектом в енергоефективному будівництві. Будівельні помилки та брак, халатність можуть призводити до великих втрат енергії та до будівельних ушкоджень, які призводять до утворення плісняви. Особливо у випадку пасивних будинків слід звертати увагу на професійне виконання робіт, щоб оболонка будівлі була щільною перед дією вітру та щоб не було мостиків холоду.

Особливістю будівель, які є надзвичайно енергоефективними, є їх так звана компактність. Це означає: що меншою є поверхня оболонки будівлі у відношенні до об'єму об'єкту, то менша кількість енергії втрачатиметься цією будівлею крізь зовнішні площини. Важливим аспектом є розумні розміри віконних площ. Якщо частка вікон у фасаді є надто великою, тоді через ці віконні площі буде виходити назовні забагато тепла, а холодні площини вікон будуть виділяти всередину приміщення забагато холоду. Важливо правильно розрахувати кількість сонячного проміння, яке надходить у будівлю взимку і влітку, а саме влітку слід забезпечити відповідне затінення, яке знаходиться зовні. У нашій кліматичній зоні ми можемо використовувати той ефект, що взимку сонячне проміння, якщо нам це потрібно, можна спрямувати в будівлю під плоским кутом, а влітку сонячне проміння надходить під гострим кутом і його можна заблокувати в цьому напрямку та одночасно не втратити загальне природне освітлення.

Прикладів енергоефективного будівництва на високому рівні в Європі зараз вже надзвичайно багато, а спеціалізовані премії та відзнаки підтримують зобов'язання архітекторів, інженерів та замовників.

Особливо в німецькомовних країнах, які відносяться до піонерів та „передовиків“ енергоефективного будівництва, можна знайти хороші приклади, але також і країни Північної Європи або Нідерланди мають чудові приклади, де поєднується чудова архітектура, низьке споживання енергії та збереження ресурсів. Погляд у напрямку застосування екологічно чистих будівельних матеріалів, які самі споживають малу кількість енергії під час свого виробництва, або взагалі складаються з відновлюваних матеріалів, як, наприклад, деревина, є, між іншим, важливою точкою енергоефективного будівництва в сенсі сталого розвитку в Європі.



Новобудова громадського центру населеного пункту Людеш (Ludesch), Австрія. Державна премія з архітектури та сталого розвитку в 2006-му році.



Новий будинок для притулку в Альпах Шістлгауз (Schiestlhaus), Австрія



Ремонт школи в місті Шваненштадт (Schwanenstadt), Німеччина

Статья посвящена актуальности темы энергосбережения в целом и в сфере строительства в частности, описано развитие технологий в этом направлении в Европе и приведены реальные примеры.

Annotation

The article is devoted to the relevance of the theme of energy saving in general and in the construction sector in particular, describes the development of technologies in this field in Europe and provides real examples.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ БУДІВЕЛЬ

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка, кафедра автомобільних доріг, геодезії
та архітектури сільських будівель, м. Полтава, Україна*

Проаналізовані особливості і сучасний стан нормування теплозахисної здатності огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель, сформульовано комплекс заходів з економії теплової енергії при проектуванні, експлуатації і реконструкції цих будівель.

Постановка проблеми. Питання енергозбереження і створення належного мікроклімату в тваринницьких будівлях є складовою загальнодержавної політики у сфері енергоефективності. В той же час у цих будівлях є цілий ряд специфічних особливостей, котрі не знаходять належного урахування в сучасних дослідженнях та нормативних документах нашої країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням енергозбереження в тваринницьких будівлях, нормуванню їх теплозахисту і створенню та удосконаленню ефективних огорожувальних конструкцій присвячені роботи науковців України та Росії: Ануфрієва Л.М. [1], Маравіна Б.Л., Строя А.Ф. [2], Пригунова Ю.М. [3], Валова В.М. [4], Кузьміної Т.В., Волика Г.Л., Височиної Т.В., Іоничева Є.Г. та інших. Більшість цих, як і інших робіт, виконані ще у 1970-1990 рр. і не враховують сучасних реалій нормативних вимог, конструктивних вирішень та умов експлуатації щодо тваринницьких будівель. Останнім же часом цій проблематиці приділяється недостатньо уваги в нашій країні.

Метою статті є виявлення шляхів створення енергоефективних огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель. З мети впливають такі **основні задачі роботи:** виявити загальні проблеми з енергозбереження і теплової ізоляції цих будівель; проаналізувати особливості та сучасний стан нормування теплоізоляції тваринницьких будівель; сформулювати комплекс заходів з економії теплової енергії при проектуванні й експлуатації тваринницьких будівель.

Виклад основної частини. Покращення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель, крім економії паливно-енергетичних ресурсів при їх експлуатації, сприяє також поліпшенню мікроклімату приміщень і підвищенню продуктивності тварин і птиці. За сучасними даними, ефективність і продуктивність тваринництва визначається на 60 % годівлею, на 20 % породним складом і віком тварин та на 20 % мікрокліматом й умовами утримання. Нормативні параметри мікроклімату тваринницьких будівель наведено в ДБН [5]. При невідповідності мікроклімату

оптимальним зоогігієнічним параметрам надої молока знижуються на 10-20 %, приріст маси тварин – на 20-30 %, яйценосність курей – на 30 %, падіж молодняка досягає 30 %. Наприклад: витрати кормів при вирощуванні і відгодівлі свиней в неопалювальних приміщеннях зростають на 10-25 %. Вартість корму, що витрачається на підтримання терморегуляції в організмі тварин, значно вища за вартість теплової енергії, необхідної для опалення тваринницьких приміщень [6, 7].

Тому відповідно до вимог норм технологічного та будівельного проектування різних тваринницьких підприємств огорожувальні конструкції та інженерне обладнання будівель повинні забезпечувати підтримання необхідних параметрів мікроклімату [5, 8, 9]. Тваринницькі будівлі в теплотехнічному відношенні мають ряд специфічних особливостей, пов'язаних з наявністю в приміщенні великої кількості тварин із власними тепло- і вологовиділеннями. Тепловиділення настільки значимі, що в ряді випадків допустимі умови мікроклімату можуть бути забезпечені без улаштування опалювальних систем. У цьому випадку будівля кваліфікується як неопалювана. Для неопалюваної будівлі потрібний опір теплопередачі визначають із двох умов: теплового балансу і невинесення конденсату на внутрішній поверхні огороження. За умови теплового балансу в будівлю повинно надходити в одиницю часу стільки теплоти, скільки її витрачається:

$$Q_{огор} + Q_{в} = Q_{т}, \quad (1)$$

де $Q_{огор}$ – загальні тепловтрати через огороження (стіни, вікна, ворота, покриття, підлогу), включаючи і тепловтрати на випаровування вологи з мокрих поверхонь; $Q_{в}$ – тепловтрати через вентиляцію; $Q_{т}$ – кількість теплоти, що виділяється тваринами.

Теплотехнічний розрахунок огорожень для обох видів будівель (неопалювана чи опалювана) в основному зводиться до визначення потрібного опору теплопередачі ($R_o^{номп}$ чи $R_{q \min}$) [10]. На жаль у ДБН „Теплова ізоляція будівель” [10] у табл. 2 наведені нормативні значення величини опору теплопередачі $R_{q \min}$ для виробничих (промислових) будівель взагалі без конкретизації щодо тваринницьких та врахування їх специфіки. Водночас нормами технологічного проектування [8, 9] для тваринницьких будівель за відсутності достовірних вихідних даних для техніко-економічних розрахунків допускається як економічно доцільні значення опору теплопередачі зовнішніх огорожень у будівлях для утримання тварин приймати: для стін – $1,6 \div 2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для покриття – $2,8 \div 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Однак у нормах відсутні вказівки чи пояснення як саме з означеного інтервалу вибирати потрібні величини опору теплопередачі огорожень. Така неузгодженість між нормами технологічного [8, 9] і будівельного проектування [10] створила колізію при виконанні теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель.

У тваринницьких будівлях відрізняється обчислення коефіцієнта тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій $\alpha_{в}$. Для

житлових, громадських і більшості промислових будівель справедливим припущенням, що температура предметів, які знаходяться у приміщенні (меблів, поверхонь внутрішніх стін тощо) дорівнює температурі внутрішнього повітря, а поверхні, що беруть участь у променевому теплообміні, являють собою дві паралельні площини однакової величини. в цьому випадку наближене значення коефіцієнта тепловіддачі становить $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що й нормується ДБН [10]. Для тваринницьких будівель указані вище припущення не є справедливими, оскільки температура поверхні тіла тварин, які знаходяться в променевому теплообміні з огорожувальними конструкціями, значно вища за температуру повітря у приміщенні. У зв'язку з цим фактичні значення коефіцієнтів тепловіддачі α_e у тваринницьких приміщеннях можуть суттєво відрізнятися від значення $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. На основі проведеного узагальнення результатів досліджень фахівцями колишнього ПолтІнБІ були встановлені уточнені диференційовані значення коефіцієнтів тепловіддачі α_e внутрішніх поверхонь стін і покриттів тваринницьких будівель залежно від питомого заповнення приміщень тваринами і відносної вологості ϕ_e повітря в приміщенні (табл. 1).

Значення α_e за табл. 1 рекомендується використовувати при експериментальному проектуванні огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель із метою їх подальшої перевірки і корегування.

Таблиця 1.

Уточнені значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішніх поверхонь $\alpha_e, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, зовнішніх стін і покриттів тваринницьких будівель

Щільність заповнення приміщення тваринами, кг живої маси на 1 м ² підлоги	Для холодної пори року при $\phi_e, \%$			Для теплої пори року
	Менше 70	70–80	Більше 80	
Менше 60	7,2	8,7	9,7	7
60–100	8,4	10	12	7,8
Більше 100	9,3	11,6	12,8	8,6

Нами запропоновані більш деталізовані для розширеного діапазону параметрів рекомендовані значення коефіцієнтів тепловіддачі на внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель α_e , які наведені у табл. 2.

Виключно актуальним і важливим для тваринницьких приміщень є також нормування і забезпечення обґрунтованого зоогігієнічними вимогами показника теплосасвоєння поверхні підлоги $Y_n, \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$, для різних видів тварин, їх статеві-вікових груп та способів утримання. Знову ж таки, на жаль, ДБН „Теплова ізоляція будівель” [10] таких нормативів щодо тваринницьких будівель не містить. Натомість у нормах технологічного проектування скотарських [8], свинарських [9] та й інших тваринницьких будівель є вказівки щодо обмеження величини питомого теплового потоку від лежачих тварин у конструкцію підлоги.

Таблиця 2.

Уточнені значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішніх поверхонь $\alpha_e, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, зовнішніх стін і покриттів тваринницьких будівель

Щільність заповнення приміщення тваринами, кг живої маси на 1 м ² підлоги	Для холодної пори року при φ_v										
	70 % і менше	71%	72%	73%	74%	75%	76%	77%	78%	79%	80 % і більше
60 кг і менше	7,20	7,45	7,70	7,95	8,20	8,45	8,70	8,95	9,20	9,45	9,70
70	7,73	8,00	8,28	8,55	8,83	9,10	9,38	9,65	9,93	10,20	10,48
80	8,25	8,55	8,85	9,15	9,45	9,75	10,05	10,35	10,65	10,95	11,25
90	8,78	9,10	9,43	9,75	10,08	10,40	10,73	11,05	11,38	11,70	12,03
100 кг і більше	9,30	9,65	10,00	10,35	10,70	11,05	11,40	11,75	12,10	12,45	12,80

Методика ж підрахунку цього показника не наведена ні в ДБН, ні в ВНТП, що вимагає усунення цієї прогалини.



Рис. 1. Класифікація засобів досягнення високого рівня теплозахисту будівель

Незважаючи на неврегульованість у нормах деяких відзначених теплотехнічних показників, тваринницькі будівлі в сучасних умовах споруджуються і реконструюються, термомодернізуються з урахуванням вітчизняного і зарубіжного передового досвіду енергозбереження. Можна виділити основні шляхи створення енергоекономічних огороджувальних конструкцій (рис. 1) [6].

Актуальним й економічно доцільним є додаткове утеплення зовнішніх стін та покриттів (перекрыттів) існуючих тваринницьких будівель. Підвищення їх теплозахисту дозволить поліпшити внутрішній мікроклімат у зимовий час, скоротити витрати кормів та підвищити продуктивність тварин. Це тим більш важливо, що передбачені у багатьох тваринницьких будівлях системи опалення

практично ніде не працюють. Однак улаштуванню теплоізоляції будівель, що реконструюються, приділяється недостатньо уваги, хоча обсяги реконструктивних робіт у силу об'єктивних причин переважають порівняно з новим будівництвом.

Вітчизняний та особливо зарубіжний досвід дає багато засобів досягнення високого рівня теплозахисту будівель шляхом створення енергетично ефективних огорожень як при новому будівництві, так і реконструкції існуючих споруд.

Висновки. Врахування викладених особливостей та усунення відзначених недоліків у нормуванні теплозахисту тваринницьких будівель дозволить покращити їх мікроклімат, витрати енергоносіїв та кормів для збільшення кількості та поліпшення якості отримуваної тваринницької продукції.

Перспективи подальших досліджень. Необхідне розроблення нормування і розрахунку теплотехнічних характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій, що дозволяло б оптимізувати і мінімізувати енергоспоживання тваринницьких будівель шляхом комплексного врахування нормативних параметрів мікроклімату приміщень для різних тварин, способів їх утримання, об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень будівель.

Для переважної більшості тваринницьких будівель з певною щільністю заповнення їх тваринами ($\text{кг}/\text{м}^2$) можна забезпечити підтримання заданого температурно-вологісного режиму приміщень за рахунок утилізації теплоти, що виділяється тваринами при відповідному рівні опору теплопередачі огорожень. Тобто, вони можуть бути неопалюваними без подачі штучно отриманої теплоти. Безумовно така задача має розв'язуватись методом оптимізації одночасних і поточних витрат, тобто визначенням зведених витрат.

Література

1. *Ануфриев Л. Н.* Теплофизические расчёты сельскохозяйственных производственных зданий / Л. Н. Ануфриев, И. А. Кожинов, Г. М. Позин. – М.: Стройиздат, 1974. – 215 с.
2. *Строй А. Ф.* Теплоснабжение и вентиляция сельскохозяйственных зданий и сооружений. – К.: Вища школа, 1983. – 215 с.
3. *Прыгунов Ю. М.* Микроклимат животноводческих и птицеводческих зданий. Расчет и проектирование / Ю. М. Прыгунов, В. А. Новак, Г. П. Седых. – К.: Будівельник, 1986. – 80 с.
4. *Валов В. М.* Энергосберегающие животноводческие здания (физико-технические основы проектирования) / В. М. Валов. – М.: Изд-во АСВ, 1997. – 310 с.
5. ДБН В.2.2.1-95. Будинки і споруди. Будівлі і споруди для тваринництва. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 38 с.
6. *Глікман М. Т.* Основи будівельної фізики сільських споруд / М. Т. Глікман, О. Б. Кошлатий, Є. В. Вітвицька. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.

7. *Хазін В. Й.* Будівлі і споруди агропромислового комплексу: навч. посіб. / В. Й. Хазін. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища школа, 2006. – 255 с.
8. ВНТП АПК-01.05. Скотарські підприємства. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 96 с.
9. ВНТП АПК-02.05. Свинарські підприємства. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 98 с.
10. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель / [Фаренюк Г. Г., Кривошеєв П. І., Чернявський В. В. та ін.]. – К.: Мінбуд України, 2006.

Аннотация

Проанализированы особенности и современное состояние нормирования теплозащитной способности ограждающих конструкций животноводческих зданий, сформулировано комплекс мероприятий по экономии тепловой энергии при проектировании, эксплуатации и реконструкции этих зданий.

Annotation

The features and the current state of regulation heatproof ability walling livestock buildings, formulated a set of measures to conserve heat in the design, operation and reconstruction of these buildings.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Центр прикладных исследований в энергетике Национального университета
кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина*

На основе анализа результатов теоретических исследований и методологии Р2М разработаны основные компоненты информационной поддержки, которые позволяют команде проекта составить представление об инфраструктуре энергетической системы муниципалитета для начала разработки проектов энергосбережения.

Постановка проблемы. В настоящее время проблема повышения эффективности использования энергетических ресурсов в различных отраслях хозяйственной деятельности приобретает особую актуальность [1, 2].

Одним из направлений, обеспечивающих комплексное решение данной проблемы, является использование при формировании и реализации соответствующих проектов и программ (ПП) основных положений теории управления проектами [3,4], адаптированных к целям и задачам проекта.

Обзор публикаций и выделение нерешенных проблем.

В соответствии с известными методологиями управления [3] важнейшими задачами на всех этапах жизненного цикла проектов и программ можно считать обеспечение команды проекта (КП) и участников проекта информацией о предметном поле управления, а также динамическом окружении, как на текущий период времени, так и на перспективу.

Источником формирования информационных массивов данных об объектах проектов и программ энергосбережения посвящено значительное количество отечественных и зарубежных публикаций как нормативно-правового характера, так и исследовательского [5, 6, 7 и др.]. В качестве исходной информации выступают результаты статистических исследований и проведенных энергетических аудитов (ЭА) элементов систем производства, передачи, потребления энергии, результаты экспертных оценок, математического моделирования и др., которые определяют стоимость, качество, временные интервалы разработки и выполнения проектов и программ.

Однако, выполненный анализ исследований показал, что предложенные подходы и модели затрагивают лишь отдельные вопросы информационного обеспечения ПП повышения эффективности использования энергетических ресурсов и не обеспечивают комплексного решения задачи. Данный аспект позволил сформулировать цель исследования.

Цель исследований. Целью исследования является разработка информационного обеспечения участников проекта на этапе инициации

проектов и программ энергосбережения.

Решение проблемы. В общем случае участниками проектов и программ энергосбережения на региональном уровне [8] выступают органы исполнительной власти муниципального образования или региона, сегментированные рынки энергетических ресурсов и услуг энергоснабжения, бюджеты разных уровней. К числу основных участников проектов следует, также, относить органы статистического учета, потребителей энергетических ресурсов, промышленные предприятия, независимые организации, органы метеослужбы, инвесторов, государственные и общественные экспертные организации, а также команды проекта (рис. 1).



Рис.1. Основные участники проектов энергосбережения

В соответствии с методологией Р2М жизненный цикл последовательно включает в себя этапы инициации, проектирования, реализации и завершения проекта. Очевидно, что на каждом из этапов участники проекта будут нуждаться в различном информационном обеспечении.

В общем случае множество информационных потребностей участников проекта можно представить в виде:

$$I_i^j = I_1^j \cup I_2^j \cup I_3^j \cup I_4^j,$$

где $I_1^j, I_2^j, I_3^j, I_4^j$ – множества информационных потребностей участников проекта реконструкции муниципальных СТ, необходимых для обеспечения работ, выполняемых при создании продукта проекта на этапах инициации, проектирования, реализации и завершения проекта соответственно.

Информационные потребности участников проекта разделены на три основные группы, образующие соответственно информационные платформы технико-технологического, экономического и организационного характера:

$$I_1^j = I_1^{j,T} \cup I_1^{j,E} \cup I_1^{j,O};$$

$$I_2^j = I_2^{j,T} \cup I_2^{j,E} \cup I_2^{j,O};$$

$$I_3^j = I_3^{j,T} \cup I_3^{j,E} \cup I_3^{j,O};$$

$$I_4^j = I_4^{j,T} \cup I_4^{j,E} \cup I_4^{j,O},$$

где $I_1^{j,T}, I_1^{j,E}, I_1^{j,O}, I_2^{j,T}, I_2^{j,E}, I_2^{j,O}, I_3^{j,T}, I_3^{j,E}, I_3^{j,O}, I_4^{j,T}, I_4^{j,E}, I_4^{j,O}$ – множества

информационных массивов технико-технологического, экономического и организационного характера, необходимых для инициации, проектирования, реализации и завершения проекта. Каждая из информационных платформ может быть представлена в виде информационной модели, которая включает в себя фреймы, описывающие структурно-параметрические характеристики объектов, а также множества моделей, позволяющих решать задачи управления проектами.

Рассмотрим основные информационные массивы, необходимые для этапа инициации проекта. На данном этапе информационное пространство проекта должно обеспечивать его участников следующими информационными массивами технико-технологического и экономического характера:

$$\begin{aligned}
 I_1^{jT} \cup I_1^{j,E} = & ((\{x_{Pi}, y_{Pi}, z_{Pi}\}, i \in 1...N) \cup (\{PS_{Pi}\}, i \in PRS) \cup (\{PP_{Pi}\}, i \in PRP) \cup \\
 & \{x_{PPI}, y_{PPI}\}, i \in 1...N) \cup (\{PPS_{Pi}\}, i \in PPRS) \cup (\{PPP_{Pi}\}, i \in PPRP) \cup (\{T_{PEi}\}, i \in ECOI) \cup \\
 & (\{I_{Ai}\}, i \in A_{Pi}) \cup (\{I_{Bi}\}, i \in B_{Pi}) \cup (\{RA_{Pi}\}, i \in AP) \cup (\{M_{Pi}\}, i \in MP) \cup (\{MZ_{Pi}\}, i \in MZZ) \cup \\
 & (\{MOZ_{Pi}\}, i \in MOO) (\{x_{Hi}, y_{Hi}\}, i \in 1...n) \cup (\{T_{Hi}\}, i \in TI) \cup (\{Q_{Hi}\}, i \in TP) \cup (\{Q_{Ri}\}, i \in TPI) \cup \\
 & (\{V_{Hi}\}, i \in BT) \cup (\{K_{Ti}\}, i \in TK) \cup (\{K_{TXi}\}, i \in XK) \cup (\{O_{Hi}\}, i \in OK) \cup (\{UP_{Hi}\}, i \in PY) \cup \\
 & (\{XS_{Hi}\}, i \in SV) \cup (\{XT_{Hi}\}, i \in TI) \cup (\{Z_{Hi}\}, i \in XZ) \cup (\{TR_{Hi}\}, i \in XT) \cup (\{RA_{Hi}\}, i \in AI) \\
 & \cup (\{I_{Ai}\}, i \in A_{Hi}) \cup (\{I_{Bi}\}, i \in B_{Hi}) \cup (\{T_{HEi}\}, i \in ECOI) \cup \\
 & (\{M_{Hi}\}, i \in MI) \cup (\{x_{Ti}, y_{Ti}\}, i \in 1...n) \cup (\{TS_{Ti}\}, i \in TRS) \cup (\{TP_{Ti}\}, i \in TRP) \cup \\
 & (\{x_{TKi}, y_{TKi}\}, i \in 1...n) \cup (\{TKS_{Ti}\}, i \in TKRS) \cup (\{TKP_{Ti}\}, i \in TKRP) \cup (\{x_{TZi}, y_{TZi}\}, i \in 1...n) \cup \\
 & (\{Tzs_{Ti}\}, i \in TZRS) \cup (\{TZP_{Ti}\}, i \in TZRP) \cup (\{x_{THi}, y_{THi}\}, i \in 1...n) \cup (\{TIS_{Ti}\}, i \in TIRS) \cup \\
 & (\{TIP_{Ti}\}, i \in TZIP) \cup (\{TSS_{Ti}\}, i \in TSRS) \cup (\{TSP_{Ti}\}, i \in TSRP) \cup (\{TG_{Ti}\}, i \in TGR) \cup \\
 & (\{x_{TSi}, y_{TSi}\}, i \in 1...n) \cup (\{x_{TPi}, y_{TPi}\}, i \in 1...n) \cup (\{TPS_{Ti}\}, i \in TPRS) \cup (\{TPP_{Ti}\}, i \in TPRP) \cup \\
 & (\{TUG_{Ti}\}, i \in TRUG) \cup (\{RA_{Ti}\}, i \in AT) \cup (\{I_{Ai}\}, i \in A_{Ti}) \cup (\{I_{Bi}\}, i \in B_{Ti}) \cup (\{M_{Ti}\}, i \in MT))
 \end{aligned}$$

где $\{x_{Pi}, y_{Pi}, z_{Pi}\}, \{x_{PPI}, y_{PPI}\}$ – множества координат потребителей энергии, а также мест установки контрольно-измерительной аппаратуры и приборов; $PRS, PPRS$ – множества структурных характеристик объектов инфраструктуры потребителей энергии, контрольно-измерительной аппаратуры и приборов; $PRP, PPRP$ – множества нормативных параметрических показателей объектов инфраструктуры потребителей энергии, проверок контрольно-измерительной аппаратуры и приборов; A_{Pi}, B_{Pi}, AP, MP – множества индикативных показателей проектов энергосбережения, данных мониторинга технического состояния элементов подсистем энергоснабжения, моделей, обеспечивающих определение показателей и характеристик подсистем потребителей энергии, а также управления проектами; $ECOI, MZZ, MOO$ – множества характеристик экологической и метеорологической ситуации в районе расположения потребителей энергии, разнообразных экономических показателей, характеристик организационного решения вопросов энергообеспечения различными видами энергии; $\{x_{Hi}, y_{Hi}\}$ – координаты расположения источников энергии; TI, TP, TPI, BT, TK, XK – множества типов источников энергии, величин их производительности и подсоединенной нагрузки, видов основных и дополнительных топливных

ресурсов, различных энергогенерирующих агрегатов, их основных показателей; $OK, ПУ, SV, ТИ, ХЗ, ХТ$ – множества характеристик вспомогательного оборудования, удельных показателей работы источников энергии, структурно-параметрических характеристик обеспечивающих систем, характеристик территории, закрепленной за источниками энергии, характеристик зданий и сооружений источников; $АИ, A_{ИИ}, B_{ИИ}, ЕСОИ$ – множества данных технического состояния элементов подсистемы, параметрических и структурных индикативных показателей, экологических показателей соответственно; $МИ$ – множество моделей, обеспечивающих определение показателей и характеристик источников энергии, а также управления проектами; $\{(x_{Ti}, y_{Ti})\}, \{(x_{TKi}, y_{TKi})\}, \{(x_{TZi}, y_{TZi})\}, \{(x_{THi}, y_{THi})\}, \{(x_{TSi}, y_{TSi})\}, \{(x_{TPi}, y_{TPi})\}$ – множества координат тепловых сетей, электрических сетей, газопроводов, водопроводов, канализационных трубопроводов, мест установки контрольно-измерительной аппаратуры и приборов соответственно; $TRS, TKRS, TZRS, TIRS, TSRS, TPRS$ – множества структурных характеристик тепловых сетей, электрических сетей, газопроводов, водопроводов, канализационных трубопроводов, контрольно-измерительной аппаратуры и приборов соответственно; $TRP, TKRP, TZRP, TZIP, TSRP, TPRP$ – множества параметрических показателей тепловых сетей, электрических сетей, газопроводов, водопроводов, канализационных трубопроводов, контрольно-измерительной аппаратуры и приборов соответственно; $TRUG, TGR$ – множество параметрических показателей и характеристик мест прохождения тепловых сетей, электрических сетей, газопроводов, водопроводов, канализационных трубопроводов, схем гидравлических расчетов; A_{Ti}, B_{Ti}, AT, MT – множества индикативных показателей, данных технического состояния элементов подсистем энергоснабжения, моделей, обеспечивающих определение показателей и характеристик подсистем транспорта и распределения энергии, а также управления проектами.

Информационное наполнение множества информационного массива организационного характера содержит необходимую информацию, обеспечивающую участников проекта всесторонними характеристиками о предприятиях и организациях, занятых в сфере энергоснабжения муниципального образования:

$$I_1^{j,O} = ((\{OI_{Oi}\}, i \in ORIS) \cup (\{OS_{Oi}\}, i \in ORSS) \cup (\{OIS_{Oi}\}, i \in ORIST) \cup (\{OSS_{Oi}\}, i \in ORSSS) \cup (\{M_{Oi}\}, i \in MO)),$$

где $ORIS, ORSS$ – множества организаций сегментированных рынков услуг энергоснабжения и энергетических ресурсов; $ORIST, ORSSS$ – множества структурно-параметрических показателей организаций сегментированных рынков услуг энергоснабжения и энергетических ресурсов; MO – множество моделей, обеспечивающих определение показателей и характеристик организаций, занятых в сфере энергоснабжения муниципального образования, а также управления проектами.

В общем случае массив позволяет определять место дислокации и ведомственную принадлежность организаций и предприятий, их долю на

рынках услуг в данном регионе или муниципальном образовании, уровень технической оснащенности производственной базы и др.

Вывод. Разработанные основные информационные составляющие массивов данных позволяют команде проекта сформировать общее представление об инфраструктуре системы энергоснабжения муниципального образования, ее основных характеристиках и приступить к этапу проектирования проектов энергосбережения.

Література

1. Energy Use in the New Millennium: Trends in IEA Countries (Energy Indicators). OECD Publishing, 2007. 169 p.
2. Energy Conservation Best Practices The Communal Services Sector: Heat Supply, Water Supply. Tariff Reform and Communal Services Enterprises Restructuring in Ukraine. Contract num.: OUT LAG-I-805-99-00035-00 Task Order 805
3. Руководство к Своду знаний по управлению проектами. Третье издание (Руководство PMBOK)/. Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004.
4. Тянь Р.Б. Проблемы управления энергопотреблением и энергосбережением на предприятиях: Монография [Текст] / Р.Б.Тянь, М.К. Сухонос – Х.: Изд-во «Форт», 2010.– 296 с.
5. ASHRAE RP-669, SP-56:2004 «Procedures for Commercial Building Energy Audits» [Электронный ресурс] /<http://www.stanford.edu/group/narratives/classes/08-09/CEE215/.pdf>.– Загл. с экрана.
6. UNE 216501:2009 «Auditorias energeticas – Requisitos» [Электронный ресурс] http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67240/componente67238.pdf.– Загл. с экрана.
7. Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту», Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів, наказ №56 від 10.05.2010 р.
8. Харитонов Ю.Н. Участники региональных проектов и программ энергосбережения [Текст] / Ю. Н. Харитонов, Г. В. Фоменко // Управління проектами: стан та перспективи: Матеріали 7-ї міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв: НУК, 2012., С.162-164

Annotation

Based on the analysis of the results theoretical research and on the methodology P2M developed the main components of the information support, that enable the project team to form an idea about infrastructure of the energy system of the municipality for the start design of energy efficiency projects.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ЖИЛИЩНОЙ ОТРАСЛИ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина

В статье рассмотрены вопросы обеспечения реализации программы энергосбережения в городском строительстве и хозяйстве, освещаются проблемы и предложения по путям их решения.

Постановка проблемы. Жилищная тема является одной из важнейших социально-экономических проблем в Украине. По данным статистики 1/3 населения страны проживает в неудовлетворительных условиях – в общежитиях, коммунальных квартирах, ветхих и аварийных домах. Средняя обеспеченность жильем в Украине составляет около 20 квадратных метров общей площади на человека, что в 2-3 раза ниже развитых стран. Практически приостановлено движение в очереди граждан на получение государственного жилья.

В то же время, объемы строительства нового жилья в последние годы уменьшаются. За 2012 год в Украине введено около 11 млн квадратных метров общей жилой площади, что в два раза меньше, по сравнению с 1987 годом.

Изложенные факты свидетельствуют об острой необходимости изменения жилищной политики в Украине. Именно новая жилищная политика должна стать одним из главных приоритетов реформ в стране, так как в жилищной сфере реализуется около 30 процентов воспроизводимого национального богатства. Комплекс внутриэкономических проблем, на решение которых жилищное строительство оказывает существенное влияние, шире, чем в любой другой отрасли экономики.

Основная часть. Анализ работы крупных строительных организаций города Одессы показывает, что, несмотря на тяжелые для отрасли последствия финансового кризиса, большинство руководителей сумели сохранить кадровый и производственный потенциал и при создании в государстве соответствующих условий для развития строительной отрасли, способны возродить объемы строительства жилья, достигнутые в лучшие годы.

Уверенность в наличии возможностей строителей г. Одессы реализовать намерения президента Украины В.Ф. Януковича – изменить на лучшее состояние дел в строительной отрасли подтверждена результатами работы полуторатысячного коллектива строительной компании «СТИКОН», возглавляемой Заслуженным строителем Украины, Лауреатом государственной премии Украины в области архитектуры Леонидом Яковлевичем Крючковым, в которой к своеобразным визитным карточкам компании, таким как исполнение общественного заказа на строительство Спасо - Преображенского Собора,

торговых центров «Метро» и «Среднефонтанский», первого в Одессе 24-этажного жилого дома возведенного по монолитно-каркасной технологии и множества других сложных объектов, добавилась стабильность в наращивании объемов строительства жилых домов, ввод которых в различных районах города достиг более 1 млн квадратных метров общей площади.

Характерной особенностью строящихся компанией «СТИКОН» жилых домов является их полное соответствие современной нормативной базе. Для обеспечения качественного ведения строительства в компании разработана и введена в действие система управления качеством на базе стандарта ISO 9001-20009, создана служба технического надзора за строительством, функционирует строительная лаборатория и геодезическая служба.

Реализуя областную программу энергосбережения на 2010 – 2014 годы в компании «СТИКОН» разработан комплекс мероприятий обеспечивающих снижение расхода тепловой энергии на отопление зданий и при этом обеспечивающих оптимальные микроклиматические условия внутренних помещений.

Особый интерес представляет собой комплекс мероприятий, которые приводят к снижению затрат тепловой энергии на отопление зданий при обязательном обеспечении оптимальных микроклиматических условий помещений. В данном комплексе мероприятий можно выделить два основных – тепловая защита зданий и применение эффективного инженерного оборудования.

1. Тепловая защита зданий.

Задача теплоизоляции зданий – снизить потери тепла в холодный период года и обеспечить относительное постоянство температуры в помещениях в течение суток при колебаниях температуры наружного воздуха. Применяя для тепловой изоляции эффективные теплоизоляционные материалы, можно существенно уменьшить теплоту и снизить массу ограждающих конструкций.

Получение теплых и, соответственно, энергосберегающих конструкций, фирма решила путем использования в монолитно-каркасных зданиях в качестве наружных стен – пенобетон плотностью 400 кг/м^3 и толщиной 300 мм под штукатурку и покраску. При этом достигнуто сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций $2,35 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ при минимально допустимом для Одессы $2,2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Также в качестве наружных стен используется пенобетон плотностью 400 кг/м^3 и толщиной 250 мм с облицовкой эффективным кирпичом с толщиной слоя 120 мм. При такой конструкции получено сопротивление теплопередаче $2,34 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Для утепления монолитных железобетонных участков применяются теплоизоляционные плиты из экструдированного пенополистирола либо минераловатные утеплители (в зависимости от этажности здания). В качестве утеплителя плиты перекрытия неотапливаемых чердаков используют монолитную заливку пенополистиролбетоном с толщиной слоя 250 мм и сопротивлением теплопередачи конструкции $2,76 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ при минимально допустимом для

Одессы 2,6 м²К/Вт. Заполнение световых проемов осуществляется двухкамерными стеклопакетами с низкой теплопроводностью, качество которых гарантировано сотрудничеством с одним из ведущих иностранных производителей данных изделий.

2. Инженерное оборудование.

В этом разделе рассматривается наиболее энергоемкая система, которой является система отопления.

Отличия современной системы отопления заключается в автоматическом поддержании в помещении температуры воздуха на индивидуальном уровне с целью обеспечения теплового комфорта.

Заданную температуру воздуха в помещении за счет количественного регулирования теплоносителя, поступающего в отопительный прибор, поддерживает терморегулятор, который является одним из основных элементов современных систем отопления. Но для большего энергосберегающего эффекта на вводе в каждую квартиру либо офис, а также на подключении стояков лестничных клеток устанавливаются автоматические регуляторы перепада давления, которые предотвращают несанкционированные перетоки теплоносителя в системе отопления и увеличение его температуры в обратной магистрали.

При выборе отопительных приборов, фирма «СТИКОН» руководствовалась двумя основными требованиями: теплотехническими и эксплуатационными, при которых отопительные приборы должны пропорционально реагировать на автоматическую управляемость их теплоотдачей. Проанализировав все типы отопительных приборов, фирма остановилась на стальных панельных радиаторах, выделив в них ряд преимуществ, в том числе: небольшая металлоемкость, маленькая водоемкость, технологичность монтажа и малоинерционность, а, следовательно, лучшая поддаваемость автоматическому управлению тепловой мощности. Основным недостаток данного типа приборов – внутреннюю коррозию решили с помощью применения в системе отопления деаэрированной воды.

При выборе материалов трубопроводов фирмой «СТИКОН» решалось несколько задач: экономия энергии на прокачку теплоносителя, лучшая управляемость потоков терморегуляторами и другими автоматическими клапанами, наличие антидиффузионного слоя. Всем этим требованиям отвечают применяемые трубопроводы из сшитого полиэтилена РЕХ-а, а также металлополимерные трубопроводы.

При выборе схемы разводки фирма исходила из наименьших эксплуатационных расходов. Для этого была принята двухтрубная система отопления, которая позволяет экономить до 15% тепловой энергии в отличие от однотрубной.

Все вышеперечисленное, наряду с применением современных тепловых пунктов и крышных котельных с высоким уровнем автоматизации, а также сотрудничество с ведущими иностранными производителями отопительного

оборудования позволило фирме «СТИКОН» достичь высокой энергоэффективности зданий.

Выводы:

1. Опыт работы ООО «СТИКОН» по реализации комплекса мероприятий обеспечивающих снижение затрат тепловой энергии на отопление зданий заслуживает внедрения в жилищную отрасль городов Украины.

2. Широкое внедрение перечисленных в статье новшеств, позволит значительно снизить расходы новоселов на оплату за услуги по теплоснабжению квартир.

Литература

1. Програма енергозбереження Одеської області на 2010-2014 роки.

2. Інформаційно-аналітична довідка до розширеного засідання комітету Верховної Ради України з питань будівництва, містобудування і житлово-комунального господарства та регіональної політики з питання: «Про стан та перспективи будівельної галузі в Україні».

3. *Крючков Л.Я.* Строительная компания «СТИКОН». Научно-публичное издание. Одесса: Астропринт, 2011 – с. 137-146.

Анотація

В статті розглянуті питання забезпечення реалізації програми енергозбереження в міському будівництві та господарстві, висловлюються проблеми та пропозиції щодо шляхів їх вирішення.

Annotation

In the article is considering questions quaranteeing relize programs economy energy in the husbandry town, lightens of problems and offers about the ways there decision.

KINGSPAN IPN-nano™ - НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЕНДВИЧ ПАНЕЛЕЙ

Компания ООО «Кингспан-Украина», г. Киев, Украина

3 1 липня 2012 року провідний виробник сендвіч панелей в світі - компанія Kingspan приступила до виробництва, на всіх Європейських потужностях, до нового покоління утеплювачів для сендвіч панелей - IPN nano. Ізофенік нано або IsoPheNіc нано-або нано IPN є власною розробкою компанії Kingspan.

Данный утеплитель состоит из множества крошечных пузырьков с газом, теплотехнические характеристики которого намного лучше воздуха. Эти крошечные пузырьки прочно соединены между собой и имеют замкнутую ячеистую структуру. Более того, в этом новейшем утеплителе размер этих пузырьков находится на наноуровне, то есть их диаметр около 1 / 1 000 000 мм (одной миллионной миллиметра!). Благодаря таким наноразмерам, IPN nano обладает уникальными теплотехническими свойствами – коэффициент теплопроводности IPN nano составляет всего $\lambda = 0,020$ Вт / (мК) по Европейским нормам или $\lambda = 0,021$ Вт / (мК) по Украинским нормам. Очень важно, что данный показатель сохраняется в течении всего срока эксплуатации сендвич панелей! Только гарантийный срок компании Кингспан на неизменение коэффициента теплопроводности составляет – 25 лет! Расчетный срок службы – до 60 лет!

IPN nano (Изофеник нано) призван со временем заменить предыдущее поколение утеплителя – IPN (Изофеник), который великолепно себя зарекомендовал с 2007 года как с точки зрения пожарной безопасности, так и изоляционных свойств – его коэффициент теплопроводности был на 10% ниже, чем IPN nano и составлял - IPN $\lambda = 0,022$ по Европейским нормам или $\lambda = 0,023$ Вт / (мК) по Украинским нормам. Для сравнения, коэффициент теплопроводности пенополиуретана (который также применяется многими производителями в качестве утеплителя в сендвич панелях некоторыми производителями - $\lambda = 0,024 - 0,028$ Вт / (мК), что, соответственно на 15 – 30% хуже, чем тот же показатель у IPN nano!) На сегодня, заказчик сможет применять сендвич панели тоньше на 15 - 30% , чем пенополиуретановые или в 2,2 раза тоньше, чем с минеральной ватой, при тех же изоляционных свойствах, что в итоге влияет на цену сендвич панелей. Компания Kingspan в ближайшие годы будет производить сендвич панели с двумя типами полимерных утеплителей предлагая рынку альтернативу между IPN и IPN nano.

Компания Кингспан за свою более чем 40-летнюю историю производила и производит сендвич панели со следующими типами утеплителей:

С 1972 по 2000 годы – утеплитель пенополиуретан (PUR, ППУ) – уже снят с производства и минеральная вата (МВ);

С 2000 по 2007 годы – утеплитель пенополиизоцианурат (PIR, ПИР) – уже снят с производства и минеральная вата (МВ);

С 2007 по настоящее время – утеплитель изофеник (IPN) и минеральная вата (МВ);

С 2012 по настоящее время – утеплитель изофеник нано (IPN nano) и минеральная вата (МВ).

С каждым годом на всех производственных мощностях в Европе происходит уменьшение производства сэндвич панелей с утеплителем из минеральной ваты – их все чаще замещают сэндвич панели с утеплителем IPN, а с 2012 года – IPN nano.

По пожарным свойствам IPN nano не будет уступать предыдущему поколению IPN (без ограничений по пожарной безопасности – до EI 60, M0 для стены и до RE 60, M0 для кровли).

На коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,020$ Вт / (мК) компания Kingspan дает гарантию 25 лет на неизменение изоляционных свойств сэндвич панелей и целостность конструкции.

Расчетный срок эксплуатации объектов, возведенных с помощью сэндвич панелей Kingspan составляет 40 – 60 лет.

Сравнение коэффициентов теплопроводности материалов, которые применяются в качестве утеплителя в сэндвич панелях.

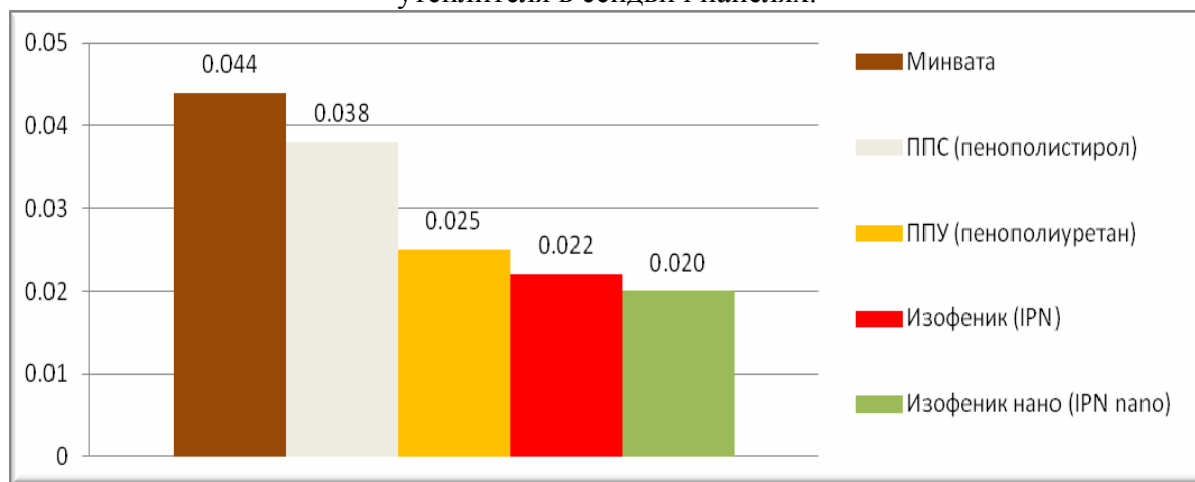


Рис.1. Пожарная безопасность IPN и IPN nano.

С августа 2007 года компания Кингспан производит панели с утеплителем IPN, который очень хорошо себя зарекомендовал как пожаробезопасный утеплитель. По своим пожарным свойствам панели с утеплителем IPN (также как и IPN nano) не имеют ограничений по применению. Возможно построить любой объект от 1-й до 5-й степени огнестойкости.

IPN nano и IPN являются «дальними родственниками» Пенополиуретана (ППУ, PUR). Они внешне также довольно похожи. Внешнее отличие в том, что ячейки (пузырьки с газом) из которых состоит ППУ больше, чем у IPN – это видно невооруженным взглядом. А у IPN nano эти пузырьки еще меньше – их размер находится на наноуровне, то есть их размер сравним с размерами

молекул. Именно за счет наноразмеров этих «пузырьков» и возможно стало достичь коэффициента теплопроводности (с гарантией 25 лет) $\lambda = 0,020 \text{ Вт / (мК)}$.



Рис. 2

Фото: Так выглядят под микроскопом: Минеральная вата (фото слева) и IPN nano (фото справа).

На фото сверху видно, что IPN nano имеет закрытую (!) ячеистую структуру. Газ, который находится внутри «пузырьков» имеет лучший коэффициент теплопроводности, чем у воздуха (λ сухого воздуха = $0,026 \text{ Вт / (мК)}$). Таким образом, воздух не попадает внутрь «пузырьков» и газ из этих «пузырьков» не выходит. Более того, IPN nano «не боится» влаги и ультрафиолета. То есть, данный материал (утеплитель) является универсальным:

- великолепные теплотехнические свойства
- пожарная безопасность (без ограничений)
- прочность (несущая способность сэндвич панелей с IPN nano больше примерно на 20%, чем панели с минеральной ватой, при той же толщине)
- легкость всей конструкции (сэндвич панели с IPN nano в 3 (!) раза легче панелей, чем с минеральной ватой, при том же коэффициенте теплового сопротивления - R)
- долговечность (расчетный срок эксплуатации – 60 лет)
- экологическая безопасность (без ограничений как в Европе, так и в Украине)
- легкий монтаж (панели легкие и прочные). «Средний» вес квадратного метра панели с утеплителем IPN nano – 10 кг.
- легкость хранения на строительной площадке (IPN и IPN nano не боятся влаги и солнца)
- более низкая цена при тех же теплотехнических показателях!

Ниже Вы увидите собранные основные характеристики утеплителей, которые применяются в сэндвич панелях различных производителей. Напомню, что компания Кингспан на сегодня производит сэндвич панели со следующими утеплителями: IPN nano (с 2012 года), IPN (с 2007 года) и с минеральной ватой (эти панели целесообразно применять в противопожарных стенах и для звукоизоляции).

Таблица 1

Сравнение панелей с IPN nano и IPN с ППУ (пенополиуретан), ППС (пенополистирол) и Минватой

Технические характеристики	Технологии XXI века		Технологии XX века		
	IPN nano	IPN	ППУ	ППС	МВ
Применение в производстве сэндвич панелей	2012	2007	1950	1950	1950
Коэффициент теплопроводности утеплителя - λ , Вт/м*К	0,020	0,022	0,025	0,038	0,044
Толщина утеплителя, при одинаковой теплоизоляции, мм	90	100	110	180	200
Вес «условной» панели, при площади 12 кв м (R=4.55), кг	146	151	157	180	426
- прочность на растяжение, кПа	100	100	100	100	65
- прочность на сжатие, кПа	150	150	150	80	70
- прочность на сдвиг, кПа	150	150	150	80	60
Максимальная температура эксплуатации, °С	150	150	100	80	200
Температура деструкции материала, °С	350	350	250	80	650
Пожарные протоколы для стеновой панели толщиной 100мм (реально!)	EI 30, M0	EI 30, M0	EI 7, M2	EI 3, M2	EI 60, M0
Токсичность, Т1 – мало токсично, Т4-особо токсично	T1	T1	T4	T4	T1
Пожарная безопасность (реально!)	да	да	нет	нет	да

Еще несколько интересных статистических данных: в Европе, сэндвич панели с минеральной ватой крайне непопулярны (!). Например, в Германии, из всех сэндвич панелей реализованных в этой стране, минераловатных – только 1%. Все остальные – это полимерные утеплители в сэндвич панелях (IPN nano – полимерный утеплитель).

Применение сэндвич панелей с различными утеплителями в разных странах (2011 год).

СТРАНА	Процент рынка сэндвич панелей в стране:	
	Полимерные утеплители (IPN nano, IPN, PIR, PUR, PPS)	Утеплитель - Минеральная вата
Германия	99%	1%
Польша	90%	10%
Украина	50%	50%

Вывод. Цивилизованные страны уже давно перешли на полимерные утеплители, так как они имеют неоспоримые преимущества перед минватой. Украина пока к этому только стремится.

Компания КИНГСПАН такому развитию способствует и продолжает развивать рынок сэндвич панелей в Украине в цивилизованном направлении, используя новейшие технологии в своих панелях, применяя - IPN и IPN nano.

Сэндвич панели, в которых применен утеплитель IPN nano ($\lambda = 0,020$ Вт / (мК)) реализуются под торговой маркой - THERMALsafe®.

Сэндвич панели, в которых применены утеплители IPN или IPN nano (не имеют ограничений по пожарной безопасности) реализуются под торговой маркой - FIREsafe®.

Выводы:

1. Утеплитель сэндвич панелей - IPN nano является на сегодня лучшим теплоизоляционным материалом для сэндвич панелей с точки зрения теплотехники.

2. Утеплитель сэндвич панелей - IPN nano является на сегодня лучшим полимерным материалом для сэндвич панелей с точки зрения пожарной безопасности.

Литература

1. Панелі металеві тришарові стінові з утеплювачем із пінополіуретану. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-71:2008.
2. Пожарная безопасность объектов строительства. ДБН В.1.1 – 7 – 2002

Аннотация

С 1 июля 2012 года ведущий производитель сэндвич панелей в мире - компания Kingspan приступила к производству, на всех Европейских мощностях, к новому поколению утеплителей для сэндвич панелей – IPN nano. Изофеник нано или IsoPheNic nano или IPN nano является собственной разработкой компании Kingspan.

Annotation

On 1 July 2012 a leading manufacturer of insulation panels in the world - the company Kingspan started production on all the European powers, the new generation of thermal insulating materials for sandwich panels - IPN nano. IsoPheNic nano or IPN nano is a proprietary company Kingspan.

КОНКУРС “SOLAR DECATHLON KNUCA” ЯК СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ.

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті викладені основні науково-методичні засади проведення конкурсу “Solar Decathlon KNUCA” у відповідності до ідеї всесвітнього конкурсу “Solar Decathlon” (Сонячне десятиборство).

Сучасна архітектурно – будівельна практика є мультидисциплінарною галуззю, де вирішуються складні творчі, науково-системні, технічні, інженерні, організаційні задачі. Ефективність та конкурентоспроможність діяльності в цій сфері полягає у володінні фахівцями методами проектування - загальними традиційними та сучасними інноваційними методами.

Сучасна архітектурна освіта для досягнення задач навчання активно використовує таку форму як творчі конкурси в складі інституційної програми та в поза аудиторний час.

Solar Decathlon (Сонячне десятиборство) – міжнародний архітектурно – інженерний конкурс зі створення енергоефективного житлового будинку. Вперше він був започаткований у 2002 р. в США, зараз проводиться також у Європі і Азії. Конкурс проводиться кожні 2 роки. Учасниками конкурсу є команди студентів вищих навчальних закладів архітектурного та будівельного профілю. Конкурс «Solar Decathlon» стимулює студентів до впровадження енергоефективних та екологічно рішень в їх проектах, формує їх світогляд щодо оптимального використання ресурсів. Майбутні інженери працюють спільно з майбутніми архітекторами для створення енергоефективних будинків та споруд. Під час змагань команди змагаються в десятиох дисциплінах (саме тому конкурс має назву Decathlon – десятиборство): архітектура, конструктивні особливості будинку, альтернативні джерела енергії, баланс електроенергії, умови комфорту, побутові прилади та функціонування, комунікація та суспільна свідомість, ринкова привабливість, інновації, сталий характер проекту. Важливим положенням проведення цього конкурсу є практична реалізація прототипу як здійснення зв'язку між теоретичними та проектними пропозиціями та практикою через випробування технології транспортування та монтажу елементів будівлі, експлуатації будівлі, проведення об'єктивної верифікації концепції, визначення професійної та громадської оцінки.

В рамках міжнародного проекту “КНУБА Зелене будівництво” (“KNUCA Green Building”) ініціативною групою КНУБА було запропоновано організувати проведення аналогічного конкурсу в Україні - «Solar Decathlon Україна». Першим етапом в організації конкурсу -«Solar Decathlon Україна» є проведення конкурсу в Київському національному університеті будівництва і архітектури - «Solar Decathlon КНУБА». Подальше планується поширити

конкурс на національний рівень із залученням до участі інших українських архітектурно - будівельних вищих навчальних закладів, а також, згідно результатів національного конкурсу, сформувати українську команду до участі у міжнародному конкурсі Solar Decathlon.

Передумовами проведення конкурсу в КНУБА є визначена мета, навчальні та професійні задачі та наявність базового теоретичного та практичного досвіду у студентів та викладачів відповідно, а також необхідного методичного, матеріального та інформаційного забезпечення. Студенти архітектурного факультету КНУБА, наприклад, брали участь в ряді конкурсів та воркшопів, пов'язаних з проектуванням екологічних та енергоефективних будівель:

- конкурс «Пасивний будинок», підготований викладачами архітектурного відділення Університету прикладних наук Карінтії (Австрія) та КНУБА (2003);

- конкурси «Артека» (КНУБА);

- конкурси «Інтер'єр майбутнього», організовані фірмою KNAUF;

- конкурси архітектурних проектів з використанням матеріалів фірм LUVATA, Parock, ТПК та ін;

- конкурс проектів Демонстраційного центру екологічно дружніх технологій, проведеного в межах громадського проекту «Екологічне життя людей» Всеукраїнською екологічною громадською організацією «МАМА-86» за підтримки Шведського товариства охорони природи та в партнерстві з архітектурним факультетом КНУБА та Німецьким товариством міжнародного співробітництва GIZ (2009);

- міжнародні семінари «Смарт-Сіті», Флоренція (Італія) (2007);

- конкурс проектів екологічних будівель «Blue Award», Віденський технічний університет (2012) ;

- міжнародні експериментальні воркшопи Європейської Асамблеї студентів архітекторів EASA тощо.

Воркшоп EASA 2008 , що проводився в м. Леттерфрак (Ірландія), був присвячений сталій архітектурі. Практичною задачею було розробка та будівництво павільйону як об'єкта екологічної архітектури.

Важливим етапом у впровадженні екологічної тематики в навчальний процес архітектурного факультету КНУБА було проведення конкурсу «Пасивний будинок» у 2003 р., підготований і проведений зусиллями викладачів архітектурного відділення Університету прикладних наук Карінтії (Австрія) та КНУБА. Як продовження такої співпраці відбувається участь студентів і викладачів КНУБА в літніх школах «Пасивний будинок» в м.Шпіттал (Австрія).

Актуалізації цієї тематики сприяє систематична участь викладачів та студентів КНУБА в конференціях та семінарах: щорічні науково - практичні конференції КНУБА, конференції «Сучасна архітектурна освіта», «Енергоінтеграція», «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн», міжнародна конференція КНАУФ, семінари та конференції GIZ, Міжнародний форум «e3forum», а також

тематичні конференції, такі як, конференція «Енергоефективність в КНУБА» під час «Тижня сталої енергетики» в період проведення Євро-2012.

Метою конкурсу “Solar Decathlon КНУБА” є розробка проекту енергоефективного житлового будинку групою студентів різних спеціальностей та спеціалізації - архітектурних та інженерних.

Впродовж проведення конкурсу передбачається :

- об'єднання і систематизація діяльності студентів різних спеціальностей під час проектування енергоефективного будинку;
- опанування студентами умінь організації колективної роботи, планування пошукової та проектної роботи;
- актуалізація знань і вмінь з енергоефективності та екології майбутніх випускників університету.

Об'єктом проектування для учасників конкурсу є індивідуальний житловий будинок з використанням ресурсоефективних технологій (енергоефективних та водозберігаючих), сучасних будівельних екологічних матеріалів та зниженням негативного впливу на навколишнє середовище під час експлуатації будинку. Правила конкурсу в цілому базуються на Правилах «Solar Decathlon Europe».

Організаторами конкурсу виступають: КНУБА, міжнародний проект “КНУБА Зелене будівництво ” за підтримки Німецького товариства міжнародного співробітництва (GIZ GmbH). Учасниками конкурсу є студенти факультетів КНУБА 3-6 курсів, аспіранти, викладачі, які входять до складу мультидисциплінарних команд. До проведення конкурсу залучені студенти і викладачі архітектурного, будівельного, санітарно – технічного, будівельно – технологічного факультетів та факультету автоматизації та інформаційних технологій.

Журі конкурсу – мультидисциплінарне, передбачається участь провідних спеціалістів університету, будівельних організації, фірм – виробників будівельних матеріалів і конструкцій та представників міжнародних організації.

Проведення конкурсу планується в кілька етапів:

- підготовчий - формування команд, проведення лекцій, семінарів, тренінгів;
- основний - робота в конкурсних групах, продовження лекцій, семінарів, проведення консультацій фахівцями з конкурсних дисциплін;
- фінальний - подача конкурсних робіт журі, презентація, робота журі, підведення підсумків визначення та нагородження переможців.

На підготовчому етапі за підтримки Німецького товариства міжнародного співробітництва GIZ було проведено ряд лекцій, семінарів та тренінгів за програмою конкурсу з питань сучасних тенденцій енергоефективної архітектури та будівництва, організації проведення такого конкурсу в університеті м.Розенхайм, тренінги з використання програмного забезпечення Retscreen та ін.

Студенти мали можливість ознайомитися з особливостями застосування сучасних енергоефективних конструкцій, матеріалів виробництва корпорації KNAUF (Кнауф Гіпс та Кнауф Інсулейшн), компаній SCHUCO, GlasTrÖsch,

SAINT - GOBAIN, ISOVER, інженерного обладнання компанії VISSMANN, а також скористатися інформацією про фотоелектричні колектори та вітрогенератори компанії Atmosfera.

На основному етапі реалізується проектування конкурсного об'єкту мультидисциплінарною командою. Проектування як процес є прогностичним моделюванням, тому ми вважаємо за можливе застосовувати ряд прогностичних методів: евристичні методи з побудовою структурної моделі, «мозковий штурм», ділові ігри, морфологічний аналіз, та інші творчі методи – асоціації, перетворення, інверсії, аналогії, парадоксу та ін. Важливою складовою є використання програмного забезпечення Retscreen для верифікації отриманих результатів. Визначальними рисами цього – складного за етапами та структурою конкурсу є інноваційність, наукоємність, міждисциплінарність, концептуальність, системність підходу, моделювання гіпотетичного об'єкту, його удосконалення.

Особливим є постконкурсний етап – аналіз процесу проведення конкурсу. Результати конкурсу будуть обговорені та проаналізовані організаторами, фахівцями та експертами в галузі проектування і будівництва енергоефективних будівель.

Участь у такому конкурсі розвиває комунікативні особистісні, професійні якості учасників, освоюються методи моделювання та адекватної оцінки на ранніх стадіях розробки проекту, відбувається актуалізація теоретичного досвіду сфері енергоефективності в архітектурі і будівництві, практична реалізація як навчання через дію, а також творча самореалізація, апробація ідей в професійному колі.

Конкурси такого типу є творчим та науковим викликом для студентів та викладачів сучасних архітектурних шкіл, новим прогресивним напрямком архітектурної освітньо – професійної діяльності.

Література

1. Режим доступу <http://www.solardecathlon.gov>
2. Режим доступу <http://www.sdeurope.org>
3. Режим доступу <http://www.giz.ua>
4. Режим доступу <http://www.eepp.org.ua>
5. Кащенко Т.О. Енергозбереження в архітектурі як складова освітньо - професійної програми - Збірник наукових праць Київського національного університету технологій та дизайну, 2004- с. 155-160.
6. Кащенко Т.О. Архітектурне проектування на засадах енергоефективності. -Науково - практична конференція КНУБА «Сучасна архітектурна освіта. Методологічний простір архітектурного проектування» 12.2009
7. Kashchenko T. Workshop as a creative method in achivment of sustainable architecture goals - Dall'ex tempore al workshop. Tsperienze di ricerca e progetto. – Roma, Gangemi editore, 2012- 82-86.

Аннотация

В статье изложены основные научно – методические основы проведения конкурса “Solar Decathlon KNUCA” в соответствии идее всемирного конкурса “Solar Decathlon” (Солнечное десятиборство). Конкурс ориентирован на проектирование архитектурных объектов с использованием ресурсоэффективных технологий, современных экологичеких строительных материалов и конструкций с целью снижения негативного влияния на окружающую среду в процессе эксплуатации здания.

Annotation

In the article it is described basics of scientific and methodical bases of holding competition “Solar Decathlon KNUCA” in accordance to the idea of world competition “Solar Decathlon”. The competition is oriented to planning of architectural objects with the use of source efficient technologies, modern ecological materials and constructions with the purpose of minimizing of negative influence on an environment in the process of exploatation of building.

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКО-АРХІТЕКТУРІ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглянуто сучасні елементи енергоефективності та енергозбереження будівельних об'єктів. Проаналізовано поєднання енергоощадних систем в одиничних випадках та на загальнодержавному рівні. Обґрунтовано необхідність застосування енергоощадних систем та технологій на стадії проектування еко-об'єктів.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день сфера енергоефективності у будівельній галузі набуває значення проблеми загальнодержавного характеру. В різних поєднаннях з'являються різноманітні втілення енергозберігаючих систем та технологій на рівні одиничних об'єктів. Дане явище носить епізодичний характер, а на рівні соціального житлового будівництва питання енергоощадності та енергозбереження проявляється лише під час реконструкції чи капітальному ремонті будівель та споруд. В промисловому та цивільному будівництві ці актуальні питання обмежуються в більшості випадків лише санацією фасадів будівель із застосуванням новітніх енергозберігаючих матеріалів що в значній мірі є недостатнім для більш глибокого та ефективного вирішення проблеми енергозбереження.

Головним аспектом проблеми енергозбереження у галузі будівництва та архітектури є саме відсутність системного підходу для впровадження вже існуючих енергоефективних та енергоощадних матеріалів, обладнань та приладів у комплексному поєднанні саме на початковій стадії проектування.

Аналіз досліджень. Аналізуючи теоретичні розробки та практичне їх застосування, наприклад (роботи Підгорного О.Л., Плоского В.О., Сергійчука О.В., Гетун Г.В., Кащенко Т.О., Шулдан Л.О. та інших у напрямку енергоінтеграції) можна зазначити, що існує ціла низка шляхів впровадження питання енергозбереження у сфері будівництва та архітектури. Щодо практичного застосування, то на сьогодні присутні так звані «поєднання», які носять стихійний характер і впроваджуються у поодиноких випадках. Наразі йдеться про такі поєднання: (системи підігріву води за допомогою геліоколекторів чи теплових насосів у поєднанні з використанням альтернативних джерел енергії за допомогою фотогальванічних установок чи вітрогенераторів, рекуператорів для забезпечення раціональної вентиляції повітря в середині будівлі та іншого енергозберігаючого обладнання, що забезпечує комфортне та енергоощадне життя). Зокрема у містах з багатоповерховими та багатоквартирними будинками дедалі частіше зустрічається утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій за допомогою новітніх енергозберігаючих матеріалів та технологій з метою зменшення витрати теплової енергії на опалення приміщень. В одноповерхових окремих

об'єктах більш широко застосовуються енергозберігаючі матеріали та обладнання.

Необхідно також зазначити, що на державному рівні дане питання також займає не аби яке значення. Відповідно до постанови від 22.02.2008 р. № 221 про затвердження Порядку розгляду, схвалення і реалізації проектів цільових екологічних (зелених) інвестицій та пропозицій щодо здійснення заходів, пов'язаних з реалізацією таких проектів і виконанням зобов'язань сторін Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, у 2011 році на першому об'єкті за даною програмою, КРУ «Клінічний госпіталь інвалідів та ветеранів війни» (що розташований у м. Сімферополі по вулиці Гайдара, 3б) було проведено санацію будівлі. (Рис.2).



Рис. 2.
Санація будівлі, вигляд до і після.

При використанні новітніх матеріалів та технологій було частково вирішено питання енергозбереження, а будівля отримала новий естетичний вигляд. Згідно з програмою тільки у АР Крим було проведено капітальний ремонт більш як у ста закладах соціального призначення (заклади Міністерства освіти та науки та заклади Міністерства охорони здоров'я АР Криму). На території України у межах даної програми, яка діє і сьогодні, було залучено більше двох тисяч проектів.

Та на жаль дана державна програма лише частково вирішує питання енергозбереження у галузі архітектури та будівництва.

Для більш зручного уявлення процесів що відбуваються у еко-будівництві застосуємо структуро-логічну схему. (Рис.3).

Виходячи з вищезазначеного очевидним є те, що дані заходи щодо енергозбереження та ергономічності у сфері будівництва та архітектури носять не плановий а скоріше стихійний характер.

Мета роботи. Оскільки ми аналізуємо існуючий стан заходів щодо впровадження елементів ергономічності у будівництві та архітектурі, метою нашої публікації є використання системного підходу, як методу для здійснення процесу інтеграції всіх елементів забезпечення функціонування будівлі.

Основна частина. Для досягнення поставленої мети ми формулюємо наступні завдання:

- проаналізувати існуючі науково-теоретичні розробки у еко-архітектурі;
- навести приклади здійснення (практичного застосування) елементів енергоощадних систем і технології в еко-об'єктах;
- обґрунтувати необхідність формування енергоефективної системи у еко-будівництві.

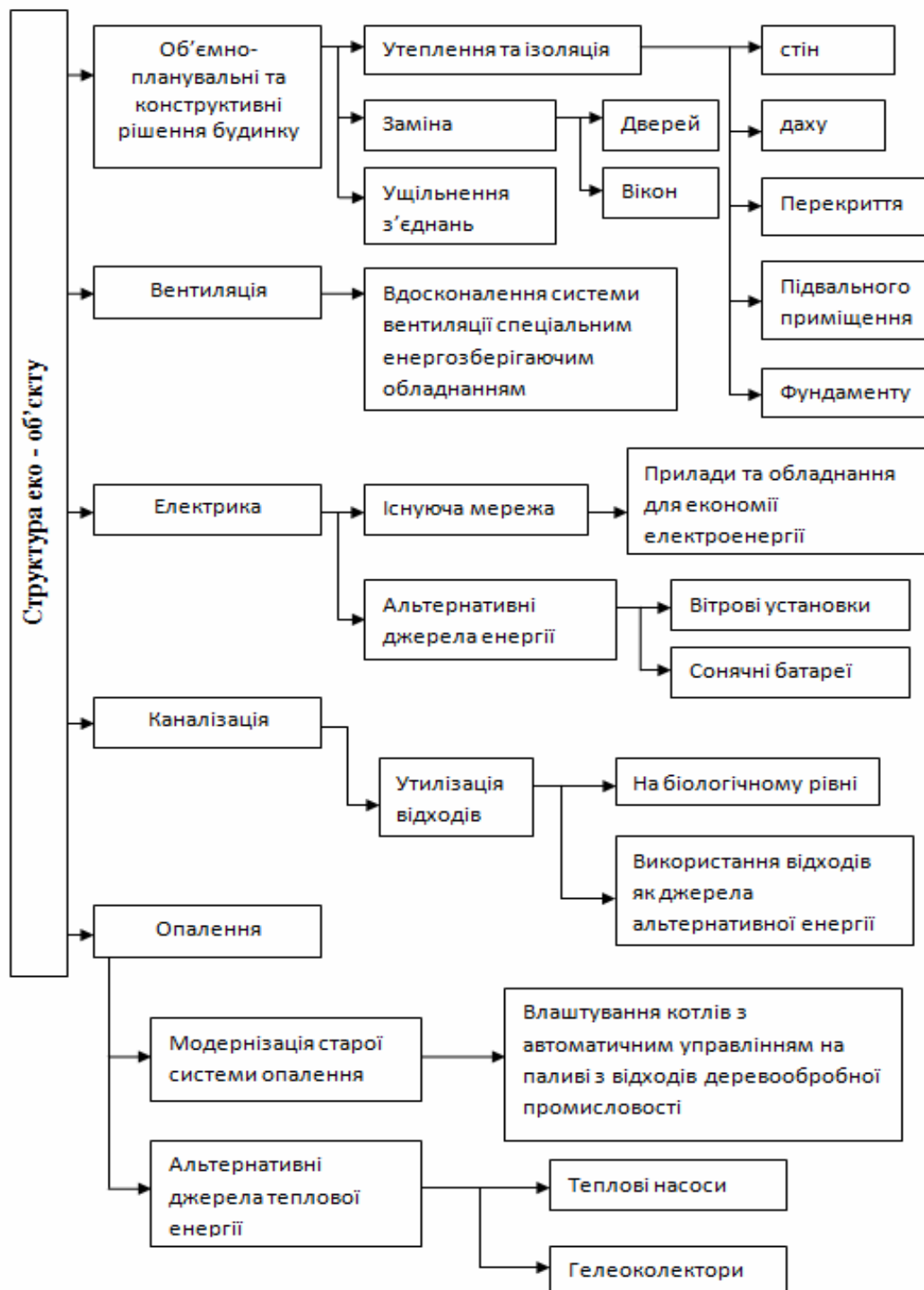


Рис. 3. Екологізація еко-об'єкту

На державному рівні на сьогоднішній день продовжується робота у напрямку експериментального будівництва, що впроваджується з метою перевірки на практиці нових науково-технічних розробок у галузі архітектури, будівництва і будівельних матеріалів, що спрямовані на вдосконалення архітектурно-планувальних рішень будівель і забудови у цілому, зниження матеріаломісткості, підвищення експлуатаційних характеристик, енергозбереження, впровадження передових методів проведення будівельних робіт, вдосконалення нормативних документів і державних стандартів та інше. Об'єктами експериментального будівництва можуть бути містобудівельні утворення, окремі будівлі і споруди різного призначення, а також інші види будівництва, які забезпечують покращення умов життєдіяльності населення, збереження матеріальних і енергетичних ресурсів, впровадження прогресивної технології виробництва і охорону природного середовища [1].

Як приклад можна зазначити, що на ринку України представлено чималу кількість вітчизняного та іноземного енергоефективного та енергоощадного обладнання для застосування у житлово-господарському комплексі. Переважна їх кількість спрямована на використання відновлювальних джерел енергії. Практичне застосування такого обладнання в Україні обмежується соціально-економічним фактором.

З метою формування системи енергозбереження в будівельній галузі в цілому, необхідно зауважити, що неодмінно потрібно враховувати всі фактори впливу еко-об'єкту (Рис. 4). Поступове та раціональне введення в експлуатацію всіх систем життєдіяльності об'єкту з врахуванням комбінацій можливого застосування енергоощадного обладнання і матеріалів дозволить якісно підійти до питання енергозбереження еко-об'єкту. В цілому складність полягає у раціональному поєднанні вищезазначеного обладнання з матеріалами як для забезпечення збалансованого та комфортного життя всередині будівлі, так і впливу на зовнішнє природне середовище.



Рис. 4.
Фактори впливу еко-об'єкту

Висновки. Формування системного підходу у впровадженні технологій енергозбереження у сфері будівництва та архітектури визначає шлях вирішення питань економічної, екологічної та соціальної сфер життєдіяльності людини. Застосування такого механізму саме на стадії проектування будівельних об'єктів дозволить якісно оцінити можливість покращення умов проживання людей, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, оптимізувати використання як скінчених, відновлювальних, так і альтернативних джерел енергії, надасть можливість повторного використання будівельних матеріалів та інших природних ресурсів.

Література

1. Положення про експериментальне будівництво, затверджене наказом Міністерства України у справах будівництва та архітектури від 27.12.1993 № 245, зареєстроване у Міністерстві юстиції України 11.02.1994 за № 25/234.
2. Кащенко Т.О., Сьомка С.В., Бородкіна І.М. Енергозбереження в архітектурі індивідуальних житлових будинків. – К.:КНУБА, 2010 – 44с.
3. Король В.П. Архітектурне проектування житла: Навчальний посібник. – К.: ФЕНІКС, 2006. – с.208
4. КовальчукЮ. Г. Енергозберігаючий будинок – теплий, комфортний і дешевий /Ю. Г. Ковальчук, Е. Р. Крамаренко, В. П. Омельчук // Будівництво України. – 2001. – № 1.– С. 26–27.
5. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома: Пер. с нем./ И. Габриель, Х. Ладенер. – СПб.:БХВ-Петербург, 2011. – 480 с.: ил. – (Строительство и архитектура).

Аннотация

В данной статье рассматриваются современные элементы энергоэффективности и энергосбережения строительных объектов. Анализируется сочетание энергосберегающих систем в единичных случаях и на общегосударственном уровне. Обосновывается необходимость применения энергосберегающих систем и технологий на стадии проектирования эко-объектов.

Annotation

This article discusses the modern elements of energy efficiency and energy conservation construction projects. We analyze the combination of energy-saving systems in individual cases and on the state level. Substantiates the necessity of applying the energy-saving systems and technologies on a design stage the eco-objects.

СРАВНЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ (ОПТИМАЛЬНОЙ) ЛОПАТОК РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
Национальный университет гражданской защиты Украины*

Приведены результаты исследований по сопоставлению прямолинейной и криволинейной (оптимальной) лопаток роторного грунтометателя, определяющих его технологические показатели.

Постановка проблемы. При создании ряда технических (технологических) устройств возникает задача выбора оптимальной формы направляющих, в которых движутся частицы (например, грунта) под действием центробежных сил. В частности, актуальной является проблема создания механизмов метания грунта, используемых в дорожных и сельскохозяйственных машинах при перепланировке рельефа. Аналогичные механизмы используются для тушения лесных пожаров в местностях, где отсутствуют источники воды [1-7]. Рядом достоинств обладают роторные грунтометатели [1-6], которые выбрасывают грунт в зону интереса при помощи лопаток, расположенных на вращающемся роторе. Методы выбора формы, расположения лопаток, анализа движения частиц грунта по ним в настоящее время разработаны не достаточно. Исследования по решению этих задач, направленные на повышение технологические характеристики устройств, имеют актуальный характер.

Анализ основных исследований и публикаций. В работах [3, 8] проведены комплексные исследования по выбору рациональных параметров грунтометателя с прямыми лопатками. Перспективным представляется использование в грунтометателях криволинейных лопаток. Методам выбора их формы и анализа движения частиц грунта по ним посвящены работы [1, 2, 5, 6]. В указанных статьях показано, что задача выбора оптимальной формы лопатки может быть схематизирована, как задача определения формы кривой в поле центробежных сил инерции, которая обеспечивает минимальное время движения (задача о брахистохроне в поле центробежных сил).

Постановка задачи. Провести исследования по сопоставлению параметров схода частиц грунта с прямолинейной и криволинейной лопаток, определяющих технологические показатели грунтометателя. Осуществить качественное сравнение лопаток по эффективности заполнения их грунтом, усилиям по внедрению в грунт, динамическим нагрузкам на ротор и лопатки, энергозатратам.

Основная часть. На рис. 1 показана схема грунтометателя: 1 – ступица; 2 – кольцо; 3 – спица; 4 – прямолинейная лопатка. Предполагается, что метатель вращается с угловой скоростью ω против хода часовых стрелок.

Плоскость рабочей лопатки отклонена от радиуса на угол α , который отсчитывается в том же направлении. Радиусы R_1 и R_2 представляют собой

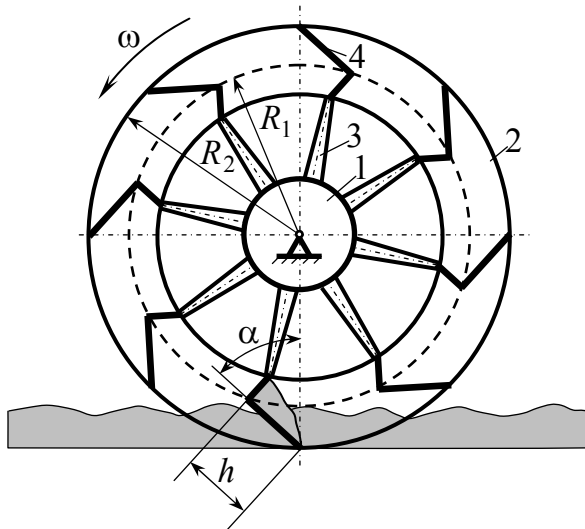


Рис. 1. Схема грунтометательного механизма

радиусы окружностей, проходящих соответственно через заднюю и переднюю кромки лопатки; h – длина лопатки. Указанные параметры связаны очевидным соотношением

$$R_1^2 = h^2 + R_2^2 - 2hR_2 \cos \alpha. \quad (1)$$

Варьируя α , по формуле (1) для фиксированных значений h и R_2 , можно, например, определить R_1 .

В работе [3] получено дифференциальное уравнение движения частицы грунта по **прямолинейной**

лопатке (начало отсчета координаты x находится на задней кромке лопатки)

$$\ddot{x} + 2\omega f \dot{x} - \omega^2 x = H_0 + H \sin(\omega t + \psi), \quad (2)$$

где $H_0 = -\omega^2 R_1 (\cos \beta + f \sin \beta)$; $H = g \sqrt{1 + f^2}$; $\sin \beta = \frac{R_2}{R_1} \sin \alpha$; $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$;

$$\psi = \alpha + \delta; \quad \sin \delta = \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}; \quad \cos \delta = -\frac{f}{\sqrt{1 + f^2}};$$

f – коэффициент трения скольжения; g – ускорение свободного падения.

Его общее решение имеет вид

$$x = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} - \frac{H_0}{\omega^2} + A \sin(\omega t + \varepsilon), \quad (3)$$

$$\text{где } \lambda_1 = \omega(\sqrt{1 + f^2} - f), \quad \lambda_2 = -\omega(\sqrt{1 + f^2} + f), \quad A = \frac{H}{2\omega^2 \sqrt{1 + f^2}},$$

$$\varepsilon = \psi - \pi + \arcsin \frac{f}{\sqrt{1 + f^2}}.$$

Для постоянных интегрирования справедливы выражения

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left(x_0 + \frac{H_0}{\omega^2} - \frac{\dot{x}_0}{\lambda_2} \right) - \frac{A\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\sin \varepsilon - \frac{\omega}{\lambda_2} \cos \varepsilon \right], \\ C_2 &= \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left(x_0 + \frac{H_0}{\omega^2} - \frac{\dot{x}_0}{\lambda_1} \right) - \frac{A\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left[\sin \varepsilon - \frac{\omega}{\lambda_1} \cos \varepsilon \right], \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

которые получены в предположении, что при $t = 0$ $x = x_0$, $\dot{x} = \dot{x}_0$.

Время схода τ частицы с лопатки на основании (3) должно определяться из уравнения

$$C_1 e^{\lambda_1 \tau} + C_2 e^{\lambda_2 \tau} - \frac{H_0}{\omega^2} + A \sin(\omega \tau + \varepsilon) = h. \quad (5)$$

После определения τ просто выписываются начальные условия движения частицы грунта в воздухе.

Положение лопатки удобно определять углом ψ , отсчитываемым от наинизшего положения передней кромки лопатки (вертикальная линия на рис. 1 соответствуют $\psi = 0$). Теперь, полагая, что угол ψ в момент схода частицы с лопатки равен ψ_0 , имеем при равномерном вращении:

$$\psi_0 = \omega \tau, \quad (6)$$

тогда горизонтальная и вертикальная координаты схода частицы

$$s_0 = R_2 \sin \psi_0, \quad (7) \quad h_0 = R_2 (1 - \cos \psi_0). \quad (8)$$

Модуль относительной скорости в момент схода частицы с лопатки на основании формулы (3)

$$v_{0r} = C_1 \lambda_1 e^{\lambda_1 \tau} + C_2 \lambda_2 e^{\lambda_2 \tau} + A \omega \cos(\omega \tau + \varepsilon). \quad (9)$$

Проекция скорости на горизонтальную и вертикальную оси:

$$v_{0r_x} = v_{0r} \sin(\psi_0 + \alpha); \quad v_{0r_y} = -v_{0r} \cos(\psi_0 + \alpha). \quad (10)$$

Для модуля переносной скорости частицы справедлива, очевидно, формула

$$v_{0e} = \omega R_2, \quad (11)$$

проекция которой на указанные выше оси:

$$v_{0e_x} = v_{0e} \cos \psi_0; \quad v_{0e_y} = v_{0e} \sin \psi_0. \quad (12)$$

Тогда для проекций абсолютной скорости и ее модуля имеем:

$$v_{0_x} = v_{0r_x} + v_{0e_x}; \quad v_{0_y} = v_{0r_y} + v_{0e_y}; \quad v_0 = \sqrt{v_{0_x}^2 + v_{0_y}^2}. \quad (13)$$

Угол, образуемый скоростью вектором скорости $\mathbf{v}_0$ с горизонтом

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{v_{0_y}}{v_0}. \quad (14)$$

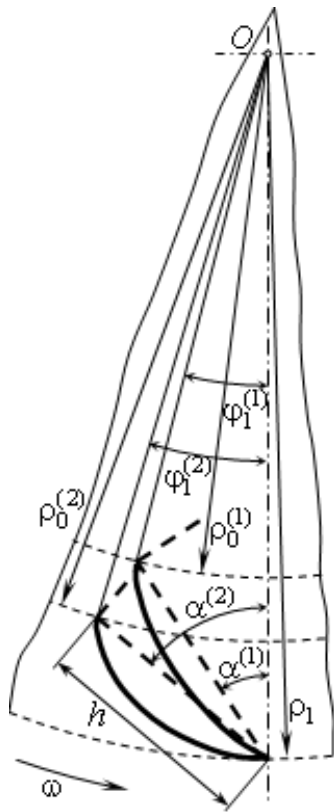


Рис. 2. Сопоставление лопаток

При проведении сравнительных исследований параметры движения частицы грунта по прямолинейной лопатке сопоставлялись с аналогичными параметрами движения по **криволинейной оптимальной лопатке**. На рис. 2 штриховыми линиями показаны контуры прямолинейных лопаток для двух значений α (R_2 и h фиксированы) и сплошными линиями контуры соответствующих криволинейных лопаток. Форма криволинейной лопатки найдена как решение задачи о брахистохроне в поле центробежных сил инерции [1, 2, 6]. Установлено, что решение этой задачи не является единственным. Приемлемое по конструктивным соображениям решение в полярной системе координат (обратная форма) имеет вид

$$\varphi(\rho) = \arctg z - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}} \arctg \frac{z}{\sqrt{1-C^2}} + C_1, \quad (15)$$

где φ – полярный угол; $z = \sqrt{\frac{C^2 \rho^2}{\rho^2 - \rho_0^2} - 1}$, ρ – полярный радиус; $C^2 < 1$ – константа.

Для дальнейшего оказалось целесообразным ввести обозначения: $\rho_1 = R_2$, $\rho_0 = R_1$.

Углы φ_1 и α связаны простым соотношением (см. рис. 2)

$$\varphi_1 = \arcsin\left(\frac{h}{R_1} \sin \alpha\right).$$

Константы C и C_1 в (15) определяются с помощью краевых условий:

$$\text{при } \varphi = \varphi_0 \quad \rho = \rho_0, \quad z = z(\rho_0) = z_0 = \sqrt{\frac{C^2 \rho_0^2}{\rho_0^2 - \rho_0^2} - 1} = \infty; \quad (16)$$

$$\text{при } \varphi = \varphi_1 \quad \rho = \rho_1, \quad z = z(\rho_1) = z_1 = \sqrt{\frac{C^2 \rho_1^2}{\rho_1^2 - \rho_0^2} - 1}. \quad (17)$$

Построенное с их помощью трансцендентное уравнение для нахождения C имеет вид

$$\varphi_1 - \arctg \sqrt{\frac{x \rho_1^2}{\rho_1^2 - \rho_0^2} - 1} + \frac{1}{\sqrt{1-x}} \arctg \frac{\sqrt{\frac{x \rho_1^2}{\rho_1^2 - \rho_0^2} - 1}}{\sqrt{1-x}} - \varphi_0 + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-x}}\right) \frac{\pi}{2} = 0, \quad (18)$$

где $x = C^2$.

Константа C_1 определяется из выражения

$$C_1 = \varphi_0 - \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}}\right) \frac{\pi}{2}. \quad (19)$$

Дифференциальное уравнение движения частицы грунта по криволинейной лопатке (15), полученное в работах [4, 5], является нелинейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка с переменными коэффициентами относительно полярного угла $\varphi(t)$ и имеет вид

$$\ddot{\varphi} + \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)^{-1} \left(\frac{d^2s}{d\varphi^2} + \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)^2 \frac{\rho^2 + 2\rho'^2 - \rho'\rho''}{(\rho^2 + \rho'^2)^{\frac{3}{2}}} f \right) \dot{\varphi}^2 + 2\omega f \dot{\varphi} - \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)^{-1} \frac{\omega^2 \rho (\rho' + \rho f)}{\sqrt{\rho^2 + \rho'^2}} = 0, \quad (20)$$

где s – дуговая координата, начало отсчета которой находится на задней кромке лопатки; $\rho' = \frac{d\rho}{d\varphi}$, $\rho'' = \frac{d^2\rho}{d\varphi^2}$

Уравнение (20) следует интегрировать с начальными условиями: при $t=0$ $\varphi = \varphi_0$, $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}_0$.

Построение и интегрирование дифференциального уравнения (20) при проведении расчетов имеет ряд особенностей, обусловленных тем, что аналитическое представление оптимальной траектории (15) записано в полярной системе координат, причем в обратной форме. Аналитически разрешить выражение (15) относительно ρ не удастся. Однако современные математические пакеты, в частности MathCAD [9], позволяют достаточно просто обойти указанные трудности, используя идею интерполяции таблично заданных функций. В данной работе расчеты выполнялись с применением кубической сплайн-интерполяции. Важным обстоятельством при этом является то, что полученные таким способом функции в среде MathCAD можно аналитически дифференцировать, как и традиционные функции.

После интегрирования дифференциального уравнения (20) с соответствующими начальными условиями, алгебраическая величина относительной скорости (проекция скорости на касательную) частицы грунта определяется по формуле [4, 5]

$$v_{r_\tau} = \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \frac{ds}{d\varphi} \dot{\varphi}. \quad (21)$$

Время схода частицы грунта τ находится из очевидного уравнения

$$\varphi(\tau) = \varphi_1. \quad (22)$$

После нахождения τ начальные условия движения частицы грунта в воздухе определяются, как и для прямолинейной лопатки по формулам (6) – (8), (10) – (14).

Расчетные исследования по сопоставлению параметров движения частиц грунта проведены для проектируемого ротора грунтометателя. Основные параметры прямолинейных и криволинейных лопаток: $h = 0,2\text{ м}$, $R_2 = \rho_1 = 0,632\text{ м}$, $n = 222\text{ мин}^{-1}$ ($\omega = 23,25\text{ рад/с}$), $x_0 = 0$, $\dot{x}_0 = 0$, $\varphi_0 = 0$, $\dot{\varphi}_0 = 0$.

Угол наклона лопатки α изменялся от 30° до 50° с шагом 5° , коэффициент трения f – от 0 до 0,3 с шагом 0,1. Этим лопаткам ставились в соответствие криволинейные лопатки, так как показано на рис. 2 для $\alpha^{(1)} = 35^\circ$ и $\alpha^{(2)} = 50^\circ$ (заметим, что для элементов этого рисунка выдержаны все пропорции).

Типичные результаты сопоставления для $f = 0,1$ приведены в табл. 1. В колонках для времени движения τ , скорости схода v_0 и угла схода α_0 в числителе указаны результаты для прямолинейной лопатки, в знаменателе – для криволинейной.

Таблица 1

Параметры движения частицы грунта по лопатке ($f = 0,1$)

α , град	$R_1 = \rho_0$, м	φ_1 , град	τ , с	v_0 , м/с	α_0 , град
30	0,47	12,296	0,047/0,043	20,67/20,966	40,7/35,906
35	0,482	13,768	0,05/0,0437	20,787/21,04	46,616/38,047
40	0,496	15,03	0,053/0,0443	20,804/21,018	53,836/40,507
45	0,511	16,081	0,058/0,045	20,663/20,91	62,658/42,95
50	0,526	16,926	0,065/0,046	20,38/20,72	74,444/45,772

Для большей наглядности и удобства анализа результатов расчетов по данным табл. 1 и аналогичных таблиц с другими значениями f построены поверхности (рис. 3 – 5) $\tau = \tau(\alpha, f)$, $v_0 = v_0(\alpha, f)$, $\alpha_0 = \alpha_0(\alpha, f)$ (использовались средства двумерной сплайн-интерполяции MathCAD).

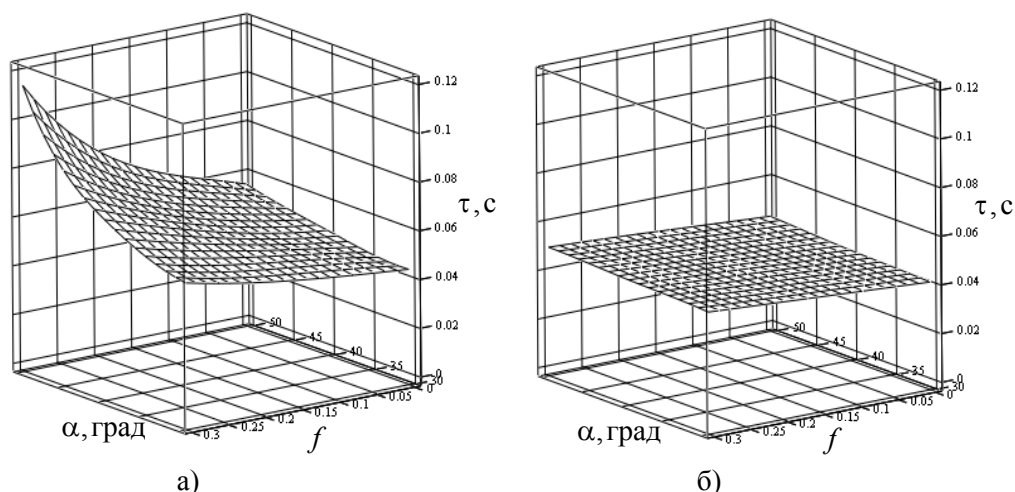


Рис. 3. Время схода частицы грунта в зависимости от α и f : а) – прямолинейная лопатка; б) – криволинейная лопатка ($n = 222 \text{ мин}^{-1}$)

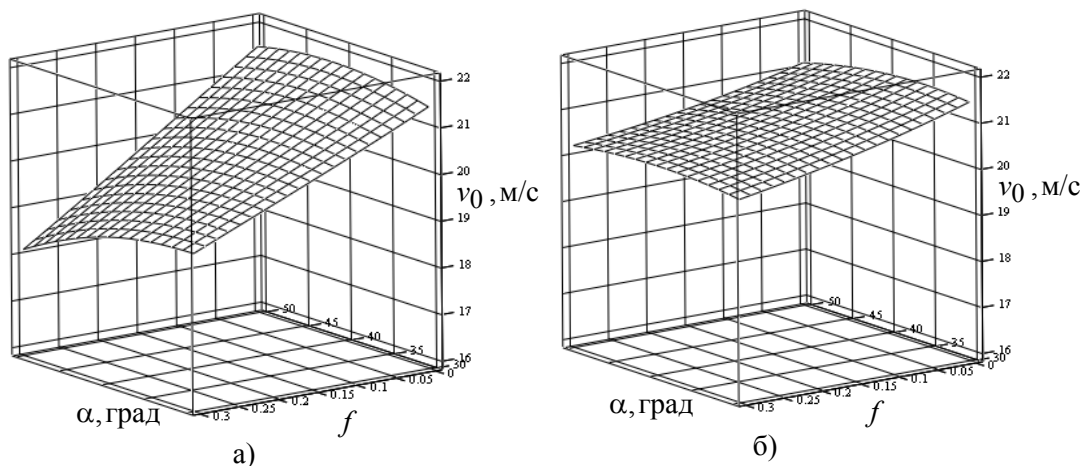


Рис. 4. Скорость схода частицы грунта в зависимости от α и f : а) – прямолинейная лопатка; б) – криволинейная лопатка ($n = 222 \text{ мин}^{-1}$)

Поверхность $\tau = \tau(\alpha, f)$ для криволинейной лопатки близка к плоскости, причем изменение τ при максимальном увеличении α и f невелико – 21%; для прямолинейной лопатки характер поверхности является более сложным, а изменение τ достигает 160%. Обусловлено это тем, что для оптимальной лопатки на начальном этапе движения частицы направление движущей силы близко к направлению движения, т.е. ее вклад в формирование нормальной реакции, а, следовательно, и силы трения минимален [1, 2, 6].

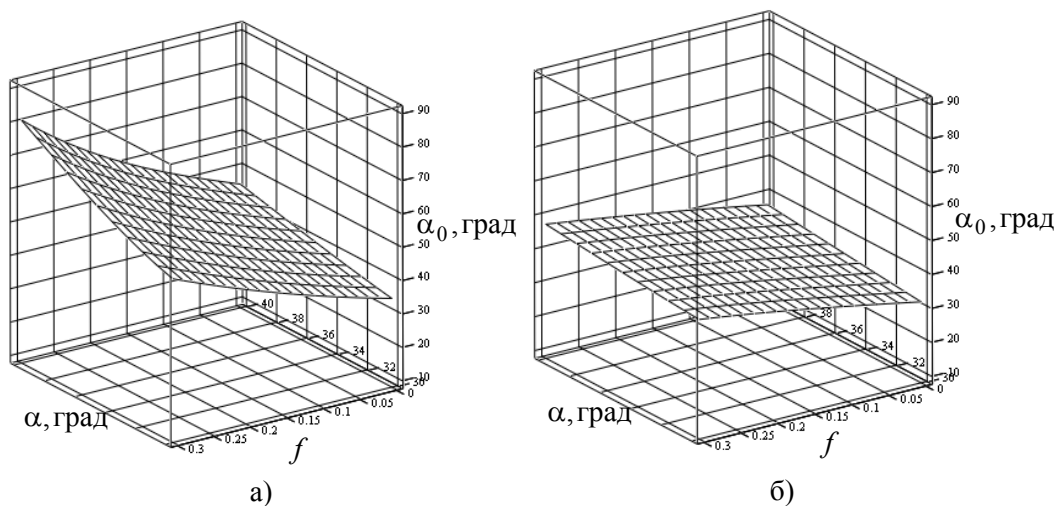


Рис. 5. Угол схода частицы грунта в зависимости от α и f : а) – прямолинейная лопатка; б) – криволинейная лопатка ($n = 222 \text{ мин}^{-1}$)

Аналогичные особенности, хотя и выраженные слабее, имеют место для поверхностей $v_0 = v_0(\alpha, f)$ (см. рис. 4). Уменьшение скорости схода частицы грунта при максимальном увеличении α и f для прямолинейной лопатки составляет 17%, для криволинейной – только 6%. Обусловлено это, в частности, тем, что для принятой частоты вращения ротора модуль переносной скорости частицы почти в два раза превосходит модуль относительной.

Существенно возрастает при увеличении α и f угол схода частицы для прямолинейной лопатки (см. рис. 5, а) – 134%; для криволинейной лопатки это возрастание составило лишь 49% (см. рис. 5, б).

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что при изменении коэффициента трения, т.е. свойств грунта, параметры схода частиц грунта для криволинейных лопаток изменяются существенно меньше, чем для прямолинейных лопаток.

Аналогичный вывод справедлив и по отношению параметров, характеризующих наклон лопаток.

На следующем этапе расчетных исследований проведено сопоставление параметров схода частицы грунта с прямолинейной и криволинейной лопаток при изменении частоты вращения ротора. Аналогично предыдущему строились поверхности для зависимостей $\tau = \tau(n, f)$, $v_0 = v_0(n, f)$, $\alpha_0 = \alpha_0(n, f)$ для фиксированных оптимальных значений углов α и φ_1 . Частота вращения n изменялась от 200 мин^{-1} до 300 мин^{-1} с шагом 25 мин^{-1} , коэффициент трения – f от 0 до 0,5 с шагом 0,1. Для линейной лопатки расчеты проведены для угла $\alpha = 33^\circ$ близкого к 35° . Для криволинейной же лопатки угол φ_1 должен соответствовать углу $\alpha = 50^\circ$, т.е. должен быть равен $16,926^\circ$ (см. рис. 2). Эти расчеты также показали преимущества криволинейных лопаток перед прямолинейными.

Выводы. 1. Рассмотрены математические модели движения частиц грунта по прямолинейной и криволинейной (оптимальной) лопаткам, учитывающие силы трения.

2. Изложены особенности их использования для определения параметров схода частиц грунта с лопатки.

3. Проведены комплексные исследования по сопоставлению параметров схода частиц грунта с прямолинейной и криволинейной лопаток.

4. Выявлены следующие качественные достоинства криволинейных лопаток, обусловленные их формой и характером внедрения в грунт: больший объем захватываемого грунта; меньшие усилия по внедрению лопатки в грунт; меньшие динамические нагрузки на лопатки и ротор; меньшая потребная мощность приводного двигателя; сохранение приемлемых технологических качеств при больших коэффициентах трения.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на получение количественных оценок отмеченных свойств криволинейных лопаток.

Литература

1. Шатохин В.М. Оптимальные траектории движения точки, перемещающейся под действием центробежной силы инерции / В.М. Шатохин, Н.В. Шатохина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.– Харьков, 2012.– Вып. 4/7 (58).– С. 9-14.

2. *Шатохін В.М.* Про оптимальну форму лопатки роторного метальника ґрунту / *В.М. Шатохін, О.М Семків, А.М. Попова* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.–Мелітополь: ТДАТУ, 2012.– Вип. 4.–Т. 55.–С. 260-269.
3. *Попова А.М., Шатохін В.М.* Дослідження руху частки ґрунту по лопатці: результати комп'ютерних експериментів / *А.М. Попова, В.М. Шатохін* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.– Мелітополь: ТДАТУ, 2012.–Вип. 4.– Т. 54.– С. 135-144.
4. *Семків О.М., Шатохін В.М., Попова А.М.* Опис руху частки ґрунту по лопатці із профілем брахістохрони у полі відцентрових сил інерції / *О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова* // Геометричне та комп'ютерне моделювання.– Харків: ХДУХТ.– 2012.– Вип. 30.– С. 190-200.
5. *Семків О.М.* Исследование движения частицы грунта по лопатке с профилем оптимальной формы в поле центробежных сил инерции / *О.М. Семкив, В.М. Шатохин, А.Н. Попова* // Міжвідомчий науково технічний збірник “Технічна естетика і дизайн”.– К.: КНУБА.– 2012.–Вип. 11.– С. 165-174.
6. *Шатохин В.М.* Об оптимальной форме лопатки роторного грунтометателя / *В.М. Шатохин, О.М Семкив, А.Н. Попова* // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. –2013.– № 2.– С. 49-55.
7. *Семків О.М.* Розрахунок робочого органа ланцюгового ґрунтометального механізму / *О.М. Семків, В.М. Шатохін* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Випуск 87.– К.: КНУБА, 2011.– С. 303-312.
8. *Шатохин В.М.* Исследование движения частиц грунта со случайными параметрами, выбрасываемых роторным грунтометателем / *В.М. Шатохин, Н.В. Шатохина, Попова А.Н.* // Прикладна геометрія та інженерна графіка.– К.: КНУБА, 2012.– Вип. 90.– С. 383-390.
9. *Кирьянов Д.В.* Mathcad 13 / *Д.В. Кирьянов* – СПб.: ВХВ-Петербург, 2006.– 608 с.

Анотація

Приведено результати досліджень по зіставленню прямолінійної і криволінійної (оптимальної) лопаток роторного ґрунтометальника, що визначають його технологічні показники.

Annotation

Research results of comparing between the linear and curvilinear (optimal) rotary ground-thrower's blades, that define his technical indexes, are given.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Г. КИЕВА

*ПАО «Киевгаз», Украина¹
Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина²*

В статье проведен анализ системы газоснабжения города Киева. Проведен анализ работы газорегулирующего оборудования системы газоснабжения. Выявлены существующие проблемы и указаны пути их решения.

Система газоснабжения любого большого города постоянно изменяется вслед за изменениями, происходящими с самим городом. Среди крупных городов Украины Киев изменяется наиболее быстрыми темпами, что вызывает и быстрые и масштабные изменения системы газоснабжения.

С точки зрения структуры и функционального назначения любую систему газоснабжения можно представить укрупненно в виде пяти относительно независимых по характеру и критериям функционирования подсистем (рис. 1):

- источники природного газа;
- сооружения по его обработке (подготовке);
- магистральные газовые сети;
- региональные распределительные сети;
- потребители газа.

Система газоснабжения Киева включает в себя все подуровни, поскольку имеет в составе оборудование и газопроводы, работающие под давлением 1,2 МПа и ниже.

Важнейшим требованием в процессе функционирования любой региональной сети газоснабжения, в том числе и Киева, является бесперебойная подача газа коммунально-бытовой группе потребителей в любых условиях, но с учетом оплаты за газ. Достижение целей управления региональной системой газоснабжения возможно с помощью варьирования структурой и параметрами газовых сетей, имеющих требуемый набор запорной арматуры, отключающих и регулирующих устройств. Таким образом, для заданного множества целей газовые сети являются объектом управления в региональных системах газоснабжения. Сеть газоснабжения представляет собой иерархическую систему многосвязанных трубопроводных сетей, соединенных между собой регуляторами (ГТРП, ГРП, ШРП). Иерархическая структура является особенностью газовых сетей и отличает их от других сетей (водопроводных, тепловых и других), принадлежащих к классу инженерных.

С точки зрения современной теории систем, газовую сеть можно представить как сложную систему взаимодействия большого количества подсистем (элементов) двух типов: регулирующих элементов и линий связи.

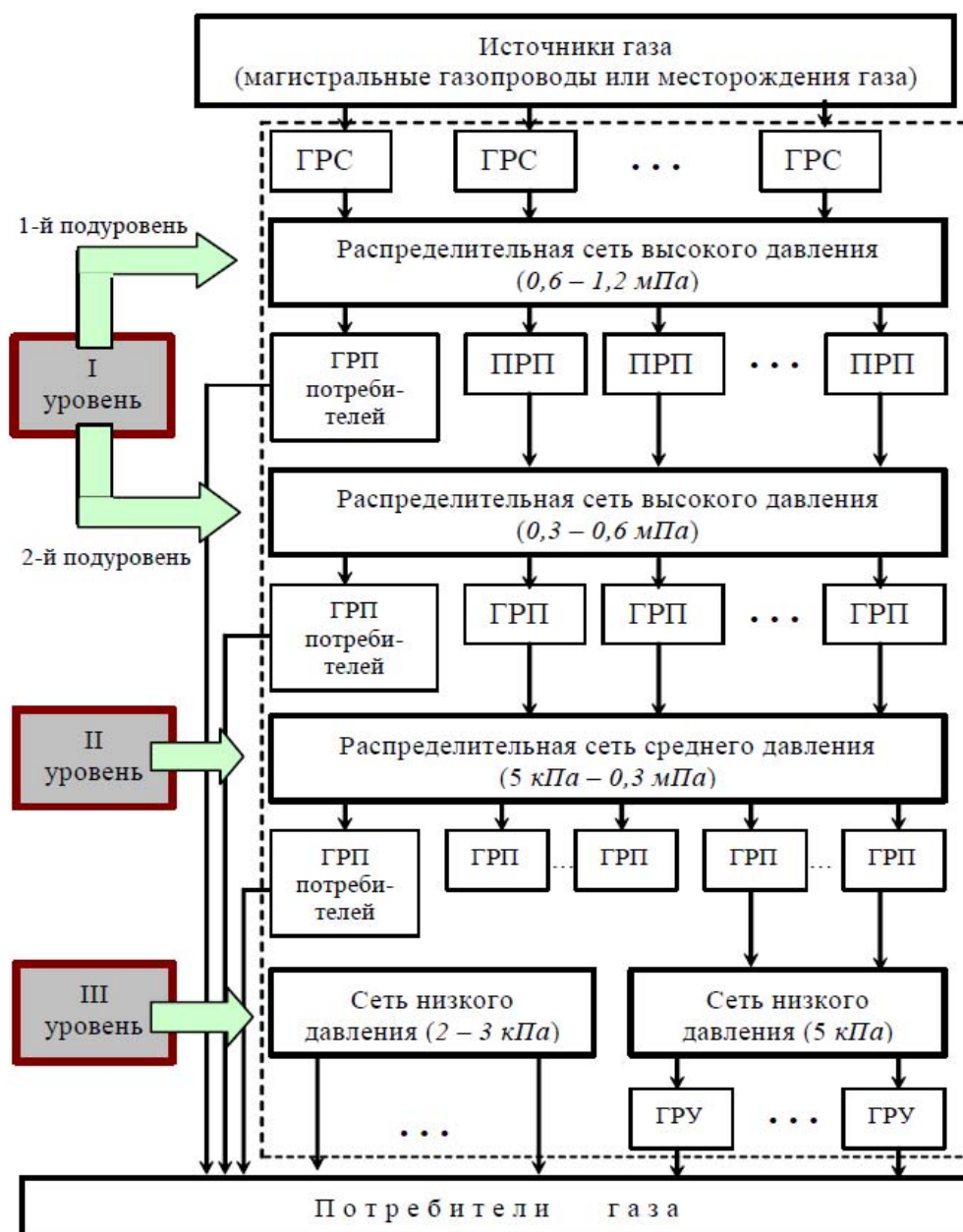


Рис. 1.
Многоуровневая система газоснабжения

Каждую подсистему газовой сети, рассматриваемую в некоторый момент времени, можем характеризовать двумя переменными величинами (расход газа и перепад давления) и рядом других параметров. В этом случае потокораспределение в сети в любой момент времени определяется значениями переменных и является следствием текущей структуры сети и параметров ее подсистем.

Таким образом, процесс развития газовой сети приводит к необходимости построения трехуровневой схемы управления потокораспределением в газовых сетях:

- **1-й уровень** – управление *развитием* сети, которое заключается в целенаправленном развитии структуры и изменении параметров сети и сводится к решению задач реконструкции;
- **2-й уровень** – *планирование* режимов транспортировки и распределения газа, которое заключается в целенаправленном отслеживании состояния системы;
- **3-й уровень** – *оперативное* управление потокораспределением.

В тоже время существуют проблемы, связанные с работой регуляторов давления, через которые осуществляется связь между уровнями. Если давление на входе регулятора больше некоторого критического, то на его выходе поддерживается постоянное давление, на которое данный регулятор настроен, то есть в нормальном режиме функционирования отдельные уровни сети оказываются развязанными и математическая модель газовой сети распадается на модели отдельных уровней. Модели уровней сводятся к известной модели установившегося потокораспределения. В режиме дефицита газа входное давление регулятора может стать ниже критического: регулятор полностью открывается и начинает работать в режиме пассивного элемента (трубопровода) со своей нагрузочной характеристикой.

Модели уровней, связанные этим регулятором, рассматривать независимо уже нельзя.

Таким образом, одной из особенностей газовых сетей является зависимость структуры модели сети от режима ее функционирования (входное давление регулятора выше критического: дуга, соответствующая регулятору, замыкается на нулевую точку, входные давления регулятора ниже критического: эта дуга замыкается на вход регулятора и образуется связь между уровнями, которую уже необходимо учитывать при выполнении соответствующей задачи). ПАО «Киевгаз» решает эти проблемы путем проведения реконструкций ГРП и ГРП, применяя многоступенчатые схемы редуцирования газа, установкой регуляторов с улучшенными техническими характеристиками- увеличением амплитуды входных- выходных параметров, точности настройки; уменьшением инертности; применением механизмов дополнительной стабилизации в командных устройствах; индивидуальной настройкой режима работы редуцирующего оборудования в критических точках.

Начиная с 2012 года ПАО «Киевгаз» произведено реконструкцию 69 ГРП, путем установки блочных установок в старые, восстановленные помещения ГРП. Блочные ГРП представляют собой готовую техническую установку, монтируемую к входному и выходному газопроводу ГРП (по фланцам). При этом сохраняется гидрозатвор (как дополнительная степень защиты). Технологически произведена замена оборудования классического однолинейного ГРП на базе регуляторов РНД200(РДС150, РДУК) на двухлинейные на базе регуляторов РДГ 80 на (рис. 2).

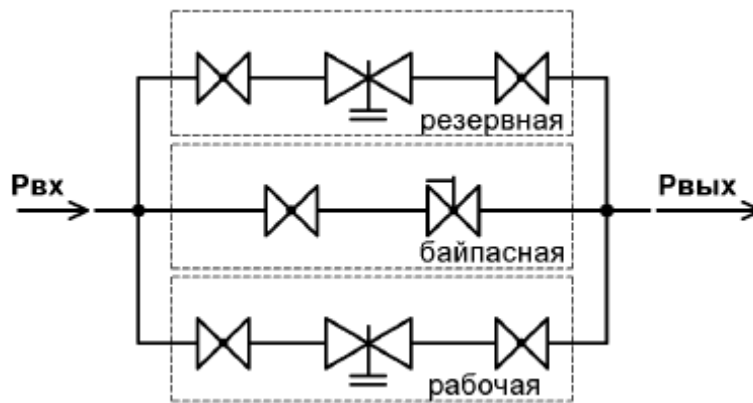


Рис. 2. Схема ГРП после реконструкции

ПАО «Киевгаз» применил в реконструированных ГГРП, ГРП, ШРП многоступенчатые схемы редуцирования газа, которые имеют 5 степеней защиты. На примере двухступенчатой схемы это 2 регулятора, имеющие увеличенную амплитуду входных-выходных параметров, повышенную точность настройки, уменьшенную инерционность. В них применяются механизмы дополнительной стабилизации в командных устройствах, индивидуальная настройкой режима работы (настройка $P_{\text{вых}}$ на линиях редуцирования с точностью от 5 до 15%), 2 ПСК, 2 ПЗК, гидрозатвор.

Известно, что чем ближе регулирующее устройство к потребителю газа, тем точнее поддерживается перед ним давление, а значит, газовое оборудование работает в паспортном режиме с лучшим КПД и меньшими вредными выбросами в атмосферу. При отсутствии возможности выполнить это условие, наиболее эффективно использование дополнительных линий редуцирования, что стабилизирует сеть (особенно актуально для комбинированных и сложных схем сетей, например как в Киеве).

Фактически структура реконструированного ГГРП (ГРП, ШРП) как раз и отличается именно включением дополнительных линий редуцирования с сохранением байпаса и гидрозатвора, установкой дополнительных ПЗК (СППК).

Эксплуатировавшиеся до настоящего времени в ГРП регуляторы астатического действия РНД200 и РДС150, принятые в эксплуатацию с 50-х годов прошлого столетия, имели технические характеристики, не отвечающие современным нормативным требованиям.

В процессе реконструкции они заменяются современными регуляторами типа РДГ80Н. При выборе нового оборудования принимались во внимание следующие факторы:

1. Импортное оборудование весьма чувствительно к влажности и чистоте газа. Газораспределительная система Киева имеет большой срок эксплуатации. В процессе эксплуатации производится множество работ: реконструкции, аварийные ремонты, врезки, из-за чего нередки случаи образования гидратов, попадающих в фильтры, импульсные газопроводы, регулирующие устройства. Приведенные факторы значительно снижают уровень чистоты газа в сетях.

2. Для импортного оборудования характерно отсутствие запасных частей – ремонт выполняется заменой блоков или узлов в сборе, а кроме того значительные затраты времени на заказы доставки необходимых узлов.
3. Необходимость специального оборудования, специалистов и материалов для ремонта.
4. Большое влияние геоэкономических факторов.
5. Высокие цены западноевропейских производителей.

Учитывая приведенные соображения, было принято решение использовать для эксплуатации в Киев регуляторы типа РДГ и запорную арматуру завода «Маршал» (г. Луганск) – КШ.11с67п1сф.

Сравнительные данные по техническим характеристикам новых и замененных ГРП приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики	Старые ГРП			Новые ГРП
Используемые регуляторы	РНД200 РДС150 РДУК			РДГ80Н
Количество степеней защиты	3			5
Пропускная способность	до 7000 м ³ /час			до 8000 м ³ /час
Динамические характеристики:	РНД200	РДС150	РДУК	РДГ80Н
зона пропорциональности, %	30-40	30	15	5-7
постоянная времени	до 15 мин	до 10 мин	90 с	15-20 с
зона нечувствительности ($\leq 2,5\%$ в пределах настройки $P_{\text{вых}}$), %	15-25	15	7,5	1,5

За последние 12 месяцев на участках с реконструированными ГРП нарушения режимов работы упали на 80% (включая аварийные, ремонтные работы, при которых временно выводилось из эксплуатации до 60% газоредуцирующих устройств в кольцевых газотранспортных сетях), а на протяжении последних 6 месяцев отклонений по режиму давления в сетях, на ГРП, а также аварийных заявок не было вообще.

Проблема реконструкции ГРП и ГРС ПАО «Киевгаз» своей целью имеет не только повышение эксплуатационной надежности оборудования, но и снижение потерь в сетях. Новое оборудование, установленное в ГРП, в принципе дает возможность объединить все систему под управлением единой

автоматизированной системы управления, что, в свою очередь, приведет к значительному снижению потерь и даст возможность снижать давление в ГРС. Это позволит снизить расход газа на привод компрессоров в магистральных сетях.

Анотація

У статті проведений аналіз системи газопостачання міста Києва. Проведений аналіз роботи газорегулюючого обладнання системи газопостачання. Виявлені існуючі проблеми і вказані шляхи їх вирішення.

Annotation

The article analyzes the gas supply system of the city of Kiev. The analysis of the gas regulating equipment of the gas supply system are given. Existing problems and their solutions are given.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

BBS GmbH, ФРГ¹

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина²*

В статье идет речь об использовании жаротрубных котлов в централизованных системах теплоснабжения Украины. Проведен анализ существующих проблем, связанных с использованием жаротрубных котлов, а также разработаны и приведены пути их решения.

Состояние системы централизованного теплоснабжения в городах Украины таково, что большинство элементов этих систем давно исчерпали свой паспортный срок эксплуатации и требуют замены либо капитального ремонта. Однако за годы эксплуатации этих систем техника и идеология организации централизованного теплоснабжения шагнули далеко вперед и прямая замена отслуживших свой срок эксплуатации элементов на аналогичное новое оборудование чаще всего становится неэффективным мероприятием. Это положение касается и водогрейных котлов отопительных котельных ЦСТ.

На сегодняшний день подавляющее большинство квартальных и районных котельных укомплектованы водотрубными котлами серии НИИСТу, КВГ, ТВГ производства Монастырищенского машиностроительного завода либо котлами серии КВГМ производства Дорогобужского котельного завода (РФ). Достаточно много в эксплуатации находится и паровых водогрейных котлов серии ДЕ и ДКВР Бийского завода (РФ) в водогрейном режиме особенно серии ДКВР. Многие из этих котлов уже многократно проходили капитальные ремонты, эксплуатируются по 40 и более лет и требуют замены. При этом возникает альтернатива: либо прямая замена требующих замены котлов на новые той же серии, которые по-прежнему выпускаются производителями, либо замена этих старых водотрубных котлов на жаротрубные. Жаротрубные котлы малой и средней мощности в производстве дешевле водотрубных той же мощности в два-три раза и проще в эксплуатации. Однако, в Украине продолжают разрабатывать водотрубные котлы небольшой мощности [1]. По нашему мнению, активному использованию жаротрубных котлов препятствуют несколько обстоятельств. Во-первых, определенный консерватизм эксплуатирующих организаций, привыкших к водотрубным котлам, поскольку в СССР жаротрубные котлы серии «Кивыили» выпускались только в Эстонии в весьма ограниченном количестве и распространения на остальной территории страны не получили. Объяснение этому, по-видимому, можно найти в двух факторах. В первую очередь в гораздо большей ремонтпригодности водотрубных котлов, чем объясняется столь длительный

срок эксплуатации таких котлов в Украине. Кроме того, с точки зрения теплоотдачи водотрубный котел эффективнее жаротрубного, что приводит к меньшей его металлоемкости на единицу выработанной теплоты. Во-вторых, конструктивные особенности жаротрубных котлов таковы, что их стоимость резко возрастает с ростом температуры теплоносителя и давления в сети. При этом, чем больше мощность котла, тем острее эти проблемы. Решать их можно разными способами. Можно изменять тепловые и гидравлические схемы самой котельной либо использовать гибридные конструкции котлов – так называемые циркуматы [2].

В последнее время появились разработки, направленные на создание жаротрубных котлов большой мощности (до 30 МВт).

При этом, в первую очередь решается проблема размеров пламенной трубы. Пламенные трубы мощных котлов должны иметь большие размеры чтобы вместить в себя факел мощной горелки. Кроме того, постоянное ужесточение в Европе требований к экологичности котлоагрегатов. Для снижения выбросов оксидов азота NO_x необходимо, чтобы тепловое напряжение в топочном объеме не превышало $1,3 \text{ МВт/м}^3$, что также ведет к увеличению размеров жаровых труб и переходу к двум жаровым трубам в одном котле.

В связи с тем, что толщину стенки пламенной трубы запрещается просто увеличивать беспрестанно (на основании нормы EN 12953-3 в Германии максимальная толщина стенки составляет 22 мм), становится необходимым применять особые стали, чтобы противостоять давлению теплоносителя с наружной стороны трубы и высокой термической нагрузке с другой. Европейские нормы предусматривают стали марок P235GH, P265GH, P295GH и P355GH для изготовления пламенных труб. Причём сталь P355GH можно использовать только при выполнении определённых условий, связанных с дополнительным контролем в процессе работы котла. То есть, если возможности стали P355GH исчерпаны, то дальнейшее увеличение топки просто больше невозможно. Соответственно невозможно и увеличение мощности котла.

Вторым и, пожалуй, самым главным пунктом является проблематика с обечайкой корпуса котла. Данный элемент, изготовленный из листовой стали, является наружной обечайкой барабана, в котором размещены все элементы котла. У котлоагрегатов мощностью 20-30 МВт внутри корпуса размещаются две пламенные трубы диаметром более метра каждая, камеры разворота и газоходы второго и третьего ходов. С увеличением диаметра обечайки котла возрастают проблемы, связанные с транспортными габаритами котла. Кроме того, растёт толщина стенки обечайки, что в свою очередь увеличивает вес котла.

С целью решения вышеперечисленных проблем, возникающих с увеличением мощности котла, в арсенале компании BBS существует ряд технических решений.

1. Вынос камеры разворота газов, обычно размещенной внутри котла, за пределы его корпуса. В этом случае камера разворота газов изготавливается в

виде газоплотного водотрубного элемента, связанного с задней торцевой крышкой котла.

На рис. 1 представлена классическая форма дымогарного котла в трёхходовом исполнении. Корпус котла и камера разворота газов из первого во второй ход изготавливаются, как правило, из отбортованных крышек и обечайки. У котлов меньшей мощности вместо отбортованных крышек можно встретить просто шайбы. Но такая конструкция является проблематичной из-за циклических нагрузок на сварные соединения в результате термических расширений в процессе работы котла.

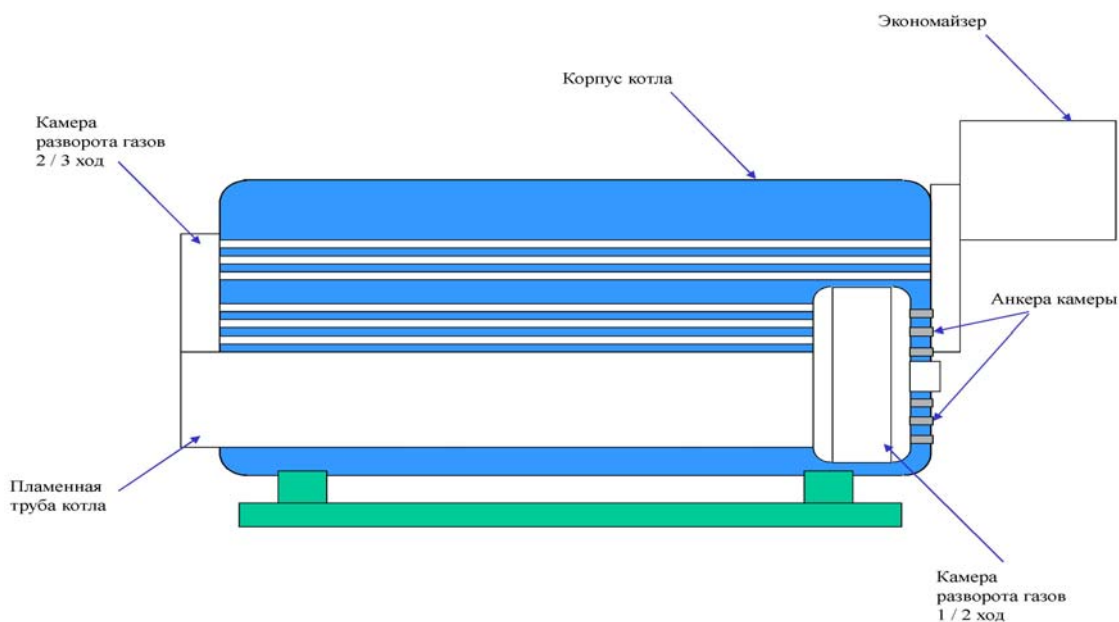


Рис. 1. Котёл с внутренней камерой разворота газов (продольный разрез)

Если рассмотреть подобную конструкцию внимательней (рис. 2), то можно установить, что целый ряд факторов влияет на диаметр корпуса котла.

Нормативные документы устанавливают минимальные зазоры между обечайкой котла и корпусом камеры разворота (L1), между пламенной трубой и газоходами второго хода (L3), между корпусом камеры разворота и газоходами третьего хода. Зазоры L2 и L4 являются технологическими и возникают в связи с требованиями предписаний по сварке. При применении отбортованных крышек данные зазоры увеличиваются из-за наличия радиуса на краю крышки.

Рассмотрев конструкцию котла с вынесенной камерой разворота, можно будет установить ряд принципиальных отличий.

Жаровая и газоходные трубы, проходящие конструкцию котла насквозь, стабильно котла насквозь, стабильно связывают между собой оба днища котла.

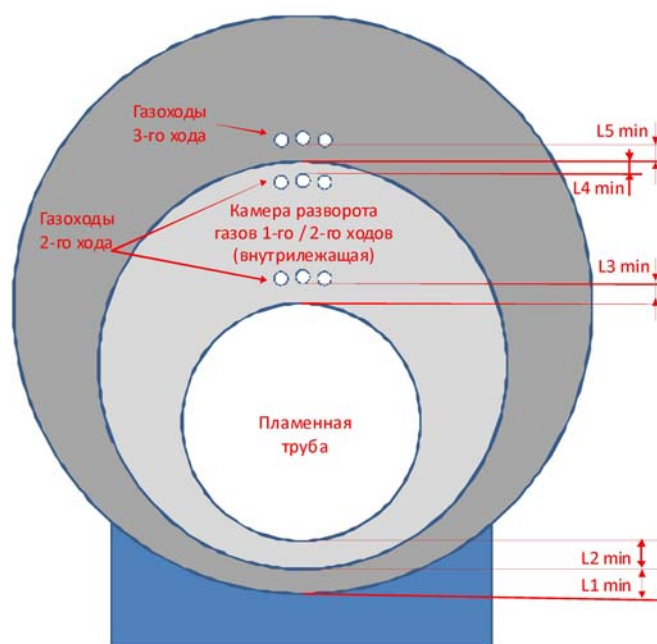


Рис. 2: Котёл с внутренней камерой разворота

Возникающие термические расширения компенсируются как передней, так и задней торцевой крышками.

Вынесенная за пределы корпуса котла камера разворота из плавниковых труб является одним из основных элементов котла. Она не только обеспечивает необходимый разворот и распределение газов по трубам второго хода, но и придаёт конструкции котла большую эластичность, чем внутренние камеры разворота. Камера разворота совместно с жаровыми трубами являются высокоактивными поверхностями теплообмена.

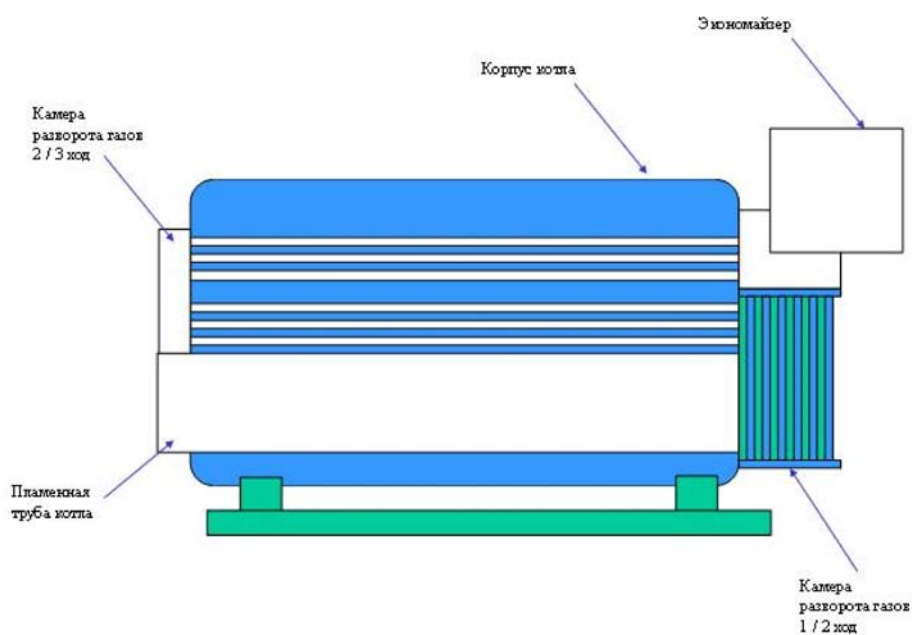


Рис. 3. Котёл с наружной камерой разворота газов (поперечный разрез)

При рассмотрении рис. 4 и его сравнении с рис.2, становится очевидно, что вместо пяти минимальных зазоров у котла с внутрилежащей камерой разворота газов здесь присутствуют только два.

Зазор между газоходами второго и третьего ходов не регламентируются. Он является технологическим размером и должен быть только достаточным для «привязки» водотрубной камеры разворота к торцевой крышке котла.

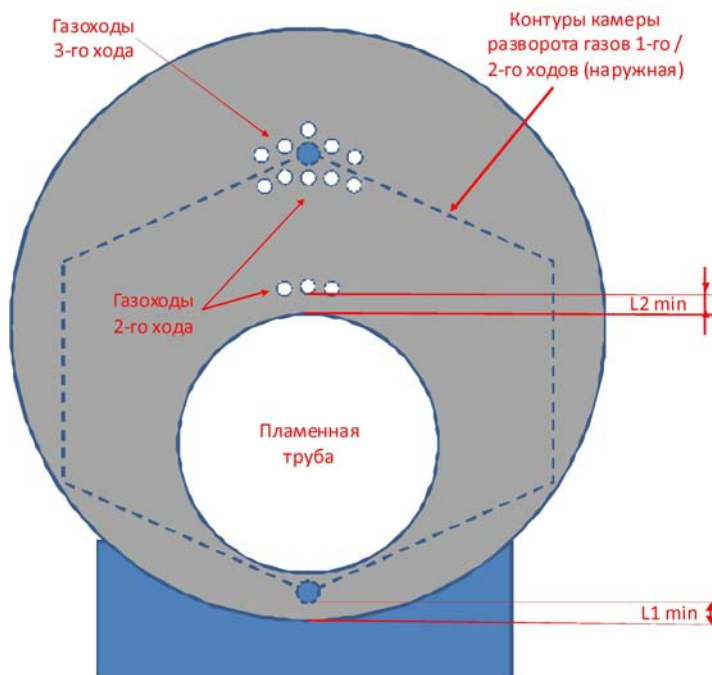


Рис. 4: Котёл с наружной камерой разворота газов (вид спереди)

2. Удлинение пламенной трубы до уровня дверцы передней камеры разворота газов. Данное мероприятие позволяет увеличить длину топки, что ведёт к увеличению объёма и положительно сказывается на объёмной нагрузке топки. Так, например, у пламенной трубы с диаметром 1,4 м удлинение на 300 мм приводит к увеличению объёма на $0,47 \text{ м}^3$. При этом не происходит увеличения габаритов котлоагрегата.

3. Оптимизация газоходов второго и третьего ходов котла под скорость газов, а не в направлении создания большой поверхности теплообмена с одновременным увеличением поверхности теплообмена экономайзера. Это техническое решение позволяет экономить место внутри корпуса котла и за счёт этого уменьшать диаметр обечайки.

Несомненно жаротрубные котлы большой мощности, рассчитанные на работу с высоким давлением и температурой отличаются определённой массивностью конструкции.

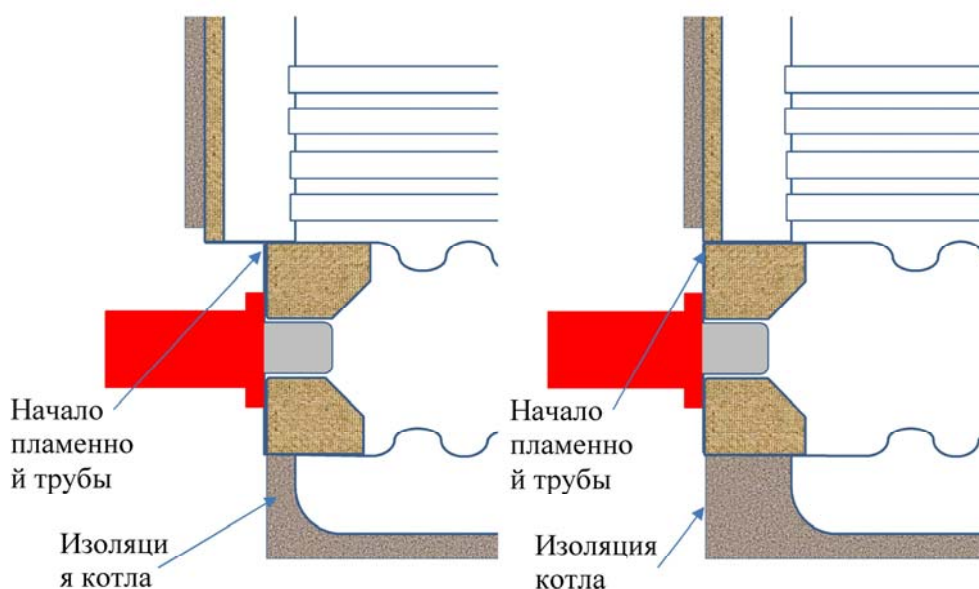


Рис. 5. Размещение горелки

Этот факт неоспоримо ведёт к тому, что возникает необходимость «бережного» обращения с котлоагрегатом. В настоящее время функции защиты котла возлагаются на систему автоматического управления работой котла. К системе управления предъявляются такие требования, как:

- контролируемый разогрев из холодного состояния;
- плавный набор мощности;
- поддержание разности температур за счёт внутрикотловой рециркуляции;
- поддержание котла в горячем резерве.

Котлы подобной конструкции мощностью до 20 МВт прошли испытания и успешно эксплуатируются в ряде городов Прибалтики.

Литература

1. Сигал А. И. Пути сокращения потребления природного газа в коммунальной теплоэнергетике Украины// ОВВК. –2013. №1/2. –с. 8-9.
2. Гламаздин П.М., Schwarzenberger R. Особенности конструкции дымогарных котлов большой мощности для реконструкции котельных централизованных систем теплоснабжения// Энергозбереження в будівництві та архітектурі: науково-технічний збірник. –Випуск 1. –К.: КНУБА, 2011. с. 60-61.

Аннотация

У статті йдеться про використання жаротрубних котлів в централізованих системах тепlopостачання України. Проведено аналіз існуючих проблем, пов'язаних з використанням жаротрубних котлів, а також розроблені і наведені шляхи їх вирішення.

Annotation

The article concerns the use of fire-tube boilers for centralized heat supply system of Ukraine. The analysis of the existing problems associated with the use of fire-tube boilers, as well as developed and presented their solutions.

ЗМІСТ

Mokhammad Dib, Maurizio Landolfi, Roman Zavalnyuk	3
THE PROBLEMS OF THE THERMAL RECONSTRUCUTION OF MASS LOW RISE DWELLING	
Алексахін О.О., Бобловський О.В., Пономаренко Т.Ю., Клименко Ю.С.	10
ТЕПЛОВІ ВТРАТИ ТРУБОПРОВОДАМИ МІКРОРАЙОННОЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ В УМОВАХ ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ	
Афони́на М.И.	14
ОБЪЕКТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЗИМНИХ ИННОВАЦИОННЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ)	
Бондар О.А., Якимчук І.М.	19
ОСОБЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО КЛІМАТУ УКРАЇНИ, ЩО ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ	
Буравченко С.Г.	31
АНАЛІЗ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДЕЛЕЙ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ	
Волков С.С., Козак Ю.В.	36
ПРОГРАМА РОЗВИТКУ ООН В УКРАЇНІ В СФЕРІ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
Волощук В.А.	47
ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОЗАХИСТУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПОЕЛЕМЕНТОНОМУ ПІДХОДІ	
Гавриш О.М.	52
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА МАТЕРІАЛИ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУХОГО БУДІВНИЦТВА	
Гетун Г.В., Чухрай С.М.	57
НОВІТНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ	
Гетун Г.В., Чухрай С.М.	63
ОГЛЯД РИНКУ СВІТЛОПРОПУСКАЮЧИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	
Гламаздин П. М., Гламаздин Д. П..	69
РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПТВМ-30	
Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О.	73
АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОСТРУКТУРИ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ПОВІТРОРІЗПОДІЛЕННЯ	

<i>Довгалюк В.Б., Рудзинський В.О., Наконечний В.І.</i> КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ.	82
<i>Довгалюк В.Б., Шадура І.В.</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УДАРНО-ПІННИЙ АПАРАТ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	89
<i>Дрігваль Н.А.</i> ТРАЄКТОРІЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ УСЕРЕДИНИ ВІБРАЦІЙНОГО U-ПОДІБНОГО КОНТЕЙНЕРА	95
<i>Дудар І.Н., Риндюк С.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УТЕП- ЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД	100
<i>Желих В.М., Лесик Х.Р.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМОСИФОННОГО ГЕЛІОКОЛЕКТОРА	104
<i>Желих В.М., Пізнак Б.І.</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛІМЕРНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ	109
<i>Желих В.М., Фурдас Ю.В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПОВЕРХНІ РЕЗЕРВУАРУ БІОРЕАКТОРА В ТЕПЛИЙ ПЕРІОД РОКУ	114
<i>Желих В.М., Шепітчак В.Б.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЗОНИ ОПРОМІНЕННЯ ПОВОРІТНИМИ ІНФРАЧЕРВОНИМИ ОБІГРІВАЧАМИ	119
<i>Задоянний О.В., Євдокіменко Ю.М.</i> МОЖЛИВОСТІ ЕКСЕРГОЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ОЦІНЦІ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	124
<i>Захарченко П.В., Півень Н.М.</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СИСТЕМИ СКРІПЛЕНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ	128
<i>Захарченко Ю.А., Соколова Н.П.</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ГАЛУЗІ ОСВІТИ	134
<i>Золотова Н.С.</i> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ ПРИ ВИВЧЕННІ ГРАФІЧНИХ САПР	139
<i>Козак Ю.В.</i> ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АРХІТЕКТУРІ.	145
<i>Корбут В.П., Ткачук М.О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНИХ АПАРАТІВ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	150

Кривенко О.В.	155
БІОКЛІМАТИЧНА АРХІТЕКТУРА ЯК ЯВИЩЕ В ЕКОЛОГІЧНІЙ АРХІТЕКТУРІ.	
Куценко Л.М., Колочавін Р.М.	159
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ ПРИ АВАРІЙНОМУ ОБРИВІ МОНТАЖНОГО СТРОПА	
Лисенко В. А., Загорчємний Ю.О., Верєвкіна С.Е.	165
ИНЖЕНЕРНАЯ АРХИТЕКТОНИКА ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ФОНОВОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ОДЕССЫ 1820-1920 ГГ. В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОИНТЕГРАЦИИ	
Луценко И.И., Григорьев С.Б.	169
ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ» В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ	
Ляшенко О.К.	174
ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО ВИРІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ВИСОТНИХ ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ.	
Малярєнко В.А., Щєрбак І.Є.	180
РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ РЕСУРСО-, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	
Мартинов В.Л.	185
РАЦІОНАЛЬНА ОРІЄНТАЦІЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ	
Мілейковський В.О., Шувєєва О.Ю.	190
ПАСИВНІ СОНЯЧНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ УМОВ ТРИВАЛОЇ ХМАРНОЇ ПОГОДИ	
Мостовєнко А.В.	195
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ БЕЗМОМЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ	
Пасічник П.О., Приймак О.В.	201
АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОГЛИНАЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА ПОВІТРЯНОГО КОЛЕКТОРА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
Підгорний О.Л.	205
МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ТОРСІВ ОДНАКОВОГО СХИЛУ В МОДЕЛЮВАННІ ЗАДАЧ ІНСОЛЯЦІЇ	
Предун К.М.	210
ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ	
Приймак О.В., Гламаздин П.М., Струк О.В.	215
МЕТОД ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ “КИЕВГАЗ	

Пріщенко А.М.	221
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ ЗА РАХУНОК НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЗОВНІШНІХ СТІН	
Радомцев Д.О.	226
АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРОЖНИСТИХ ТРУБЧАСТИХ СВІТЛОДІОДІВ	
Ратушняк Г.С., Степанковський Р.В.	231
ЕНЕРГООЩАДНІ СХЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВДОСКОНАЛЕНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ РЕГУЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ	
Редько А.Ф., Тарадай А.М., Яременко М.А., Есин Е.С.	235
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. ХАРЬКОВА	
Росковшенко Ю.К., Штиленко В.П.	238
ІНДИВІДУАЛЬНЕ АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОБЛІК ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ	
Ручинська Н.М.	244
ТЕОРІЯ ГРАФІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЖИТЛА	
Савельєва О.В., Павлишко А.В., Цапенко Л.Ю., Мамонтова А.О.	249
ТАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ІМПЛАНТАТІВ ТАЗОСТЕГНОВИХ СУГЛОБІВ	
Сергейчук О.В., Диб М.З.	253
О ПЕРСПЕКТИВЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО УВЕЛИЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В УКРАИНЕ	
Скочко В.І	259
ПОШУК МІСТКІВ ХОЛОДУ У ВУЗЛАХ БУДІВЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ СПЕЦІАЛЬНИХ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ	
Хагенедер Крістіана	265
БУДІВНИЦТВО В ЧАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕРИ. ЯК ЕНЕРГІЯ ЗМІНЮЄ БУДІВЛІ? ЯК ЕНЕРГІЯ ЗМІНЮЄ СВІТ?	
Хазін В.Й., Кошлатий О.Б., Нестеренко С.В.	270
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ БУДІВЕЛЬ.	
Харитонов Ю.Н., Подаєнко М.Ю., Фоменко Г.В.	276
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.	
Чабаненко П.Н., Керш В.Я.	281
ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ЖИЛИЩНОЙ ОТРАСЛИ	
Чередник Е.В. KINGSPAN IPN-NANO™	285
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЕНДВИЧ ПАНЕЛЕЙ	

Четверіков Ю.В., Кащенко Т.О., Селиванов О.І.	291
КОНКУРС “SOLAR DECATHLON KNUCA” ЯК СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ	
Чорноморденко Є.І.	296
КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКО-АРХІТЕКТУРІ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД	
Шатохин В.М., Семкив О.М., Попова А.Н.	301
СРАВНЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ (ОПТИМАЛЬНОЙ) ЛОПАТОК РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ	
Юрьев Д.А., Ваколюк В.Н., Гламаздин П. М.	310
МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Г. КИЕВА	
Schwarzenberger R. Гламаздин П. М.	316
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	
ЗМІСТ	323

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ФАКЕЛЬНОГО СЖИГАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ТОПЛИВА

Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь

Факельное комбинированное сжигание традиционного газообразного топлива с диспергированными в поток частицами твердого топлива является эффективным методом, позволяющим получать полное сгорание с низким эмиссионным уровнем. Предложенная методика организации горения многофазного турбулентного потока топлива в топках сложной геометрии позволяет рассчитать оптимальную концентрацию твердотопливных частиц в суженном потоке горючего газа.

В результате интенсивного включения в глобальную экономику стран, в недавнем прошлом имевших автономные рынки как производства, так и потребления, и в то же время дезинтеграции энергогенерирующих мощностей, выравнивания цен на энергоносители до общемирового уровня, и, как следствие, обострения конкуренции даже для энергоемкой продукции, других экономических факторов, - все более возрастает интерес не только бытовых потребителей, но и крупных промышленных предприятий и целых отраслей в использовании альтернативных видов топлива. Однако сжигание таких видов топлива ограничено рядом технических, технологических, экологических и структурно-социальных факторов. По этим причинам промышленность заинтересована в развитии технологий и разработке эффективных технических устройств для комбинированного сжигания различных видов альтернативного топлива, позволяющих придерживаться высоких требований к современным технологическим процессам – с одной стороны, и к возрастающим экологическим стандартам – с другой стороны.

Программа развития подобных технологий и конструирование новых устройств должна включать комплекс методов термодинамического анализа, вычислительной гидродинамики, экспериментальной и теоретической аэродинамики течений с горением.

Одним из путей замещения горючего газа в промышленности и энергетике является переход на традиционные (угольное топливо, торф, древесина) и нетрадиционные (бытовые и промышленные отходы) виды твердого топлива. Широко применяемые сегодня методы сжигания имеют собственные особенности и, как следствие, достоинства и недостатки: прямое сжигание имеет низкую эффективность и высокий уровень эмиссии отходов горения в дымовых газах; сжигание в кипящем слое приводит к значительному избытку окислителя и, как следствие, сниженной температуре пламени и увеличению теплообменных поверхностей, а также повышению эксплуатационных затрат; газификация с последующим сжиганием во второй камере значительно увеличивает металлоемкость топок, а,

следовательно, и капитальных вложений; сепаратное сжигание пылевидного топлива хоть является достаточно эффективным, однако требует организации сложных турбулентных потоков, что значительно усложняет комплекс требуемого оборудования.

Наиболее эффективным представляется факельное комбинированное сжигание традиционного топлива (прежде всего, горючих газов) с диспергированными в поток частицами твердого топлива. Организация такого метода сжигания имеет ряд несомненных преимуществ: традиционная система воспламенения; низкие значения коэффициента избытка воздуха, а, следовательно, высокую температуру пламени, малые объёмы уходящих газов, габаритные размеры топки, низкий эмиссионный уровень и т.д. Кроме того, этот метод горения можно осуществлять в топках традиционных теплогенерирующих агрегатов, что делает этот метод сжигания твердых частиц единственно возможным без замены топочного оборудования.

Методологические аспекты организации такого типа горения ставят ряд задач, которые необходимо решать как для расчета лимитирующих показателей: максимального размера частиц и рабочего диапазона концентрации их в потоке суппортирующего топлива в зависимости от химических и физических свойств (скорости горения, влажности, температуры вспышки, скорости витания и т.п.), геометрии и аэродинамического сопротивления топочной камеры, теплоты сгорания обоих видов топлива, так и для расчета рабочих параметров (расчетной тепловой мощности теплогенерирующего агрегата; объёма дымовых газов, требуемого расхода воздуха и т.п.).

В случае турбулентных диффузионных факелов пламени процесс сгорания определяется структурой потока и смешением. Применяемые методы расчета основаны на законах подобия турбулентных струй, теории потока в гомогенном реакторе и на полных уравнениях в частных производных для турбулентного течения. При сгорании капель и частиц необходимо учитывать скорости гетерогенных реакций и требуется знать распределения частиц по размерам и в пространстве. Эмиссия загрязняющих веществ, таких, как углеводороды, сажа и оксиды азота, может быть уменьшена соответствующим управлением закономерностями изменения температуры и концентрации в области сгорания. Также необходимо учитывать расчетный лучистый поток тепла от пламени к тепловым стокам (модель с идеальным перемешиванием, модель длинной топки, многоструйная модель, зонный метод анализа).

В течениях с горением влияние тангенциальных потоков подаваемого воздуха и топлива направлено на стабилизацию высокоинтенсивных процессов эффективного чистого сгорания.

Течения с существенной тангенциальной составляющей являются результатом сообщения потоку спирального движения с помощью тангенциальной подачи сред в камеру с формированием окружной компоненты скорости.

Экспериментальные исследования показывают, что спиральное движение оказывает существенное влияние на поле течения: на расширение струи,

процессы перемешивания и затухания скорости в струе (в случае инертных струй), на размеры, форму и устойчивость факела пламени и, собственно, на интенсивность горения (в случае реагирующих потоков). На все эти характеристики влияет интенсивность окружной компоненты скорости, которая характеризуется параметром закрутки, представляющим собой безразмерное отношение осевой компоненты потока момента количества движения к произведению осевой компоненты потока количества движения и эквивалентного радиуса сопла, т. е.

$$S = \frac{G_\theta}{G_x} \left(\frac{d}{2} \right), \quad (1)$$

где величина

$$G_\theta = \int_0^\infty (\rho u w + \rho \overline{u' w'}) r^2 dr, \quad (2)$$

является потоком момента количества движения в осевом направлении и учитывает вклад $x - \theta$ -компоненты турбулентного сдвигового напряжения; а величина

$$G_x = \int_0^\infty [\rho u^2 + \rho \overline{u'^2} + (\rho - \rho_\infty)] r dr, \quad (3)$$

является потоком количества движения в осевом направлении и учитывает вклад турбулентного нормального напряжения и давления (осевая тяга), $d/2$ —радиус сопла, u, v, ω - компоненты скорости в направлении осей x, r, θ цилиндрической системы координат.

В свободной струе, распространяющейся в затопленном пространстве, величины G_x и G_θ постоянны, т. е. являются инвариантами для данной струи.

Если использовать уравнение для количества движения в радиальном направлении и пренебречь слагаемыми $\overline{u'^2} - (\overline{w'^2} + \overline{v'^2})/2$, то вклад давления в G_x можно выразить через ω следующим образом:

$$G_x = \int_0^\infty \rho [u^2 + (w^2 - w_{m0}^2)/2] r dr, \quad (4).$$

Рассмотрим случай, когда поток закручен как целое на выходе из сопла, т.е.

$$u(r) = u_{m0}, \quad w(r) = w_{m0}(2r/d), \quad (5).$$

Таким образом, профиль осевой скорости и считается равномерным, а скорость закрутки ω возрастает от 0 (при $r=0$) до ω_{m0} (при $r=d/2$, т.е. на стенке сопла). Если вклад давления в G_x сводится к учету слагаемого $\omega^2/2$, а турбулентными напряжениями пренебречь, тогда:

$$G_\theta = \frac{\pi}{2} \rho u_{m0} w_{m0} (d/2)^3, \quad G_x = \frac{\pi}{2} \rho u_{m0}^2 (d/2)^2 [1 - (G/2)^2], \quad (6)$$

где $G_x = \omega_{m0}/u_{m0}$ - отношение максимальных скоростей в выходном сечении сопла. Таким образом, параметр закрутки S может быть представлен в виде

$$S = \frac{G/2}{1 - (G/2)^2}, \quad (7).$$

Течение может быть также охарактеризовано локальным параметром закрутки S_x , в котором используется толщина слоя смещения rb , а не радиус сопла $d/2$. Кроме того, закрутка потока может выражаться непосредственно через угол установки лопаток закручивающего аппарата и геометрические параметры сопла, через тягу и вращающий момент закручивающего устройства, через угол расширения струи вниз по потоку от сопла и через другие параметры.

Принципиальная общая схема

Каналы подачи топлива располагаются внутри осевых и тангенциальных (генерирующих вихревые потоки) каналов подачи воздуха и вокруг стабилизатора (при использовании распыленного топлива, газа и т.п.) или в центре стабилизатора (при использовании жидких видов топлива, альтернативного твердого топлива и жидких видов топлива и газа при подаче с помощью распылителя). Такая схема обеспечивает:

- образование реверсивных завихрений у корня факела пламени, которые обеспечивают его абсолютную стабильность даже в холодной топке;
- управление формой факела пламени;
- насыщение факела пламени топливом (за счет аэродинамического захвата);
- создание в центральной части факела пламени условий, способствующих значительному сокращению образования окисей азота.

Наиболее эффективным представляется использование двух независимых каналов подачи первичного воздуха с регулировкой сечения выходного отверстия.

Через осевой канал подачи первичного воздуха воздух эффективно подавать на высокой скорости, что обеспечивает узкую направленность потока.

Через тангенциальный (генерирующий вихревые потоки) канал подачи первичного воздуха воздух эффективно подавать на высокой скорости с завихрением потока.

Регулирование распределения подаваемого воздуха между этими двумя каналами позволяет оптимизировать форму факела пламени в зависимости от геометрии топки и запроса на тепло (мощность).

В результате исследований доказано, что для случая турбулентных диффузионных факелов пламени процесс сгорания комбинированного многофазного топлива определяется структурой потока и условиями смешения различных видов топлива и распределенных потоков окислителя. Определено, что соотношение подводимого на горение воздуха по осевому и тангенциальному каналам определяет форму факела пламени, его размеры и интенсивность процессов, что позволяет эффективно оптимизировать технологические параметры.

Таким образом, можно утверждать, что многоканальная схема подачи разных видов топлива и организация двух независимых потоков воздуха

(осевого и тангенциального) представляется наиболее оптимальной при комбинированном сжигании различных видов органического топлива.

Проведен термодинамический анализ процессов горения комбинированного многофазного топлива в турбулентных потоках камер сгорания сложной геометрии. Разработана математическая модель газодинамических развитых турбулентных потоков в камерах сгорания сложной геометрии, включающая систему дифференциальных уравнений движения турбулентных комбинированных газовых потоков, уравнение энергии и кинетическое уравнение горения. Проведен численный эксперимент, позволяющий установить оптимальные параметры стабильного функционирования процессов горения без отрыва пламени с вторичными турбулентными потоками, обеспечивающими значительное снижение вредных веществ (NO_x , CO , SO_x и др.) в дымовых газах. В результате проведенных исследований разработана методика, позволяющая в оперативном режиме проводить пуско-наладочные работы для организации стабильного и чистого горения многофазного топлива в камерах сгорания сложной геометрии.

Дальнейшие исследования (натурный и численный эксперименты, развитие теории комбинированного горения) позволят оперативно рассчитывать, а впоследствии и оптимально дозировать, твердое дисперсное топливо в суппортирующий поток горючего газа в зависимости от ряда вышеприведенных характеристик, для полного сгорания с низким уровнем эмиссии в определенных топочных камерах.

Annotation

Co-firing of solid fuel particles dispersed in a stream of the traditional fuel gas is an effective method that allows to obtain complete combustion with low emission levels. The proposed method of the organization of multiphase fuel turbulent flow burning inside of the complex geometry furnaces allows to calculate the optimal concentration of the solid particles in the supported fuel gas stream.

ЗМІСТ

Mokhammad Dib, Maurizio Landolfi, Roman Zavalnyuk THE PROBLEMS OF THE THERMAL RECONSTRUCTION OF MASS LOW RISE DWELLING	3
Алексахін О.О., Бобловський О.В., Пономаренко Т.Ю., Клименко Ю.С. ТЕПЛОВІ ВТРАТИ ТРУБОПРОВОДАМИ МІКРОРАЙОННОЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ В УМОВАХ ЗМІНИ ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ	10
Афони́на М.И. ОБЪЕКТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЗИМНИХ ИННОВАЦИОННЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ)	14
Бондар О.А., Якимчук І.М. ОСОБЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО КЛІМАТУ УКРАЇНИ, ЩО ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ	19
Буравченко С.Г. АНАЛІЗ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДЕЛЕЙ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ	31
Волков С.С., Козак Ю.В. ПРОГРАМА РОЗВИТКУ ООН В УКРАЇНІ В СФЕРІ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	36
Волощук В.А. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОЗАХИСТУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПОЕЛЕМЕНТОНОМУ ПІДХОДІ	47
Гавриш О.М. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА МАТЕРІАЛИ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУХОГО БУДІВНИЦТВА	52
Гетун Г.В., Чухрай С.М. НОВІТНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ	57
Гетун Г.В., Чухрай С.М. ОГЛЯД РИНКУ СВІТЛОПРОПУСКАЮЧИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	63
Гламаздин П. М., Гламаздин Д. П. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПТВМ-30	69
Довгалюк В.Б., Мілейковський В.О. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОСТРУКТУРИ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ПОВІТРОРІЗПОДІЛЕННЯ	73

Довгалюк В.Б., Рудзинський В.О., Наконечний В.І. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ.	82
Довгалюк В.Б., Шадура І.В. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УДАРНО-ПІННИЙ АПАРАТ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	89
Дрігваль Н.А. ТРАЄКТОРІЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ УСЕРЕДИНИ ВІБРАЦІЙНОГО U-ПОДІБНОГО КОНТЕЙНЕРА	95
Дудар І.Н., Риндюк С.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УТЕП- ЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД	100
Желих В.М., Лесик Х.Р. ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМОСИФОННОГО ГЕЛІОКОЛЕКТОРА	104
Желих В.М., Пізнак Б.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛІМЕРНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ	109
Желих В.М., Фурдас Ю.В. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПОВЕРХНІ РЕЗЕРВУАРУ БІОРЕАКТОРА В ТЕПЛИЙ ПЕРІОД РОКУ	114
Желих В.М., Шепітчак В.Б. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЗОНИ ОПРОМІНЕННЯ ПОВОРІТНИМИ ІНФРАЧЕРВОНИМИ ОБІГРІВАЧАМИ	119
Задоянний О.В., Євдокіменко Ю.М. МОЖЛИВОСТІ ЕКСЕРГОЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ОЦІНЦІ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	124
Захарченко П.В., Півень Н.М. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СИСТЕМИ СКРІПЛЕНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ	128
Захарченко Ю.А., Соколова Н.П. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ГАЛУЗІ ОСВІТИ	134
Золотова Н.С. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ ПРИ ВИВЧЕННІ ГРАФІЧНИХ САПР	139
Козак Ю.В. ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АРХІТЕКТУРІ.	145
Корбут В.П., Ткачук М.О. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНИХ АПАРАТІВ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	150

Кривенко О.В.	155
БІОКЛІМАТИЧНА АРХІТЕКТУРА ЯК ЯВИЩЕ В ЕКОЛОГІЧНІЙ АРХІТЕКТУРІ.	
Куценко Л.М., Колочавін Р.М.	159
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ ПРИ АВАРІЙНОМУ ОБРИВІ МОНТАЖНОГО СТРОПА	
Лисенко В. А., Загорчємний Ю.О., Верєвкіна С.Е.	165
ИНЖЕНЕРНАЯ АРХИТЕКТОНИКА ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ФОНОВОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ОДЕССЫ 1820-1920 ГГ. В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОИНТЕГРАЦИИ	
Луценко И.И., Григорьев С.Б.	169
ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ» В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ	
Ляшенко О.К.	174
ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО ВИРІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ВИСОТНИХ ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ.	
Малярєнко В.А., Щєрбак І.Є.	180
РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ РЕСУРСО-, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	
Мартинов В.Л.	185
РАЦІОНАЛЬНА ОРІЄНТАЦІЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ	
Мілейковський В.О., Шувєєва О.Ю.	190
ПАСИВНІ СОНЯЧНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ УМОВ ТРИВАЛОЇ ХМАРНОЇ ПОГОДИ	
Мостовєнко А.В.	195
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ БЕЗМОМЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ	
Пасічник П.О., Приймак О.В.	201
АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОГЛИНАЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА ПОВІТРЯНОГО КОЛЕКТОРА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
Підгорний О.Л.	205
МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ТОРСІВ ОДНАКОВОГО СХИЛУ В МОДЕЛЮВАННІ ЗАДАЧ ІНСОЛЯЦІЇ	
Предун К.М.	210
ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ	
Приймак О.В., Гламаздин П.М., Струк О.В.	215
МЕТОД ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ “КИЕВГАЗ	

Пріщенко А.М.	221
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ ЗА РАХУНОК НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЗОВНІШНІХ СТІН	
Радомцев Д.О.	226
АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРОЖНИСТИХ ТРУБЧАСТИХ СВІТЛОДІОДІВ	
Ратушняк Г.С., Степанковський Р.В.	231
ЕНЕРГООЩАДНІ СХЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВДОСКОНАЛЕНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ РЕГУЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ	
Редько А.Ф., Тарадай А.М., Яременко М.А., Есин Е.С.	235
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. ХАРЬКОВА	
Росковшенко Ю.К., Штиленко В.П.	238
ІНДИВІДУАЛЬНЕ АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОБЛІК ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ	
Ручинська Н.М.	244
ТЕОРІЯ ГРАФІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЖИТЛА	
Савельєва О.В., Павлишко А.В., Цапенко Л.Ю., Мамонтова А.О.	249
ТАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ІМПЛАНТАТІВ ТАЗОСТЕГНОВИХ СУГЛОБІВ	
Сергейчук О.В., Диб М.З.	253
О ПЕРСПЕКТИВЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО УВЕЛИЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В УКРАИНЕ	
Скочко В.І	259
ПОШУК МІСТКІВ ХОЛОДУ У ВУЗЛАХ БУДІВЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ СПЕЦІАЛЬНИХ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ	
Хагенедер Крістіана	265
БУДІВНИЦТВО В ЧАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕРИ. ЯК ЕНЕРГІЯ ЗМІНЮЄ БУДІВЛІ? ЯК ЕНЕРГІЯ ЗМІНЮЄ СВІТ?	
Хазін В.Й., Кошлатий О.Б., Нестеренко С.В.	270
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ БУДІВЕЛЬ.	
Харитонов Ю.Н., Подаєнко М.Ю., Фоменко Г.В.	276
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.	
Чабаненко П.Н., Керш В.Я.	281
ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ЖИЛИЩНОЙ ОТРАСЛИ	
Чередник Е.В. KINGSPAN IPN-NANO™	285
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЕНДВИЧ ПАНЕЛЕЙ	

Четверіков Ю.В., Кащенко Т.О., Селиванов О.І.	291
КОНКУРС “SOLAR DECATHLON KNUCA” ЯК СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ	
Чорноморденко Є.І.	296
КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКО-АРХІТЕКТУРІ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД	
Шатохин В.М., Семкив О.М., Попова А.Н.	301
СРАВНЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ (ОПТИМАЛЬНОЙ) ЛОПАТОК РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ	
Юрьев Д.А., Ваколюк В.Н., Гламаздин П. М.	310
МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Г. КИЕВА	
Schwarzenberger R. Гламаздин П. М.	316
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	
Ярмольчик Ю.П., Давидович М.Н.	323
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ФАКЕЛЬНОГО СЖИГАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ТОПЛИВА	
ЗМІСТ	328