

ISSN 1813-6796

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Міністерство освіти і науки
України

BULLETIN

of the Kyiv National
University of Technologies
and Design

В І С Н И К

Київського національного
університету технологій
та дизайну

Серія
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ»

№ 5 (90), 2015



ЗМІСТ

ОБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ

1. GONCHARENKO I. Implementation of priority technologies in the energy-efficient management of enterprises	11
2. ЛИСАК О.В. Аналіз конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні теплоакumuлюючої електропечі	15
3. ДЕШКО В.І., БІЛОУС І.Ю., СУХОДУБ І.О. Моделювання сумісного впливу сонячної та теплової радіації на температуру внутрішніх поверхонь огорожень будівлі	24
4. АЛЕКСІЄВСЬКИЙ Д.Г. Моментне управління ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням	32
5. ЖУЙКОВ В.Я., ЯМНЕНКО Ю.С., ОСИПЕНКО К.С. Підвищення енергоефективності системи електроживлення з вітрогенератором	38
6. КУЛІК Т.І., ЗЛОТЕНКО Б.М. Розроблення та лабораторні випробування енергозберігаючої системи керування освітленням приміщень взуттєвого виробництва	44
7. ЛИСАК О.В., КУЛІНКО Є.О. Використання відкритих поверхневих водойм для холодопостачання	49
8. КАПЛУН В.В., БОБРОВНИК В.М. Оцінювання енергоефективності електротехнічних комплексів вищих навчальних закладів на основі нормування питомих показників електроспоживання	59
9. ДЕШКО В.І., БУЯК Н.А., БІЛОУС І.Ю. Вибір теплового захисту та джерела тепла із врахуванням комфортних умов у будівлі	71
10. КУЗНЄЦОВА О., ЖУКІНСЬКА І. Оцінювання економії енергетичних ресурсів на опалення при проведенні термомодернізації житлового будинку	81
11. СОЛОВЕЙ О.І., ТКАЧЕНКО В.Ф., КУРБАКА Г.В. Деякі питання щодо організації управління енергоспоживанням у вищих навчальних закладах України	91
12. ЧЕРНОВОЛ М.І., ПЛЄШКОВ П.Г., СЕРЕБРЕННИКОВ С.В., САВЕЛЕНКО І.В., ПЕТРОВА К.Г. Підвищення рівня енергоефективності технічного університету шляхом оптимізації енергетичного балансу	99
13. КИЗИМЧУК О.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЄРМОЛЕНКО І.В. Енергоемність та технологічні можливості сучасних основов'язальних машин	106
14. СТАЦЕНКО О.В. Аналіз роботи паралельного активного коректора струму з релейним керуванням	113
15. КІЗЄЄВ М.Д. Впровадження заходів з енергоефективності в НУВГП: навчальний процес, проектування, реалізація, проблеми і перспективи	119
16. БІЛА Т.Я., СТАЦЕНКО В.В. Дослідження енергоспоживання приводами постійного струму в побутовому обладнанні	124
17. ПИЛИПЕНКО В.І., КОНЬКОВ Г.І., ПАВЛЕНКО В.М. Розроблення системи управління освітленням на світлодіодах для заощадження електроенергії в гуртожитку блочного типу	130
18. КОВРИГО Ю.М., САКОВ Р.П. Рогнозне керування ефективністю горіння парового котла	135
19. ПЛЄШКО С.А., КОВАЛЬОВ Ю.А. Вплив робочої поверхні клина в'язальної машини на динаміку взаємодії з голкою	142
20. ФЕДОТОВА Л.Л., РЕЗАНОВА В.Г. Формули перетворення координат у випадку систем, заданих реперами	148
21. ЧАБАН О.В., ПІПА Б.Ф. Привід рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга	153

- | | |
|--|-----|
| 22. АВДОНІН К.В. Модель локального обертання у спеціальній теорії відносності | 160 |
| 23. ППА Б.Ф., МУЗИЧИШИН С.В. Ефективність використання пристрою зниження динамічних навантажень з фрикційною муфтою в приводі в'язальних машин | 164 |

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, ЛЕГКА ТА ТЕКСТИЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

- | | |
|---|-----|
| 24. ДАНИЛКОВИЧ А.Г., РОМАНЮК О.О. Енергоощадні технології виробництва хутрових і овчинно-шубних матеріалів | 169 |
| 25. МОЙСЕЄНКО С.І. Новий підхід до створення пакету матеріалів для спальних засобів | 180 |
| 26. ГАЛАВСЬКА Л.Є. Дослідження капілярності двoshарового бікомпонентного трикотажу з вмістом конопляної пряжі | 183 |

МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

- | | |
|---|-----|
| 27. ЗАЩЕПКИНА Н.М. Оцінка та контроль рівня показників технологічних процесів як характеристика якості | 192 |
| 28. ЗУБРЕЦКАЯ И.С., ФЕДИН С.С., ЛАГОДА О.А. Градуировка NTC-термистора методом нечеткого моделирования R/T-характеристики | 197 |
| 29. ХІМІЧЕВА Г. І., АНТОНЕНКО О.А. Аналіз категоріальних поняття системи управління якістю ВНЗ | 203 |

ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНІ, БІОЛОГІЧНІ, ФАРМАЦЕВТИЧНІ

- | | |
|---|-----|
| 30. МАРУХЛЕНКО М.О., МОКРОУСОВА О.Р. Колоїдно-хімічні властивості модифікованих дисперсій монтморилоніту для дублення шкір | 211 |
| 31. РЕДЬКО Я.В., РОМАНКЕВИЧ О.В. Модифікація текстильного матеріалу шляхом синтезу наночастинок IN SITU ДЛІЯ НАДАННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ | 221 |
| 32. ШЕВЧУК О.Ф. Діелектрична спектроскопія, як метод ідентифікації SmC* фази у рідкому кристалі | 226 |

ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА, ДИЗАЙН ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

- | | |
|--|-----|
| 33. ЧУПРІНА Н.В. Роль сучасних технологій дизайн-діяльності у формуванні компетентностей дизайнера одягу в сучасній індустрії моди | 233 |
| 34. ДЖАЛИЛИАН Ф. Принципы трансформации национальных мотивов в стилистике современного дизайна одежды | 239 |
| 35. САФРОНОВА О.О., ПУСТОВІТ Ю.С. Принципи організації простору спортивно-оздоровчого комплексу для молоді на базі промислової будівлі | 248 |
| 36. СКАКАНДІ Ю.Ю. Мистецтво пейзажу | 254 |

UDK 621.31.005:664

GONCHARENKO I.

Kyiv National University of Technologies and Design

**IMPLEMENTATION OF PRIORITY TECHNOLOGIES IN
THE ENERGY-EFFICIENT MANAGEMENT OF
ENTERPRISES**

Purpose. Justification of necessity to implement priority technologies in energy management of enterprises, determination of the conditions and factors that influence on the implementation of the energy efficiency strategy.

Methodology. The following general scientific methods have been used: the method of expert analysis (from the issues of efficient use of energy resources), analytical, and system ones (to define approaches of the implementation of energy efficiency strategy, the implementation of the latest energy-efficient technologies), economic analysis and diagnosis (grouping and generalization of energy efficiency measures for enterprises).

Results. The possibilities to improve energy efficiency of enterprises by means of the implementation of energy management systems have been considered.

Scientific novelty: The article considers problems of use of priority technologies in organization of energy management, the mechanisms of the implementation of the energy efficiency strategy have been proposed.

Keywords: energy management, energy efficiency, energy saving, management of energy supply, the mechanism of the energy efficiency strategy, enterprises.

Introduction. The current state of the Ukrainian economy advances some new requirements for the functioning of enterprises. Enterprises consume significant amounts of various energy resources including all types of natural and transformed energy sources such as fuel, electric and thermal energy. Energy resources are essential and their lack may become a threat for the economic activity. Therefore, every enterprise needs organizing of the uninterrupted energy supply. The search for mechanisms of efficient management of the energy processes and resources is important as well. In many European countries, there are the state programs aimed at supporting of energy efficiency of enterprises, and attracting of investments into energy technologies. There are common Ukrainian programs for the development of energy efficient technologies in accordance with international standards (e.g. on the basis of Norwegian-Ukrainian cooperation in the renewable energy projects). The renewable energy sources in Ukraine have a great potential but are still not widely used. The European Bank for Reconstruction and Development launched a Program of financing of alternative energy to attract enterprises to participate in the implementation of projects for sustainable energy development. For the period of 2006-2013, the EBRD invested € 13 billion in 756 sustainable energy projects in 35 countries of the world.

Definition of objective. The main objective of energy management is to increase energy efficiency and energy saving. The limitation of energy resources affects all industries and is a global problem. The consequences are the following: inefficiency of the economy, low competitiveness of products, small sales volumes in the domestic and foreign markets, increased costs for export. The objective of this research is to substantiate the necessity of implementation of priority technologies in the energy management, and determine the conditions and factors that influence on the implementation of energy efficiency strategy.

Results of research. The issues of increasing of energy supply reliability and energy saving is now extremely important. To solve the problem of energy saving is possible only by implementing new technologies in the system of energy efficient management of enterprises.

The system of energy efficient management in enterprises is a complex of organizational, technical means and supply of programs and methodologies that work together to manage the production process so that only the minimum amount of electrical energy that is required to produce a certain number of products would be consumed.

As Ukraine imports a significant portion of energy to meet its needs of primary energy, more attention has been paid to the problems to switch to alternative energy sources.

However, there are a number of the factors that inhibit the implementation of programs of energy efficiency: 1) narrow regulatory framework for energy efficiency; weak organizational structures of energy efficiency management; 3) weak encouraging policies for pricing, taxes and customs related to energy efficiency; 4) insufficient use of scientific and technical capacity in the implementation of energy saving technologies; 5) limited informational support of energy efficiency policies.

Among Western scientists, the following ones have paid significant attention to study the energy management as an effective means for increasing energy efficiency: T. Mort, L. Brake, N. Jepsen, M. Stobbe, etc. The native researchers have also paid attention to the problem of effective management of energy economy of an enterprise. Among them there are the researchers Yu. V. Dziadykevych, O.V. Zakharova, V. V. Mykytenko, I. M. Sotnyk, D. O. Lazarenko, etc.

The concept of energy management is still quite new, and in the national literature there is no consensus regarding the implementation of this tool in business practices. The problems of use of priority technologies in the organization of energy management are being investigated as well as the basic conditions and factors of influence on the implementation of the energy efficiency strategy.

At present, the scientists have improved the system of management of electrical energy consumption in industrial production on the basis of classification of the stages of management of electrical energy consumption. This allowed taking into account the influence of external and internal factors of production on the formation of the electric capacity of products. The system of indicators of resource intensity of production has been supplemented by the indicators of electric capacity of natural output of products for integrated assessment of the impact of electrical energy on total resource intensity [1].

The mechanisms of management of energy saving have been investigated in terms of environmental factors. A new systematization of environmental and economic effects of energy saving has been suggested according to the stages in the life cycle of fuel and energy resources, which to the fullest extent takes into account the environmental, economic and social outcomes in evaluating the effectiveness of energy saving activities by business entities in different spheres of activity. The scientific and methodical approach to ecological and economic justification of energy saving within enterprises and government has been improved, on the basis of analysis of the conflict of their interests in the implementation of energy saving measures [2].

According to available world experience, the implementation and assimilation of energy management systems which are compliant to ISO 50001 standard, will become the key activities

related to increasing of energy efficiency of industrial enterprises [3]. The standard is provided to an enterprise, regardless of its size, territorial or geographic location, as well as a complete strategy of actions both in management and technical fields in order to increase the efficiency of the enterprise's energy system.

The basic idea for solving of management problems of increasing of energy efficiency consists in consecutive implementation of the systematic approach to energy management. Thus, additional opportunities to increase the level of energy efficiency may be obtained by applying the standard methodology PDCA (Plan-Do-Check-Act) which is typical for the international standards (ISO 9001, 14001 etc.). The additional arguments that explicitly demonstrate the advantages of the system of energy management arise from the opposing of systemic and non-systemic approaches to energy management. The targeted financing of municipal enterprises makes a significant contribution into the state programs for the development of renewable energy, within the framework of international cooperation. In 2015, Zhytomyr city received CHF 15.1 million from Switzerland for energy efficiency measures. The amount of such target financing exceeds three times the annual budget that is supposed for the city development [4].

The implementation of complex of accounting and analytical procedures for optimizing of energy costs, energy efficiency and financing of energy efficient measures is an important task of energy management for the enterprises that switch to renewable energy.

The energy management determines the method of energy consumption – economic or contract. In the case of using of the economic method, the enterprise's energy management provides a complex of organizational measures aimed at increasing of energy efficiency. These include: 1) organizing of material and technical support to regularly ensure resource base; 2) maintenance and effective use of energy equipment; 3) control over the manufacture of energy products with effective coefficient of efficiency; 4) control over energy consumption (at the points of arising of energy consumption). In the implementation of the contracting method, the list of functionalities of energy management is rather reduced and limited by calculating operations. However, the role of energy management of a contractor as a partner is increasing in ensuring of energy saving and implementation of energy efficient measures.

Conclusions. The problem of reducing of the energy intensity of production by at least 40% is a priority for managers of industrial enterprises on issues of energy efficiency. With the help of the goal setting agreements between the government and the companies in the industrial sector, it is possible to achieve significant results in energy saving and increasing of energy efficiency (long-term voluntary agreements). The experience in implementation of priority technologies of energy management should serve as a basis to develop a broad practice of making such agreements and to introduce the national standard for energy management which should be compatible with ISO 50001.

The task to increase energy efficiency should be included into the list of strategic issues at microeconomic and macroeconomic levels, without which any further progressive development of any economic activity is impossible. The basic mechanisms for implementation of energy efficiency strategy include creation of the necessary legal and regulatory framework for sectors of the economy; formation of a reasonable market environment; support of the strategic initiatives of business entities; technical regulation of energy efficiency.

References

1. Zaharova O.V. (2002) *Upravlinnya energetychnymy resursamy u vyrobnyctvi* [Management in energy resources in manufacture]. Donetsk [in Ukrainian].
2. Sotnyk I.M. (2012) *Ekologo-ekonomichni osnovy upravlinnya energozberezhenniam* [Ecologic and economic foundations of energy saving management]. Kyiv [in Ukrainian].
3. ISO 50001. Energeticheskiy memedzhment [Energy Management] – Rezhyim dostupu: <http://www.iso.org/iso/ru/home/standards/management-standards/iso50001.html>
4. Informatsiynе agenstvo UNIAN. Ekonomika [UNIAN News Agency. Economics] – Rezhyim dostupu: <http://economics.unian.net/energetics/1068654-shveytsariya-vyidelila-jitomiru-151-mln-frankov-na-energoeffektivnyie-meropriyatiya.html>

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ ПІДПРИЄМСТВ

ГОНЧАРЕНКО І.М.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Обґрунтування необхідності впровадження пріоритетних технологій в енергоменеджменті підприємств, визначення умов та факторів впливу на реалізацію стратегії енергоефективності.

Методика. Використано такі загальнонаукові методи: експертного аналізу (з проблем ефективного використання енергоресурсів), аналітичний та системний (для виділення напрямків реалізації стратегії енергоефективності, впровадження новітніх енергоефективних технологій), економічного аналізу та діагностики (групування і узагальнення енергоефективних заходів для підприємств).

Результати. Розглянуто можливості підвищення енергетичної ефективності підприємств завдяки впровадженню систем енергоменеджменту.

Наукова новизна. Досліджено проблеми використання пріоритетних технологій в організації енергоменеджменту, запропоновано механізми реалізації стратегії енергоефективності.

Ключові слова: енергоменеджмент, енергоефективність, енергозбереження, управління енергозабезпеченням, механізм стратегії енергоефективності, підприємства.

ВНЕДРЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

ГОНЧАРЕНКО И.М.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Обоснование необходимости внедрения приоритетных технологий в энергоменеджмент предприятий, определение условий и факторов влияния на реализацию стратегии энергоэффективности.

Методика. Использованы такие общенаучные методы: экспертного анализа (по проблемам эффективного использования энергоресурсов), аналитический и системный (для выделения направлений реализации стратегии энергоэффективности, внедрение новейших энергоэффективных технологий), экономического анализа и диагностики (группировки и обобщения энергоэффективных мероприятий для предприятий).

Результаты. Рассмотрены возможности повышения энергетической эффективности предприятий благодаря внедрению систем энергоменеджмента.

Научная новизна. Исследованы проблемы использования приоритетных технологий в организации энергоменеджмента, предложены механизмы реализации стратегии энергоэффективности.

Ключевые слова: энергоменеджмент, энергоэффективность, энергосбережение, управление энергообеспечением, механизм стратегии энергоэффективности, предприятия.

УДК 697.278

ЛИСАК О.В.

Інститут відновлюваної енергетики НАН України

АНАЛІЗ КОНВЕКТИВНОЇ ТЕПЛОВІДДАЧІ ВІД ФРОНТАЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОЇ ЕЛЕКТРОПЕЧІ

Мета. *Стаття уточнює параметри конвективного теплообміну між фронтальною поверхнею теплоакumuлюючої електропечі (ТАЕП) та оточуючим повітрям.*

Методика. *В цій статті розглядається тільки вільна конвективна тепловіддача від фронтальної поверхні ТАЕП. За такої умови для обчислення значень коефіцієнту тепловіддачі прийнято два підходи: (1) М.О.Міхєєва та (2) S.W.Churchill and H.H.S.Chu. За допомогою цих підходів визначено коефіцієнти конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні ТАЕП в залежності від висоти поверхні і температури поверхні та оточуючого повітря.*

Результати. *Було вивчено характер вільної конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні ТАЕП за температури поверхні 60 °C та температури оточуючого повітря 20 °C. Теоретично визначено, яку частку від загальної тепловіддачі приладу може складати тепловіддача від фронтальної поверхні.*

Наукова новизна. *Проаналізовано характер конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні ТАЕП для визначення її впливу на загальну тепловіддачу від приладу.*

Практична значимість. *Продемонстровано характер конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні ТАЕП.*

Ключові слова: *акumuляційні системи опалення, теплоакumuлюючі електропечі, теплонакопичувач, теплообмін.*

Вступ. Актуальною задачею в Україні є створення енергоощадних та економічно ефективних систем опалення. Такими системами можуть бути електричні акumuляційні системи опалення. Їхня перевага полягає у використанні та акumuлюванні наявних надлишків виробленої електричної енергії – що дозволяє зменшити витрати на систему опалення внаслідок меншої вартості електричної енергії в години надлишкового її виробництва.

До електричних акumuляційних систем опалення відносяться теплоакumuлюючі електропечі (ТАЕП). Ці прилади нагрівають твердий матеріал (наприклад, феоліт чи магнезит) за допомогою електричних нагрівачів в часи дії дешевого тарифу на електроенергію [1, с. 69]. Нагрітий матеріал віддає теплоту на протязі всієї доби.

Мета. В літературі, як правило, наводять переважно узагальнені дані по тепловіддачі від ТАЕП [1, с. 72]. Оскільки дані прилади є досить перспективними, має сенс розглянути характер їх тепловіддачі більш детально. Метою цієї роботи є визначення характеру конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні ТАЕП.

Постановка задачі. Для вивчення конвективної тепловіддачі від фронтальної поверхні ТАЕП необхідно вибрати та проаналізувати відповідну математичну модель цього процесу. В цій роботі моделювання ведеться відповідно до методик М.О.Міхєєва та Churchill and Chu, які часто використовують в технічній літературі з теплообміну.

1. Створення спрощеної фізико-математичної моделі теплообміну на фронтальній поверхні ТАЕП. Оскільки це перша стаття на дану тематику, використаємо спрощений підхід до аналізу теплообміну від фронтальної поверхні ТАЕП. В подальших роботах дана модель буде враховувати більше чинників. В цій роботі вважається, що від фронтальної поверхні ТАЕП теплообмін відбувається за умови вільної природної конвекції, а температура поверхні є однаковою по всій площині.

На рис. 1. показана «фронтальна поверхня ТАЕП» на прикладі статичного ТАЕП. Аналогічний теплообмін має місце у випадку динамічних ТАЕП в моменти простою, коли ці прилади виділяють теплоту через фронтальну поверхню аналогічно статичним ТАЕП. Класифікація ТАЕП наведена в [1].

Аналіз будемо проводити за температури фронтальної поверхні $t_0 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, яка є допустимою температурою поверхні ТАЕП в момент закінчення акумулювання теплової енергії, та за температури повітря в приміщенні $t_{\infty} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, що відповідає осередненому значенні температури в приміщенні, в якому знаходяться люди.

Для розрахунків значення температури необхідно перевести з градусів Цельсія в Кельвіни¹:

$$T_0 = t_0 + 273 \quad (1)$$

$$T_{\infty} = t_{\infty} + 273 \quad (2)$$

Висоту приладу h будемо визначати в діапазоні 0,3...1,1 м, який відповідає стандартним висотам сучасних ТАЕП.

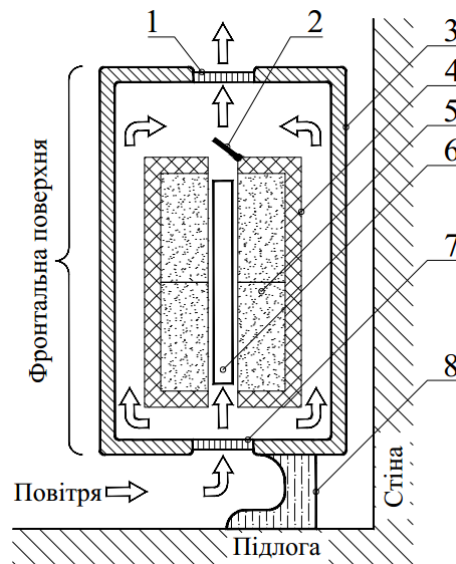


Рис. 1 Фронтальна поверхня ТАЕП на прикладі статичного ТАЕП:

1 – решітка для виходу повітря; 2 – регулюючий клапан; 3 – зовнішня оболонка (кожух); 4 – теплоізоляційний прошарок; 5 – теплоакумуючий матеріал; 6 – електричний нагрівач; 7 – решітка для входу повітря; 8 – підставка.

Примітка: дана схема є принциповою.

¹ В інженерних розрахунках часто нехтують часткою 0,15 в 273,15.

2. Визначення коефіцієнту конвективної тепловіддачі від вертикальної поверхні. Середній² коефіцієнт конвективної тепловіддачі $\bar{\alpha}$, Вт/(м²·К), від вертикальної поверхні визначимо по формулі:

$$\bar{\alpha} = \frac{\overline{Nu} \cdot \lambda}{h}, \quad (3)$$

де $\overline{Nu}$ – число Нуссельта;

λ – коефіцієнт теплопровідності повітря, його значення обирається в залежності від розрахункової температури повітря, яка в свою чергу залежить від обраної методики розрахунку, Вт/(м·К);

h – характерний геометричний розмір, в даному випадку – висота фронтальної поверхні ТАЕП, м.

У формулі (1) вже є раніше прийняті для розрахунку значення h та два параметри, які потрібно обрати: Nu та λ . Оскільки обидва вони залежать від параметрів повітря, то необхідно визначитись з джерелом даних по властивостях повітря в залежності від температури. В цій роботі таким джерелом було обрано [2, табл. П-3]. Дана таблиця використовувалась для практичних розрахунків в першому з обраних методів.

Пошук значень Nu та λ буде виконано по двох методиках. Перша методика узятя з [2, с. 94-96] – по даних М.О.Міхєєва, інша методика була представлена в [3] – по даних Churchill and Chu.

Різниця між цими методиками полягає в тому, що параметри Nu та λ визначаються за різних характерних температур та з застосуванням різних емпіричних формул для визначення Nu .

Дані методики також неодноразово модернізувались – наприклад, змінювались підходи по визначенню розрахункової температури [4, с. 217].

Однакові символи фізичних величин за відмінних їх значень в обох методиках будуть позначатись різними індексами: в методиці М.О.Міхєєва – індексом « ∞ », в методиці Churchill and Chu – « m ». Ці індекси були обрані на основі рекомендацій в [4, с. 218]: « ∞ » – індекс для температури оточуючого повітря, а « m » – індекс для середнього значення температур оточуючого повітря та вертикальної поверхні.

2.1. Визначення коефіцієнту конвективної тепловіддачі по даних М.О.Міхєєва згідно [2]. М.О.Міхєєв пропонував визначати тепловіддачу за вільної конвекції, використовуючи в якості визначальної температури температуру оточуючого середовища t_{∞} . $\overline{Nu}_{h,\infty}$ визначається в залежності від значень числа Грасгофа $Gr_{h,\infty}$, чисел Прандтля для повітря за температури оточуючого середовища Pr_{∞} та чисел Прандтля для повітря за температури рівної температури стінки Pr_0 .

Числа Прандтля Pr_{∞} та Pr_0 приймаються згідно довідкових даних по властивостях температури повітря.

² В цій роботі визначається лише значення «середнього коефіцієнту тепловіддачі», назву якого в тексті скорочують до «коефіцієнту тепловіддачі».

Число Грасгофа визначається у варіанті методики по даних Міхєєва $Gr_{h,\infty}$ по значенням за T_∞ формулі:

$$Gr_{h,\infty} = \frac{\beta \cdot h^3 \cdot g \cdot (T_0 - T_\infty)}{\nu_\infty^2} \quad (4)$$

де β – температурний коефіцієнт об’ємного розширення [2, с. 38], 1/К:

$$\beta = \frac{1}{T_\infty} \quad (5)$$

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

ν_∞ – коефіцієнт кінематичної в’язкості повітря за температури T_∞ , м²/с;

Формула для визначення числа Нуссельта залежить від добутку $Gr_{h,\infty} \cdot Pr_\infty$ наступним чином:

$$\overline{Nu}_{h,\infty} = 0,76 (Gr_h \cdot Pr_\infty)^{0,25} (Pr_\infty / Pr_0)^{0,25} \text{ при } 10^3 < Gr_{h,\infty} \cdot Pr_\infty < 10^9: \quad (6)$$

$$\overline{Nu}_{h,\infty} = 0,15 (Gr_L \cdot Pr_\infty)^{0,33} (Pr_\infty / Pr_0)^{0,25} \text{ при } Gr_{h,\infty} \cdot Pr_\infty > 10^9 \quad (7)$$

Отримані значення $\overline{Nu}_{h,\infty}$ використовуємо для обчислення значення середнього коефіцієнту конвективної тепловіддачі $\overline{\alpha}_\infty$ як у формулі (3):

$$\overline{\alpha}_\infty = \frac{\overline{Nu}_{h,\infty} \cdot \lambda_\infty}{h}, \quad (8)$$

де λ_∞ – коефіцієнт теплопровідності повітря за температури T_∞ , Вт/(м·К);

2.2. Визначення коефіцієнту конвективної тепловіддачі згідно Churchill and Chu. Churchill and Chu [3] пропонували визначати тепловіддачу за вільної конвекції, використовуючи в якості визначальної температури T_m :

$$T_m = \frac{T_0 + T_\infty}{2} \quad (9)$$

для всіх параметрів за винятком β , який визначається за температури T_∞ - тобто аналогічно формулі (5).

Необхідно визначити значення числа Релея $Ra_{h,m}$:

$$Ra_{h,m} = \frac{\beta \cdot h^3 \cdot g \cdot (T_0 - T_\infty)}{\nu_m \cdot \alpha_m} \quad (10)$$

де ν_m – коефіцієнт кінематичної в’язкості повітря за температури T_m , м²/с;

α_m – коефіцієнт температуропровідності повітря за температури T_m , м²/с;

Визначимо коефіцієнт Нуссельта за даного випадку:

$$\overline{Nu}_{h,m} = \left(0,825 + \frac{0,387 Ra_{h,m}^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{Pr_m} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right)^2 \text{ при } 10^{-1} \leq Ra_{h,m} \leq 10^{12} \quad (11)$$

де Pr_m – число Прандтля за температури T_m .

Значення коефіцієнту тепловіддачі за даної методики визначається як:

$$\bar{\alpha}_m = \frac{\overline{Nu}_{h,m} \cdot \lambda_m}{h}, \quad (12)$$

$$\bar{\alpha}_m = \frac{\overline{Nu}_{h,m} \cdot \lambda_m}{h}, \quad (13)$$

де λ_m – коефіцієнт теплопровідності повітря за температури T_m , Вт/(м·К);

2.3. Розрахунок та зведення даних по обох методиках. Розрахунки по методиках, представленим в розділах 2.1. (по даних М.О.Міхєєва) та 2.2. (по даних Churchill and Chu) зведені в табл. 1–3.

В табл. 1 приведені значення температури, за яких надалі будуть обчислюватись параметри повітря показані в табл. 2. В табл. 3 показано розрахунок значення коефіцієнтів конвективної тепловіддачі та інших параметрів для їх визначення в залежності від висоти фронтальної поверхні ТАЕП. Зміна значення коефіцієнту тепловіддачі в залежності від висоти фронтальної поверхні наведена на рис. 2.

3. Аналіз отриманих даних. Спочатку проаналізуємо, як зі зміною відносної висоти (співвідношення заданої в розрахунках висоти h_i до максимальної можливої в даних розрахунках висоти $h_{\max}$) змінюється співвідношення тепловіддачі на одиницю висоти, $\bar{\alpha}_i \cdot h_i$, за даної висота до максимально можливої $\bar{\alpha}_{\max} \cdot h_{\max}$ за даних розрахунків. Отримані дані занесемо в табл. 4.

Таблиця 1

Розрахункові температури

Температура	Значення, °C	Значення, K
Температура фронтальної стінки t_0, T_0	60	333
Температура оточуючого повітря t_∞, T_∞	20	293
Середня температура повітря t_∞, T_∞	40	313

Таблиця 2

Розрахункові параметри повітря

Дані узяті по методиці згідно	Числа Прандтля			$\nu \cdot 10^{-6}$, м ² /с	λ , Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^{-6}$, м ² /с	β , 1/К
	Pr_0	Pr_∞	Pr_m				
М.О.Міхєєва	0,696	0,703	-	15,06	0,0259	-	0,00341
Churchill and Chu	-	-	0,699	16,96	0,0276	24,3	0,00341

Таблиця 3

Розрахунок значень коефіцієнта конвективної тепловіддачі

h, м	Згідно методики:					
	М.О.Міхєєва			Churchill and Chu		
	$Gr_h \cdot Pr_\infty \cdot 10^6$	$\overline{Nu}_{h,\infty}$	$\overline{\alpha}_\infty$, Вт/(м²·К)	$Ra \cdot 10^6$	$\overline{Nu}_{h,m}$	$\overline{\alpha}_m$, Вт/(м²·К)
0,3	112,08	78,39	6,77	87,74	58,61	5,39
0,4	265,67	97,27	6,30	207,97	75,91	5,24
0,5	518,89	114,99	5,96	406,20	93,00	5,13
0,6	896,64	131,84	5,69	701,91	109,94	5,06
0,7	1423,84	157,70	5,83	1114,61	126,77	5,00
0,8	2125,38	179,98	5,83	1663,79	143,51	4,95
0,9	3026,18	202,24	5,82	2368,95	160,18	4,91
1	4151,13	224,48	5,81	3249,60	176,79	4,88
1,1	5525,16	246,69	5,81	4325,21	193,34	4,85

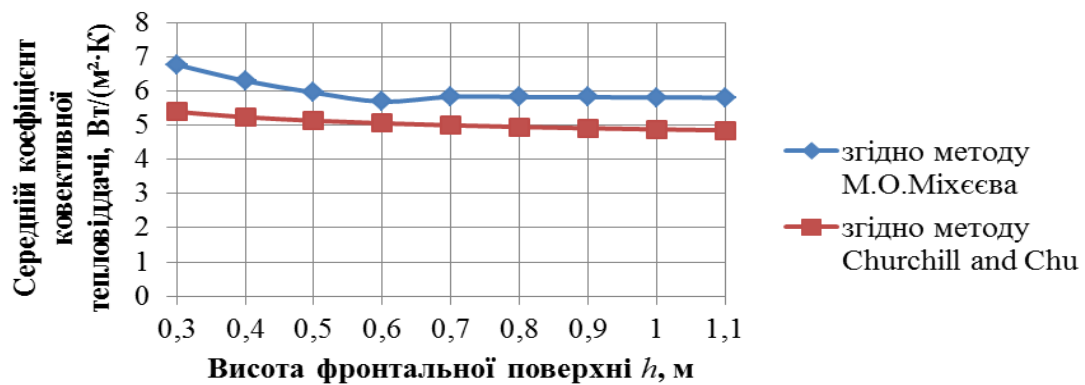


Рис. 2 Зміна середнього коефіцієнту конвективної тепловіддачі в залежності від висоти фронтальної поверхні ТАЕП

Таблиця 4

Розрахунок значень коефіцієнта конвективної тепловіддачі

h, м	$\frac{h_i}{h_{\max}} \cdot 100, \%$	$\frac{\overline{\alpha}_{\infty,i} \cdot h_i}{\overline{\alpha}_{\infty,\max} \cdot h_{\max}} \cdot 100, \%$	$\frac{\overline{\alpha}_{m,i} \cdot h_i}{\overline{\alpha}_{m,\max} \cdot h_{\max}} \cdot 100, \%$
0,3	27,27	31,78	30,31
0,4	36,36	39,43	39,26
0,5	45,45	46,61	48,10
0,6	54,55	53,44	56,86
0,7	63,64	63,92	65,57
0,8	72,73	72,96	74,22
0,9	81,82	81,98	82,85
1	90,91	91,00	91,44
1,1	100,00	100,00	100,00

Як випливає з табл. 4, зі збільшенням висоти фронтальної поверхні ТАЕП інтенсивність тепловіддачі зменшується. Оскільки тепловіддача від фронтальної поверхні ТАЕП є нерегульованою, то з позицій якості регулювання приладу бажано виконувати його якомога вищим: за незмінної площі фронтальної поверхні тепловіддача від фронтальної поверхні вищих ТАЕП буде меншою. Разом з тим, високий прилад незручно встановлювати в приміщенні. Проте при досягненні стандартної висоти в межах 0,5...0,7 м коефіцієнт тепловіддачі від фронтальної поверхні за більшої висоти спадає не так швидко – і виграв з точки зору регулювання від висоти приладу не буде таким вже й значим. Проаналізуємо також, яку частку від загальної тепловіддачі приладу може складати конвективна тепловіддача від його поверхні за визначених умов. Визначимо тепловіддачу Q по формулі:

$$Q = b \cdot h \cdot \bar{\alpha} \cdot (T_0 - T_{\infty}). \quad (14)$$

де b - ширина фронтальної поверхні, м.

По цих даних визначимо співвідношення Q до максимальної тепловіддачі $Q_{\max}$ від приладу.

Розрахунки виконаємо для умовної моделі з параметрами $h = 0,7$ м, $b = 0,8$ м та тепловіддачі $Q_{\max} = 1000$ Вт, що відповідає осередній моделі динамічних та статичних ТАЕП за даних геометричних параметрів. Дані по розрахунках представлені в табл. 5.

Таблиця 5

Розрахунок значень коефіцієнта конвективної тепловіддачі

Методика	h , м	b , м	Q , Вт	$Q/Q_{\max} \cdot 100$, %
Згідно методики М.О.Міхєєва	0,7	0,8	130,70	13,07
Згідно методики Churchill and Chu	0,7	0,8	111,96	11,20

Висновки:

1. Виконані розрахунки виявили, що конвективна тепловіддача від фронтальної поверхні ТАЕП становить за наведених умов та в залежності від обраного методу близько 12% (з певними відхиленнями від цього значення в залежності від методу розрахунку) в загальній частці тепловіддачі. Дана частка тепловіддачі не піддається регулюванню і тому її значення потрібно зменшувати, щоб підвищити якість роботи приладу та уникнути перегріву приміщення за відсутності потреби в теплоті.

2. При аналізі були використані два методи для розрахунку конвективної тепловіддачі від вертикальної поверхні. Результати розрахунку по цих методах в розглянутому діапазоні відрізняються: дані, отримані по методу М.О.Міхєєва, відрізняються від даних, отриманих по методу Churchill and Chu, на 20...25%. На даному етапі не йде мова про використання цих формул для інженерного розрахунку ТАЕП, але надалі має сенс визначити, яка з цих методик буде кращою для практичних розрахунків ТАЕП.

3. Потрібне подальше вивчення та уточнення моделі тепловіддачі від ТАЕП, зокрема вивчення зміни тепловіддачі в залежності від розподілу температури на поверхні ТАЕП та виявлення зв'язків між цим розподілом та розігрівом матеріалу всередині ТАЕП і властивостями теплоізоляції.

Список використаних джерел

1. Малкін Е. С. Теплоакмулюючі електропечі. Термінологія і класифікація / Е. С. Малкін, О. В. Лисак // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2014. – № 3. – С. 69–74.
2. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – 2-е изд., стер. – Москва : Энергия, 1977. – 343 с.
3. S. W. Churchill S. W. and H. H. S. Chu. Correlating equations for laminar and turbulent free convection from a vertical plate // Int. J. Heat Mass Transfer. – 1975. – Vol. 18. – P. 1323-1329.
4. Хрусталеv Б. М., Несенчук А. П., Тимошпольский В. И., Акельев В. Д., Седнин В. А., Копко В. М., Нерезько А. В. Тепло- и массообмен : учебное пособие / Под ред. Несенчук А. П. — Минск : БНТУ, 2007. — Т. 1 : 2 : 606 с. — ISBN 978-985-479-645-1.

References

1. Malkin, E. S. and Lysak, O. V. Storage heaters. The terminology and the classification. (Теплоакмулюючі електропечі. Термінологія і класифікація) / Е. С. Малкін, О. В. Лисак // Industrial power and electrical engineering [Promyslova elektroenerhetyka ta elektrotekhnika] (Promelectro). – 2014. – № 3. – P. 69–74. [in Ukrainian]
2. Mikheev, M.A. and Mikheeva, I.M.. Fundamentals of Heat Transfer. (Osnovy teploperedachi). Energia, Moscow, 2nd edition, 1977. [in Russian]
3. S. W. Churchill S. W. and H. H. S. Chu. Correlating equations for laminar and turbulent free convection from a vertical plate // Int. J. Heat Mass Transfer. – 1975. – Vol. 18. – P. 1323-1329.
4. Khrustalev, B. M.; Nesenchuk A. P.; Timoshpol'skiy V. I.; Akel'ev V. D.; Sednin V. A.; Kopko V. M., Nerez'ko A. V. Heat and mass transfer : textbook (Тепло- i massoobmen : uchebnoe posobie) / Ed. by Nesenchuk, A. P.. – Minsk : BNTU, 2007. — V. 1 of 2 : 606 p. — ISBN 978-985-479-645-1. [in Russian]

АНАЛИЗ КОНВЕКТИВНОЙ ТЕПЛООТДАЧИ ОТ ФРОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ

ЛЫСАК О.В.

Институт возобновляемой энергетики НАН Украины

Цель. Статья уточняет параметры конвективного теплообмена между фронтальной поверхностью теплоаккумулирующей электропечи (ТАЭП) и окружающим воздухом.

Методика. В этой статье рассматривается только свободная конвективная теплоотдача от фронтальной поверхности ТАЭП. При таком условии для вычисления значений коэффициента теплоотдачи принято два подхода: (1) М.А.Михеева и (2) S.W.Churchill and H.H.S.Chu. С помощью этих подходов определены коэффициенты конвективной теплоотдачи от фронтальной поверхности ТАЭП в зависимости от высоты поверхности и температур поверхности и окружающего воздуха.

Результаты. Был изучен характер свободной конвективной теплоотдачи от фронтальной поверхности ТАЭП при температуре поверхности 60 °С и температуре окружающего воздуха 20 °С. Теоретически определено, какую долю от общей теплоотдачи прибора может составлять теплоотдача от фронтальной поверхности.

Научная новизна. Проанализирован характер конвективной теплоотдачи от фронтальной поверхности ТАЭП для определения её влияния на общую теплоотдачу от прибора.

Практическая значимость. Результаты этой работы демонстрируют характер конвективной теплоотдачи от фронтальной поверхности ТАЭП.

Ключевые слова: аккумуляционные системы отопления, теплоаккумулирующие электронагреватели, теплонакопители, теплообмен.

ANALYSIS OF CONVECTIVE HEAT TRANSFER FROM STORAGE HEATER FRONT PANELS

LYSAK O.

Institute of Renewable Energy at National Academy of Sciences of Ukraine

Purpose. The article specifies the convective heat transfer between the storage heater front panels and the ambient air.

Methodology. This article reviews only the natural convection from storage heater front panels. For calculations two approaches were used. The first approach is based on the methodology proposed by M.A.Mikheev. The second approach is based on the methodology proposed by S.W.Churchill and H.H.S.Chu. Using these approaches the convective heat transfer coefficients are calculated based on the panel heights, the panel temperature and the ambient air temperature.

Findings. The natural convection from the storage heater front panels were studied when the front panel temperature is 60 °C and the ambient air temperature is 20 °C. The portion of the convective heat output of the storage heater front panels from the total heat output is theoretically evaluated.

Originality. The nature of the convective heat transfer from the front panels is analyzed to determine its impact on the overall heat output from the device.

Practical value. The nature of the convective heat transfer from the storage heater front panels is shown.

Keywords: storage heating, electric storage heating, storage heaters, heat transfer.

УДК 697.1

ДЕШКО В.І., БІЛОУС І.Ю., СУХОДУБ І.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОГО ВПЛИВУ СОНЯЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ РАДІАЦІЇ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ОГОРОДЖЕНЬ БУДІВЛІ

Мета. Підвищення ефективності управління теплоспоживанням шляхом визначення впливу сонячної радіації та власного теплового випромінювання внутрішніх поверхонь огороджень на температуру повітря та температур поверхонь зовнішніх огороджувальних конструкцій.

Методика. В процесі дослідження застосовано: математичне моделювання процесів теплообміну, радіаційного теплообміну в дифузному наближенні, регресійний аналіз.

Результати. У ході роботи досліджено сумісний вплив сонячного та теплового випромінювання на температуру поверхонь зовнішніх огороджень в залежності від інтенсивності сонячних надходжень та теплофізичних властивостей зовнішніх огороджень. Для розглянутого діапазону величин визначено регресійні залежності, коефіцієнти еластичності сонячних теплонадходжень та опору огороджувальних конструкцій.

Наукова новизна. Обґрунтовано доцільність врахування власного теплового випромінювання огороджень, що дозволяє уточнити значення температури поверхонь зовнішніх огороджень.

Практична значимість. В результаті проведеного дослідження визначено прямі та перехресні залежності зміни температур поверхонь від теплофізичних властивостей огороджень та різного рівня інсоляційних надходжень.

Ключові слова. температура, власне теплове випромінювання, тепловтрати, сонячні теплонадходження.

Вступ. До найбільших споживачів енергоресурсів України відносяться житлові та громадські будівлі. Основною проблемою таких будівель є підвищені витрати теплової енергії та недотримання умов комфортності внутрішнього мікроклімату приміщень [1,2]. Зважаючи на низький рівень ефективності енерговикористання в бюджетній сфері, в тому числі й галузі освіти, виникає необхідність проведення структурного аналізу використання енергії, зокрема витрати на тепло.

Основою поглибленого аналізу теплового стану приміщень є математичні моделі, які базуються на використанні знань фізичних характеристик будівлі. В діючих підходах оцінки енергетичної потреби будівлі є ряд спрощень, що обмежують якість розрахунків. В [3] приймається, що температура повітря та температура огороджувальних конструкцій однакова. Приймається, що вся сонячна радіація, яка проходить в будівлю, поглинається, а також відсутній власний променевий теплообмін стін. В стандарті [4] при детальному моделюванні невелика частина сонячного випромінювання може залишати зону будівлі через зовнішні огороджувальні конструкції.

Вплив власного теплового випромінювання стін на температуру зовнішніх огороджувальних конструкцій вивчений недостатньо. З метою врахування даного впливу створена математична модель кімнати. Частина радіаційного випромінювання, яке

потрапляє до кімнати, поглинається огороженнями, а частина пропускається через світлопрозорі огорожувальні конструкції до атмосфери.

Постановка завдання:

1) побудова математичної моделі розрахунку внутрішньої температури, температур та теплових потоків огорожувальних поверхонь з урахуванням сонячного та теплового випромінювання;

2) отримати та проаналізувати значення температур та теплових потоків огорожувальних поверхонь від зміни інсоляційних надходжень та теплофізичних властивостей конструкцій.

Опис моделі. Комп'ютерна модель описує приміщення з однією зовнішньою стіною та вікном. В стаціонарному тепловому балансі враховано втрати теплопередачею через зовнішню стіну та вікно, теплові надходження від сонячної радіації через вікно та від внутрішніх джерел та опалення, втрати на вентилявання приміщення. Приймається, що значення температур для кожної внутрішньої поверхні та повітря має усталені значення. Сонячна радіація після потрапляння в приміщення через вікна, а також власне теплове випромінювання та радіаційні характеристики поверхонь мають дифузний характер. В результаті модель передбачає, що середня температура внутрішніх стін та перекриттів дорівнює середній температурі повітря у приміщенні. Також приймемо, що теплофізичні властивості матеріалу огорожувальних конструкцій не залежать від температури.

Система рівнянь розробленої математичної моделі вміщує:

Рівняння теплового балансу кімнати [5, 6]

$$Q_{\Sigma} + Q_{\Sigma} = Q_0 + Q_{\text{TH}} + Q_{\text{рез.в.2}} \quad (1)$$

Втрати тепла вентиляцією

$$Q_{\Sigma} = nVc\rho(t_{\text{вн}} - t_{\text{с}}) \quad (2)$$

Втрати тепла через зовнішні огорожувальні конструкції

$$Q_{\Sigma} = Q'_{\Sigma} + Q''_{\Sigma} \quad (3)$$

Рівняння теплопереносу на зовні від внутрішньої поверхні стіни [5, 6]

$$Q'_{\Sigma} = F_{\Sigma} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с}}}{R_{\Sigma\text{ст}} + R_{\Sigma\text{с}}} \quad (4)$$

Рівняння теплопереносу до внутрішньої поверхні стіни від приміщення за рахунок тепловіддачі, сонячної радіації та власного теплового випромінювання внутрішніх стін [7, 8]

$$Q'_{\Sigma} = F_{\Sigma} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с}}}{R_{\Sigma\text{ст}}} - Q_{\text{рез.ст.1}} - Q_{\text{рез.ст.2}} \quad (5)$$

Аналогічні рівняння (7), (8) для внутрішньої поверхні вікна за винятком поглинання сонячної радіації.

$$Q''_{\Sigma} = F_{\Sigma} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с}}}{R_{\Sigma\text{ст}} + R_{\Sigma\text{в}}} \quad (6)$$

$$Q'_{\Sigma} = F_{\Sigma} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с}}}{R_{\Sigma\text{ст}}} - Q_{\text{рез.в.1}} \quad (7)$$

Систему рівнянь для результуючих потоків теплового випромінювання стіни, вікна та внутрішніх поверхонь [7, 8]

$$Q_{\text{рез.ст.1}} = Q_{\text{эф.ст.1}} - Q_{\text{эф.ст.1}} \cdot \varphi_{\text{во-ст}} \quad (8)$$

$$Q_{\text{рез.в.1}} = Q_{\text{эф.в.1}} - Q_{\text{эф.в.1}} \cdot \varphi_{\text{во-в}} \quad (9)$$

$$Q_{\text{рез.во.1}} = -Q_{\text{рез.ст.1}} - Q_{\text{рез.в.1}} \quad (10)$$

Теж саме для сонячної радіації [7, 8]

$$Q_{\text{рез.ст.2}} = Q_{\text{эф.ст.2}} - Q_{\text{эф.ст.2}} \cdot \varphi_{\text{ст-ст}} \quad (11)$$

$$Q_{\text{рез.в.2}} = Q_{\text{эф.в.2}} - Q_{\text{эф.в.2}} \cdot \varphi_{\text{ст-в}} \quad (12)$$

$$Q_{\text{рез.во.2}} = -Q_{\text{рез.ст.2}} - Q_{\text{рез.в.2}} \quad (13)$$

Рівняння ефективних потоків теплового випромінювання для зовнішньої стіни, вікна та внутрішніх огорожень [7, 8]

$$Q_{\text{эф.ст.1}} = Q_{\text{рез.ст.1}} \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{Q_{\text{вст.1}}}{A_1} \quad (14)$$

$$Q_{\text{эф.в.1}} = Q_{\text{рез.в.1}} \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{Q_{\text{вв.1}}}{A_1} \quad (15)$$

$$Q_{\text{эф.во.1}} = Q_{\text{рез.во.1}} \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{Q_{\text{вво.1}}}{A_1} \quad (16)$$

Рівняння ефективних потоків сонячної радіації для зовнішньої стіни, вікна та внутрішніх огорожень [7, 8]

$$Q_{\text{эф.ст.2}} = Q_{\text{рез.ст.2}} \left(1 - \frac{1}{A_2}\right) \quad (17)$$

$$Q_{\text{эф.в.2}} = Q_{\text{рез.в.2}} \left(1 - \frac{1}{A_2}\right) + \frac{I_{\text{інс}} F_{\text{в}}}{A_2} \quad (18)$$

$$Q_{\text{эф.во.2}} = Q_{\text{рез.во.2}} \left(1 - \frac{1}{A_2}\right) \quad (19)$$

Рівняння власних потоків теплового випромінювання для зовнішньої стіни, вікна та внутрішніх огорожень [7, 8]

$$Q_{\text{ев.1}} = F_{\text{в}} \sigma A_1 T_{\text{в}}^4 \quad (20)$$

$$Q_{\text{евст.1}} = F_{\text{ст}} \sigma A_1 T_{\text{ст}}^4 \quad (21)$$

$$Q_{\text{евво.1}} = F_{\text{во}} \sigma A_1 T_{\text{вн}}^4 \quad (22)$$

де $Q_{\text{ст}}$ — тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

$Q_{\text{о}}$ — теплонадходження від опалювальних приладів, Вт;

$Q_{\text{тн}}$ — додаткові теплонадходження, Вт;

$Q_{\text{рад}}$ — теплонадходження від сонячної радіації, Вт;

на, відповідно, теплового випромінювання та сонячної радіації; n — кратність повітрообміну;

V — об'єм приміщення, м³;

c, ρ — теплоємність та густина повітря;

$t_{\text{вн}}, t_{\text{в}}$ — внутрішня та зовнішня температура повітря, °С;

$I_{\text{інс}}$ — інсоляційні теплонадходження, Вт/м²;

$F_{\text{в}}, F_{\text{ст}}, F_{\text{во}}$ — площа вікна, зовнішньої стіни та внутрішніх огорожень, м²

$Q'_{\text{ст}}, Q'_{\text{в}}$ — тепловтрати через зовнішню стіну та вікно, відповідно, Вт;

$t_{\text{ст}}, t_{\text{в}}$ — температура на поверхні зовнішньої стіни та вікна з внутрішньої сторони, °С;

$R_{\text{ст}}, R_{\text{в}}$ — термічний опір теплопровідності зовнішньої стіни та вікна, м²°С/Вт;

$R_{\text{вв}}, R_{\text{вст}}$ — термічний опір тепловіддачі пристінного прошарку, м²°С/Вт;

$Q_{\text{рез.в.1}}, Q_{\text{рез.ст.1}}, Q_{\text{рез.во.1}}$ — результуючий потік теплового випромінювання відповідно, вікна, зовнішньої стіни, внутрішніх огорожень, Вт;

$Q_{\text{рез.в.2}}, Q_{\text{рез.ст.2}}, Q_{\text{рез.во.2}}$ — результуючий потік сонячної радіації від вікна, зовнішньої стіни та внутрішніх огорожень, відповідно, Вт;

$Q_{\text{эф.в.1}}, Q_{\text{эф.ст.1}}, Q_{\text{эф.во.1}}$ – ефективний потік теплового випромінювання від вікна, зовнішньої стіни та внутрішніх огорожень, відповідно, Вт;

$Q_{\text{эф.в.2}}, Q_{\text{эф.ст.2}}, Q_{\text{эф.во.2}}$ – ефективний потік сонячної радіації вікна, зовнішньої стіни та внутрішніх огорожень, відповідно, Вт;

$Q_{\text{ав.1}}, Q_{\text{ав.ст.1}}, Q_{\text{ав.во.1}}$ – власний потік теплового випромінювання від вікна, зовнішньої стіни та внутрішніх огорожень, відповідно, Вт;

A_1, A_2 – коефіцієнт поглинання для стіни та ві

D_2 – коефіцієнт пропускання вікон в видимій області спектру;

σ – постійна Стефана-Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K}^4)$;

$\varphi_{\text{во-ст}}, \varphi_{\text{во-в}}$ – кутові коефіцієнт поглинання теплової енергії від внутрішніх огорожень на зовнішню стіну та вікно, відповідно.

На базі цих рівнянь побудована модель кімнати, до зволяє аналізувати теплові потоки сонячного та теплового випромінювання, температуру на поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій та внутрішнього повітря в кімнаті.

Вихідні дані. Розміри кімнати 5×5 м та висота 4 м. Приймається, що приміщення має одну зовнішню стіну та вікно ($F_{\text{зс}}=6,5 \text{ м}^2$). Розглядалися по три варіанти значень опору теплопровідності стін та вікон ($R_{\text{зс}} = \{0,8; 1,2; 1,6\}$, $R_{\text{в}} = \{0,2; 0,5; 0,8\}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт). Коефіцієнти тепловіддачі зовнішнього повітря 23 Вт/м²°С та внутрішнього повітря 8,7 Вт/м²°С. Температура зовнішнього повітря –1°С. Кратність повітрообміну – 1. Теплоємність повітря –1005 Дж/(кг°С). Густина повітря – 1,225 кг/м³. Коефіцієнт поглинання внутрішніх стін: сонячного випромінювання 0,2; теплового для стін і вікна – 0,9. Коефіцієнт пропускання сонячного випромінювання вікна 0,8. Кутові коефіцієнти відповідно до умов термодинамічної рівноваги розраховувалися з наступних співвідношень:

$$\varphi_{\text{во-ст}} = \frac{F_{\text{зс}}}{F_{\text{во}}} = 0,059, \quad \varphi_{\text{во-в}} = \frac{F_{\text{в}}}{F_{\text{во}}} = 0,123.$$

Результати моделювання. Значення сумарних внутрішніх теплових надходжень та опалення розраховувались з умов температури приміщення 18°С, рівні сонячних надходжень 35 Вт/м² та приймалися сталими.

Порівнювались результати розрахунків за двома моделями (з врахуванням власного теплового випромінювання огорожень та без). При різних інсоляційних надходженнях розглядали наступні варіанти зміни параметрів огорожувальних конструкцій: 1) $R_{\text{зс}}=\text{const}$, $R_{\text{в}}=\text{var}$; 2) $R_{\text{в}}=\text{const}$, $R_{\text{зс}}=\text{var}$.

На рисунку 1 представлено зміну внутрішньої температури повітря та температури поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій з врахуванням власного випромінювання внутрішніх стін та без нього при зміні інтенсивності інсоляційних надходжень. Значення $R_{\text{зс}}=0,8 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$, $R_{\text{в}}=0,5 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$.

На внутрішню температуру повітря власне випромінюванням огорожувальних конструкцій практично не впливає, натомість при врахуванні власного випромінювання температура поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій змінюється приблизно на 1°С – вікно та 0,5°С – стіна.

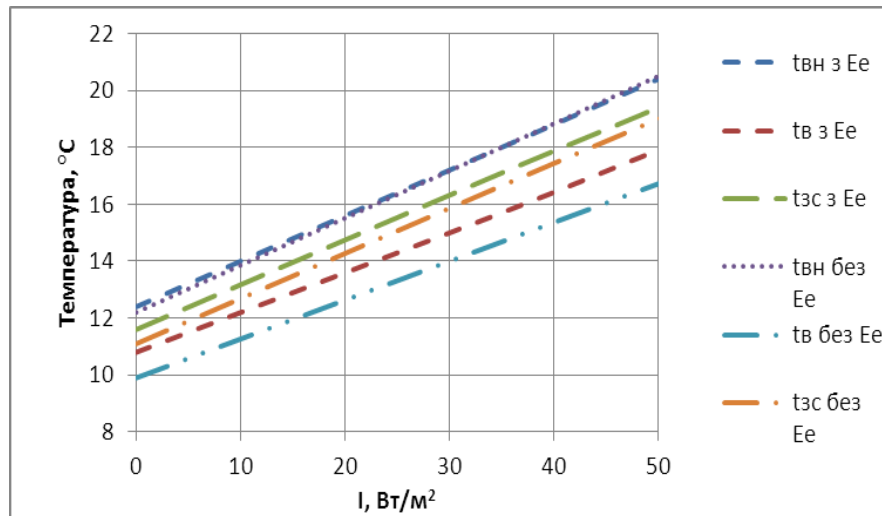


Рис.1 Зміна температури внутрішнього повітря та зовнішніх огорожувальних конструкцій в залежності від інтенсивності сонячних теплонадходжень

На рис.2 представлена зміна тепловтрат зовнішньої стіни в залежності від інтенсивності сонячних теплонадходжень при різних значеннях опору теплопровідності.

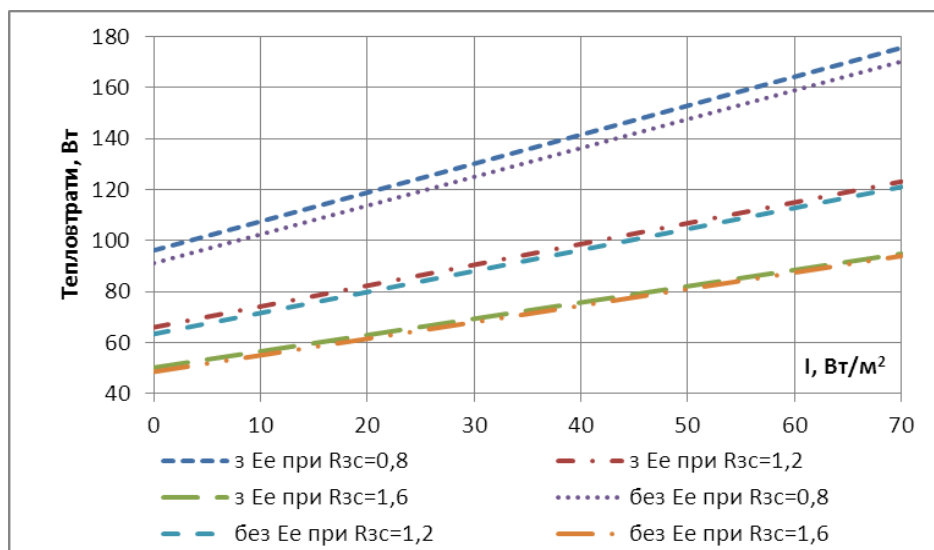


Рис.2 Зміна тепловтрат зовнішньої стіни в залежності від інтенсивності сонячних теплонадходжень

З рис.2 видно, що при збільшенні опору теплопередачі власне випромінювання внутрішніх стін менше впливає на тепловтрати. На рис. 3 наведена зміна температури поверхонь зовнішньої стіни та вікна за рахунок врахування власного випромінювання при різних опорах огорожувальних конструкцій.

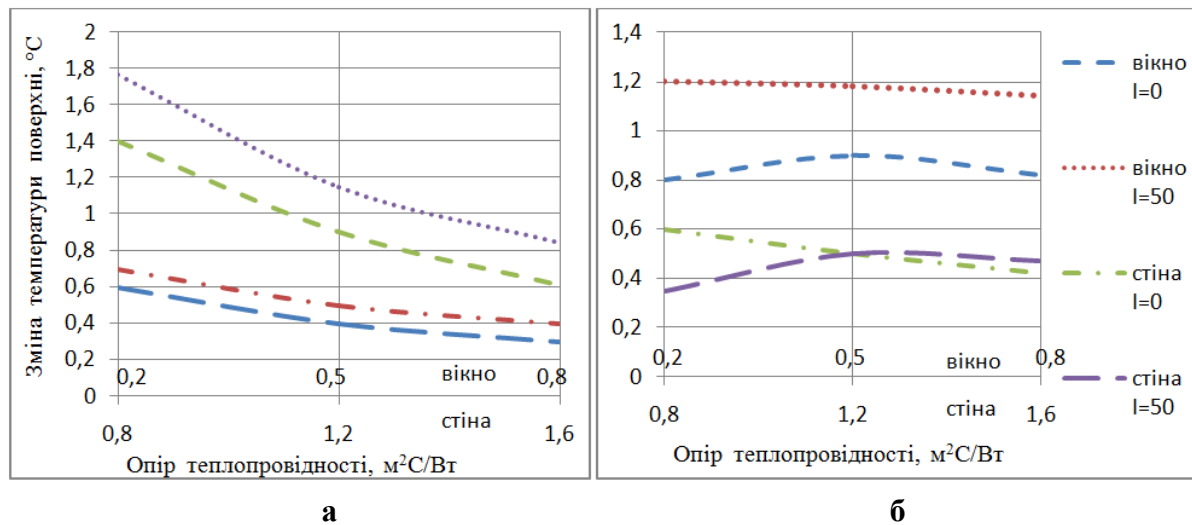


Рис.3 Зіна температури поверхонь при врахуванні власного випромінювання.
Пряма (а) та перехресна (б) залежність від опору стін та вікон при різних рівнях сонячних
теплонадходжень

З результатів цих розрахунків видно, що врахування власного випромінювання збільшує температуру поверхні стіни на 1–1,5°C та на 0,5–0,8°C вікна.

При моделюванні досліджено також вплив змiну опору вікна на температуру поверхні зовнішньої стіни і навпаки: стіни на вікно. Визначено, що при збільшенні інтенсивності сонячної радіації зміна температури поверхні під дією такого перехресного впливу елементів зовнішніх огорожень змінюється від лінійної на опуклу.

Результати залежності внутрішніх температур зовнішньої стіни, вікна та повітря від інтенсивності сонячного випромінювання та опору зовнішніх огорожень в розглянутому діапазоні параметрів оброблені за допомогою лінійного багатфакторного регресійного аналізу (рівняння (23)–(25)):

$$\frac{t_{\text{ст}}}{t_{\text{в}}} = 0,662 + 0,326 \frac{I}{I_0} + 0,0012 \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{ст0}}} + 0,0104 \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{в0}}}, R^2 = 0,986 \quad (23)$$

$$\frac{t_{\text{ст}}}{t_{\text{в}}} = 0,497 + 0,334 \frac{I}{I_0} + 0,0026 \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{ст0}}} + 0,1665 \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{в0}}}, R^2 = 0,967 \quad (24)$$

$$\frac{t_{\text{ст}}}{t_{\text{в}}} = 0,59 + 0,336 \frac{I}{I_0} + 0,0638 \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{ст0}}} + 0,0108 \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{в0}}}, R^2 = 0,967 \quad (25)$$

Значення приведених коефіцієнтів рівнянь регресії являються коефіцієнтами еластичності. З цих значень видно, найбільший вплив на температуру поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій має інтенсивність сонячного теплонадходження, а також більший вплив має опір даної поверхні у порівнянні з перехресним впливом. Поведінка теплових потоків через зовнішні огорожувальні конструкції має аналогічний характер.

Висновки. Створена модель дозволяє аналізувати внутрішню температуру повітря, температури та теплові потоки зовнішніх огорожувальних конструкцій з врахуванням власного теплового випромінювання внутрішніх стін. Врахування власного випромінювання збільшує значення температури поверхні стіни на 1–1,5°C та на 0,5–0,8°C вікна. Досліджено, що при збільшенні опору огорожувальних конструкцій зменшується вплив власного випромінювання внутрішніх стін на поверхню зовнішніх огорожень. В розглянутому діапазоні зміни параметрів їх вплив на температуру внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень зменшується в ряду: сонячна радіація, власний опір теплопровідності, перехресний вплив опору іншого огороження.

Список використаних джерел

1. Басок Б.И. Особенности теплоснабжения административных зданий в отопительный период / Б.И. Басок, Б.В. Давиденко, С.М. Гончарук, О.Н.Лысенко, А.А. Лунина, А.И. Тесля, А.Н. Недбайло, М.В. Ткаченко// *Керамика: наука и жизни* - 2011. - №4(14). - С. 59-68.
2. Дешко В.І. Числове моделювання як метод дослідження теплових режимів приміщення / В.І. Дешко, М.М. Шовкалюк, Ю.В. Лохманець, Ю.Р. Куран // *Нова тема*. - №4. - 2008. - С. 26-30.
3. ДСТУ_Н Б А.2.2.5:2007. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції [Текст]. – Уведено вперше ; чинний від 2008.07.01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 44 с.
4. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 26629.85; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с.
5. *Исаченко В.П.* Теплопередача / *В.П. Исаченко., В.А. Осипова, А.С. Сукомел* – М.:Энергоиздат, 3-е изд., 1981. – 416 с.
6. *Зигель Р.* Теплообмен излучением / *Р Зигель., Дж. Хауэлл.*– М.: Мир, перевод с англ., под ред. д-ра. техн.наук Хрусталева Б.А. 1975 – 934 с.
7. *Михеев М.А.* Основы теплопередачи / *М.А. Михеев, И.М. Михеев*– М.: Энергия, 2-е изд., 1977 – 342с.
8. *Дешко В.И.* Теоретические основы теплотехники / *В.И. Дешко, В.В. Дубровская, В.И. Шкляр, А.В. Ленкин, В.П. Студенец* – К.: НТУУ «КПИ», 2011 – 118 с.

References

1. Basok B.I., Davidenko B.V., Goncharuk S.M., Lysenko O.N., Lunina A.A., Teslya A.I., Nedbaylo A.N., Tkachenko M.V. (2011) Osobennosti teplosnabzheniya administrativnykh zdaniy v otopitelnyy period [Features heating office buildings in the heating period]. *Keramika: nauka i zhizni* – *Ceramics: Science and Life*, 4(14), 59-68 [in Ukrainian].
2. Deshko V.I., Shovkalyuk M.M., Lokhmanets Yu.V., Kuran Yu.R. (2008) Chyslove modeliuvannia yak metod doslidzhennia teplovykh rezhymiv prymishchennia [Numerical modeling as a method of investigation of thermal regimes room]. *Nova tema* – *The new theme*, 4, 26-30 [in Ukrainian].
3. Proektuvannia. Nastanova z rozroblennia ta skladannia enerhetychnoho pasporta budynkiv pry novomu budivnytstvi ta rekonstruktsii [Design. Guidelines for the development and preparation of energy passport of buildings for new construction and reconstruction]. (2007) DSTU_N B A.2.2.5:2007 from 7 July 2008. Kiev: Minrehionbud Ukrainy [in Ukrainian].
4. Enerhoefektyvnist budivel. Rozrakhunok enerhospozhyvannia pry opalenni ta okholodzhenni [Energy efficiency of buildings. Calculation of energy consumption for heating and cooling]. (2011) DSTU B EN ISO 13790:2011 from 1 January 2013. Kiev: NDIBK [in Ukrainian].
5. Isachenko V.P., Isachenko. V.P, Osipova V.A., Sukomel A.S. (1981) Teploperedacha [Heat transfer] / V.P Isachenko., V.A. Osipova, A.S. Sukomel – Moscow [in Ukrainian].
6. Siegel R. & Howell J. (1975) Teploobmen izlucheniem [Radiation heat transfer]. Moscow.: Mir, translated from English., Drs. Technical Sciences B.A. Khrustalev [in Ukrainian].
7. Mikheev M.A. & Mikheev I.M. (1977) Osnovy teploperedachi [Fundamentals of heat transfer]. Moscow [in Ukrainian].
8. Deshko V.I., Dubrovskaya V.V., Shklyar V.I., Lenkin A.V. & Studenets V.P. (2011) Teoreticheskie osnovy teplotekhniki [Theoretical foundations of heat technology]. Kyiv NTUU«KPI» [in Ukrainian].

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕЩНОГО ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ И ТЕПЛОВОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ

ДЕШКО В.И., БЕЛОУС И.Ю., СУХОДУБ И.О.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Цель. Определение влияния солнечной радиации и собственного теплового излучения внутренних поверхностей ограждений на температуру воздуха и температур поверхностей наружных ограждающих конструкций.

Методика. В процессе исследования применены: математическое моделирование процессов теплообмена, радиационного теплообмена в диффузном приближении, регрессионный анализ.

Результаты. В ходе работы исследовано совместное влияние солнечного и теплового излучения на температуры поверхностей наружных ограждений в зависимости от интенсивности солнечных поступлений и теплофизических свойств наружных ограждений.

Научная новизна. Обоснована целесообразность учета собственного теплового излучения ограждений, что позволяет уточнить значение температуры поверхностей наружных ограждений.

Практическая значимость. В результате проведенного исследования определены прямые и перекрестные зависимости изменения температур поверхностей от теплофизических свойств ограждений и разного уровня инсоляционных поступлений.

Ключевые слова: температура, собственное тепловое излучение, теплопотери, солнечные теплопоступления.

SIMULATION OF THE COMBINED INFLUENCE OF SOLAR AND THERMAL RADIATION ON INTERNAL SURFACE TEMPERATURE OF BUILDINGS ENVELOPE

DESHKO V., BILOUS I., SUKHODUB I.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

Purpose. Determining the effect of solar radiation and internal surfaces intrinsic thermal radiation on air temperature and internal surface temperatures of external walls and windows.

Methods. Mathematical simulation of heat transfer, radiation heat transfer in diffuse approximation, regression analysis.

Results. The combined effect of solar radiation and intrinsic thermal radiation on inner surface temperature of external walls and windows is examined depending on solar irradiance and thermal properties of building envelope.

Scientific novelty. Expediency of intrinsic thermal radiation accounting is justified, allowing you to specify the inner surface temperature of external walls and windows.

The practical significance. The study identified the direct and cross temperature dependences on the surfaces thermal properties and different levels of solar heat gains.

Keywords: temperature, intrinsic thermal radiation, heat losses, solar heat gains.

УДК 621.311.24

АЛЕКСІЄВСЬКИЙ Д.Г.

Запорізька державна інженерна академія

МОМЕНТНЕ УПРАВЛІННЯ ВЕУ З АЕРОДИНАМІЧНИМ МУЛЬТИПЛІКУВАННЯМ

Мета. Підтвердження можливості моментного управління ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням в режимі обмеження потужності.

Методика. У процедурах синтезу структури регулятора було використано математичний апарат розв'язання систем трансцендентних рівнянь. При математичному моделюванні поведінки електромеханічної системи було використано узагальнену математичну модель електромеханічної системи з аеродинамічним мультиплікуванням.

Результати. На основі аналізу характеристик аеромеханічної підсистеми ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням був розроблений алгоритм її управління в режимі обмеження потужності. Проведено математичне моделювання даної системи, результати якого підтверджують дієздатність даного алгоритму.

Наукова новизна. Вперше обґрунтовано можливість використання моментного управління електромеханічною системою ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням в режимі обмеження потужності.

Практична значимість. Використання моментного управління ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням без аеродинамічного обмеження потужності вітротурбіни дозволяє значно знизити витрати на виготовлення та експлуатацію ВЕУ.

Ключові слова: вітроенергетична установка, вітротурбіна, математична модель, аеродинамічне мультиплікування, моментне управління ВЕУ.

Вступ. Вітроенергетичні установки з аеродинамічним мультиплікуванням дозволяють позбавитися від механічного мультиплікатора та використовувати безпосереднє з'єднання генератора і вітротурбіни. Як і у ряді класичних схем, залежно від величини швидкості вітру, електромеханічна система такої ВЕУ може знаходитися в двох робочих режимах. Перший режим характеризується максимальною ефективністю відбору потужності від вітрового потоку. Другий режим вимагає зменшення ефективності відбору потужності, оскільки потужність вітрового потоку, з урахуванням коефіцієнта перетворення, значно перевищує можливості устаткування. Дослідженню властивостей системи з аеродинамічним мультиплікуванням були присвячені роботи [1], [2], [3]. У цих та інших роботах тих самих авторів був проведений аналіз статичних і динамічних властивостей системи з аеродинамічним мультиплікуванням. В них було розглянуто ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням, режим обмеження потужності яких здійснювався аеродинамічним способом, шляхом повороту лопатей основної вітротурбіни. Наявність механізмів повороту збільшує капітальні та експлуатаційні витрати на ВЕУ. У зв'язку з цим представляється доцільним застосування способу управління такої ВЕУ без аеродинамічного регулювання за допомогою моменту генератора.

Постановка завдання. До теперішнього часу для електромеханічних систем ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням моментне обмеження потужності на практиці не використовувалося і теоретично не розвивалося. Потрібно відзначити, що здійснення цього режиму в системах з аеродинамічним мультиплікуванням має істотні відмінності від реалізації цього режиму в класичній ВЕУ, для якої теорія моментного управління

описана досить добре. На сьогодні сама можливість здійснення такого способу управління вимагає підтвердження.

Вирішення цього завдання досягається через синтез алгоритму управління і проведення модельного експерименту для підтвердження його працездатності.

Результати дослідження. Для здійснення моментного управління електромеханічною системою БЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням в роботі був розроблений алгоритм управління моментом генераторів. Структурна схема системи управління, яка його реалізує, приведена на рис. 1. Всі величини вказані у відносних одиницях.

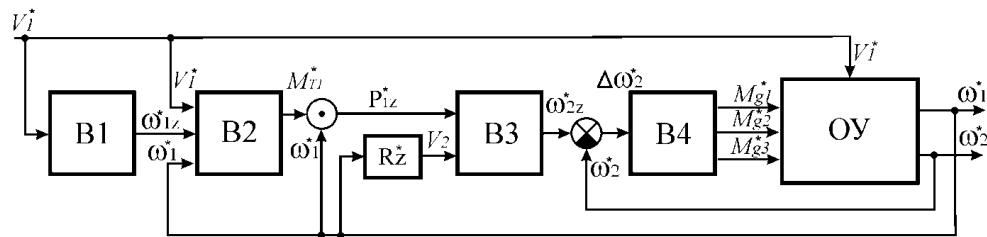


Рис. 1 Структурна схема системи управління

B1 – обчислювач координат статичної траєкторії регулювання, B2 – обчислювач координат динамічної траєкторії регулювання, B3 – обчислювач координат робочої точки вторинних аеромеханічних підсистем, B4 – регулятор моменту генераторів, ОУ – об'єкт управління (електромеханічна система БЕУ)

Обчислювач **B1** здійснює визначення заданої кутової швидкості ω_{1z}^* – відповідної координати статичної траєкторії регулювання. Фактично ω_{1z}^* є функцією швидкості первинного вітрового потоку V_1^* для статичної траєкторії регулювання.

Для забезпечення необхідної діаграми видобутку класичного типу (рис. 2) використовується наступна статична траєкторія регулювання (рис. 3) в координатах механічної характеристики вітротурбіни.

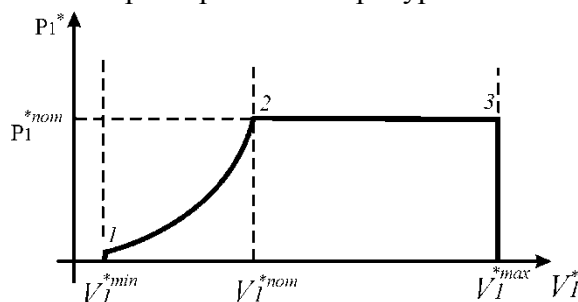


Рис. 2 Діаграма видобутку БЕУ

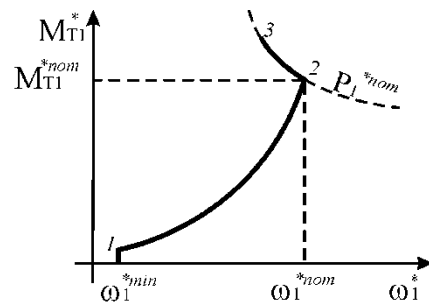


Рис. 3 Статична траєкторія регулювання

Ця траєкторія регулювання подібна до траєкторії регулювання для класичної БЕУ [4], з тією лише різницею, що замість моменту генератора для класичної схеми, в системі з аеродинамічним мультиплікуванням виступає момент гальмування M_{T1}^* , який створюється вторинною аеромеханічною підсистемою на валу первинної вітротурбіни.

Функція обчислювача визначається виразом (1) (позначення відповідно рис. 2).

$$\omega_{1z}^*(V_1^*) = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 < V_1^* < V_1^{*\min} \\ V_1^* & \text{при } V_1^{*\min} \leq V_1^* \leq V_1^{*\text{nom}} \\ f(V_1^*) & \text{при } V_1^{*\text{nom}} < V_1^* < V_1^{*\max} \\ 0 & \text{при } V_1^{*\max} \leq V_1^* < +\infty \end{cases} \quad (1)$$

де $V_1^{*\min}, V_1^{*\text{nom}}, V_1^{*\max}$ – мінімальне, номінальне та максимальне значення V_1^* .

У (1) функція $f(V_1^*)$ визначається шляхом вирішення трансцендентного рівняння (2) щодо кутової швидкості ω_1^* при номінальній потужності БЕУ $P_1^{*\text{nom}}$.

$$M_{WT1}^*(\omega_1^*, V_1^*) - \frac{P_1^{*\text{nom}}}{\omega_1^*} = 0. \quad (2)$$

У виразі (2) функція $M_{WT1}^*(\omega_1^*, V_1^*)$ описує сімейство механічних характеристик первинної вітротурбіни з урахуванням втрат. Залежність $f(V_1^*)$ може бути достатньо точно апроксимована за допомогою виразу (3).

$$f(V_1^*) = a_0 + a_1 \cdot e^{-\lambda_1(V_1^* - V_1^{*\text{nom}})} + a_2 \cdot e^{-\lambda_2(V_1^* - V_1^{*\text{nom}})} + a_3 \cdot e^{-\lambda_3(V_1^* - V_1^{*\text{nom}})}, \quad (3)$$

де $a_0, a_1, a_2, a_3, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – коефіцієнти апроксимації.

Графік функції обчислювача **B1** показаний на рис. 4. Його вигляд подібний до залежності приведеної в [4], для класичної БЕУ.

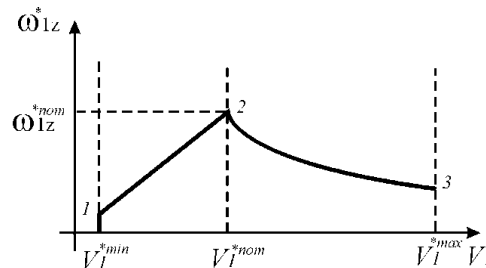


Рис. 4 Графік функції обчислювача **B1**

Обчислювач **B2** забезпечує розрахунок координати моменту гальмування первинної вітротурбіни M_{T1}^* відповідно до заданої динамічної траєкторії регулювання. Робота обчислювача описується виразом:

$$M_{T1}^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*, V_1^*) = \begin{cases} M_{WT1}^*(\omega_1^*, V_1^*) - \left(\frac{M_d^{*\max}}{\varepsilon_\omega^*} \right) \cdot |\Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*)| & \text{при } \Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*) \geq 0 \text{ у } |\Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*)| \leq \varepsilon_\omega^* \\ M_{WT1}^*(\omega_1^*, V_1^*) - M_d^{*\max} & \text{при } \Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*) \geq 0 \text{ у } |\Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*)| > \varepsilon_\omega^* \\ M_{WT1}^*(\omega_1^*, V_1^*) + \left(\frac{M_d^{*\max}}{\varepsilon_\omega^*} \right) \cdot |\Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*)| & \text{при } \Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*) < 0 \text{ у } |\Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*)| \leq \varepsilon_\omega^* \\ M_{T1}^{*\max} & \text{при } \Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*) < 0 \text{ у } |\Delta_\omega^*(\omega_1^*, \omega_{1z}^*)| > \varepsilon_\omega^* \end{cases} \quad (4)$$

де $M_d^{*\max}$ – максимальний динамічний момент первинної підсистеми;

$M_{T1}^{*\max}$ – максимальний момент гальмування первинної підсистеми;

ε_{ω}^* – ширина області навколо значення заданої кутової швидкості, в якій динамічний момент знижується по лінійному закону, для забезпечення стійкої роботи системи;

$\Delta_{\omega}^* = \omega_{1z}^* - \omega_1^*$ – похибка по кутовій швидкості первинної вітротурбіни.

Обчислювач **В3** визначає задану кутову швидкість обертання валу генератора ω_{2z}^* по поточних значеннях швидкості вторинного повітряного потоку V_2^* і заданої потужності, що відбирається від первинної підсистеми P_{1z}^* . Швидкість V_2^* доцільно обчислювати через значення кутової швидкості первинної вітротурбіни:

$$V_2^* = R_z^* \cdot \omega_1^*, \quad (5)$$

де R_z^* – радіус закріплення осі вторинних вітротурбін.

Функція обчислювача **В3** визначається в результаті вирішення, щодо кутової швидкості ω_2^* , трансцендентного рівняння:

$$M_{WT2}^*(\omega_2^*, V_2^*) - \frac{P_{1z}^*}{\omega_2^*} = 0, \quad (6)$$

де P_{1z}^* – задана поточна потужність, що відбирається у первинній підсистемі,

M_{WT2}^* – момент на валу вторинної вітротурбіни.

У виразі (6) функція $M_{WT2}^*(\omega_2^*, V_2^*)$ описує сімейство механічних характеристик вторинної вітротурбіни з урахуванням втрат. Залежність $\omega_{2z}^*(V_2^*, P_{1z}^*)$ може бути достатньо точно апроксимована за допомогою наступного виразу:

$$\omega_{2z}^*(V_2^*, P_{1z}^*) = (b_1 \cdot P_{1z}^* + b_2) \cdot V_2^* + b_3 \cdot (P_{1z}^*)^{\gamma_1} \cdot e^{-\gamma_2 \cdot V_2^*}, \quad (7)$$

де $b_1, b_2, b_3, \gamma_1, \gamma_2$ – коефіцієнти апроксимації.

Блоком **В4** являє собою ПІД-регулятор, що забезпечує регулювання за принципом зворотного зв'язку по кутовій швидкості ω_2^* за допомогою моментів генераторів.

Результати моделювання цієї системи управління у вигляді діаграми потужності $P_{1\max}^*(t^*)$ без обмеження і потужності $P_1^*(t^*)$, що забезпечується при застосуванні даного алгоритму, приведені на рис. 5.

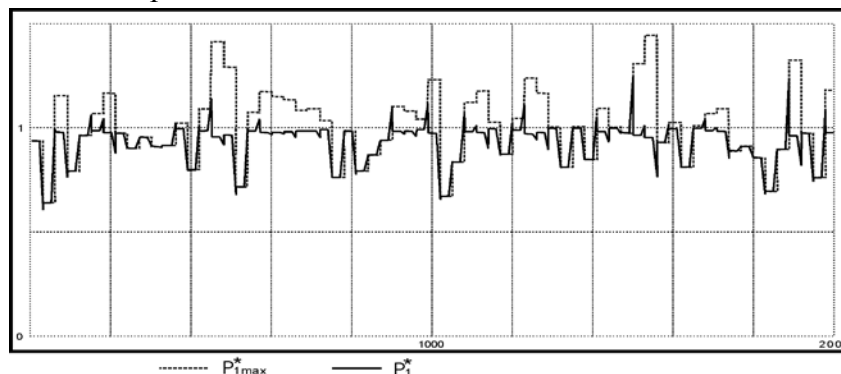


Рис. 5 Результати моделювання

На діаграмі спостерігається обмеження потужності $P_1^*(t^*)$, при перевищенні значень номінальної швидкості вітру, та її збіг з потужністю $P_{1\max}^*(t^*)$ при роботі на швидкостях вітру нижче за номінальне значення.

Висновки. В результаті математичного моделювання були підтверджені можливість моментного управління електромеханічною системою ВЕУ з аеродинамічним мультиплікуванням та працездатність запропонованого способу управління. Розглянутий алгоритм управління даною електромеханічною системою має відчутну чутливість до точності визначення параметрів аеромеханічної підсистеми.

Список використаних джерел

1. Голубенко Н.С. Моделирование электромеханической системы ВЭУ с аэродинамическим мультипликатором в режиме стабилизации скорости ветровых турбин / Н.С.Голубенко, П.Д.Андриенко, И.Ю.Немудрый, Д.Г.Алексеевский // Эл.техника и эл.энергетика. – 2011. – № 1. – С.70-73.
2. Миргород В. Ф. Управление ветроэнергетической установкой большой мощности по запасам аэродинамической устойчивости / В. Ф. Миргород // Вестник двигателестроения. – 2009. – № 3. – С. 67–70.
3. Алексеевский Д.Г. Динамика ветроэлектрической установки с аэродинамической мультипликацией / Д.Г.Алексеевский, В.П.Метельский, И.Ю.Немудрый // Електротехніка та комп'ютерні системи. -2011.- №3(79),– С.253 – 254.
4. Munteanu I. Optimal Control of Wind Energy Systems – Towards a Global Approach / I. Munteanu, A.I. Bratcu, N.A. Cutululis, E. Ceangă. - London: Springer-Verlag, 2008.

References

1. Golubenko, N. S., Andriyenko, P. D., Nemudry, I. Yu. Alekseevskiy, D. G. (2011). Modelirovanie elektromekhanicheskoy sistemy vetroenergeticheskoy ustanovki s aerodinamicheskim multiplikatorom v rezhyme stabilizatsii skorosti vetrovyh turbin [Modeling of electromechanical system of wind power station with aerodynamic multiplier in the mode of wind turbines speed stabilization]. *El.tekhnika i el.energetika*, (1), 70-73.
2. Mirgorod, V. F. (2009). Upravleniye vetroenergeticheskoy ustanovkoy bolshoy moshchnosti po zapasam aerodinamicheskoy ustoychivosti [Control of high-power wind turbine by reserves aerodynamic stability]. *Vestnik dvigatelestroyeniya*, (3) 67-70.
3. Alekseevskiy, D. G., Metelsky, V. P., Nemudry, I. Yu. (2011). Dinamika vetroelektricheskoy ustanovki s aerodinamicheskoy multiplikatsiyey [Dynamics of a wind power plant with aerodynamic multiplication]. *Yelektrotekhnika ta komp'yuterni sistemi*, 3(79), 253-254.
4. Munteanu, I., Bratcu, A.I., Cutululis, N.A., Ceangă, E. (2008). Optimal Control of Wind Energy Systems – Towards a Global Approach[. *Springer-Verlag*

МОМЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЭУ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ МУЛЬТИПЛИЦИРОВАНИЕМ

АЛЕКСЕЕВСКИЙ Д.Г.

Запорожская государственная инженерная академия

Цель. Подтверждение возможности моментного управления ВЭУ с аэродинамическим мультиплицированием в режиме ограничения мощности.

Методика. В процедурах синтеза структуры регулятора использовался математический аппарат решения систем трансцендентных уравнений. При математическом моделировании поведения электромеханической системы использовалась обобщенная математическая модель электромеханической системы с аэродинамическим мультиплицированием.

Результаты. На основе анализа характеристик аэромеханической подсистемы ВЭУ с аэродинамическим мультиплицированием был разработан алгоритм ее управления в режиме ограничения мощности. Проведено математическое моделирование данной системы, результаты которого подтверждают работоспособность данного алгоритма.

Научная новизна. Впервые обоснована возможность использования моментного управления электромеханической системой ВЭУ с аэродинамическим мультиплицированием в режиме ограничения мощности.

Практическая значимость. Использование моментного управления ВЭУ с аэродинамическим мультиплицированием без аэродинамического ограничения мощности ветротурбины позволяет значительно снизить затраты на изготовление и эксплуатацию ВЭУ.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, ветротурбина, математическая модель, аэродинамическое мультиплицирование, моментное управление ВЭУ.

TORQUE CONTROL OF WIND POWER PLANT WITH AERODYNAMIC MULTIPLICATION

ALEKSEEVSKIY D.G.

Zaporozhe State Engineering Academy

Purpose is to confirm the torque control possibility of wind power plant with aerodynamic multiplication in the restricted power mode.

Methodology. Transcendental equations solving systems mathematical apparatus has been used for synthesis procedures of the controller structure. Generic mathematical model of electromechanical system with aerodynamic multiplication has been used for electromechanical system behavior mathematic simulation

Findings. Control algorithm in restricted power mode has been developed on the analysis basis of the aeromechanical subsystems characteristics of the wind power plant with aerodynamic multiplication. Mathematic simulation of this system has been conducted, its results confirm the algorithm operational integrity.

Originality. The torque control usage possibility of wind power plant electromechanical system with aerodynamic multiplication in restricted power mode has been demonstrated for the first time.

Practical value. Torque control usage of wind power plant with aerodynamic multiplication without wind turbine power aerodynamic restriction can significantly reduce the wind power production and exploitation cost.

Keywords: wind power plant, wind turbine, mathematical model, aerodynamic multiplication, torque control of the wind power plant.

УДК 621.314

ЖУЙКОВ В.Я., ЯМНЕНКО Ю.С., ОСИПЕНКО К.С.
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ВІТРОГЕНЕРАТОРОМ

***Мета** статті є дослідження шляхів підвищення енергоефективності системи «Вітрогенератор-компенсатор-навантаження» за рахунок формування задавального струму компенсатора, що відповідає передаванню максимальної енергії від вітрогенератора. Підвищення енергоефективності досягається шляхом дослідження режимів роботи коректора форми струму типу активного фільтра та формування умов, за яких забезпечується активний характер навантаження. Проведені розрахунки показали можливість реалізації коректора форми струму та розробки алгоритму керування ним у складі системи електроживлення з вітрогенератором.*

***Наукова новизна** отриманих результатів полягає у формуванні закону керування компенсатором, що дозволяє забезпечити відбирання максимально можливої енергії від вітрогенератора.*

***Практичне значення** результатів полягає у можливості підвищення енергоефективності систем розосередженої генерації з відновлювальними джерелами енергії.*

***Ключові слова:** система розосередженої генерації, відновлювальні джерела енергії, SmartGrid, вітрогенератор, коректор форми струму, відбирання максимальної енергії.*

Вступ. Однією з характерних особливостей сучасного етапу розвитку електроенергетики є масштабне впровадження систем розосередженої генерації, MicroGrid і SmartGrid з відновлювальними джерелами енергії [1]. При цьому планування режимів та енергоефективне керування генерацією вимагає вдосконалення систем керування режимами роботи окремих складових, а також забезпечення відбирання максимальної енергії від альтернативних та відновлювальних джерел. Зокрема, при наявності в системі вітрогенератора відбирання максимальної енергії забезпечується найбільш ефективним функціонуванням його конструктивних вузлів, основними з яких є вітроколесо та синхронний генератор [2].

Синхронний генератор підключається до навантаження або через перетворювач частоти з вставкою постійного струму, або безпосередньо в мережу як генератор змінної напруги [1,2]. Оскільки в енергетичному вузлі розподіленої генерації додавання енергії відбувається на постійному струмі, то для узгодження роботи синхронного генератора та навантаження в систему включено випрямляч. Для виключення вищих гармонік у струмі споживання та забезпечення максимального рівня енергії, що передається у навантаження, необхідно забезпечити синусоїдальність фазних напруг та струмів при роботі синхронного генератора на випрямляч. Це здійснюється за допомогою керування режимами роботи компенсатора – коректора форми струму, який задає синусоїдальну форму струму у навантаженні, завдяки чому він має активний характер. Тому задача дослідження режимів роботи коректора форми струму у системі «Вітрогенератор-компенсатор-навантаження» з метою підвищення ефективності її роботи є актуальною.

Дослідження режимів роботи системи. Оскільки синхронний генератор є основним конструктивним вузлом вітрогенератора та дизель-генератора, забезпечення його роботи в режимі відбору максимальної енергії багато в чому визначає ефективність роботи енергетичного вузла розподіленої генерації. Для забезпечення максимального рівня енергії, що передається в навантаження при його динамічній зміні, необхідно визначити форму задавального струму компенсатора, що забезпечує відповідний кут навантаження синхронного генератора.

При роботі синхронного генератора на випрямляч з активно-індуктивним навантаженням форми фазних струмів та напруг спотворюються. Несинусоїдальність фазних напруг та струмів призводить до появи вищих гармонік струму споживання, зміни кута навантаження та зменшення рівня енергії, що передається в навантаження та залежить від кута між векторами фазної ЕРС та напруги навантаження.

Виходячи з векторної діаграми роботи синхронного генератора [2], кут навантаження θ визначається наступним чином:

$$\theta = \arctg \frac{I_{\phi} X_q \cos \varphi - I_{\phi} R_a \sin \varphi}{U_{\phi} + I_{\phi} R_a \cos \varphi + I_{\phi} X_q \sin \varphi} \quad (1)$$

де I_{ϕ} та U_{ϕ} – фазні струм та напруга; φ – кут зсуву фаз між струмом та напругою; R_a , X_q – активний та реактивний опір фазних обмоток статора. За умови синусоїдальності напруги генератора, а також лінійності навантаження, рівень енергії, що передається в навантаження, залежить від характеру навантаження та буде максимальним при активному навантаженні, при якому $\cos \varphi = 1$. У цьому випадку кут навантаження визначається з виразу:

$$\theta = \arctg \frac{I_{\phi} X_q}{U_{\phi} + I_{\phi} R_a} \quad (2)$$

Для забезпечення $\cos \varphi = 1$ та відповідного кута навантаження в систему включається компенсатор, як показано на рис. 1. Тут позначено: $R_a, R_b, R_c, L_a, L_b, L_c$ – активні опори та індуктивності фазних обмоток статора ($R_a = R_b = R_c, L_a = L_b = L_c$); R_H, L_H – активний опір та індуктивність навантаження; K – компенсатор.

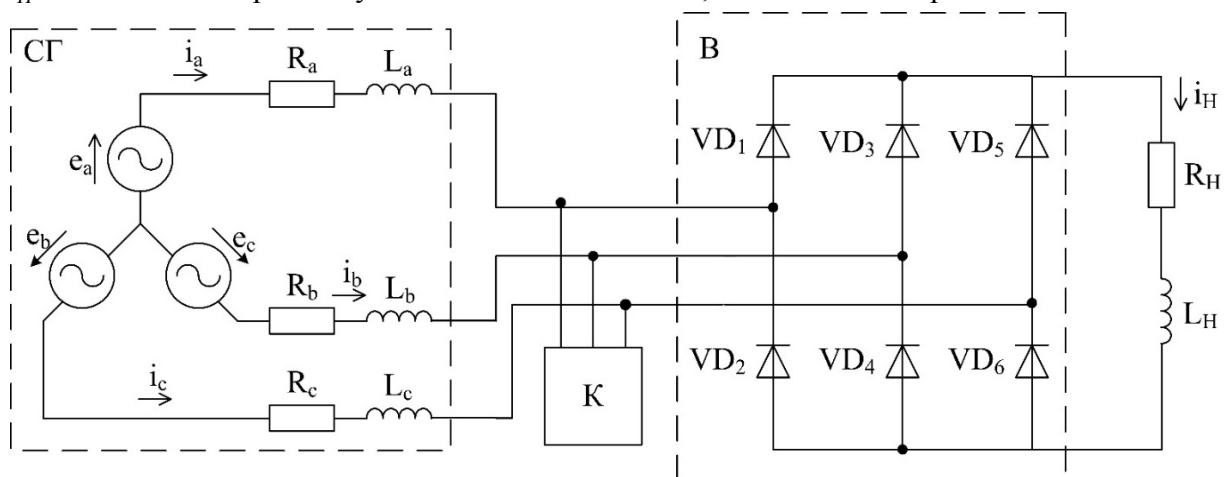


Рис. 1 Еквівалентна схема синхронний генератор-навантаження

В якості компенсатора, що підключається на виході вітрогенератора для формування відповідного кута навантаження можуть використовуватись напівпровідникові компенсатори різних типів [3,4], наприклад, статичний фільтрокомпенсатор, активний фільтр струму або активний коректор коефіцієнта потужності [5].

Протягом часу, що відповідає куту комутації γ , струм проходить одночасно через три вентиля, при цьому напруга комутуючих фаз має несинусоїдальний характер. Кут комутації є функцією струму споживання: $\gamma = \arccos\left(1 - \frac{X_q I_H}{E_{2m}}\right)$.

Для спрощення покладемо, що $R_a = 0$, $L_a \neq 0$, $L_H \rightarrow \infty$. Форми струму споживання I_H , струму компенсатора I_K та фазних напруг U_ϕ синхронного генератора при таких припущеннях представлені на рис. 2. На інтервалах $0 \div \vartheta_1$ та $\vartheta_2 \div \pi$ компенсатор споживає з мережі енергію W_1 та W_3 відповідно, а на інтервалі $\vartheta_1 \div \vartheta_2$ віддає енергію W_2 .

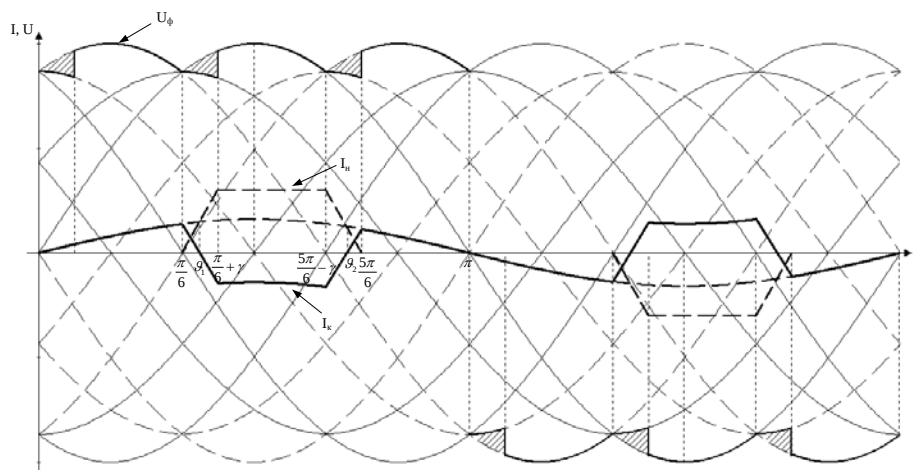


Рис. 2 Форми струму споживання, струму компенсатора та фазних напруг

Умови забезпечення енергоефективності. При формуванні компенсатором задавального струму, форма якого визначається виразом:

$$I_K(t) = I_m \sin \vartheta - I_H(t), \quad (3)$$

де $\vartheta = \omega t$, забезпечуватиметься кут навантаження, що відповідатиме максимальному рівню енергії, яка передається в навантаження.

Амплітуда синусоїдального струму I_m визначається з умови балансу енергії на напівперіоді роботи схеми:

$$W_1 + W_2 + W_3 = 0. \quad (4)$$

Енергія, що споживається та віддається компенсатором, визначається наступним чином:

- на інтервалі $0 \div \vartheta_1$ енергія W_1 , яку компенсатор споживає з мережі:

$$W_1 = \int_0^{\frac{\pi}{6}} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta + \left(\int_{\frac{\pi}{6}}^{\vartheta_1} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta - \int_{\frac{\pi}{6}}^{\vartheta_1} E_{2m} \sin \vartheta \cdot \frac{I_d}{\gamma} \left(\vartheta - \frac{\pi}{6} \right) d\vartheta \right); \quad (5)$$

- на інтервалі $\vartheta_1 \div \vartheta_2$ енергія W_2 , яку компенсатор віддає в мережу:

$$W_2 = \left(\int_{\vartheta_1}^{\frac{\pi}{6}+\gamma} E_{2m} \sin \vartheta \cdot \frac{I_d}{\gamma} \left(\vartheta - \frac{\pi}{6} \right) d\vartheta - \int_{\vartheta_1}^{\frac{\pi}{6}+\gamma} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta \right) + \left(\int_{\frac{\pi}{6}+\gamma}^{\frac{5\pi}{6}-\gamma} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_d d\vartheta - \int_{\frac{\pi}{6}+\gamma}^{\frac{5\pi}{6}-\gamma} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta \right) + \left(\int_{\frac{5\pi}{6}-\gamma}^{\vartheta_2} E_{2m} \sin \vartheta \cdot \left(-\frac{I_d}{\gamma} \left(\vartheta - \frac{5\pi}{6} \right) + I_d \right) d\vartheta - \int_{\frac{5\pi}{6}-\gamma}^{\vartheta_2} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta \right); \quad (6)$$

- на інтервалі $\vartheta_2 \div \pi$ енергія W_3 , яку компенсатор споживає з мережі:

$$W_3 = \int_{\vartheta_2}^{\pi} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta - \int_{\vartheta_2}^{\pi} E_{2m} \sin \vartheta \cdot \left(-\frac{I_d}{\gamma} \left(\vartheta - \frac{5\pi}{6} \right) + I_d \right) d\vartheta. \quad (7)$$

Амплітуда синусоїдального струму визначається з рівності:

$$\int_0^{\pi} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_m \sin \vartheta d\vartheta = \int_0^{\pi} E_{2m} \sin \vartheta \cdot I_H(t) d\vartheta, \quad (8)$$

де струм споживання:

$$I_H(t) = \begin{cases} \frac{I_d}{\gamma} \left(\vartheta - \frac{\pi}{6} \right) \text{ при } \frac{\pi}{6} < \vartheta < \frac{\pi}{6} + \gamma \\ I_d \text{ при } \frac{\pi}{6} + \gamma < \vartheta < \frac{5\pi}{6} \\ -\frac{I_d}{\gamma} \left(\vartheta - \frac{5\pi}{6} \right) + I_d \text{ при } \frac{5\pi}{6} < \vartheta < \frac{5\pi}{6} + \gamma, \end{cases} \quad (9)$$

звідки амплітуда синусоїдального струму:

$$I_m = \frac{I_d}{\pi} \left(\left(-2\sqrt{3}\gamma^2 + 2\sqrt{3} \frac{5\pi}{6} \gamma + 2\sqrt{3} \right) \cos \gamma + \left(\frac{-5\pi}{3} \gamma \right) \sin \gamma - 2\gamma \right). \quad (10)$$

Отже, аналітичний вираз для задавального струму компенсатора отримується шляхом підстановки виразу (10) у (3):

$$I_K(t) = \frac{I_d}{\pi} \left(\left(-2\sqrt{3}\gamma^2 + 2\sqrt{3} \frac{5\pi}{6} \gamma + 2\sqrt{3} \right) \cos \gamma + \left(\frac{-5\pi}{3} \gamma \right) \sin \gamma - 2\gamma \right) \sin(\omega t) - I_H(t). \quad (11)$$

Таким чином, підвищення енергетичної ефективності у системі з вітрогенератором забезпечується шляхом формування заданої форми струму компенсатора та кута навантаження, що відповідає максимальному рівню використання енергії вітрогенератора.

Висновки При роботі синхронного генератора на випрямляч з активно-індуктивним навантаженням максимальний рівень енергії, що передається в навантаження, досягається за рахунок керування режимами роботи напівпровідникового компенсатора – коректора форми струму, який забезпечує активний характер навантаження та задавальний струм, що залежить від форми струму споживання, кута комутації, а також інтервалів роботи вентилів.

Список використаних джерел

1. Блинов И.В., Денисюк С.П., Жуйков В.Я., Кириленко А.В., Киселева А.Г., Лукьяненко Л.Н., Осипенко Е.С., Павловский В.В., Парус Е.В., Сопель М.Ф., Стелюк А.О., Танкевич С.Е. Интеллектуальные электроэнергетические системы: элементы и режимы: Под общ. ред. акад. НАН Украины А.В. Кириленко / Институт электродинамики НАН Украины. – К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2014. – 408 с.
2. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Кн. 1. Ветроэлектрогенераторы. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт», 2003. – 400 с.
3. Нгуен Лыхай Тунг. Высокочастотный компенсатор реактивной мощности с источником резервного питания // Электроника и связь. – 1999. – № 6. – С. 31–38.
4. Миколаец Д.А. Энергетический расчет фильтро-компенсирующего преобразователя с накопительным аккумулятором // Технічна електродинаміка. – 2012. – №3. – С. 71–72.
5. Шидловський А.К., Новський В.О., Жаркін А.Ф. Стабілізація параметрів електричної енергії в трифазних системах напівпровідниковими коригуючими пристроями. – Київ: Ін-т електродинаміки. – 2013. – 378 с.

References

1. Blynov Y.V., Denysyuk S.P., Zhuykov V.Ya., Kyrylenko A.V., Kyseleva A.H., Lukyanenko L.N., Osypenko E.S., Pavlovskyy V.V., Parus E.V., Sopel M.F., Stelyuk A.O., Tankevych S.E. Intelligent power systems: elements and modes: Under the total ed. of acad. of NASU A.V. Kyrylenko / The Institute of Electrodynamics of the NASU. – K.: The Institute of Electrodynamics of the NASU, 2014. – 408 p.
2. Krivcov V.S., Oleynikov A.M., Yakovlev A.I. Inexhaustible energy. Book 1. Wind electrogenerators. Kharkov: National aeronautic university «Kharkov aviation institute», Sevastopol: Sevastopol national technical university, 2003. – 400 p.
3. Nguyen Lyhay Tung. High-frequency reactive power compensator with a source of backup power // Elektronika i sviaz. – 1999. - №6. – p. 31-38.
4. Mikolaiets D.A. Calculation of current in the filter-compensating converter with a storage battery // Tekhnicheskaya elektrodynamika. – 2012. - №3. – p. 71-72.
5. Shydlovskyy A.K., Novskyy V.O., Zharkin A.F. Stabilization of parameters of electric energy in three-phase systems of semiconductor correction devices. – Kyiv: The Institute of Electrodynamics of the NASU. – 2013. – 378 p.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С ВЕТРОГЕНЕРАТОРОМ

ЖУЙКОВ В.Я., ЯМНЕНКО Ю.С., ОСИПЕНКО Е.С.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Целью статьи является исследование путей повышения энергоэффективности системы «Ветрогенератор-компенсатор-нагрузка» за счет формирования задающего тока компенсатора, соответствующего передаче максимальной энергии от ветрогенератора. Повышение энергоэффективности достигается путем исследования режимов работы корректора формы тока типа активного фильтра и формирования условий, при которых обеспечивается активный характер нагрузки. Проведенные расчеты показали возможность реализации корректора формы тока и разработки алгоритма управления им в составе системы электропитания с ветрогенератором.

Научная новизна полученных результатов заключается в формировании закона управления компенсатором, что позволяет обеспечить отбор максимально возможной энергии от ветрогенератора.

Практическое значение заключается в возможности повышения энергоэффективности систем рассредоточенной генерации с возобновляемыми источниками энергии.

Ключевые слова: *система рассредоточенной генерации, возобновляемые источники энергии, SmartGrid, ветрогенератор, корректор формы тока, отбор максимальной энергии.*

THE ENERGY EFFICIENCY INCREASING OF POWER SUPPLY SYSTEM WITH THE WIND GENERATOR

ZHUIKOV V., YAMNENKO Y., OSYPENKO K.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

The **aim** of the article is to study the ways of the energy efficiency increase of system "Wind generator-compensator-load" due to the formation of the compensator setpoint current corresponding to the maximum energy transfer from the wind generator. The energy efficiency increase is achieved by examining the operation modes of the current form corrector with active filter type and the formation of the conditions under which the active nature of the load is provided. Calculations have shown the possibility of implementing of current form corrector and development of its control algorithm as part of the power supply system with wind generator.

Scientific novelty of the results is the formation of a compensator control algorithm, which allows to provide the selection of maximum possible energy from the wind generator.

The **practical significance** is the ability to increase the energy efficiency of distributed generation systems with renewable energy sources.

Key-words: *distributed generation system, renewable energy sources, Smart Grid, wind generator, correction of current form, the selection of maximum energy.*

УДК
628.977.1 + 675.92.027

КУЛІК Т.І., ЗЛОТЕНКО Б.М.
Київський національний університет технологій та дизайну

**РОЗРОБЛЕННЯ ТА ЛАБОРАТОРНІ ВИПРОБУВАННЯ
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ОСВІТЛЕННЯМ ПРИМІЩЕНЬ ВЗУТТЄВОГО
ВИРОБНИЦТВА**

Мета. Розробити енергозберігаючу систему керування освітленістю приміщень для виробництва взуття в залежності від рівня зовнішнього освітлення та перевірити експериментально її роботу.

Методика. Запропоновано схему керування сервоприводом жалюзі методом широтно-імпульсної модуляції в системі освітлення приміщень взуттєвого виробництва.

Результати. Розроблено лабораторний стенд, який демонструє роботу інтелектуальної системи керування освітленням виробничого приміщення.

Наукова новизна. Отримана експериментальна залежність вихідної напруги виміральної системи від рівня освітленості.

Практичне значення. Розроблена система керування забезпечує раціональне використання у приміщенні природнього та штучного світла. Застосування подібних систем актуально для об'єктів будь-якого типу: комерційного, промислового будівництва і приватного житла.

Ключові слова: Освітлення, енергозбереження, мікроконтролер, взуттєве виробництво.

Вступ. Економія електроенергії є важливим та актуальним завданням як для побутових, так і для виробничих приміщень, у тому числі і для підприємств по виробництву взуття. Сьогодні вже існують системи, що завдяки використанню сенсорів переміщення дозволяють автоматично вимикати світло, коли в кімнаті немає людей. Такі системи називають Розумним чи Інтелектуальним будинком [1], вони є одним із напрямів у галузі інженерії, який невпинно розвивається.

Постановка завдання. Метою роботи є розроблення автоматичної енергозберігаючої системи керування джерелами світла у приміщенні та положенням жалюзі в залежності від рівня зовнішнього освітлення. Розроблена система повинна закривати жалюзі та вмикати світло при зменшенні світлового потоку, що потрапляє у приміщення через вікна. Для керування сервопривода жалюзі доцільно використати метод широтно-імпульсної модуляції.

Результати дослідження. З метою визначення параметрів системи енергоощадного освітлення розроблено спеціальний експериментальний стенд, в основу якого покладена система керування, структурна схема якої наведена на рис. 1.

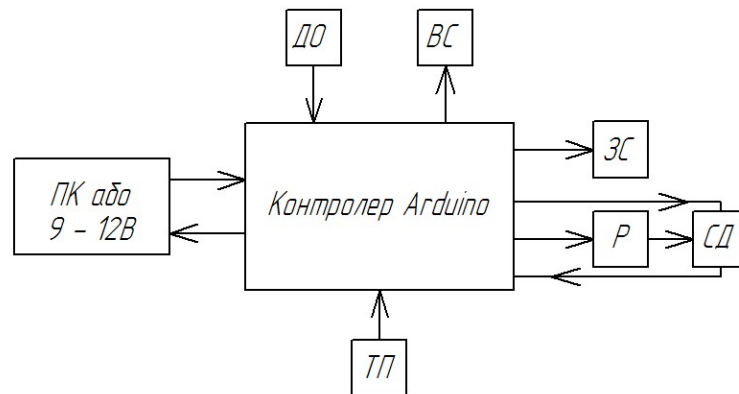


Рис. 1 Структурна схема системи керування освітленням:

ДО – датчик освітлення; СД – сервопривод; ЗС – зовнішній світлодіод; ВС – внутрішній світлодіод; ТП – тактовий перемикач; Р – реле

Значення вихідної напруги з датчика освітлення ДО надходить на контролер Arduino Leonardo, де обробляється запрограмованим мікроконтролером ATmega32u4 із подальшим керуванням виконавчими пристроями: сервоприводом СД, реле Р світлодіодами ЗС, ВС. Для визначення вихідної напруги використовується фоторезистор, який змінює свій опір, а відповідно і напругу, залежно від світлового потоку, що потрапляє на нього. Увімкнення або вимкнення внутрішнього світлодіода здійснюється тактовим перемикачем ТП.

Для керування станом жалюзі в залежності від освітлення навколишнього середовища використано сервопривод SG90, особливістю якого є компактний розмір та маленька вага – усього 15 г. Він легко підключається напряму до контролера Arduino та здійснює керування через створену бібліотеку в Arduino IDE [2-4]. Крутний момент даного сервоприводу складає 2 кг·см. Цього значення цілком достатньо для повороту жалюзі.

Принципова електрична схема лабораторного стенду наведена на рис. 2.

При подачі живлення через USB шнур на вивід VUSB вмикається світлодіод HL1 і встановлюється початкове положення вала серводвигуна 0 градусів, при якому жалюзі знаходяться у відкритому стані. Світловий потік, випромінюваний світлодіодом HL1, попадає на фоторезистор LDR1. Використання фоторезистора і одного з аналогових виводів АІ0 (аналога-цифрового перетворювача) дозволяє зчитувати аналогові значення в діапазоні 0-1023 (що еквівалентно 0-5 В) і порівнювати із заданим значенням у програмі. Оскільки це значення при потраплянні світлового потоку на фоторезистор менше заданого, то здійснюється перевірка чи дорівнює положення вала сервопривода 120 градусам, із сервопривода М1 на цифровий вивід DР9 подається значення вихідної напруги потенціометра, який знаходиться у серводвигуні, і порівнюється із заданим у програмі значенням. Початкове положення вала сервоприводу – 0 градусів, умова не виконується, відповідно жалюзі залишаються у відкритому стані і зовнішній світлодіод HL2 не увімкнений.

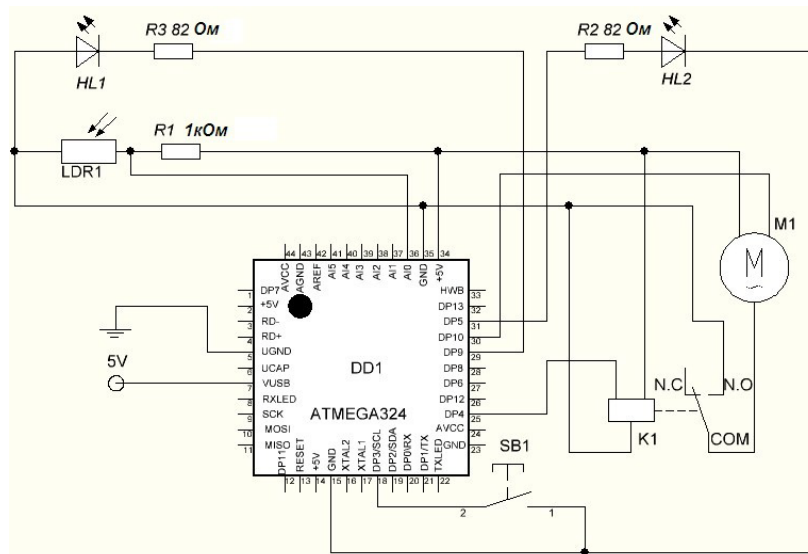


Рис. 2 Принципова електрична схема лабораторного стенду для дослідження

При натисканні на кнопку S1 світлодіод HL1 вимикається, подача світла на фоторезистор припиняється. Аналогове значення вихідної напруги із фоторезистора знову поступає на аналоговий вивід АІ0 і порівнюється із заданим значенням у програмі. Тепер, коли вихідна напруга більша заданого значення, відбувається перевірка чи буде положення вала сервоприводу менше 120 градусів, тобто чи вони у відкритому стані. Оскільки початкове положення вала сервопривода складало 0 градусів, умова виконується. Після цього через цифровий вивід DP5 вмикається світлодіод HL2, від DP4 подається керуючий сигнал на реле K1 і замикаються контакти COM і N.O., а від DP10 подається керуючий сигнал на серводвигун, в результаті чого його вал повертається від 0 до 120 градусів (жалюзі закриваються) і одразу ж після цього контакти реле розмикаються. При повторному натисканні на тактовий перемикач схема буде працювати аналогічним чином, вимкнеться світлодіод HL1, значення з фоторезистора буде менше заданого і, так як вал сервоприводу був у положенні 120 градусів, то у відповідності до програми він повернеться у положення 0 градусів (жалюзі відкриються) і вимкнеться світлодіод HL2.

Сила струму, що протікає через резистори, однакова, оскільки вони з'єднані послідовно, і за законом Ома може бути обчислена за формулою:

$$I = \frac{V_{cc}}{R_1 + R_2}, \quad (1)$$

де V_{cc} – вхідна напруга; R_1 – опір резистора; R_2 – опір фоторезистора;

Також за законом Ома можна обчислити падіння напруги V_{out} на резисторі R_2 :

$$V_{out} = I \cdot R_2 = \frac{R_2 \cdot V_{cc}}{R_1 + R_2}, \quad (2)$$

З отриманої формули видно, що чим більше R_2 відносно R_1 , тим більше падіння напруги на ньому.

Для кожного рівня яскравості (0%, 20%, 40% і т. д.) зчитували по 6 значень та визначали середнє арифметичне значення вихідної напруги:

$$\bar{V}_{out(цифр)} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n V_{out(i)}, \quad (3)$$

де $V_{out(i)}$ – виведене значення вихідної напруги;

n – кількість виведених значень на кожному рівні яскравості.

Отримавши середні арифметичні значення вихідних напруг $\bar{V}_{out(цифр)}$ для кожного рівня яскравості, переводимо ці значення у аналогові:

$$\bar{V}_{out(аналог)} = \frac{5 \cdot \bar{V}_{out(цифр)}}{1024}, \quad (4)$$

Після перетворення цифрових значень у аналогові будуємо графік зміни вихідної напруги фоторезистора від рівнів яскравості світлодіода (рис. 2).

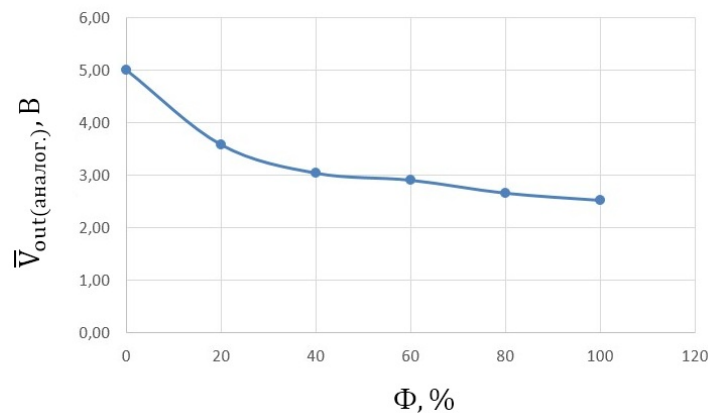


Рис. 2 Залежність вихідної напруги фоторезистора від рівня яскравості світлодіода

На отриманій експериментальній залежності можна бачити, що при збільшенні яскравості світлодіода вихідна напруга на фоторезисторі зменшується.

Висновки. Отримана під час експерименту графічна залежність $\bar{V}_{out(аналог)} = f(\Phi)$ демонструє зміну вихідної напруги фоторезистора при збільшенні та зменшенні рівня освітлення.

Дану систему можна застосовувати для управління освітлювальними приладами у різних приміщеннях підприємств вуглевого виробництва для економії електроенергії за рахунок раціонального використання освітлення.

Список використаних джерел

1. Платт Ч. Электроника для начинающих. / Чарльз Платт; [пер. с англ.]. – СПб: БХВ-Петербург, 2012. – 480 с.
2. Blum. J. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry / Jeremy Blum. – Indianapolis, Indiana : Wiley, 2013. – 384 p.
3. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino / Петин В. А. – СПб: БХВ-Петербург, 2014. – 400 с.
4. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / Соммер У.; [пер. с нем. В. Букирева]. – СПб : БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

References

1. Platt, C. (2012). *Electronica dlya nachinayuschih [Electronics for beginners]*. St. Petersburg: BHV-Peterburg [in Russia].
2. Blum, J. (2013). *Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry*. Indianapolis, Indiana: Wiley [in USA].
3. Petin V.A. (2014). *Proekty s ispol'sovaniem kontrollera Arduino [Projects using Arduino controller]*. St. Petersburg: BHV-Peterburg [in Russia].
4. Sommer U. (2012). *Programmirivaniye mikrokontrollernykh plat Arduino/Freduino [Programming of microcontroller boards Arduino/Freduino]*. St. Petersburg: BHV-Peterburg [in Russia].

РАЗРАБОТКА И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ ПОМЕЩЕНИЙ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

КУЛИК Т.И., ЗЛОТЕНКО Б.М.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработать энергосберегающую систему управления освещенностью помещений для производства обуви, в зависимости от уровня внешнего освещения, и проверить экспериментально ее работу.

Методика. Предложена схема управления сервоприводом жалюзи методом широтно-импульсной модуляции в системе освещения помещений обувного производства.

Результаты. Разработан лабораторный стенд, демонстрирующий работу интеллектуальной системы управления освещением производственного помещения.

Научная новизна. Получена экспериментальная зависимость выходного напряжения измерительной системы от уровня освещенности.

Практическая значимость. Разработанная система управления обеспечивает рациональное использование в помещении естественного и искусственного света. Применение подобных систем актуально для объектов любого типа: коммерческого, промышленного строительства и частного жилья.

Ключевые слова: Освещение, энергосбережения, микроконтроллер, обувное производство.

DESIGN AND RESEARCH OF ENERGY SAVING CONTROL SYSTEM OF INDOOR LIGHTING IN SHOE PRODUCTION

KULIK T.I., ZLOTENKO B.M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The purpose is to develop an energy-efficient lighting control system, which facilitates the production of shoes, depending on the ambient light, and to test experimentally its work.

Methodology. It was proposed the scheme servo controlled blinds of the lighting system in shoe production premises by method of impulse-width modulation.

Findings. The laboratory stand is developed, which demonstrates the work of intelligent control system of lighting inside industrial premises.

Originality. The experimental dependence of the output voltage of the measuring system from illumination is established.

Practical value. The control system provides for the rational indoors use of natural and artificial light. The use of such systems is important for objects of any type: commercial, industrial construction and private housing.

Keywords: Lighting, energy, microcontroller, shoe production.

УДК 697.971

ЛИСАК О.В.¹, КУЛІНКО Є.О.²

¹Інститут відновлюваної енергетики Національної Академії
Наук України

²Київський національний університет будівництва і
архітектури

ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ДЛЯ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Мета. *Огляд потенціалу відкритих поверхневих водойм (ВПВ) в якості середовища для відводу теплоти від систем холодопостачання.*

Методика. *Надана загальна інформація по використанню ВПВ в якості середовища для відводу теплоти від систем холодопостачання, показані схеми використання ВПВ. Надано опис впровадження подібної системи в Корнелльському університеті (США). Проведено аналіз холодильних коефіцієнтів холодильних машин за використання в якості джерела холоду повітря та води ВПВ.*

Результати. *Дані систематизовано та проаналізовано для вирішення питання про переваги систем холодопостачання від ВПВ на прикладі порівняння можливих витрат електроенергії холодильної машини при використанні води та повітря для відводу теплоти.*

Наукова новизна. *Наголошено на необхідності проведення досліджень з визначення потенціалу ВПВ в якості джерела холодопостачання в умовах України.*

Практична значимість. *На прикладі порівняння води та повітря в якості середовища для відводу теплоти від систем холодопостачання з використанням холодильної машини продемонстровано, що використання води дозволяє значно зменшити потребу в споживанні електроенергії.*

Ключові слова: *холодопостачання, комбіновані системи холодопостачання, відкриті поверхневі водойми, системи кондиціонування повітря*

Вступ. В наш час все більш актуальним постає завдання створення енергоефективних систем в різних галузях промисловості та господарчої діяльності. В цій роботі розглянуто ефективність систем холодопостачання, що використовують для відводу теплоти відкриті поверхневі водойми (ВПВ).

Це обумовлено тим, що в літературі подібні системи характеризують як менш енерговитратні у порівнянні з традиційними системи холодопостачання, що використовують для відводу теплоти повітря. Одночасно зі зменшенням енергетичних витрат, має місце і зменшення виділення вуглекислих газів [1]. Іншою важливою перевагою таких систем над традиційними «повітряними» є те, що вони займатимуть значно меншу площу та об'єм в будівлі, і вивільнені додаткові площі та об'єми можна використати для інших потреб. Наприклад, в [2] йшла мова про облаштування в будівлі нових місць для паркінгу та кафетерію і конференц-залу на даху після встановлення там холодильних машин з використанням ВПВ замість «повітряних» холодильних машин.

Мета. Метою роботи є ознайомлення читача з характерними особливостями використання ВПВ для відводу теплоти від систем холодопостачання та перевагами використання ВПВ в даному аспекті у порівнянні з повітрям.

Постановка задачі. В роботі надана інформація по основних схемах холодопостачання з використанням ВПВ, розглянуто впровадження подібної системи в Корнелльському університеті (США), вказано певні особливості їх використання в інших проектах та виконано порівняння холодильних коефіцієнтів від систем, що використовують повітря та воду.

1. Термінологія. Хоча в статті йде мова про використання ВПВ взагалі, основна увага приділена глибоким ВПВ, котрі, як правило, виділяють в окремий тип систем. Наприклад, в англійській термінології для позначення таких систем використовуються наступні терміни: «deep water source cooling» (охолодження від води з глибин), «deep water air cooling» (охолодження повітря за допомогою води з глибин), «seawater air conditioning» (кондиціонування повітря за допомогою морської води), «lake air conditioning» (кондиціонування повітря за допомогою озер), «lake source cooling» (охолодження від озера).

Як можна бачити, зміст термінів залежить від виду водойми – море (океан) чи озеро – і способу використання води: кондиціонування повітря (холодопостачання системи кондиціонування повітря) чи холодопостачання (мова може йти про технологічні системи тепlopостачання). Така докладність термінології може бути обумовлена посиланням на основного споживача теплової енергії. Наприклад, в [3, 4] мова йшла про використання подібних систем для холодопостачання готелів з використанням морської води, в [2] – про можливість холодопостачання приміщень серверних за допомогою морської води. Холодопостачання з відводом теплоти до ВПВ в даних роботах використовувалось для забезпечення роботи систем кондиціонування повітря. А от в [5] мова йшла про холодопостачання загалом з використанням води від озера.

1. Огляд схем використання систем холодопостачання від ВПВ. Перш за все, розглянемо концепцію роботи систем холодопостачання з відводом теплоти до ВПВ. Принципова схема даного рішення показна на рис. 1.

Вода забирається з ВПВ в точці 8, та подається по трубопроводу 6 до пункту охолодження 1. В пункті охолодження 1 вода ВПВ використовуються для охолодження води з основної системи холодопостачання. Нагріта вода з ВПВ подається до верхніх прошарків ВПВ по трубопроводу 5 з випуском в точці 7. Холодоносій в основній системі холодопостачання циркулює наступним чином: з пункту охолодження 1 охолоджений холодоносій підводиться до споживача 2 по трубопроводу 3. Після відбору теплоти у споживача 2, холодоносій подається для охолодження до пункту охолодження 1 по трубопроводу 4.

Розглянемо більш детально певні аспекти роботи такої системи.

Особливу увагу на заборі води з максимально можливої глибини ВПВ зроблено з тих міркувань, що температура ВПВ зменшується зі зростанням глибини і, як буде показано далі, чим меншою буде температура води, тим менш енерговитратною буде така система у порівняння з повітряною системою холодопостачання.

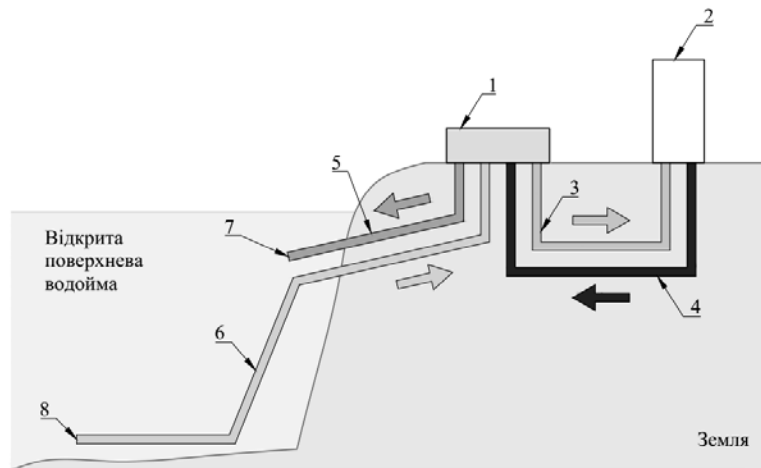
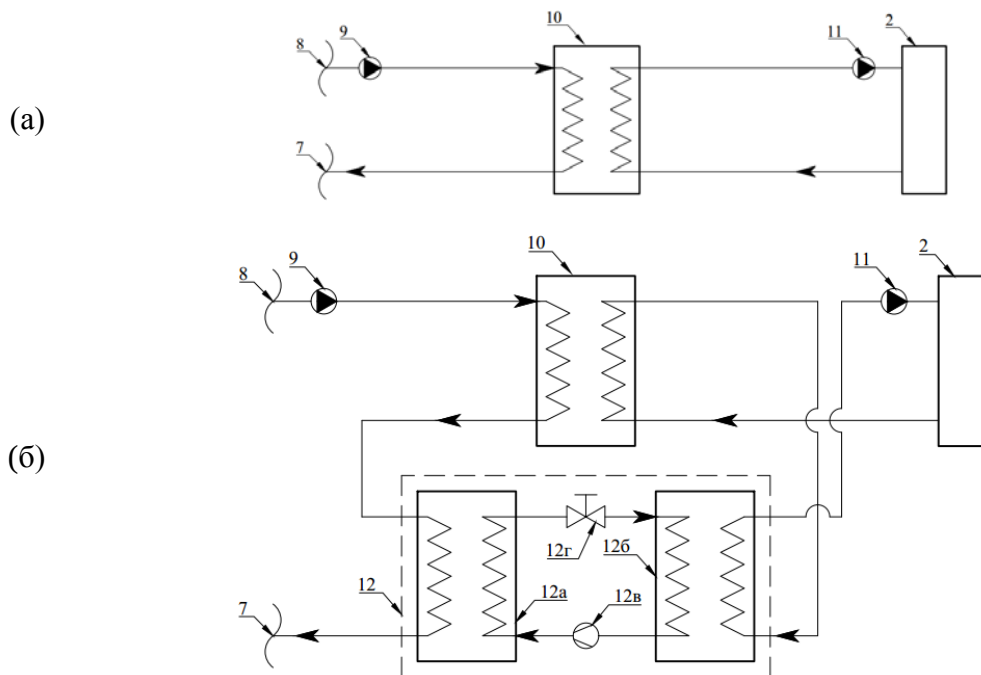


Рис. 1 Принципова схема забору води для потреб холодопостачання від ВПВ:

1 – пункт охолодження; 2 – споживач холоду; 3 – лінія підведення холодоносія до споживача від пункту охолодження; 4 – лінія відведення холодоносія від споживача до пункту охолодження; 5 – повернення води, узятої з ВПВ, до ВПВ; 6 – лінія забору води від ВПВ; 7 – випуск води у верхніх прошарках ВПВ; 8 – забір води з нижніх прошарків ВПВ.

Примітка: З більш детальною схемою можливо ознайомитись в [1Sea15]

Випуск води у верхніх прошарках ВПВ має ту перевагу, що вода ВПВ може нагріватись до більших значень, ніж це було б допустимо, якби вода поверталась у нижні прошарки ВПВ. Окрім того, це зменшує протяжність системи і відповідно – витрати на її експлуатацію та будівництво. Як зазначалось в [6], відмінність значень температури води, що випускається до ВПВ, та води в ВПВ, з екологічних міркувань не повинна перевищувати 3 °С. Таким чином, чим більшою є різниця між температурою місця забору води ВПВ на глибині та температурою у верхніх прошарках ВПВ, куди повертається вода з системи, тим більшим буде допустимий розігрів води ВПВ при її використанні для відведення теплоти від системи холодопостачання.



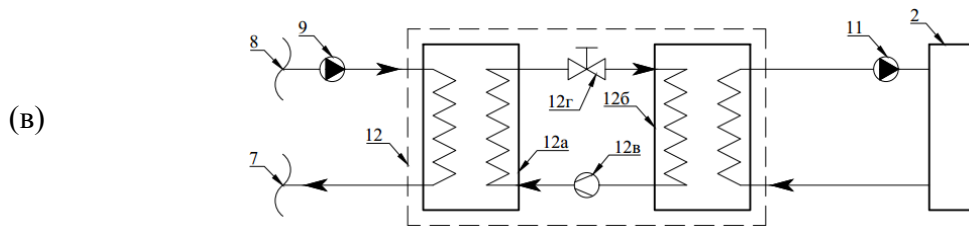


Рис. 2 Принципові схеми холодопостачання від ВПВ: а) з безпосереднім охолодження; б) з комбінованим використанням (з використанням допоміжної холодильної машини); в) з використанням виключно холодильної машини

2 – споживач холоду; 7 – випуск води у верхніх прошарках ВПВ; 8 – забір води з нижніх прошарків ВПВ.; 9 – насос для прокачування води з ВПВ; 11 – насос для прокачування холодоносія до споживача; 12 – допоміжна холодильна машина; 12а – конденсатор; 12б – випарник; 12в – компресор; 12г – терморегулюючий вентиль (дросель).

Примітка: 1. З альтернативними схемами можна ознайомитись в [1, 3, 4]

2. Позначення не починаються з 1, оскільки номери 2, 7 та 8 є спільними для рис. 1 та 2.

На рис. 2 показано три основні принципові схеми роботи систем охолодження, що відводять теплоту до ВПВ.

На рис. 2а показана схема з безпосереднім охолодженням. В ній теплообмін між водою та холодоносієм відбувається в теплообміннику 10. Дана схема застосовується коли температура води ВПВ, що подається до пункту охолодження, є меншою за температуру холодоносія, що подається до споживача.

На рис. 2б показана комбінована схема. В ній холодоносієм спочатку попередньо охолоджується в теплообміннику, як на рис. 2а, а потім додатково охолоджується у випарнику допоміжної холодильної машини 12б. Вода з ВПВ спочатку відводить тепло від холодоносія в теплообміннику 10, а потім слугує для відведення теплоти у конденсаторі допоміжної холодильної машини 12а. Дана схема застосовується коли температура води ВПВ, що подається до пункту охолодження, є більшою за температуру холодоносія, що подається до споживача, але меншою за температуру холодоносія, що повертається від споживача.

На рис. 2в показана схема з використання виключно холодильної машини. Вона працює так само, як на схемі з рис. 2б, за відсутності теплообмінника в ній. Дана схема застосовується коли температура води ВПВ, що подається до пункту охолодження, при її заборі є більшою за температуру холодоносія, що відводиться від споживача.

Як правило, намагаються застосовувати комбіновані системи. Алгоритм їх роботи залежить від температури води та загальної необхідної потужності. Наприклад, в [2] були представлені три випадки роботи подібних систем. Коли температура морської води була меншою за 5,5 °С та необхідність в холодопостачанні не перевищувала 2400 кВт, використовувалось лише безпосереднє охолодження води, як на рис. 2а. В діапазоні значень температури морської води 5,5...11,5 °С використовувалась схема охолодження води, як на рис. 2б. Коли значення температури морської води перевищувало 11,5 °С, то вода вважалась занадто теплою для її безпосереднього використання і застосовувалась схема охолодження води, як на рис. 3б.

2. Приклад використання системи холодопостачання ВПВ у Корнелльський університеті. В якості прикладу впровадження технології з використанням ВПВ розглянуто систему холодопостачання з відводом теплоти до озера, що була впроваджена в Корнелльському університеті, США [5]. Потужність розглянутої системи становить приблизно 70 МВт (20 000 Tons of Refrigeration) [1].

Для відводу теплоти в даному проекті було запропоновано використати озеро Кайєга (Cayuga Lake). Місце забору води було розташовано в ≈ 3 м (10 футів) від дна озера, на глибині ≈ 76 м (250 футів) та на відстані від берегу $\approx 3,2$ км (2 милі). Температура води в цьому місці утримувалась на протязі року $\approx 3,9$ °C (39 °F). Це значення температури є нижчим за вказане в [1], де пряме використання води для потреб холодопостачання було розглянуто за температури води 7 °C.

Для теплообміну між системою холодопостачання університету та системою подачі та відведення води ВПВ використовується теплообмінник рекупераційного типу (без змішування води систем холодопостачання і подачі та відведення води ВПВ).

Відвід води здійснюється на поверхні озера через систему малих отворів в трубі. Перевагою такого рішення є швидке перемішування води, що відводиться зі станції охолодження, з водою ВПВ в місці випуску – і відповідно зменшення ризику можливого негативного впливу перепаду температур на екологію, про який йшла мова в [6]. Окрім того, з певною періодичністю проводиться біомоніторинг води ВПВ для оцінки впливу даної системи на флору та фауну ВПВ.

Економія від встановлення даної системи становить близько 86% у порівнянні з раніше використовуваною традиційною системою холодопостачання, що в абсолютних цифрах складає 25 мільйонів кВт·год на рік [7].

3. Порівняння використання повітря та ВПВ для систем холодопостачання в умовах України. Визначимо співвідношення теоретичних холодильних коефіцієнтів при застосуванні в якості джерела холоду повітря та води. Розрахунки виконаємо для найгіршого з точки зору економії електроенергії схеми холодопостачання з відводом теплоти до ВПВ – з використанням виключно холодильної машини. Таким чином можна встановити мінімальну можливу (з трьох запропонованих схем роботи) економію електроенергії від впровадження системи холодопостачання з відводом теплоти до ВПВ.

За початкові умови приймаємо значення температури холодоносія, як в [1, р. 1], де температура холодоносія на вході до пункту охолодження становила $t_{x1} = 13$ °C, а на виході з неї – $t_{x2} = 7$ °C.

Тепер розглянемо температури теплоносія в системі відводу теплоти. Значення температури води з ВПВ на вході до систем охолодження t_{m1} проаналізуємо для діапазону значень: 10; 12 та 14 °C, які свідчать про необхідність використання холодильної машини, оскільки ці температури є вищими за температуру холодоносія на виході з пункту охолодження.

Варто зазначити, що аналогічним чином будемо визначити й умови роботи холодильної машини за використання повітря. Температура повітря приймається $t_{n1} = 35$ °C і подальші обчислення відбуваються по тим самим формулам з тією відмінністю, що замість індексу «м» буде використовуватись індекс «п».

Подальший розрахунок виконаємо згідно рекомендацій [8, с. 181].

Температуру підігрітої води з ВПВ після проходження конденсатора приймаємо на 3...5 °С вищою, тобто:

$$t_{m2} = t_{m1} + (3...5) = 10 + 4 = 14 \text{ °C} \quad (1)$$

Для здійснення розрахунків, приймаємо підвищення температури рівним 4 °С в формулі (1) і тоді формула (1) приймає вигляд:

$$t_{m2} = t_{m1} + 4 \quad (2)$$

Тепер визначимо температуру конденсації $t_{\text{конд}}$ та температуру випаровування $t_{\text{вип}}$. Температуру конденсації $t_{\text{конд}}$ визначимо по формулі:

$$t_{\text{конд}} = \frac{t_{m1} + t_{m2}}{2} + (3...5) \quad (3)$$

Якщо прийняти можливе підвищення рівним 4 °С і врахувати формулу (2), то рівняння (3) можна спростити до:

$$t_{\text{конд}} = t_{m1} + 6 \quad (4)$$

Температуру випаровування $t_{\text{вип}}$ приймаємо згідно рекомендацій:

$$t_{\text{конд}} = \frac{t_{x1} + t_{x2}}{2} - (4...6) \quad (5)$$

Для здійснення розрахунків, приймаємо зниження температури рівним 5 °С і тоді формула (5) приймає вигляд:

$$t_{\text{конд}} = \frac{t_{x1} + t_{x2}}{2} - 5 \quad (5)$$

Для подальших розрахунків необхідно перевести значення температур конденсації $t_{\text{конд}}$ та випаровування $t_{\text{вип}}$ з градусів Цельсія в Кельвіни, що необхідно для розрахунку холодильного коефіцієнту:

$$T_{\text{вип}} = t_{\text{вип}} + 273 \quad (6)$$

$$T_{\text{конд}} = t_{\text{конд}} + 273 \quad (7)$$

Теоретичний холодильний коефіцієнт ε холодильної машини визначається як:

$$\varepsilon = \frac{T_{\text{конд}}}{T_{\text{вип}} - T_{\text{конд}}} \quad (8)$$

Загалом, мало б сенс визначити і реальні значення холодильних коефіцієнтів. Але оскільки нас цікавить лише їх порівняння, можна припустити, що коефіцієнт перерахунку теоретичного значення холодильного коефіцієнту холодильної машини в реальне $k_{\text{реал}}$ є однаковим для всіх випадків. Запишемо формулу для розрахунку реального значення холодильного коефіцієнту холодильної машини складає $\varepsilon_{\text{реал}}$:

$$\varepsilon_{\text{реал}} = k_{\text{реал}} \cdot \varepsilon \quad (9)$$

Важливо визначити наскільки багато електроенергії можна заощадити, використовуючи воду замість повітря для відводу теплоти від систем холодопостачання. В цій роботі запропоновано визначити це як співвідношення холодильних коефіцієнтів:

мінімального значення з наведених реальних значень холодильних коефіцієнтів $\varepsilon_{\text{реал},\min}$ до розглянутого реального значення холодильного коефіцієнту $\varepsilon_{\text{реал},i}$, що й буде показувати, наскільки менше енергії треба витратити для генерації аналогічної кількості холоду. Зазначимо, що в даних розрахунках мінімальне значення холодильного коефіцієнту має місце при використанні повітря для відводу теплоти, тобто $\varepsilon_{\text{реал},\min} = \varepsilon_{\text{реал},n}$. Саме співвідношення визначається по формулі:

$$\frac{\varepsilon_{\text{реал},n}}{\varepsilon_{\text{реал},i}} = \frac{(k_{\text{реал}} \cdot \varepsilon)_n}{(k_{\text{реал}} \cdot \varepsilon)_i} \cdot 100\% \quad (9)$$

Це рівняння можна скоротити, оскільки $k_{\text{реал}}$ умовно прийнято однаковим для всіх розглянутих випадків, і рівняння (9) приймає вигляд:

$$\frac{\varepsilon_{\text{реал},n}}{\varepsilon_{\text{реал},i}} = \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_i} \cdot 100\% \quad (10)$$

Тепер можна перейти до виконання розрахунків. Спочатку визначимо температуру випаровування, дані з її розрахунку представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Дані для розрахунку температури випаровування $t_{\text{вип}}$ і її значення

Параметр	t_{x1}	t_{x2}	$t_{\text{вип}}$
Значення, °C	13	7	5
Значення, K	286	280	278

Далі визначаємо температури конденсації в залежності від обраного середовища для відводу теплоти та його температури, знаходимо значення теоретичних холодильних коефіцієнтів та визначаємо співвідношення $\varepsilon_{\text{реал},n} / \varepsilon_{\text{реал},i}$. Дані по цих розрахунках занесемо в табл. 2.

Таблиця 2

Дані для визначення та порівняння холодильних коефіцієнтів

Середовище	t_{m1}		t_{m2}		$t_{\text{конд}}$		ε	$\varepsilon_{\text{реал},n} / \varepsilon_{\text{реал},i}$, %
	°C	K	°C	K	°C	K		
Морська вода	10	283	14	287	16	289	25,27	30,56
	12	285	16	289	18	291	21,38	36,11
	14	287	18	291	20	293	18,53	41,67
Повітря	35	308	39	312	41	314	7,72	100,00

Дані в табл. 2. демонструють, що при використанні води за наведених умов споживання електроенергії є суттєво меншими порівняно з використанням повітря. Звісно, ці дані не є остаточними та потребують уточнення по методиці розрахунку.

Якщо виходити з тих міркувань, що пряме холодопостачання є ще більш ефективним, ніж використання холодильної машини – то економія електроенергії буде ще більшою.

Висновки:

1. В статті продемонстровано, що використання ВПВ замість повітря для відводу теплоти від систем холодопостачання має технічне підґрунтя і подібні проекти впроваджують в різних країнах світу. Цьому сприяє значно менша, ніж у повітря, температура середовища в теплий період року – внаслідок чого ВПВ не тільки раціональніше використовувати для відведення теплоти від холодильної машини в теплий період року, але й за досить низьких значень температури води ВПВ використовувати її в системах безпосереднього охолодження.
2. Системи безпосереднього охолодження дають найбільшу економію електроенергії, але їх спорудження є не завжди економічно та технічно доцільним і тому перевагу надають комбінованим системам холодопостачання, в яких окрім безпосереднього охолодження застосовується охолодження за допомогою холодильної машини.
3. Важливо стимулювати впровадження систем холодопостачання з відводом теплоти до ВПВ. Увагу треба зосередити на потужних споживачах холоду чи місцях зі значною щільністю подібних споживачів.
4. Для оцінки можливих переваг використання холодопостачання від ВПВ та кращого інформування населення про його переваги варто було б розробити атлас потенціалу холодопостачання від ВПВ та атлас споживачів холоду.

Список використаних джерел

1. Seawater Air Conditioning – Makai Ocean Engineering. Url: <http://www.makai.com/brochures/Seawater%20Air%20Conditioning%20by%20Makai.pdf>. Date of application: 30.10.2015.
2. Охлаждать натурально. Url: http://www.alfalaval.com/microsites/insights/wp-content/uploads/2014/02/004_copenhagen.pdf. Дата обращения: 30.10.2015.
3. A.F.Elsafy and L.A.Saeid Sea Water Air Conditioning [SWAC]: A Cost Effective Alternative // International Journal of Engineering (IJE). – 2009. — Vol. 3, Issue 3. — P. 346-358. — ISSN: 1025-2495.
4. Dinesh Surroop and Abba Abhishekanand. Technical and Economic Assessment of Seawater Air Conditioning in Hotels // International Journal of Chemical Engineering and Applications. — 2013. — Vol. 4, No. 6. — P. 382-387. — ISSN: 2010-0221.
5. How Lake Source Cooling Works. Url: <http://energyandsustainability.fs.cornell.edu/util/cooling/production/lsc/works.cfm>. Date of application: 30.10.2015.
6. Лусак О.В., Кулінко Є.О. Перспективи використання відкритих поверхневих водоем для теплопостачання за допомогою теплових насосів // Відновлювана енергетика. – 2015. – № 3. – С. 74-84. – ISSN 1819-8058.
7. Lake Source Cooling Home. Url: <http://energyandsustainability.fs.cornell.edu/util/cooling/production/lsc/default.cfm>. Date of application: 30.10.2015.
8. Пеклов А. А., Степанова Т. А. Кондиционирование воздуха. – Киев : Вища школа, 1978. – 326 с.

References

1. Seawater Air Conditioning – Makai Ocean Engineering. Url: <http://www.makai.com/brochures/Seawater%20Air%20Conditioning%20by%20Makai.pdf>. Date of application: 30.10.2015.
2. Natural cooling. Url: http://www.alfalaval.com/microsites/insights/wp-content/uploads/2014/02/004_copenhagen.pdf. Date of application: 30.10.2015. [in Russian]
3. A.F.Elsafy and L.A.Saeid Sea Water Air Conditioning [SWAC]: A Cost Effective Alternative // International Journal of Engineering (IJE). – 2009. — Vol. 3, Issue 3. — P. 346-358. — ISSN: 1025-2495.
4. Dinesh Surroop and Abba Abhishekanand. Technical and Economic Assessment of Seawater Air Conditioning in Hotels // International Journal of Chemical Engineering and Applications. — 2013. — Vol. 4, No. 6. — P. 382-387. — ISSN: 2010-0221.
5. How Lake Source Cooling Works. Url: <http://energyandsustainability.fs.cornell.edu/util/cooling/production/lsc/works.cfm>. Date of application: 30.10.2015.
6. Lysak, O.V. and Kulinko, Ye.O. Prospects of using surface water for heat pump heating systems (Perspektyvy vykorystannia vidkrytykh poverkhnevyykh vodoim dlia teplopостachannia za dopomohoiu teplovykh nasosiv) // Renewable energy. – 2015. – № 3. – P. 74-84. – ISSN 1819-8058. [in Ukrainian]
7. Lake Source Cooling Home. Url: <http://energyandsustainability.fs.cornell.edu/util/cooling/production/lsc/default.cfm>. Date of application: 30.10.2015.
8. Peklov, A.A. and Stepanova, T.A. Air conditioning (Konditsionirovanie vozduha). — Kiev : Vischa shkola, 1978. — 326 p. [in Russian]

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЁМОВ ДЛЯ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

ЛЫСАК О.В.¹, КУЛИНКО Е.О.²

¹Институт возобновляемой энергетики НАН Украины

²Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Цель. Обзор потенциала открытых поверхностных водоёмов (ВПВ) в качестве среды для отвода теплоты от систем холодоснабжения.

Методика. Предоставлена общая информация по использованию ВПВ в качестве среды для отвода теплоты от систем холодоснабжения, показаны схемы использования ВПВ. Предоставлено описание внедрения подобной системы в Корнелльском университете (США). Проведён анализ холодильных коэффициентов холодильных машин при использовании в качестве источника холода воздуха и воды ВПВ.

Результаты. Данные систематизированы и проанализированы для решения вопроса о преимуществах систем холодоснабжения от ВПВ на примере сравнения возможных расходов электроэнергии холодильной машины при использовании воды и воздуха для отвода теплоты.

Научная новизна. Отмечена необходимость проведения исследований по определению потенциала ВПВ в качестве источника холодоснабжения в условиях Украины.

Практическая значимость. На примере сравнения воды и воздуха в качестве среды для отвода теплоты от систем холодоснабжения с использованием холодильной машины продемонстрировано, что использование воды позволяет значительно уменьшить потребность в потреблении электроэнергии.

Ключевые слова: *холодоснабжения, комбинированные системы холодоснабжения, открытые поверхностные водоёмы, системы кондиционирования воздуха*

USING OF SURFACE WATER SOURCE COOLING

LYSAK O.¹, KULINKO YE.²

¹ *Institute of Renewable Energy at National Academy of Sciences of Ukraine*

² *Kyiv National University of Construction and Architecture*

Purpose. The potential of the use of surface water source cooling is reviewed.

Methodology. The general information about the use of surface water source cooling is given (including the schematics of the possible ways to use surface water for cooling). The description of the “Lake Source Cooling” Project (the Cornell University, USA) is shown. The comparison of the coefficients-of-performance of the chiller that use surface water and ambient air for heat rejection is made.

Findings. The comparison of the coefficients-of-performance (COPs) of the chiller that use surface water and ambient air for heat rejection is analyzed to show what medium is better for heat rejection and what could be the reduction in power consumption.

Originality. The need for the use of surface water source cooling in Ukraine is noted.

Practical value. The comparison of the COPs shows that the usage of the surface water decreases the power consumption.

Keywords: *cooling, sea water air conditioning, deep water source cooling, lake source cooling*

УДК УДК 621.3-192:378

КАПЛУН В.В., БОБРОВНИК В.М.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ВИЩИХ
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ НА ОСНОВІ
НОРМУВАННЯ ПИТОМИХ ПОКАЗНИКІВ
ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ**

Мета. Дослідження ефективності системи електроспоживання у вищому навчальному закладі на основі експериментального та розрахунково-статистичного методів з урахуванням впливу особливостей освітнього процесу, сезону та експлуатаційних чинників.

Методика. Проведений структурний аналіз електроспоживання з використанням статистичних даних, одержаних з локальних пристроїв збору і обробки даних з урахуванням впливу особливостей організації освітнього процесу, сезону та експлуатаційних чинників.

Результати. Одержані питомі показники електроспоживання у будівлях ВНЗ з урахуванням впливу особливостей організації освітнього процесу, сезону та експлуатаційних чинників.

Наукова новизна. Запропоноване рішення дає змогу узагальнити та обґрунтувати нові теоретичні та методичні аспекти управління ефективністю електроспоживання ВНЗ на основі використання питомих показників електроспоживання з урахуванням особливостей організації освітнього процесу, сезону та експлуатаційних чинників.

Практична значимість. Розроблені рекомендації щодо виконання техніко-економічних обґрунтувань управління витратами на електроспоживання при плануванні освітнього процесу та реалізації проектів з енергозбереження у ВНЗ.

Ключові слова: аналіз електроспоживання ВНЗ, питомі показники електроспоживання, управління енергоефективністю, особливості організації освітнього процесу.

Вступ. Реалізація концепції сталого розвитку України для вищих навчальних закладів (ВНЗ) передбачає вирішення проблем підвищення енергоефективності та енергоощадності як основних стратегічних напрямів комплексного розвитку університетського господарства. Економічне зростання ВНЗ в умовах постійно зростаючих видатків неможливе без поетапного зменшення споживання енергоносіїв і приведення їх до економічно обґрунтованих рівнів.

Існуюче законодавство та нормативні документи щодо енергозбереження та підвищення енергоефективності регулює відносини між господарськими суб'єктами і державою у сфері використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) [1,2]. Створення умов для впровадження нових енергоощадних технологій, управління режимами енергоспоживання на основі достовірних і оперативних даних є сьогодні пріоритетним завданням.

Серед основних нормативно-правових документів України у сфері енергозбереження - Закони України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», «Про електроенергетику», «Про

енергозбереження», які забезпечують проведення цілеспрямованої політики держави з організації та координації дій у сфері енергозбереження, розроблення цільових, регіональних, місцевих та інших програм.

Законом України «Про енергозбереження» визначено поняття стандартизації у сфері енергозбереження, яка проводиться для встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо раціонального використання та економії паливно-енергетичних ресурсів.

Дослідження комплексу науково-технічних засобів підвищення енергоефективності необхідне для розроблення принципів створення систем автоматизованого моніторингу, збору і обробки первинних даних з метою впровадження організаційного забезпечення ефективного управління процесами споживання енергоносіїв у відповідності до діючих Стандартів та технічних регламентів. Стандарти у сфері енергозбереження є основою для застосування економічних санкцій за нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, використання енергетично неефективного обладнання та матеріалів.

Постановка завдання. Діючі законодавчі та нормативні документи визначають організаційно-методичні основи енергозбереження, раціональні питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів, методи визначення потреб в енергії, сертифікації об'єктів відповідно до вимог енергозбереження, методи збирання та обробки інформації про витрати паливно-енергетичних ресурсів, вимоги до енергозберігаючих технологій і енергозберігаючого обладнання, вимоги до вторинних енергетичних ресурсів, нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Однак головним механізмом стимулювання до зниження енергоспоживання є розроблення і обґрунтування норм і нормативів витрат ПЕР, які в обов'язковому порядку включаються в енергетичні паспорти обладнання, режимні карти, технологічні інструкції та інструкції з експлуатації, а також у технічні умови та паспорти на всі види машин і механізмів, що споживають паливно-енергетичні ресурси і дають змогу оцінювати ефективність енергоощадних заходів за визначений календарний період.

Нормування витрат ПЕР встановлюється з урахуванням особливостей конкретного виробництва, як правило, на рівні підприємства, установи, організації. Диференціація норм за конкретними технологіями чи видами споживання здійснюється підприємством, установою, організацією самостійно на основі міжгалузевих та галузевих методик. Ці норми не повинні перевищувати встановлених показників міжгалузевих та галузевих типових норм питомих витрат ПЕР для певних видів споживання [1].

Норми витрат встановлюються на всі види паливно-енергетичних ресурсів незалежно від джерел їх постачання та характеру споживання. У загальному випадку, для розроблення норм і нормативів та аналізу енергоспоживання використовуються енергобаланси – система взаємопов'язаних показників, які відображають кількісну відповідність між надходженням та використанням усіх видів ПЕР певним об'єктом (виробничою дільницею, цехом, підприємством, галуззю, регіоном тощо). Норми витрат ПЕР підлягають систематичному перегляду з урахуванням змін у технології виробництва. Якщо обсяги виробництва товарної продукції продовжують змінюватися, перегляду підлягає також організація виробництва з метою зменшення умовно-постійної складової

питомих витрат ПЕР. Норми відповідно до даного документу класифікуються за ступенем агрегації на індивідуальні й групові; за періодом дії на річні та квартальні [2].

До об'єктів нормування ПЕР належить і дитячі дошкільні заклади, школи, професійно-технічні та середні спеціальні навчальні заклади, вищі навчальні заклади [1].

Сучасні вимоги до проблеми енергозбереження та підвищення енергоефективності значно зросли, що вимагає проведення розробки та істотного аналізу методів оцінювання параметрів питомих норм витрат електроенергії.

Основним методичним принципом формування норм для різних рівнів управління є їх послідовна агрегація (укрупнення) знизу догори. Норми питомих витрат ПЕР визначаються прямим розрахунком з урахуванням рівня фактично досягнутих норм і можуть бути визначені шляхом застосування наступних методів: розрахунково-аналітичного, експериментального, розрахунково-статистичного та комбінованого. Розрахунково-аналітичний метод передбачає визначення норм питомих витрат ПЕР шляхом визначення реального споживання у відповідності до технологічної структури споживання на основі прогресивних показників та прогнозу їх зменшення з урахуванням оціненого потенціалу енергозбереження та підвищення енергоефективності. Експериментальний метод базується полягає у визначенні норм на підставі даних, одержаних в результаті експериментальних вимірювань та прогнозу зменшення їх споживання з урахуванням оціненого потенціалу енергозбереження та підвищення енергоефективності. Наявність автоматизованої системи моніторингу, збору і обробки даних є базовою умовою для використання цього методу, а режими роботи технологічного обладнання повинні відповідати нормативним, технологічний процес повинен проводитись у відповідності до регламентів та режимних карт. Розрахунково-статистичний метод полягає у визначенні питомих норм на основі використання статистичних даних про фактичні витрати ПЕР та про значення чинників, що впливають на величину їх питомих витрат. Комбінований метод поєднує у собі експериментальний та розрахунково-аналітичний методи визначення норм питомих витрат ПЕР і дає можливість одержати обґрунтовані індивідуальні норми витрат з урахуванням особливостей технологічних процесів.

Групові норми питомих витрат ПЕР визначаються, як правило, розрахунково-аналітичним методом як середньозважені групові показники на підставі індивідуальних норм та розрахунково-статистичним методом.

Разом з тим, групові норми витрат ПЕР можуть встановлюватись як планові на обраний календарний період (тиждень, місяць, квартал, рік та ін.), виходячи з відповідних фактичних витрат базисного періоду з урахуванням досягнутих прогресивних показників питомих витрат ПЕР та запланованих заходів з енергозбереження і підвищення енергоефективності.

Однак, вирішення питання не є простим і ускладнене наявністю різноманітних факторів, що не дають змоги оптимально нормувати показники електроспоживання. Завищення або заниження визначених питомих норм призводить до необґрунтованих перевитрат електроенергії та неможливості здійснювати прогнозоване оцінювання рівнів електроспоживання на найближчу перспективу. У світлі зазначених завдань великого значення набуває розробка і подальше вдосконалення науково обґрунтованих методів

нормування та планування потреби освітніх закладів у електричній енергії, що свідчить про актуальність даного дослідження.

Вищі навчальні заклади, як автономні господарюючі суб'єкти є значними споживачами енергоресурсів. Матеріали дослідження, викладені в даній статті, стосуються ВНЗ інженерно-технологічної групи з середнім штатом науково-педагогічного персоналу не більше 600 осіб. Як відомо, на електроспоживання електротехнічними комплексами університетів припадає понад 30% від загальної кількості витрат коштів на енергозабезпечення. Постійне зростання цін на електроенергію викликає підвищення собівартості освітніх послуг, що знижує конкурентоспроможність ВНЗ [4].

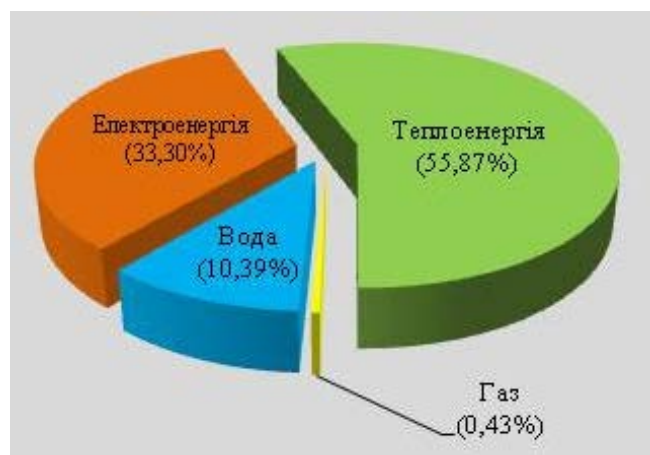


Рис. 1 Структура витрат на енергозабезпечення та воду в університеті інженерно-технологічної групи з середнім штатом науково-педагогічного персоналу не більше 600 осіб (усереднені дані служби енергоменеджменту Київського національного університету технологій та дизайну за п'ятирічний період спостережень)

Контроль ефективності використання енергоносіїв у ВНЗ [5] запропоновано здійснювати на основі розроблених регресійних моделей. Далі наведені особливості формування таких моделей, а також обґрунтовані принципи контролю енергоефективності.

Функціонування систем контролю енергоефективності передбачає зіставлення фактичних енерговитрат з плановими або нормованими. Якщо перші можуть бути одержані безпосередньо шляхом вимірювання, то плановані одержують на основі використання математичної моделі, побудованої за результатами раніше проведених спостережень (вимірювань).

Перш за все, необхідно обґрунтувати періодичність синхронних вимірювань споживання електроенергії (за даними, одержаних з лічильників), а також значень відповідних технологічних параметрів інженерних мереж. Така періодичність може визначатися: графіками навчального процесу; сезонністю, днями тижня та годинами доби.

Результати дослідження. Попередній аналіз даних про електроспоживання у ВНЗ показав, що існуючі норми питомих витрат електроенергії в багатьох випадках не стимулюють економії електроенергії, а встановлення нормативних значень від базового

показника з урахуванням 3-5% економії не може застосовуватися в сучасних умовах роботи при значній варіації чинників, що впливають на процес електроспоживання.

Планування лімітів потребує детального вивчення та аналізу динаміки електроспоживання у будівлях протягом декількох років, врахувавши зміни, які плануються, і ті, які вже відбулись (технічне переоснащення, автоматизація, ремонти, зміна площ і обладнання, тощо).

Обґрунтованість висновків і рекомендацій забезпечується коректним використанням методів дослідження і підтверджується збігом теоретичних розрахунків з експлуатаційними розрахунковими значеннями. В якості експериментальної бази використовувалися дані програмно-технічного комплексу «Автоматизована система управління електроспоживанням», який створений і введений у промислову експлуатацію у Київському національному університеті технологій та дизайну. Теоретичні дослідження супроводжувалися розробкою алгоритмів і програм, що використовувались для статичної обробки результатів і прогнозування з наступною співставною перевіркою в експлуатаційних умовах на відтворюваність за періоди, що передували розрахунковим.

Використовуючи програмно-технічний комплекс «Автоматизована система управління електроспоживанням» одержані дані про річні обсяги споживання електроенергії за період з 2008 по 2014 роки (див.рис.2) [4].

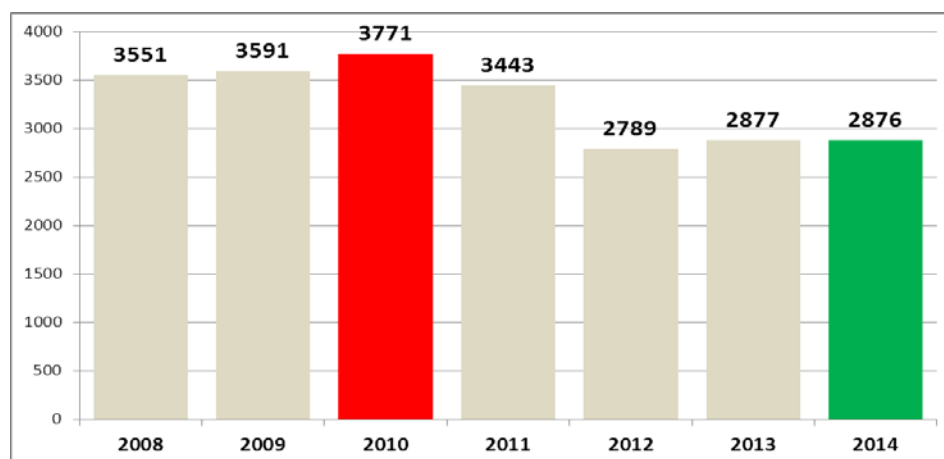


Рис. 2 Фактичні дані річного електроспоживання у ВНЗ інженерно-технологічної групи з кількістю науково-педагогічних працівників до 600 осіб за період з 2008 по 2014 роки.

Заклади освіти мають в основному 5 груп споживачів електроенергії: освітлення (30-50%), споживання електродвигунами (10-30%), установки електронагріву (10%-25%), комп'ютери та оргтехніка - до 10%, лабораторне обладнання – 5-7% [5].

Основним критерієм оцінювання енергоефективності систем енергоспоживання обрані питомі показники, одержані на основі статистичного аналізу функціонування інженерних мереж та умов експлуатації навчальних корпусів і гуртожитків. Питомі показники електроспоживання, віднесені до приведених площ навчальних корпусів і приведенного контингенту студентів чи до середньомісячної кількості студентів, проживаючих у гуртожитках, є базовими для оцінювання потенціалу енергозбереження університету і прогнозування рівнів енергоспоживання на найближчу перспективу.

Нормування і контроль за споживанням електричної енергії при сформованих режимах роботи електротехнічного устаткування повинні здійснюватися за підсумковими показниками роботи, що дасть можливість організувати адекватне прогнозування питомої витрати електроенергії у ВНЗ і дозволить ефективно впроваджувати заходи з енергозбереження.

На рис. 3 і 4 приведені порівняльні показники електроспоживання - фактичні і планові, одержані на основі прогнозного оцінювання електроспоживання та кумулятивної суми відхилень, відповідно. Аналіз аналогічних звітів окремих структурних підрозділів ВНЗ дає можливість робити висновки щодо ефективності споживання енергії кожним із них [4].

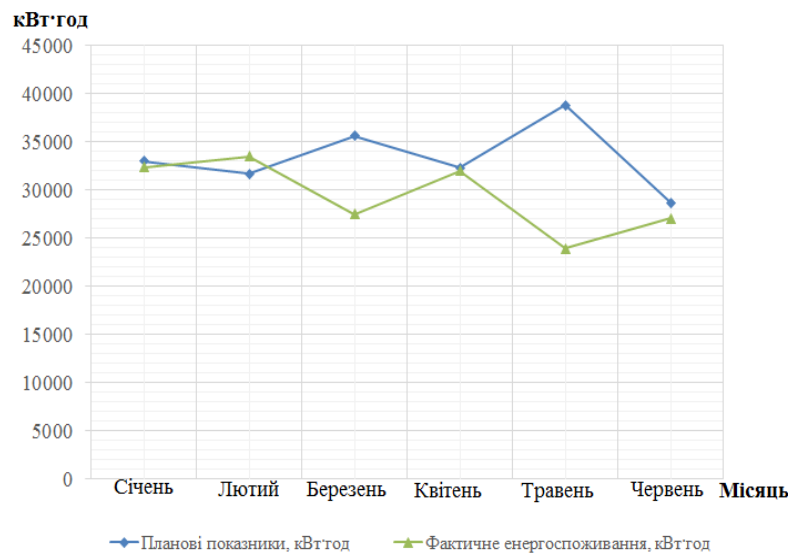


Рис. 3 Порівняння фактичних та планових показників електроспоживання

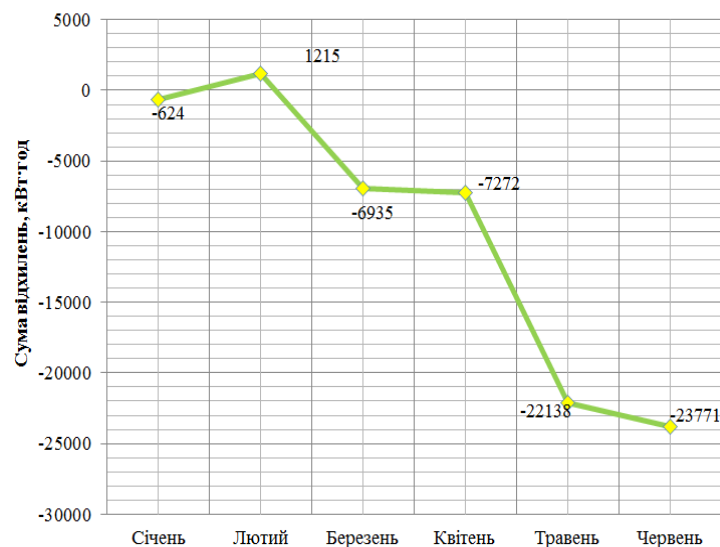


Рис. 4 Відхилення між плановими та фактичними показниками електроспоживання

Такі звіти формуються у системі енергоменеджменту і є основою для складання зведених звітів ВНЗ. Зведені звіти, як правило, стосуються більших проміжків часу (квартальні, за півріччя, за опалювальний сезон, річні). Вони характеризують загальну ситуацію в ВНЗ щодо визначення стратегічних завдань у сфері енергозбереження і підвищення енергоефективності.

На основі використання принципів контролю енергоспоживання, що полягає у зіставленні фактичних енерговитрат з плановими (прогнозованими), виконане оцінювання ефективності роботи електротехнічних комплексів ВНЗ. Таким чином був одержаний кількісний критерій оцінювання ефективності функціонування системи електрозабезпечення. Наступні міркування були пов'язані з дослідженням взаємозв'язку між зміною навчального процесу та флуктуаціями питомих витрат електроенергії і розробкою принципів прогнозованого оцінювання споживання для обґрунтування лімітів за обраний календарний період. Удосконалення освітнього процесу, що призвело до зменшення питомого споживання свідчить про ефективне управління і є кроком до запровадження індивідуальних лімітів електроспоживання у навчальних корпусах та гуртожитках.

Одним із чинників, який використовується для розрахунків питомого споживання енергоносіїв є приведений контингент студентів.

Динаміка відносної зміни приведенного контингенту у 2008-2014 рр. [4].

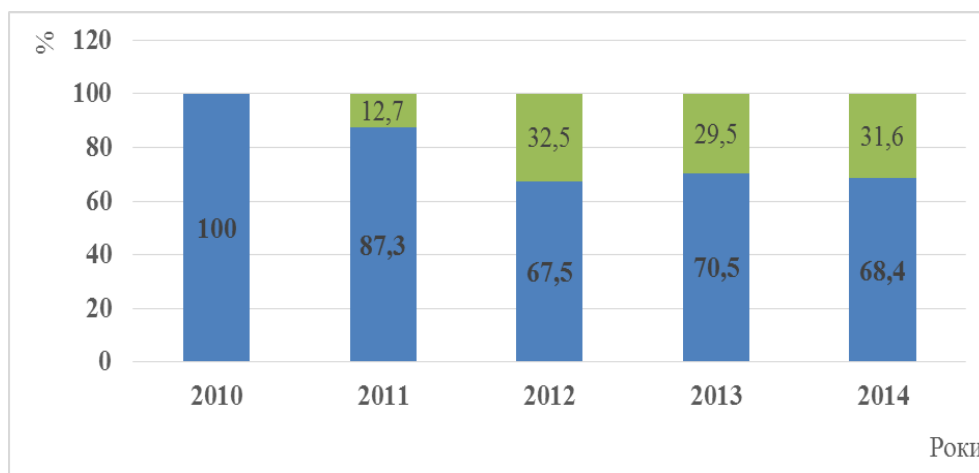


Рис. 5 Динаміка відносної зміни приведенного контингенту у 2008-2014 рр.

Використовуючи дані з [4], визначене приведенне фактичне споживання електроенергії у гуртожитках. Одержані результати наведені на рис. 6, 7.

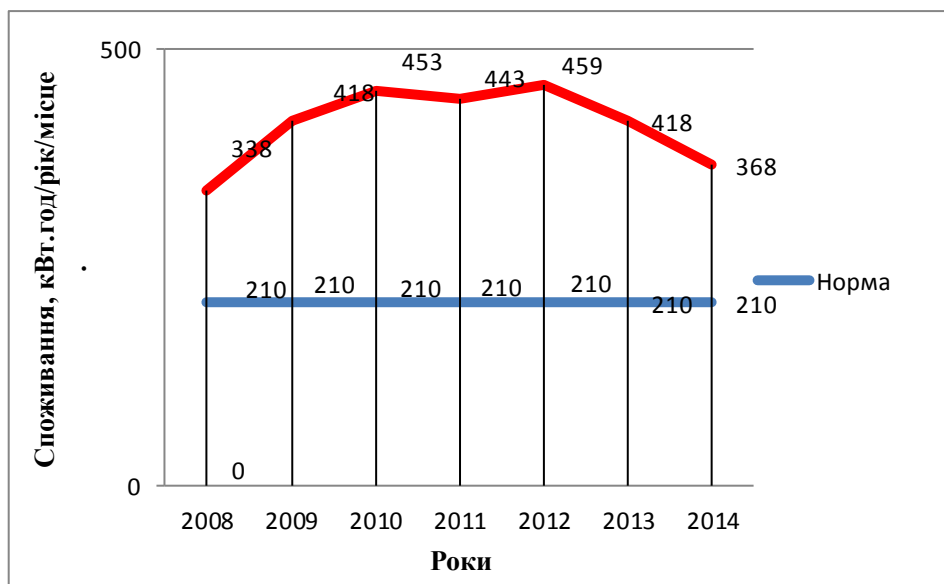


Рис. 6 Нормоване та приведенне до кількості проживаючих фактичне споживання електроенергії в гуртожитках без електроплит, кВт·год./рік/місце

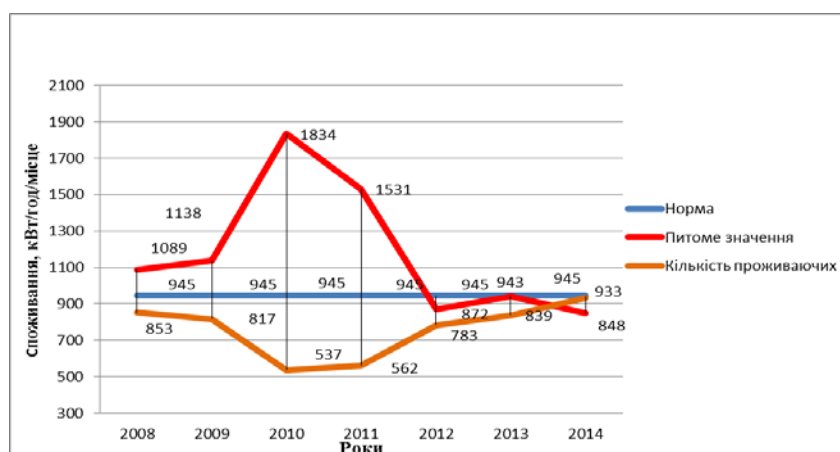


Рис. 7 Нормоване та приведенне до кількості проживаючих фактичне споживання електроенергії у гуртожитках з електроплитами, кВт·год./рік/місце

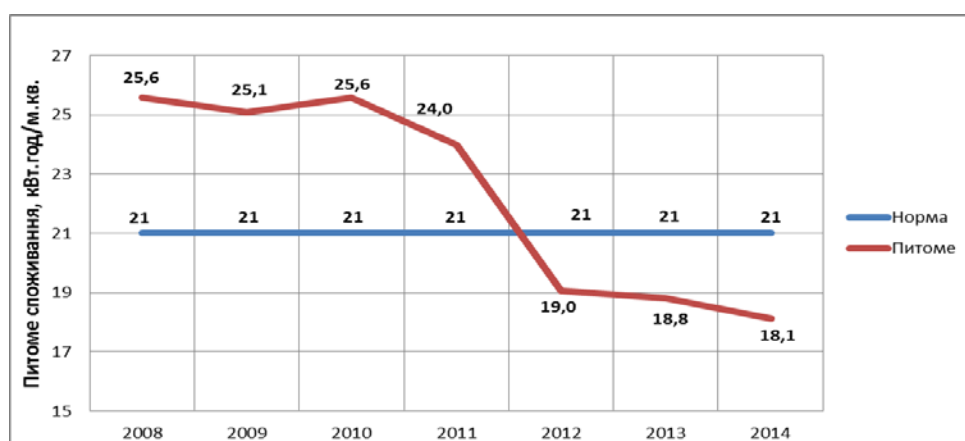


Рис. 8 Приведене до загальної площі фактичне споживання електроенергії у навчальних корпусах, кВт·год./рік/м. кв.

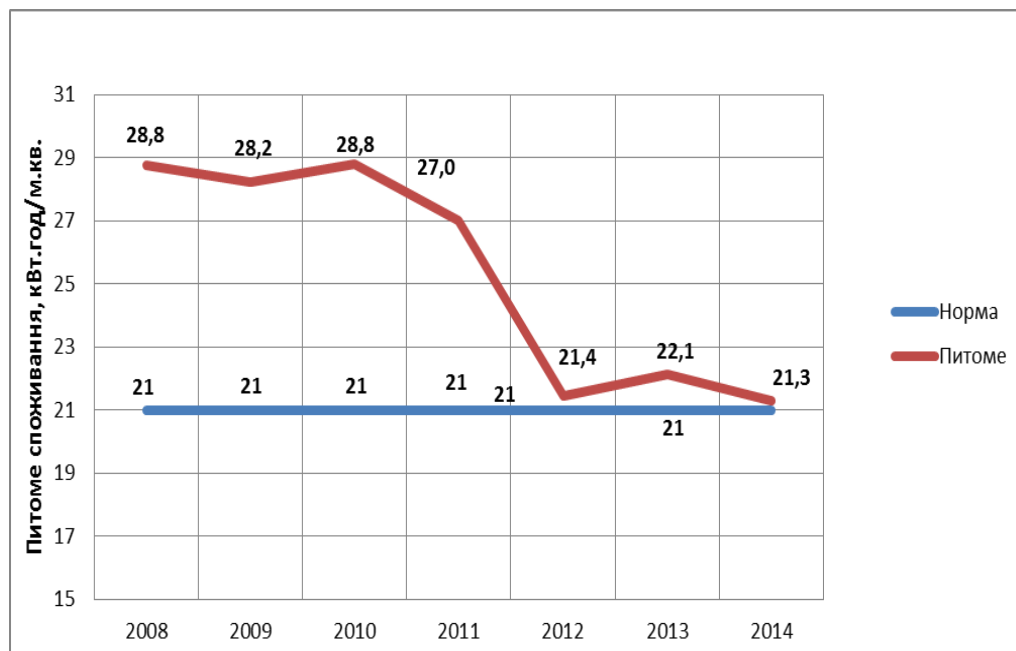


Рис. 9 Приведене до корисної площі фактичне споживання електроенергії у навчальних корпусах, кВт·год./рік/м. кв.

Аналізуючи наведені дані, можна зробити висновок про певну кореляцію між рівнем питомого електроспоживання у гуртожитках і навчальних корпусах та кількістю студентів, що навчаються, сезоном та графіком освітнього процесу. Оскільки чисельність студентів є на сьогодні основною бюджетоутворюючою складовою університету, вищенаведені показники досить цікаві для поглибленого вивчення та врахування при складанні загального балансу енергоспоживання в університеті.

У період стрімкого зростання цін на енергоносії чи не єдиною можливістю стабілізації енергетичного ринку через управлінські рішення стає введення обмежень на споживання енергії (лімітування). Цей підхід дозволяє зменшити споживання енергії, у тому числі за рахунок усунення марнотратства. Тож лімітування споживання енергії можна розглядати лише як тимчасовий захід на шляху до вирішення проблеми управління енергоспоживанням, але одночасно і як необхідний захід щодо формування ощадливої поведінки споживачів енергетичних послуг.

Лімітування обсягів спожитих енергоресурсів необхідно проводити у розрізі кожної окремої будівлі. Це складний процес, однак є ефективним з огляду забезпечення зменшення споживання енергоресурсів будівлями за умов дотримання санітарно-гігієнічних норм.

На основі даних ПТК «Автоматизована система управління енергоспоживанням» [4] проведено дослідження витрат енергоносіїв у періоди обмеженого теплозабезпечення, які характеризуються суттєвою нерівномірністю завантаження аудиторних приміщень у семестрі (див. рис.10 і 11).

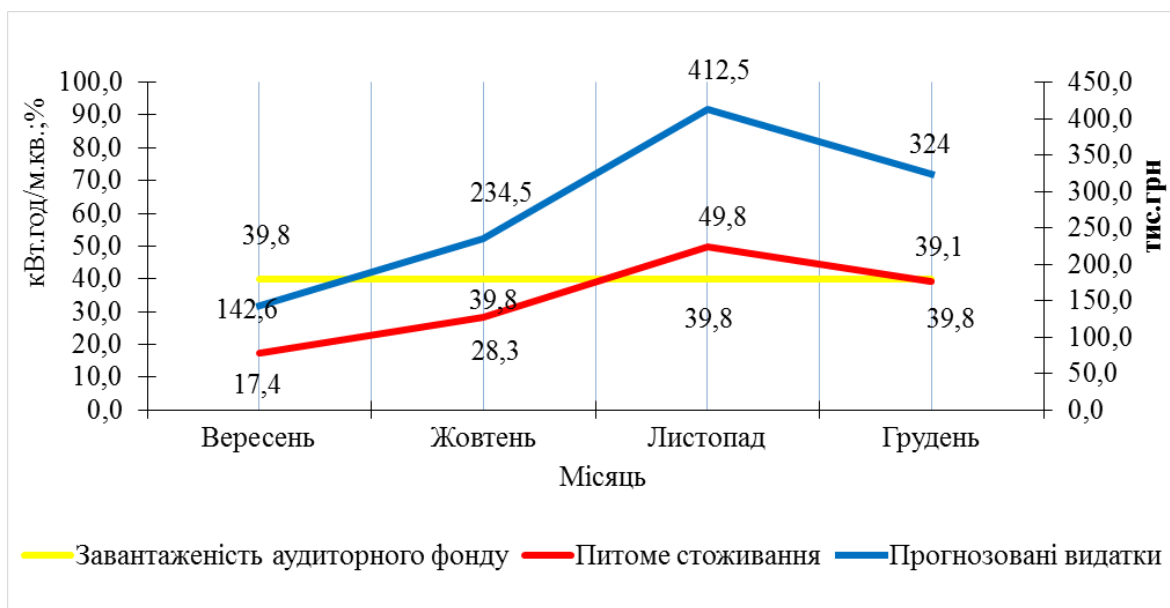


Рис. 10 Прогнозоване оцінювання споживання електроенергії в залежності від завантаженості аудиторного фонду без урахування зміни освітнього процесу

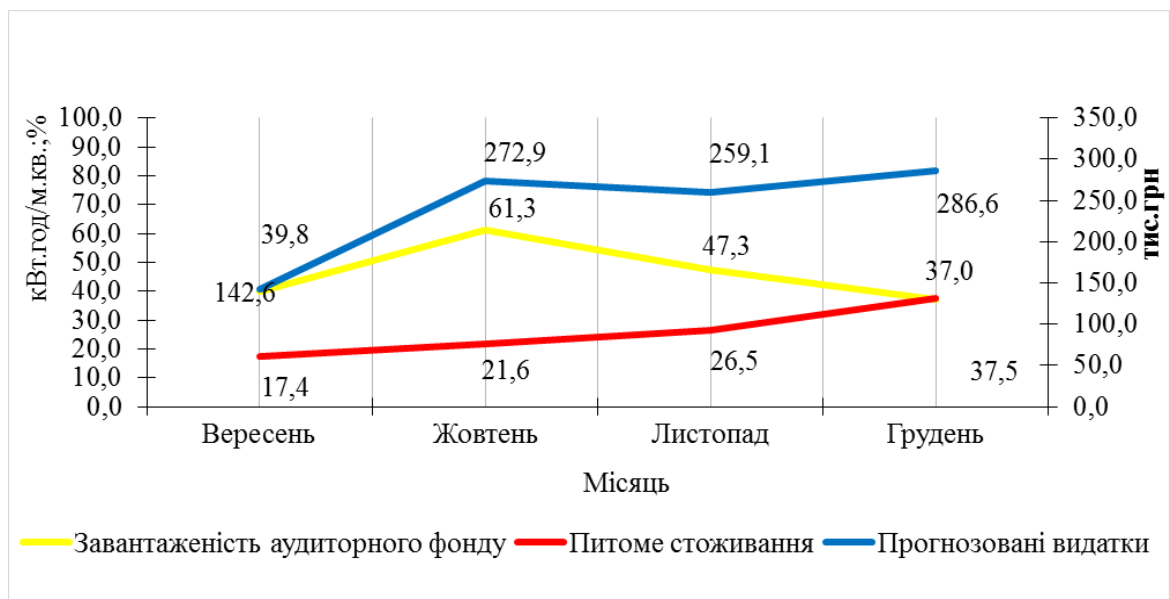


Рис. 11 Прогнозоване оцінювання споживання електроенергії в залежності від завантаженості аудиторного фонду з урахування зміни освітнього процесу

Удосконалення планування графіків освітнього процесу в університеті з метою підвищення ефективності використання аудиторного фонду полягає у визначенні складу загальноуніверситетського аудиторного фонду у кожному з навчальних корпусів (створення реєстру аудиторій та введення технічних паспортів приміщень), який використовується у освітньому процесі, визначення переліку навчальних корпусів (аудиторій), які споживають найбільше електроенергії.

Проведений аналіз дозволив встановити певні кореляції між завантаженістю аудиторного фонду та питомим приведеним споживанням електроенергії у навчальних

корпусах та гуртожитках. Як видно з аналізу, завантаженість аудиторного фонду залежить від графіку освітнього процесу.

Висновки. Узгодження управлінських рішень повинні бути спрямовані на оптимальне планування освітнього процесу на основі підвищення ефективності використання аудиторного фонду університету та контролю витрат на електрозабезпечення, особливо у опалювальний період. З цієї метою необхідно запроваджувати моніторинг ефективності використання аудиторного фонду університету для оптимального планування функціонування систем електрозабезпечення та управління видатками на енергоносії в умовах значного зростання тарифів і дасть змогу забезпечити координацію дій у сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності.

Список використаних джерел

1. Міжгалузеві норми споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. Наказ Держкоменергозбереження N 91 від 25.10.99.
2. Про затвердження «Основних положень з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» (наказ Держкоменергозбереження №112 від 22.10.2002) зі змінами, внесеними згідно з наказом Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів №92 від 15.06.2007 та наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі №1149 від 27.09.2013.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 15.07.97 р. № 786 «Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ №1040 27.06.2000, №633 від 06.06.2001, №746 від 16.08.2005, № 1571 від 08.11.2006, №841 від 03.08.2011, №507 від 17.07.2015.
4. Серебренніков Б.С. Управління режимом електроспоживання промислових підприємств з використанням технологічного ресурсу // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. – №1. С. 70 – 76.
5. Звіт про виконання комплексної науково-технічної програми «Енергоефективність та енергозбереження» в Київського національного університету технологій та дизайну у 2014 році: звіт // Каплун В.В., Вітковський С.І., Дяченко М.В. та ін. – К.: КНУТД, 2014. – 208 с.
6. Грищенко І.М. Управління енергоспоживанням у вищих навчальних закладах: монографія // Грищенко І.М., Каплун В.В., Дяченко М.В. та ін.; за ред. І.М. Грищенко – К.: КНУТД, 2013. – 245 с.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ НА ОСНОВЕ НОРМИРОВАНИЯ УДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

КАПЛУН В.В., БОБРОВНИК В.М.

Київський національний університет технологій та дизайну

Цель. Исследование эффективности системы электропотребления в высшем учебном заведении на основе экспериментального и расчетно-статистического методов с учетом влияния особенностей образовательного процесса, сезона и эксплуатационных факторов.

Методика. Проведенный структурный анализ электропотребления с использованием статистических данных, полученных из локальных устройств сбора и обработки данных с учетом влияния особенностей организации образовательного процесса, сезона и эксплуатационных факторов.

Результаты. Полученные удельные показатели электропотребления в зданиях высших учебных заведений с учетом влияния особенностей организации образовательного процесса, сезона и эксплуатационных факторов.

Научная новизна. Предложенное решение позволяет обобщить и обосновать новые теоретические и методические аспекты управления эффективностью электропотребления высших учебных заведений на основе использования удельных показателей электропотребления с учетом особенностей организации образовательного процесса, сезона и эксплуатационных факторов.

Практическая значимость. Разработаны рекомендации по выполнению технико-экономических обоснований управления затратами на электрообеспечение при планировании образовательного процесса и реализации проектов по энергосбережению в высших учебных заведений.

Ключевые слова: анализ электропотребления высших учебных заведений, удельные показатели электропотребления, управления энергоэффективностью, особенности организации образовательного процесса.

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY OF ELECTROTECHNICAL COMPLEXES OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS BASED ON NORMALIZATION SPECIFIC INDICATORS OF ENERGY CONSUMPTION

KAPLUN V.V., BOBROVNYK V.M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Investigation of the efficiency of energy consumption in higher education on the basis of experimental, computational and statistical methods, taking into account the influence of the features of the educational process, the season, and operational factors.

Methodology. Structural analysis of the electricity consumption conducted using statistical data received from the local device data collection and processing, taking into account the impact of characteristics of the organization of educational process, the season, and operational factors.

Findings. Obtained specific indicators of electricity consumption in buildings of higher education institutions, taking into account the impact of characteristics of the organization of educational process, the season, and operational factors.

Originality. The proposed solution makes it possible to generalize and justify new theoretical and methodological aspects of the management of electricity consumption efficiency of higher education institutions through the use of specific indicators of electricity consumption for the organization of educational process.

Practical value. The recommendations on the implementation of feasibility studies on the electricity supply cost management in the planning of the educational process and the implementation of energy saving projects in higher education.

Keywords: analysis of electricity consumption of higher educational institutions, specific indicators of energy consumption, energy efficiency management, especially the organization of the educational process.

УДК 620.98

ДЕШКО В.І, БУЯК Н.А, БІЛОУС І.Ю.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВИБІР ТЕПЛОВОГО ЗАХИСТУ ТА ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА ІЗ ВРАХУВАННЯМ КОМФОРТНИХ УМОВ У БУДІВЛІ

Мета. Розробка та вивчення можливостей алгоритму для комплексного вибору теплового захисту та джерела тепла із врахуванням комфортних умов у будівлі.

Методика. До будівлі застосовувався методи енергетичного та економічного аналізу для визначення споживання енергії та інтегрованої вартості в комплексі джерело тепла – людина – огорожувальні конструкції. Методика визначення комфортних умов пристосована для аналізу розглянутої системи та враховує теплові надходження від сонячної радіації.

Результати. У ході дослідження складної системи джерело тепла – людина – огорожувальні конструкції будівлі, запропоновано і проаналізовано алгоритм вибору оптимальних параметрів. Проаналізовані різні підходи щодо визначення середньої радіаційної температури приміщення та запропонована методика, яка враховує власний теплообмін огорожувальних конструкцій тепловим випромінюванням та сонячною радіацією.

Наукова новизна. Запропонований алгоритм вибору джерела тепла та оптимального теплового захисту будівлі із врахуванням комплексу комфортних умов. Розроблено та проаналізовано доцільність використання методики визначення радіаційної температури на базі ефективних потоків внутрішніх поверхонь огорожень для системи джерело тепла – людина – огорожувальні конструкції будівлі.

Практична значимість. Представлений алгоритм дозволить проектувати будівлі з низьким споживанням енергії та комфортними умовами перебування людини.

Ключові слова: енергоефективна будівля, комфортні умови, радіаційна температура приміщення, первинна енергія будівлі, інтегрована вартість опалення.

Вступ. Підвищення рівня комфортних умов є обов'язковою вимогою, що впливає із українських та європейських будівельних стандартів. Крім того підвищення ефективності і зменшення кількості споживання енергоресурсів – необхідність в умовах економічної ситуації, що склалася в Україні. Тому використання комплексних підходів при виборі джерел тепла та огорожувальних конструкцій є актуальним на стадії проектування та модернізації будівлі.

Запропоновано комплексний підхід для оцінювання доцільності впровадження заходів з енергозбереження в ЖКГ, що враховує вартість, важливість і складність впровадження заходів [1]. Існують підходи щодо вибору енергоефективного інвестиційного проекту для будівлі, що базуються на лінійних моделях [2, 3] та підхід, що базується на застосуванні нелінійної енергетичної функції граничної корисності [4]. Автори пропонують методику вибору матеріалів для термореновації будівель, що ґрунтується на теорії нечітких множин [5]. Однак не розглянуто складну систему джерело тепла – людина – огорожувальні конструкції, з метою створення будівлі із низьким споживанням енергії та комфортними умовами перебування людини з мінімальними грошовими витратами.

Постановка завдання. Метою роботи є розробка та вивчення можливостей алгоритму для комплексного вибору теплового захисту та джерела тепла із врахуванням комфортних умов у будівлі. Вибір та уточнення моделі комфортних умов.

Результати дослідження. Особливості підходу до комплексного аналізу будівлі, як єдиної енергетичної системи полягають у наступному: 1) пропонується обирати джерело тепла у комплексі із тепловим захистом огорожувальних конструкцій; 2) комплексний вибір здійснюватиметься із врахуванням комфортної температури внутрішнього повітря у приміщенні; 3) Вибір того чи іншого варіанту проводитиметься не тільки за зменшенням споживання енергоносіїв, терміном окупності чи чистою приведеною вартістю. Порівняння альтернатив здійснюватиметься за енергетичними, економічними показниками.

У даному підході перший блок – визначення комфортних умов. Комплекс комфортних умов враховує наступні фактори: термічний опір огорожувальних конструкцій, інтенсивність діяльності людини, надходження сонячної радіації. У блоці № 2 обираються можливі варіанти теплового захисту із врахуванням діючих нормативів, існуючого ринку теплоізоляційних матеріалів. Блок № 3 – формуються можливі варіанти джерел тепла із врахуванням комбінованого теплопостачання. Блок №4 – для множини джерел тепла аналізуються тарифи на спожиті енергоносії та тенденції їх зміни. Блок № 5 – визначаються наступні показники для оцінки альтернатив і прийняття рішення: простий термін окупності; вартість спожитих енергоносіїв за опалювальний період; споживання первинної енергії; інтегрована вартість опалення – комплексний показник, залежить від обраного горизонту розрахунку, враховує зміну вартості енергоносіїв у часі, капітальні витрати на джерело тепла та огорожувальні конструкції. Також доцільно враховувати і екологічні показники, та показники що характеризують комфортні умови. Блок 6 – використання методу експертних оцінок для вибору найкращої альтернативи на основі сукупності отриманих показників.

Параметри моделі дослідження відповідають кімнатам будинку в м. Києві, побудованому у 80-х роках, з орієнтацією на південь (Пд). Вважається, що необхідний мікроклімат в приміщенні може забезпечуватися наступними варіантами: 1) автономний газовий котел; 2) централізоване теплопостачання; 3) електричний котел; 5) ТПУ та електричний нагрівач.

Забезпечення комфортних умов перебування людини у приміщенні є першочерговим при проектуванні будівель. У зв'язку із цим розвиваються різні підходи щодо забезпечення цих умов [6, 7]. Основний підхід, розроблений [6] і втілений у європейських стандартах, дозволяє врахувати інтенсивність трудової діяльності людини, тип одягу, відносну вологість повітря. У даній моделі пропонується враховувати комфортні умови для опалювального періоду, як співвідношення температури внутрішнього повітря t_b і радіаційної температури при різній активності людини [7]:

$$t_R = 1,57 \cdot t_n(N) - 0,57 \cdot t_b \pm 1,5 \quad (1)$$

де t_R – середньозважена радіаційна температура приміщення, °C;

$t_n(N)$ – нормоване значення відповідає комфортним умовам при різній інтенсивності трудової діяльності °C.

Середня радіаційна температура визначається в [8] як (метод 1):

$$t_R = \left[\frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n F_i} + 273 \right]^4 + 0,179 \cdot 10^8 \cdot \alpha_{ir} \cdot f_p \cdot q_{ir} \Big]^{0,25} - 273, \quad (2)$$

де F_i – площа огорожувальної конструкції;

t_i – температура огорожувальної конструкції, °C;

α_{ir} – середнє поглинання сонячного випромінювання;

f_p – коефіцієнт прогнозованої площі для теплового потоку (це функція, що залежить від напрямку випромінювання і розміщення людини приймаємо = 0,2);

q_{ir} – середня густина теплового потоку сонячного випромінювання на вертикальну поверхню, Під орієнтації, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$. Величина q_{ir} приймалася за середніх умов хмарності і рівна $35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$.

Температура внутрішньої поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається за підходом [9], а температура інших огорожувальних конструкцій приймається рівною температурі внутрішнього повітря.

Для порівняння підходів та дослідження можливого впливу відбиття сонячної радіації та теплового випромінювання нами розроблено методику визначення радіаційної температури (метод 2) на базі ефективних потоків внутрішніх поверхонь огорожень:

$$t_i = ((t_{im} + 273)^4 + \frac{0,179 \cdot 10^8 \cdot Q_{ef2i}}{F_i})^{0,25} - 273 \quad (3)$$

де t_{im} – температура огорожувальної конструкції, що визначається на основі моделі, яка враховує власний теплообмін огорожуючих конструкцій тепловим випромінюванням та сонячною радіацією, °C ;

Q_{ef2i} – ефективний потік сонячної радіації для i -ї огорожувальної конструкції, Вт.

Радіаційна температура приміщення визначається як середньозважена по температурах та площах огорожень. Значення сумарних внутрішніх теплових надходжень та опалення розраховувались для температури приміщення 18°C і зменшувалися при врахуванні надходження сонячної радіації.

Результати розрахунку із врахуванням сонячної радіації середньої радіаційної температури представлені на рис. 1. Очевидне зростання, при покращенні теплової ізоляції, радіаційної температури від 20 до 20,7 °C та від 18,7 до 19 °C при застосуванні методу 1 та методу 2 відповідно. Якщо ж надходження сонячної радіації не враховувати то t_R зростає наступним чином 16,8 – 17,6 °C та 17,6 – 17,9 °C. Зростання радіаційної температури спричинене зростанням температури внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень при збільшенні опору теплопередачі. Значення t_R є дещо вищим, якщо розрахунок проводити за методом 1 і враховувати надходження сонячної радіації. Отже існує відмінність між середньою радіаційною температурою за першим методом і другим, що пояснюється дещо різними підходами до урахування впливу сонячної радіації, яка

потрапляє у приміщення через світлопрозорі конструкції. В методі 1 для поглинання сонячної радіації приймається середнє значення, також враховано певне розміщення людини і напрям випромінювання. В методі 2 зроблено спробу визначення радіаційної температури для приміщення за рахунок використання ефективних потоків сонячної радіації від поверхонь у дифузному наближенні.

На основі співвідношень (1) та методу 2 визначений діапазон температури внутрішнього повітря, що відповідає комфортним відчуттям людини у стані спокою, для різних джерел тепла і для мінімальної та середньої температури зовнішнього повітря для опалювального періоду, для різного теплового захисту будівлі (Пр.1, Пр.2, Пр. 3), дані представлені на рис.2.

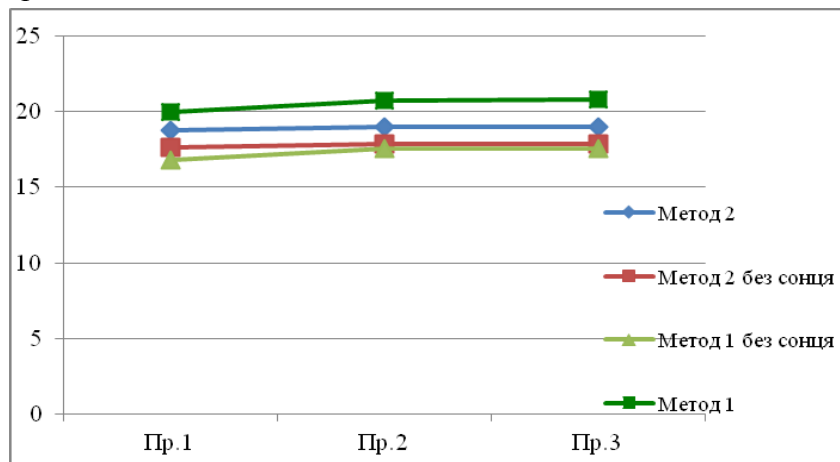


Рис. 1 Середня радіаційна температура

Пр.1 Термічний опір відповідає нормам 80-их років, Пр.2 – відповідає сучасним нормам, Пр.3 – покращений на 20 %.

Виходячи із припущення, що $t_R = t_b$ діапазон комфортної температури $22 - 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, використання підходу комфортних умов спричиняє зростання споживання енергії. Уточнення t_R за методом 2 дає зменшення комфортної температури, тому приводить до зменшення витрат енергії на опалення приміщень. Для перевірки відповідності комплексу комфортних умов сучасним європейським та українським стандартам, для кожної точки на рис. 3 визначені показники PMV/PPD [6]. Значення показників PMV/PPD для найменшого значення t_b із комфортного діапазону знаходиться в межах $5,1\text{ } \%/0,05 - 5,3\text{ } \%/0,11$, а для найбільшого – $9,7\text{ } \%/0,48 - 10,7\text{ } \%/0,52$. Отже забезпечення нижчого значення комфортної t_b відповідно до [6] спричиняє кращі відчуття комфорту, ніж вищі значення t_b . Для зменшення витрат енергії на опалення приміщень в умовах відчуття комфорту приймається найменше значення t_b із допустимого діапазону.

Розрахунок потужності джерела тепла проводиться для комфортної температури повітря, що відповідає $t_3 = -22^{\circ}\text{C}$ і змінюється у наступному ряді $23, 22, 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, для теплового захисту Пр.1, Пр.2, Пр.3 відповідно. Комфортна температура при визначенні енергоспоживання за опалювальний період представлена наступним рядом $22, 21, 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ для Пр.1, Пр.2, Пр.3 відповідно. Для розрахунку середнього енергоспоживання та

потужності приладів опалення згідно з чинними нормативами t_b приймається рівною $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, проте у даній роботі температура внутрішнього повітря приймається вищою, що відповідає комплексу комфортних умов та спричиняє зростання енергоспоживання. Уточнення комплексу комфортних умов за рахунок визначення t_R за методом 2 спричиняє зменшення споживання енергії у порівнянні із традиційним підходом при визначенні комфортних умов, де $t_R = t_b$, оскільки t_b зменшується в середньому на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

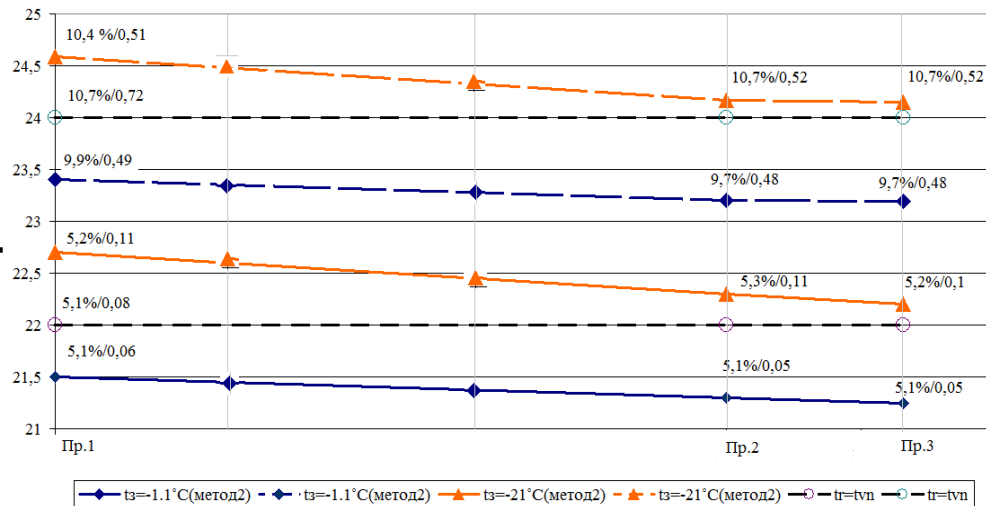


Рис. 2 Діапазон комфортної температури та значення PMV/PPD

Інтегральна вартість для моделі дослідження із різними джерелами тепла визначається наступним чином [9]:

$$B = \left(\sum_{t=0}^n \frac{B_t^{\text{обслг}}}{(1+E)^t} + \sum_{t=0}^n \frac{B_t^{\text{енерг}} (1+k)^t}{(1+E)^t} \right) + I_0 + I_{i3} + I_{co}, \quad (4)$$

де B – інтегровані дисконтовані витрати на систему, грн;

$B_t^{\text{енерг}}$ – річні витрати енергоносіїв, кВт·год;

$B_t^{\text{обслг}}$ – інші затрати, грн;

I_{i3} – витрати на покращення теплового захисту огорожень, грн;

n – термін на який проводиться розрахунок, роки;

I_0 – капітальні затрати на придбання теплогенеруючого обладнання, грн;

k – коефіцієнт приросту цін на енергоносії;

E – ставка дисконтування, приймається рівною 22 %, станом на 25.09.2015 р;

I_{co} – витрати на систему опалення, грн.

Всі дані щодо аналізу цін на джерело тепла, вартість енергоносіїв занесені у табл.1. Коефіцієнти щодо зміни цін на електричну енергію розраховані відповідно до діючих нормативних документів. Прогнози щодо зміни цін на газ є оптимістичними, тобто щорічний коефіцієнт приросту становить 0,5, середніми – 1 (прийнято в даній роботі), та песимістичними – 2. Значення k розраховано на основі даних [9].

Витрати на покращення теплоізоляційних характеристик огорожувальних конструкцій визначаються за наступним співвідношенням:

$$I_{iz} = \sum_i (A_{it} + B_{it}) \cdot F_i \cdot \lambda \cdot R_{iz} + \sum_j (A_{jt} + B_{jt} \cdot R_j) \cdot F_j, \quad (5)$$

де A_i , A_j – визначають вартість встановлення ізоляції, вікон чи дверей, $\frac{\text{грн}}{\text{м}^3}$, $\frac{\text{грн}}{\text{м}^2}$;

B_i – враховує вартість ізоляційного матеріалу, $\frac{\text{грн}}{\text{м}^3}$;

B_j – враховує вартість вікон, приведену до опору теплопередачі, $\frac{\text{грн} \cdot \text{Вт}}{\text{м}^4 \cdot ^\circ \text{C}}$;

λ – теплопровідність ізоляційного матеріалу, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}}$.

Для аналізу обрано екструдований полістирол, характеристики якого наступні:
 $\lambda = 0,039 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}}$, $A_1 = 30 \frac{\text{грн}}{\text{м}^3}$, $B_1 = 300 \frac{\text{грн}}{\text{м}^3}$. Для вікон: $A_2 = 80 \frac{\text{грн}}{\text{м}^2}$, $B_2 = 1700 \frac{\text{грн} \cdot \text{Вт}}{\text{м}^4 \cdot ^\circ \text{C}}$.

Таблиця 1

Характеристики джерел тепла

Характеристики	Енергетична ефективність	Вартість встановленої потужності, грн./кВт.	Інші витрати грн.	Коефіцієнт приросту цін на енергоносії	Вартість енергоносія станом на 1.10.2015
Джерело тепла					
Централізоване тепlopостачання				1	537,2 $\frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}$
Автономний газовий котел	0,85	600	40	1	3,66 $\frac{\text{грн}}{\text{м}^3}$
Електричний котел	0,97	580	30	0,54	0,456 $\frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$
Тепловий насос	2	7800	20		

На основі даних із табл. 1 для різних альтернатив розраховано споживання первинної енергії за опалювальний період. Коефіцієнти для розрахунку споживання первинного палива взяті із [10]. Результати розрахунків представлені на рис. 3. Отже найвище споживання первинного палива характерне для системи із електричним котлом, а найнижче – для системи з автономним газовим котлом, зростання опору теплопередачі огорожувальних конструкцій зменшує споживання первинного палива.

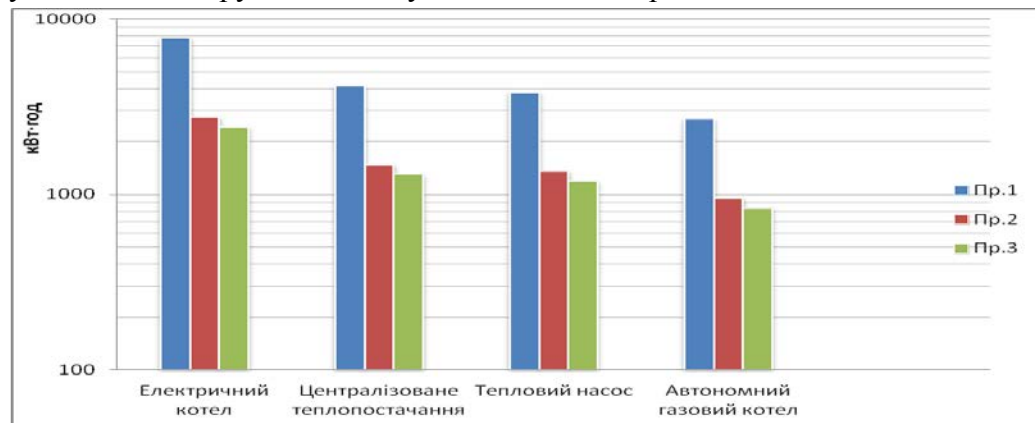


Рис.3. Споживання первинного палива різними джерелами тепла при різних варіантах термічного опору огорожувальних конструкцій: Пр.1 Термічний опір відповідає нормам 80-их років, Пр.2 – відповідає сучасним нормам, Пр.3 – покращений на 20 %.

На рис. 4 показана інтегрована вартість опалення для різних джерел тепла при різних варіантах термічного опору огорожувальних конструкцій, глибина розрахунку 10 років. Інтегрована вартість найнижча для системи із ТПУ, а найвища для централізованого теплопостачання та автономного газового котла, що обумовлено вищими тенденціями росту цін на газ у порівнянні із електричною енергією.

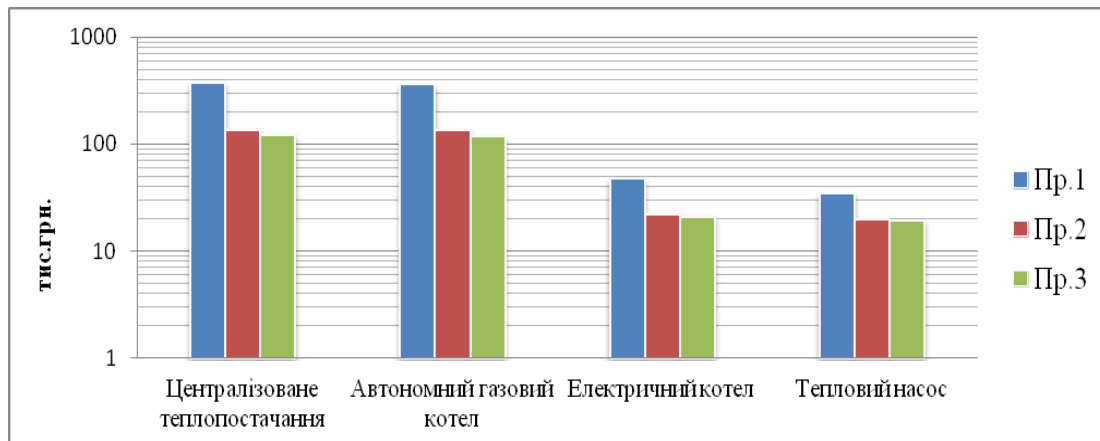


Рис. 4. Інтегрована вартість опалення для різних джерел тепла при різних варіантах термічного опору огорожувальних конструкцій, глибина розрахунку 10 років

Відносно зростання споживання первинного палива системи джерело тепла – огорожувальні конструкції для забезпечення комфортних умов рівне 4,52, 3,41, 3,72 для Пр.1, Пр.2 та Пр.3 відповідно та для різних джерел тепла практично не змінюється. Розрахунки проводилися для моделі з базовим варіантом $t_b = 20^\circ \text{C}$.

Чутливість функції інтегрованих витрат до параметрів моделі представлена у таблиці 2. Для розрахунку чутливості базовою моделлю є будівля тепловий захист якої відповідає нормативам 80-х років, а інші параметри приймаємо на рівні: $n=10$ років, $k=1$ для автономного газового котла та централізованого теплопостачання, та $k=0,54$ для систем, що споживають електричну енергію, $E=0,22$, $R=1,91$ (сумарний термічний опір зовнішніх огорожувальних конструкцій).

Таблиця 2

Чутливість функції інтегрованих витрат до параметрів моделі

Джерело	n , роки	k	E	t_b	R
Автономний газовий котел	6,4	36,9	-1,056	1.54	-0,2
Електричний котел	2,8	33,6	-0,895	1.52	-0,17
Тепловий насос	1,9	22,5	-0,703	1.19	-0,13
Централізоване теплопостачання	6,4	37.1	-1,059	1.55	-0,2

Отже найвищий вплив на інтегровану вартість системи має коефіцієнт приросту цін на енергоносії. Вплив k на B є вищим для тих систем, що споживають газ у порівнянні з електричними, це обумовлено вищими тенденціями росту цін на газ. Зменшення впливу показників на B представлено наступним рядом n , t_{b1} , E , R .

Висновки. У роботі запропонований алгоритм вибору джерела тепла та огорожувальних конструкцій будівлі із врахуванням комплексу комфортних умов. У моделі враховується середня радіаційна температура приміщення, що залежить від

теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій та середнє надходження сонячної радіації; дана модель дозволяє врахувати зміну вартості енергоносіїв у часі; енергоефективність різноманітних джерел тепла. Врахування комплексу комфортних умов забезпечує створення будівель із належними умовами перебування людини, і обумовлює відносне зростання споживання первинного палива та інтегральної вартості системи джерело тепла – огорожувальні конструкції. Для визначення комфортних умов перебування людини розроблено методику розрахунку радіаційної температури на базі ефективних потоків внутрішніх поверхонь огорожень. Уточнення моделі комфортних умов за рахунок радіаційної температури спричиняє зменшення споживання енергії у порівнянні із традиційним підходом при визначенні комфортних умов. Проаналізовано споживання первинного палива та інтегральну вартість системи джерело тепла – огорожувальні конструкції. Найвище споживання первинного палива характерне для системи із електричним котлом, а найнижче – для системи з газовим котлом. Інтегрована вартість найнижча для системи із ТПУ, а найвища для централізованого теплопостачання та автономного газового котла, що обумовлено вищими тенденціями росту цін на газ у порівнянні із електричною енергією.

Подальші дослідження полягатимуть в аналізі показників складної системи джерело тепла – людина – огорожувальні конструкції будівлі, та використанні експертних оцінок для вибору найкращої альтернативи.

Список використаних джерел

1. Карий О. І. Методика вибору оптимальних заходів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві / О. І. Карий. // Економіка, Фінанси, Право. – 2014. – №2. – С. 13–17.
2. Дзядикевич, Ю. В. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження / Ю. В. Дзядикевич, М. В. Буряк, Р. І. Розум // Інноваційна економіка. – 2011. – № 2. – С. 119–122.
3. Никитин, Е. Е. Оптимизация выбора энергоэффективных проектов модернизации систем теплоснабжения в условиях финансовых ограничений/ Е. Е. Никитин // Проблемы загальної енергетики. –2011. – № 3. – С. 25–31.
4. Малинська Л. В. Оптимізація розподілу інвестиційного капіталу за енергоефективними компонентами / Л. В. Малинська, С. М. Малинський. // Економіка і регіон. – 2012. – №4. – С. 172–178.
5. Ратушняк Г.С, Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель / Г.С Ратушняк, О.Г. Ратушняк. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 106 с.
6. Fanger P. O. Assessment of man's thermal comfort in practice // British Journal of Industrial Medicine. – 1973. – №30. – С. 313–324.
7. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление: Учеб. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
8. Wai Leung Tse. A distributed sensor network for measurement of human thermal comfort feelings / Wai Leung Tse, Wai Lok Chan. // Sensors and Actuators. – 2008. –V. 144. – P. 394–402.

9. Дешко В. І. Показники опалення будівель і температурні умови комфортності / В. І. Дешко, Н. А. Буяк. // Промышленная теплотехника. – 2010. – №1. – С. 66–70.
10. Дешко В.І. Енерго- і ексергоефективність систем теплопостачання будівлі. / В.І. Дешко, Н. А. Буяк., І.С. Долгополов, І.С, Тучин В.Т // Енергетика економіка, технології, екологія. – 2009. – №2. – С.32–41.

References

1. Karyi O. I. (2006). Metodyka vyboru optymalnykh zakhodiv z enerhozberezhennia v zhytlovo-komunalnomu hospodarstvi [Methods of selecting optimal energy efficiency measures in housing]. Ekonomika, Finansy, Pravo – Business, Finance, Law, 2, 13–17 [in Ukrainian].
2. Dziadykevych, Yu. V. (2011). Metody otsinky efektyvnosti investytsii v enerhozberezhennia [Methods for assessing the effectiveness of investments in energy efficiency]. Innovatsiina ekonomika – Innovative Economy, 2, 119–122 [in Ukrainian].
3. Nikitin, Ye. Ye. (2011). Optimizatsiya vybora energoeffektivnykh proektov modernizatsii sistem teplosnabzheniya v usloviyakh finansovykh ogranicheniy [Optimizing selection of energy-efficient projects of modernization of heating systems in terms of financial constraints]. Problemy zahalnoi enerhetyky – Problems of Energy, 3, 25–31 [in Ukrainian].
4. Malynska L. V. (2012) Optyimizatsiia rozpodilu investytsiinoho kapitalu za enerhoefektyvnymy komponentamy [Optimizing distribution of investment capital for energy efficient components]. Ekonomika i rehion – Economy and region, 4, 172–178 [in Ukrainian].
5. Ratushniak H.S. (2006) Upravlinnia proektamy enerhozberezhennia shliakhom termorenovatsii budivel [Project management of energy saving buildings by termorenovation]. Vinnytsia: VNTU [in Ukrainian].
6. Fanger P. O. Assessment of man's thermal comfort in practice (1973). British Journal of Industrial Medicine, 30, 313–324 [in English].
8. Bogoslovskiy V.N. (1991) Otoplenie [Heating]. Moskva: Stroiyzdat [in Russian].
9. Wai Leung Tse, Wai Lok Chan. (2008) A distributed sensor network for measurement of human thermal comfort feelings. Sensors and Actuators, 144, 394–402 [in English].
10. Dешко V. I., Buiak N. A. (2010) Pokaznyky opalennia budivel i temperaturni umovy komfortnosti [Indicators heating buildings and temperature comfort conditions]. Promyshlennaya teplotekhnika – Industrial heat engineering, 4, 66–70 [in Ukrainian].
11. Dешко V. I., Buiak N. A., Dolhopolov I.S., Tychyn I.S (2009) Enerho- i ekserhoefektyvnist system teplopостachannia budivli [Energy and exergy efficient]. Enerhetyka ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia – Energy economics, technology, ecology, 2, 32–41 [in Ukrainian].

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ И ИСТОЧНИКА ТЕПЛА С УЧЕТОМ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ЗДАНИИ

ДЕШКО В.И., БУЯК Н.А., БИЛОУС И.Ю.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Цель. Разработка и изучение возможностей алгоритма для комплексного выбора тепловой защиты и источника тепла с учетом комфортных условий в здании.

Методика. В процессе исследования к зданию применялся метод энергетического и экономического анализа.

Результаты. В ходе исследования сложной системы источник тепла – человек – ограждающие конструкции здания, предложен и проанализирован алгоритм выбора оптимальных параметров. Проанализированы различные подходы к определению средней радиационной температуры и предложена методика, которая учитывает собственный теплообмен ограждающих конструкций тепловым излучением и солнечной радиацией.

Научная новизна. Предложенный алгоритм выбора источника тепла и оптимальной тепловой защиты здания с учетом комплекса комфортных условий. Разработана и проанализирована целесообразность использования методики определения радиационной температуры на базе эффективных потоков внутренних поверхностей ограждений для системы источник тепла – человек – ограждающие конструкции здания.

Практическая значимость. Представленный алгоритм позволит проектировать здания с низким потреблением энергии и комфортными условиями пребывания человека.

Ключевые слова: *энергоэффективное здание, комфортные условия, радиационная температура помещения, первичная энергия здания, интегрированная стоимость отопления.*

COMPREHENSIVE CHOICE OF BUILDING ENVELOPE AND THE HEAT SOURCES, TAKING INTO ACCOUNT THE COMFORT CONDITIONS IN BUILDINGS

DESHKO V., BUYAK N., BILOYS I.

National technical university of Ukraine "KPI"

Purpose. Development and study the possibilities of the algorithm for a comprehensive selection of the building envelope and the heat sources, taking into account human comfort.

Methodology. To the building were applied the methods of energy analysis, economic analysis.

Findings. During the study of complex systems of the heat source – a man – the building envelope is proposed and analyzed the algorithm of selection of the optimal parameters. There are analyzed different approaches to determine the average radiation temperature and there is offered the method, which takes into account its own heat radiation of building envelope and solar radiation.

Originality. There is proposed an algorithm for selecting optimal heat source and heat protection of buildings, taking into account human comfort. There is developed and analyzed the expedience of using methods for determining the radiation temperature at the effective flow of internal surfaces for the system heat source – a man – building envelope.

Practical value. The submitted algorithm allows to design buildings with low energy consumption and comfort conditions of human being.

Keywords: *building energy efficient, human comfort, radiation room temperature, primary energy.*

УДК 620.91:697.2

КУЗНЄЦОВА О.О.¹, ЖУКІНСЬКА І.С.²

Київський національний університет технологій та дизайну

² Інститут газу НАНУ

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ОПАЛЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Мета. Розроблення та техніко-економічне порівняння енергозберігаючих рішень для 5-поверхового житлового будинку типового проекту, опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій якого не відповідає сучасним вимогам.

Методика. Для визначення енергетичних показників будинку використано методологію складання енергетичного паспорта будинків згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007.

Результати. Термомодернізація будівель призводить до значної економії коштів на опалення. Так, при впровадженні енергозберігаючих рішень для аналізованого будинку типового проекту, який обраний у якості об'єкту дослідження, можна досягти таких показників: заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення на 14,7%; утеплення зовнішніх стін із доведенням опору теплопередачі до нормативного значення призводить до зменшення теплоспоживання на 40,4 %; найбільшій економії теплової енергії (на 76,8 %) досягають при комплексному підході (утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на вводі та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів). При цьому, якщо розглядати структуру тепловтрат, то найбільші тепловтрати у будинку до термомодернізації відбуваються через зовнішні стіни – до 37,5 %; після проведення термомодернізації найбільші витрати теплоти припадають на нагрівання інфільтраційного та вентиляційного повітря – 42,7 %.

Знаючи вартість інвестицій в енергозберігаючі заходи, можна розрахувати термін окупності таких заходів та визначити найбільш оптимальне енергозберігаюче рішення.

Наукова новизна. Досліджено та проаналізовано варіанти підвищення енергоефективності житлового будинку типового проекту та визначено структуру теплових витрат будинку до впровадження термомодернізації та після.

Практична значимість. Результати аналізу та порівняння варіантів енергозберігаючих рішень при термомодернізації будинків дозволяє визначити найбільш оптимальний варіант та визначити шляхи для подальшого підвищення енергоефективності будинків.

Ключові слова: термомодернізація, опір теплопередачі, тепла ізоляція, енергозбереження, енергоефективність.

Вступ Значне зростання цін на теплову та електричну енергію, що спостерігається за останній час, робить особливо актуальною проблему теплового захисту огорожувальних конструкцій будівель з ціллю економії енергетичних ресурсів.

Переважає більшість будівель України має низькі показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, що призводить до значних втрат теплової енергії. Теплозахисні вимоги за старими будівельними нормами до стін, горищного перекриття тощо в кілька разів нижче сучасних вимог. Тому через будівельні конструкції старих будівель втрачається у кілька разів більше теплової енергії, ніж в сучасних будівлях.

Другою, не менш важливою причиною високого теплоспоживання є низька енергоефективність старих систем опалення. Морально і технічно застарілі теплові пункти, гідравлічно розрегульовані системи через несанкціоноване втручання користувачів (заміна радіаторів, трубопроводів тощо), відсутність теплоізоляції в неопалюваних підвалах – це далеко не повний перелік недоліків старих систем опалення. З такими системами, навіть утеплити будівлю, неможливо економити енергію і створювати комфортні умови для проживання. Третя причина: велике споживання теплової енергії у деякій мірі також викликано відсутністю її обліку у кожного споживача (квартири/користувача), що не стимулює індивідуальне економне теплоспоживання. Отже, у всіх будівлях, побудованих за старими будівельними нормами (введених в експлуатацію до 1993 року), а також в значній кількості будівель, що введені в експлуатацію пізніше, для зниження вартості комунальних платежів необхідна термомодернізація. Дослідженню питань термомодернізації житлових будинків старої забудови присвячена низка наукових робіт. Питання підвищення енергоефективності будівель розглянуто у роботах Фаренюка Г.Г. [1, 2]; Табунщикова Ю.А., Бродача М.М. [3, 4]; Горшков А.С. [5, 6]; Самарина О.Д. [7, 8] та інших. Поряд із вирішенням проблем підвищення ефективності будівель не менш важливим завданням є вибір найбільш оптимального рішення з підвищення енергоефективності будівлі. Для цього необхідно виконувати техніко-економічний аналіз пропонованих заходів з енергозбереження і обирати найбільш доцільне за конкретних умов рішення.

Постановка завдання. Мета роботи полягає у розробці та енергетичному і економічному порівнянні енергозберігаючих рішень для житлового будинку типового проекту, опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій якого не відповідає сучасним вимогам, а також визначенні структури теплових втрат будинку до та після впровадження термомодернізації. Завдання дослідження при цьому такі:

1. Розроблення варіантів термомодернізаційних рішень для житлового будинку типового проекту.
2. Визначення та аналіз витрат теплоти на опалення будинку до термомодернізації та у разі його термомодернізації за відповідним варіантом.
3. Аналіз економії коштів на опалення будинку у разі застосування відповідних заходів з підвищення енергоефективності будинку.
4. Визначення структури втрат теплової енергії до проведення термомодернізації будинку та після; визначення шляхів для подальшого підвищення енергоефективності будинків.

Результати дослідження. Сучасні тенденції у сфері експлуатації існуючого житлового фонду спрямовані на впровадження різноманітних енергозберігаючих заходів. Ціль таких заходів полягає у зменшенні витрат на опалення будівель. При цьому доцільність застосування тих чи інших енергозберігаючих заходів має бути обґрунтована величиною передбачуваного зниження витрати теплоти та техніко-економічними розрахунками. На практиці через брак коштів, технічних особливостей будівель або через деякі інші причини іноді немає можливості виконати увесь комплекс енергозберігаючих заходів. Тому виникає проблема вибору найбільш оптимального варіанту енергозберігаючого заходу (що підтверджується результатами техніко-економічного

аналізу). Для аналізу розглянемо 5-поверховий 70-квартирний житловий будинок. В якості вихідних даних для розрахунку енергетичних показників будинку використано звіт з енергетичного обстеження будинку, виконаного ТОВ «ЕСКО Україна». Будинок розташований у м. Києві. Зовнішні стіни будинку виконані з керамічної цегли. При цьому товщина цегляної кладки становить 370 мм, товщина вапняно-піщаного розчину – 30 мм. Горище будинку – неопалюване. Конструкція перекриття між останнім поверхом і горищем – залізобетонна плита товщиною 300 мм, керамзитовий утеплювач товщиною 150 мм, розчин піщано-цементний товщиною 40 мм та шлаковий утеплювач товщиною 40 мм. Світлопрозорі огорожувальні конструкції будинку: варіант скління відповідно до [9] - 3М₁-16-3М₁. Тип рам – спарене плетіння. Рами – дерев'яні та з ПВХ. Підвал будинку – неопалюваний. Конструкція перекриття на підвалом – залізобетонна плита товщиною 220 мм з цементно-піщаним шаром завтовшки 20 мм. Розрахункові параметри температур, тривалості опалювального періоду та кількості градусо-днів опалювального періоду наведені у табл. 1 [10]. Геометричні показники розглядуваної будівлі наведені у табл. 2. Теплотехнічні та енергетичні показники наведені у табл. 3. При цьому енергетичні показники визначено згідно з методологією, що наведена у [9].

Таблиця 1

Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-22
Розрахункова температура теплого горища'	$t_{вг}$	°C	5
Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	°C	5
Тривалість опалювального періоду	$z_{оп}$	доба	187
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	t	°C	-1,1
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	D_d	°C · доба	3750

Таблиця 2

Геометричні показники житлового будинку

Показники	Розмірність показника	Розрахункове (проектне) значення показника
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку, у тому числі:	m^2	3855,8
Стін	m^2	1973,5
Вікон і балконних дверей	m^2	486,1
Вхідних дверей	m^2	12
Горищних перекриттів (холодного горища)	m^2	692,1
Перекриттів на техпідпіллями	m^2	692,1
Площа опалюваних приміщень	m^2	3460,5
Коефіцієнт скління фасадів будинку	-	0,19
Показник компактності будинку	m^{-1}	0,44

Розглянемо різні варіанти заходів з підвищення енергоефективності будинку та визначимо теплові витрати на опалення у разі впровадження таких заходів. Результати розрахунку енергетичних показників будинку при реалізації відповідних варіантів енергоефективних заходів наведені у табл. 4. Для розрахунку використана методика, наведена у [9, 12]. Нормативний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій визначено у відповідності з [9].

Таблиця 3

Теплотехнічні та енергетичні показники житлового будинку до проведення енергозберігаючих заходів

Показники	Розмірність показників	Значення
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій:		
Стін	$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	0,68
Вікон і балконних дверей	$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	0,32
Вхідних дверей	$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	0,25
Горищних перекриттів	$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	1,22
Перекриттів над техпідпіллями	$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	0,46
Розрахункові питомі тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період	$\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$	189,4

Таблиця 4

Результати розрахунку енергетичних показників будинку при реалізації варіантів енергоефективних заходів

Варіант енергоефективного заходу	Витрати теплоти на опалення будинку за опалювальний період, $\text{кВт} \cdot \text{год}$	Питомі тепловитрати будинку за опалювальний період, $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$	Клас енергетичної ефективності будинку	Відносне зменшення витрат теплоти на опалення в порівнянні із вихідним варіантом, %
Вихідний	655430,9	189,4	F	—
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін до нормативного значення ($3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$)	390632,7	112,9	F	40,4
Доведення опору теплопередачі перекриття над техпідпіллям до нормативного значення ($3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$)	601275,3	173,8	F	8,3
Доведення опору теплопередачі перекриття неопалюваного горища до нормативного значення ($4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$)	637892,9	184,3	F	2,7
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень	316181	91,4	E	51,8

Продовження Таблиці 4				
Заміна вікон на енергоефективні (опір теплопередачі $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	559274,5	161,6	F	14,7
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень та заміна вікон на енергоефективні	220024,6	63,6	D	66,4
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень та заміна вікон на енергоефективні; модернізація системи опалення (однотрубна система із термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП)	152195,9	44,0	B	76,8

Отже, найбільшої економії теплової енергії (приблизно на 77 %) досягається при комплексному підході (утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на вводі та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів). Заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення лише на 14,7%. Збільшення опору теплопередачі зовнішніх стін дозволяє заощадити до 40,4 % теплової енергії. Незначна економія при утепленні горищного перекриття (приблизно 3 %) пояснюється тим, що в розглядуваній будівлі це перекриття вже було утеплене, хоча при цьому приведений опір теплопередачі не досягав нормативного значення. З табл. 4 видно, що навіть доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативних значень дозволяє досягти при термомодернізації будинку класу енергоефективності D, тоді як при додатковій модернізації системи опалення (до модернізації: однотрубна система без термостатів та без авторегулювання на ІТП (регулювання в котельні); після модернізації: однотрубна система опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП) досягається клас енергетичної ефективності будинку B.

Витрати на опалення для аналізованого будинку наведені у табл. 5. Тариф теплової енергії на опалення наведений в [11].

Таблиця 5

Зменшення витрат на опалення будинку при впровадженні енергоефективних рішень

Варіант енергоефективного рішення	Витрати теплоти на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год (Гкал)	Витрати на опалення будинку за опалювальний період, грн.	Зменшення витрат на опалення в порівнянні з вихідним варіантом, грн.
Вихідний	655430,9 (563,7)	370456	0
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін до нормативного значення ($3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	390632,7 (336,0)	220793	149673
Доведення опору теплопередачі перекриття над техпідпіллям до нормативного значення ($3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	601275,3 (517,1)	339859	30597

Продовження Таблиці 5			
Доведення опору теплопередачі перекриття неопалюваного горища до нормативного значення ($4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	637892,9 (548,6)	360555	9901
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень	316181 (271,9)	178717	191739
Заміна вікон на енергоефективні (опір теплопередачі $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	559274,5 (481,0)	316113	54343
Доведення опору теплопередачі зовнішніх стін, перекриття над неопалюваним підвалом та горищем, зовнішніх дверей до нормативних значень та заміна вікон на енергоефективні	220024,6 (189,2)	124363	246093

З табл. 5 видно, що комплексна реалізація заходів з термомодернізації житлового будинку (модернізація системи опалення та доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативного рівня) дозволить заощадити на опаленні до 284430 грн. Але, зрозуміло, що комплексна модернізація потребує також найбільших інвестицій в порівнянні із запровадженням окремих заходів з термомодернізації (утеплення стін, заміна вікон тощо). На практиці через брак коштів власники будинків виконують часткову термомодернізацію (наприклад, лише утеплюють зовнішні стіни, або замінюють вікна на більш енергоефективні). При цьому постає задача вибору найбільш оптимального рішення для інвестицій в енергозберігаючі проекти. При виборі першочергового впровадження відповідного енергоефективного рішення необхідно виконати техніко-економічний аналіз, оцінити термін окупності впровадження того чи іншого енергоефективного проекту та вибрати найбільш оптимальний для конкретних умов варіант. Розглянемо структуру тепловтрат будинку до впровадження заходів енергозбереження та після впровадження (модернізація системи опалення та доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативного рівня). Результати розрахунку наведені у табл. 6.

Таблиця 6

Структура теплових втрат будинку

Стан будинку	Теплові втрати, % від загальних тепловтрат					
	Через двері	Через зовнішні стіни	Через горищне пере- криття	Через перекриття над техпідпіл- лям	Через вікна	Внаслідок нагрівання інфільтрат- ційного та вентиляційного повітря
Будинок до впровадження заходів з термомодернізації	0,6	37,5	6,5	19,4	19,6	16,4
Будинок після впровадження заходів з термо-модернізації (модернізація системи опалення та доведення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій до нормативного рівня)	0,7	17,9	4,2	5,5	29	42,7

Як видно з табл. 6, структура розподілення тепловитрат будинку в значній мірі залежить від ступеня енергетичної ефективності будинку. Так, у будинку до впровадження заходів з термомодернізації найбільш значні втрати теплової енергії відбуваються через зовнішні стіни (37,5 %). Після впровадження заходів з термомодернізації найбільші тепловтрати припадають на нагрів інфільтраційного та вентиляційного повітря (42,7 %). При цьому слід зазначити, що кратність повітрообміну не змінюється і залишається на рівні, що відповідає нормативним вимогам. Тому зменшення тепловитрат за рахунок нагріву вентиляційного повітря та подальше підвищення енергоефективності будинку можливо лише за рахунок підвищення герметизації будинку та застосування рекуператорів теплоти у системах вентиляції.

Висновки. В результаті аналізу варіантів рішень з термомодернізації житлового будинку типового проекту визначено наступне.

1. Найбільшої економії теплової енергії (на 76,8 %) досягається при комплексному підході (утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на вводі та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів). Заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення лише на 14,7%. Утеплення зовнішніх стін із доведенням опору теплопередачі до нормативного значення дозволяє зменшити теплові втрати на 40,4 %.

2. Витрати на опалення будинку у відношенні до вихідного варіанту (будинок до термомодернізації) зменшуються на 149673 грн. (при теплоізоляції стін); на 54343 грн. (при заміні вікон на більш енергоефективні) та на 284430 грн. при комплексному підході до термомодернізації будинку, а саме: утепленні огорожувальної оболонки будівлі, заміні вікон на більш енергоефективні та модернізації системи опалення.

3. Знаючи вартість інвестицій в енергозберігаючі заходи, можна розрахувати термін окупності таких заходів та визначити найбільш оптимальне енергозберігаюче рішення.

4. Структура тепловитрат будинку змінюється при впровадженні заходів з термомодернізації. Так, у будинку до термомодернізації найбільші теплові втрати відбуваються через зовнішні стіни – до 37,5 %. Після проведення комплексної термомодернізації з підвищенням опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку до нормативних значень найбільші витрати теплоти припадають на нагрів інфільтраційного та вентиляційного повітря – до 42,7 %. Тобто подальше підвищення енергоефективності будинків полягає у модернізації систем вентиляції та використанням теплоутилізаторів відпрацьованого повітря.

Список використаних джерел

1. Фаренюк Г.Г. Составляющие теплотерь зданий первых массовых серий и возможности изменения их структуры / Г.Г. Фаренюк // Реконструкція житла. – 2003. - №4. – С. 99 – 102.
2. Фаренюк Г.Г. Енергетична ефективність підвищення теплотехнічних показників основних елементів теплоізоляційної оболонки будинків. / Г.Г. Фаренюк // Будівництво України. – 2008. – № 8. - С. 12-14.

3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий [Scientific bases of designing energy-efficient buildings] / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач // АВОК. - 1998. - № 1. - С. 5 – 10.
4. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2003. – 200 с.
5. Горшков А.С. Энергоэффективные здания: задачи строительной теплотехники и инженерного обеспечения / А.С. Горшков // Инженерные системы. - 2008. - №4 (37). - С. 60-62.
6. Кнатько М.В. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М.В. Кнатько, М.Н. Ефименко, А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. - 2008. - № 2. - С. 50-53.
7. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность / Самарин О.Д. — М.: Изд-во АСВ, 2009. - 296 с.
8. Самарин О.Д. О комплексной оценке энергоэффективности общественных зданий / О. Д. Самарин, С. А. Казаковцева, К. В. Свиридонов. // Фасадные системы - 2007. - № 1. - С. 22-25.
9. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007 - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010.– [Чинний від 2011-11-01] - Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
11. <http://kyivenergo.ua/>
12. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. - [Чинний від 2008-07-01]– К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 43 с. – (Національний стандарт України).

References

1. Farenjuk G.G. *Sostavljajushhie teplopoter' zdaniy pervykh massovykh serij i vozmozhnosti izmenenija ih struktury* [Components of heat losses of the first mass series of buildings and the possibility of changing their structure] / G.G. Farenjuk // *Rekonstrukcija zhitla*. – 2003. - №4. – S. 99 – 102 [in Russian].
2. Farenjuk G.G. *Energetichna efektyvnist' pidvishhennja teplotekhnichnih pokaznykiv osnovnih elementiv teploizoljacyjnoi obolonki budinkiv* [Energy efficiency of the improvement of the thermotechnical indicators of the main elements of thermal insulation envelope of buildings] / G.G. Farenjuk // *Budivnictvo Ukraïni*.– 2008. – № 8. - S. 12-14 [in Ukrainian].
3. 3. Tabunshhikov Ju.A., Brodach M.M. *Nauchnye osnovy proektirovanija jenergojefektivnyh zdanij* [Scientific bases of designing of energy-efficient buildings]. / Ju.A. Tabunshhikov, M.M. Brodach // *AVOK*. - 1998. - № 1. – S. 5 – 10 [in Russian].

4. Tabunshhikov Ju.A. *Jenergojefektivnye zdanija* [Energy-efficient buildings] / Tabunshhikov Ju.A., Brodach M.M., Shilkin N.V. – M.: AVOK – PRESS, 2003. – 200 s [in Russian].
5. Gorshkov A.S. *Jenergojefektivnye zdanija: zadachi stroitel'noj teplo tehniki i inzhenernogo obespechenija* [Energy efficient buildings: the problem of building heat engineering and support] / A.S. Gorshkov // Inzhenernye sistemy. - 2008. - №4 (37). - S. 60-62 [in Russian].
6. Knat'ko M.V. *K voprosu o dolgovechnosti i jenergojefektivnosti sovremennyh ograzhdajushhih stenovyh konstrukcij zhilyh, administrativnyh i proizvodstvennyh zdaniy* [On The issue of durability and energy efficiency of modern enclosing wall construction of residential, administrative and industrial buildings] / M.V. Knat'ko, M.N. Efimenko, A.S. Gorshkov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. - 2008. - № 2. - S. 50-53 [in Russian].
7. Samarin O.D. *Teplofizika. Jenergosberezhenie. Jenergojefektivnost'* [Thermophysics. Energy saving. Energy efficiency] / Samarin O.D. — M.: Izd-vo ASV, 2009. - 296 s [in Russian].
8. Samarin O.D. *O kompleksnoj ocenke jenergojefektivnosti obshhestvennyh zdaniy* [About a comprehensive assessment of the energy efficiency of public buildings] / O. D. Samarin, S. A. Kazakovceva, K. V. Sviridonov. // Fasadne sistemy - 2007. - № 1. - S. 22-25 [in Russian].
9. *Konstrukcii budinkiv ta sporud. Teplova izoljacija budivel': DBN V.2.6-31:2006. zi Zminoju №1 vid 1 lipnja 2013 roku*] [Construction of buildings and structures. Thermal insulation of buildings]. – [Chinnij vid 01.04.2007] - K.: Minbud Ukraïni, 2006. – 70 s. – (Derzhavni budivel'ni normi Ukraïni) [in Ukrainian].
10. *Budivel'na klimatologija: DSTU-N B V.1.1–27: 2010.– [Chynnyj vid 2011-11-01]* [Building Climatology]. - Minregionbud Ukrai'ny. – K.: Ukrarhbudininform, 2011. – 123 s. – (Nacional'nyj standart Ukrai'ny) [in Ukrainian].
11. <http://kyivenergo.ua/>
12. *Proektuvannja. Nastanova z rozroblennja ta skladannja energetichnogo pasporta budinkiv pri novomu budivnictvi ta rekonstrukcii: DSTU-N B A.2.2-5:2007. - [Chinnij vid 2008-07-01]* [Design. Guidelines for the development and preparation of an energy passport of buildings for new constructions and reconstruction]. – K.: Minregionbud Ukraïni, 2008. – 43 s. – (Nacional'nij standart Ukraïni) [in Ukrainian].

ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ОТОПЛЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

КУЗНЕЦОВА Е.А.¹, ЖУКИНСКАЯ И.С.²

¹Киеский национальный университет технологий и дизайна; ²Институт газа НАНУ

Мета. Разработка и технико-экономическое сравнение энергосберегающих решений для 5-этажного жилого здания типового проекта, сопротивление теплопередачи внешних ограждающих конструкций которого не отвечают современным требованиям.

Методика. Для определения энергетических показателей здания использована методика составления энергетического паспорта зданий согласно с ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007.

Результаты. Термомодернизация зданий приводит к значительной экономии средств на отопление. Так, при внедрении энергосберегающих решений для зданий типового проекта, которое выбрано в качестве объекта исследования, можно достичь таких показателей: замена окон на более энергоэффективные приводит к уменьшению энергозатрат на отопление на 14,7 %; утепление внешних стен с доведением сопротивления теплопередаче до нормативного значения приводит к уменьшению

теплопотребления на 40,4 % ; наибольшая экономия тепловой энергии (на 76,8 %) достигается при комплексном подходе (утепление внешних ограждающих конструкций, установка энергоэффективных окон, внедрение автоматизации узла управления однетрубной системой отопления и авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов).

Зная стоимость инвестиций в энергосберегающие мероприятия, можно рассчитать срок окупаемости таких мероприятий и определить наиболее оптимальное энергосберегающее решение.

Научная новизна. Исследованы и проанализированы варианты решений по повышению энергоэффективности жилого здания типового проекта и определена структура тепловых потерь здания до проведения термомодернизации и после.

Практическая значимость. Анализ и сравнение вариантов энергосберегающих решений при термомодернизации зданий позволяет определить наиболее оптимальный вариант и определить пути для дальнейшего повышения энергоэффективности зданий.

Ключевые слова: *термомодернизация, сопротивление теплопередаче, энергосбережение, энергоэффективность.*

EVALUATION OF THE ENERGY RESOURCE CONSERVATION FOR HEATING AT CARRYING THERMO MODERNIZATION OF A RESIDENTIAL BUILDING

KUZNETSOVA O.O.¹, ZHUKINSKA I.S.²

¹ Kyiv National University of Technologies and Design; ² The Gas Institute of National Academy of Sciences of Ukraine

Purpose. Development and technic-economic comparison of energy efficient solutions for a typical 5-storey residential building project, exterior envelope resistance to heat of which does not meet modern requirements.

Methodology. To determine the energy performance of the building the methodology of building energy passport drafting according to ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 was used.

Findings. Thermomodernization of buildings leads to significant cost savings for heating. Thus, the introduction of energy-efficient solutions for the building test type design can lead to the following achievements: replacement of windows by more energy efficient ones leads to a reduction of energy consumption for heating by 14,7%; insulation of external walls with bringing heat resistance to the normative values reduces heat losses by 40.4%; the most quantity of heat energy conservation (76,8%) is achieved by the integrated approach (external building envelope insulation, installation of energy efficient windows, the introduction of automation control unit for one-pipe heating system and auto-heat auto-regulation of heat transfer of heating radiators).

Knowing the value of investments in energy saving measures, we can calculate the payback period of these measures and determine the optimal energy-saving solution.

Originality. The options for improving energy efficiency of a typical residential building project were investigated and analyzed and the structure of the heat losses of the building prior to and after the thermomodernization was determined.

Practical value. The analysis and comparison of variants of thermal energy saving solutions of the building can be used to determine the best option and identify ways to further improvements the energy efficiency of buildings.

Keywords: *thermal modernization, heat resistance, thermal insulation, energy conservation, energy efficiency.*

УДК 658.261:378

СОЛОВЕЙ О.І., ТКАЧЕНКО В.Ф., КУРБАКА Г.В.
Черкаський державний технологічний університет

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ

Мета. Метою статті є розробка загальної та концептуальної моделі енергетичного менеджменту у вищих навчальних закладах.

Методика. В статті використано емпірико-теоретичні методи, зокрема: аналізу та синтезу під час дослідження сутності проблем енергозбереження у вищих навчальних закладах та дедукції під час розробки концептуальної моделі енергоменеджменту.

Результати. Запропоновано нову концептуальну модель енергетичного менеджменту у вищому навчальному закладі.

Наукова новизна. Визначено основні види забезпечення для ефективної організації роботи системи енергоменеджменту вищого навчального закладу.

Практична значимість. Наведені рекомендації мають підвищити рівень ефективності енергоспоживання у вищих навчальних закладах України.

Ключові слова: енергоменеджмент, концептуальна модель, енергоспоживання, аналіз споживання, енергозбереження, вищий навчальний заклад.

Вступ. Сьогоднішній стан енергетичного ринку України, та й усього світу загалом, диктує все більш жорсткі вимоги щодо споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Питома складова вартості енергії у виробництві продукції чи наданні послуг становить вагомому частку в собівартості продукту, що негативно впливає на конкурентоспроможність. Це також стосується і виживання вищих навчальних закладів (ВНЗ) в умовах зростання цін на енергетичні ресурси і європейської інтеграції вищої освіти.

Питоме споживання енергетичних ресурсів (на 1 м²) у пострадянських країнах, за різними джерелами, у 2 – 4 рази вище за споживання навчальними закладами Західної Європи, Сполучених Штатів Америки та Канади. Аналіз вартості теплової та електричної енергії і холодної води у 2000 та 2015 роках для установ бюджетної сфери (наприклад у м. Черкаси) показав, що за 15 років вартість теплової енергії збільшилась у 12 разів, електричної – у 6 разів, водопостачання – у 4 рази, і що тенденція до подальшого зростання тарифів зберігається.

Проведений аналіз стану енергетичних господарств та закладів освіти, підпорядкованих МОН, показав, що за результатами проведеної роботи закладами освіти, що підпорядковані міністерству, скорочення енергоспоживання з 1999 року по 2008 рік становить у середньому 4,7 % щорічно порівняно з базовим 1998 роком (натуральні показники споживання ПЕР у 1998 році – 768,8 тис. т у. п., а в 2008 році – 363,1 тис. т у. п., води відповідно у 1998 році – 40173,3 тис. куб. м, а в 2008 році – 19831,4 тис. куб. м) [1].

Досягнення зазначених результатів здійснювалося за рахунок організаційно-просвітницьких (раціональне та ефективне використання енергії, спроби упровадження управління енергоспоживанням) і технічних (технологічних) заходів, які не потребують значних капітальних видатків на їх виконання.

Рівень збору первинної статистичної інформації про енергоспоживання та стан енергогосподарств об'єктів на рівні МОН є низьким у зв'язку з територіальною розгалуженістю закладів освіти та низькою кваліфікацією (в області енергоефективності) енергообслуговуючого персоналу, недостовірністю наданої інформації з енерговикористання, браком фінансових ресурсів на реалізацію заходів з енергозбереження, відсутністю мотивації персоналу. Загалом об'єкти МОН, за даними 2009 року, спожили 311 418 т у. п. На рис. 1 зображено частки енергоресурсів у загальному споживанні їх навчальними закладами за 2009 рік в умовних та грошових одиницях [1].

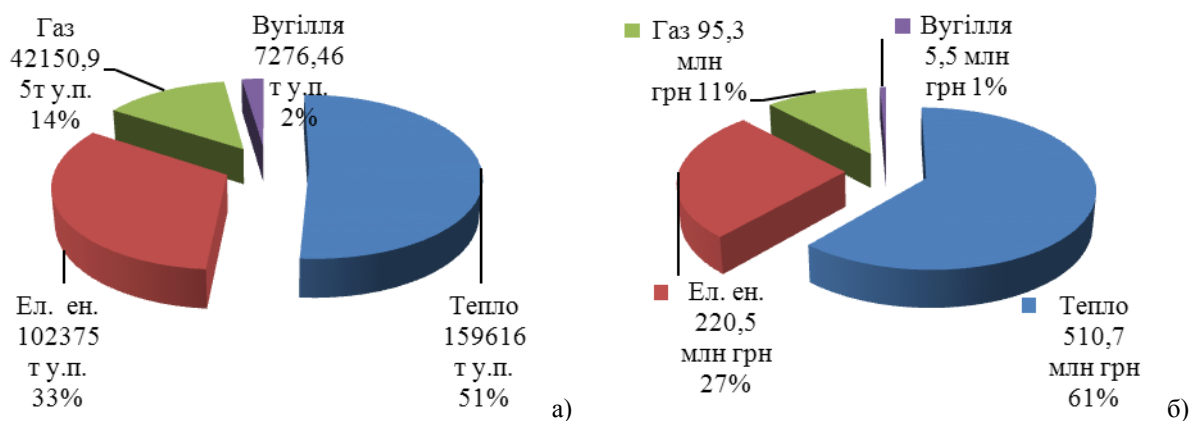


Рис. 1 Частковий розподіл енергоресурсів, спожитих об'єктами МОН (а), та витрата коштів на їх оплату (б) у 2009 році

Постановка завдання. Стратегічне завдання навчального закладу – поліпшити якість надання освітянських послуг та сприяти розробці і впровадженню новітніх технологій, що передбачає, крім іншого, і збільшення енергоозброєності навчального процесу. Тому збільшення споживання енергетичних ресурсів можна вважати одним із індикаторів якості надання послуг. Таким чином, метою енергозберігаючих заходів є ефективне енергоспоживання, а не скорочення енерговикористання, тобто знаходження балансу між енергозбереженням, енергоозброєністю та енергоефективністю.

Результати дослідження. Упровадження служби енергетичного менеджменту в структурі управління вищими навчальними закладами (ВНЗ) для проведення системних енергетичних обстежень і системного енергетичного управління, залучивши до інструментів управління й прийняття рішень прогресивні, гармонізовані, науково обґрунтовані моделі, методи, методики досліджень, є економічною необхідністю сучасності.

Нажаль, на сьогодні у ВНЗ елементи управління споживанням енергії, тобто елементи енергетичного менеджменту наявні, але вони несистематизовані і неструктуровані, не мають повного забезпечення методами та засобами управління. Тому виникла необхідність розробки концепції моделі впровадження енергетичного менеджменту у ВНЗ, в якій визначені основні елементи забезпечення ефективного функціонування системи управління енергоспоживанням.

На сьогодні управління споживанням енергії у ВНЗ передбачає використання різних підходів, що сприяють більш ефективному досягненню поставлених перед нею

цілей. Однак найважливішим є системний підхід до управління. Поняття «система» і «системний підхід» у сучасному світі досить широко використовуються в різних галузях знань. Система (від грец. Systema – ціле, складене з частин, з'єднання) трактується філософією як сукупність елементів, які перебувають у трудових відносинах і зв'язках між собою та утворюють певну цілісність завдяки тому, що її властивості не зводяться до властивостей її складових елементів. Основними рисами системи є:

- наявність різноманітних елементів, серед яких обов'язково є системоутворюючий;
- зв'язки та взаємодії елементів;
- цілісність сукупності елементів (зовнішнє та внутрішнє середовище);
- поєднання й відповідність властивостей елементів та їх сукупності в цілому.

Системі притаманна властивість розвиватися, адаптуватися до нових умов шляхом створення нових зв'язків, елементів зі своїми локальними цілями й засобами їх досягнення.

Ці принципи повинні бути відображені в концепції енергозбереження ВНЗ залежно від специфіки діяльності установи в цілому й системи енергоменеджменту зокрема. Важливим елементом, який у загальному вигляді може міститися в політиці енергозбереження, є розподіл відповідальності й обов'язків між керівниками та підрозділами в рамках системи управління енергозбереженням. Система енергоменеджменту, як і інші системи управління, охоплює об'єкти та суб'єкти управління. Її загальна модель зображена на рис. 2.

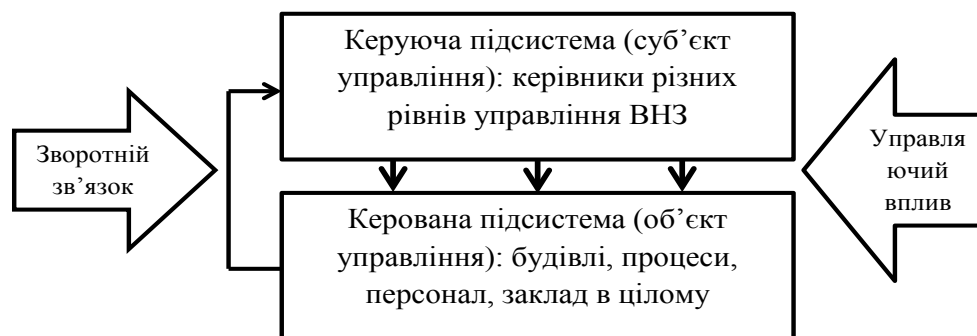


Рис. 2 Загальна модель системи енергетичного менеджменту

Суб'єктами управління виступають керівники різних рівнів, які здійснюють управління енергозбереженням на відповідному рівні організації.

Об'єктами управління є: будівлі, які споживають ПЕР; навчальний процес; персонал в особі як окремих виконавців, так і окремих структурних підрозділів, які реалізують певні функції в системі управління енергозбереженням. Взаємодія між суб'єктами й об'єктами управління в цій системі здійснюється, з одного боку, в ході реалізації керуючого впливу суб'єкта на об'єкт керування шляхом впливу відповідних управлінських рішень у сфері енергозбереження, а з другого, – за допомогою механізму зворотного зв'язку, завдяки якому отримує інформацію про реалізацію прийнятих управлінських рішень, а також про функціонування об'єкта й про його відповідність заданим параметрам.

Керуюча й керована підсистеми являють собою складові частини системи, що взаємодіють між собою і впливають одна на одну, і це забезпечує їх єдність у межах системи управління.

Таким чином, система управління енергозбереженням у ВНЗ повинна характеризуватися [2]:

- чітко сформульованою метою (політика й стратегія у сфері енергозбереження);
- певним складом, структурою спеціалізованих управлінських органів (суб'єкти управління);
- точно окресленим контуром впливу системи на якість процесів, персоналу, установу в цілому (об'єкт управління);
- наявністю прямих і зворотних зв'язків між суб'єктами й об'єктами управління в системі.

Отже, схема взаємовідносин служби енергоменеджменту з іншими структурними підрозділами вищого навчального закладу матиме вигляд, який зображено на рис. 3.



Рис. 3 Схема взаємовідносин служби енергоменеджменту з рештою структурних підрозділів ВНЗ

Система управління енергоспоживанням являє собою сукупність керуючих органів і об'єктів управління, що взаємодіють за допомогою матеріально-технічних та інформаційних засобів на рівні установи [3], і може бути представлена в університеті як концептуальна модель енергетичного менеджменту у вищих навчальних закладах. Для ефективного функціонування системи енергетичного менеджменту у вищих навчальних закладах необхідне розроблення та впровадження таких видів забезпечення:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 – організаційне забезпечення; | 4 – технічне забезпечення; |
| 2 – правове забезпечення; | 5 – програмне забезпечення; |
| 3 – методичне забезпечення; | 6 – ресурсне забезпечення. |

1. Організаційне забезпечення включає:

1.1. Керівництво:

- призначення головного енергоменеджера університету з прямим підпорядкуванням ректору університету;
- створення центральної групи енергоменеджменту в складі 3 – 5 співробітників;
- призначення енергоменеджерів факультетів з підпорядкуванням головному енергоменеджеру;
- призначення енергоменеджерів кожної будівлі (якщо факультет розташований в одній будівлі, то виконується попередній пункт) з підпорядкуванням головному енергоменеджеру.

1.2. Навчання:

- проведення підвищення кваліфікації керівного складу університету з питань енергозбереження (раз на п'ять років);
- регулярне проведення навчання енергоменеджерів об'єктів закладу;
- введення як загальноосвітньої факультативної дисципліни «Основи енергозбереження» на першому курсі.

1.3. Популяризація:

- створення в кожному з об'єктів закладу демонстраційних зон з енергозбереження;
- проведення щорічної науково-практичної конференції «Енергозбереження в університеті»;
- щорічне проведення університетського конкурсу з енергозбереження;
- організація в кожному номері університетської газети рубрики «Передовики енергозбереження»;
- щорічне проведення конкурсу плакатів з енергозбереження;
- друкування конкурсних плакатів на тему «Енергозбереження» для навчальних корпусів і гуртожитків;
- на факультетських сайтах введення розділу з енергозбереження;
- проведення конкурсів з енергозбереження серед абітурієнтів і врахування їх рівня при зарахуванні в університет;
- включення показника реалізації заходів з енергозбереження в перелік показників по визначенню рівня кафедр і факультетів;
- звітування деканів факультетів на Вченій раді щодо стану реалізації енергозберігаючих заходів на відповідному факультеті;
- забезпечення бібліотеки достатньою кількістю навчально-методичної літератури в сфері енергозбереження.

1.4. Мотивація:

- введення в дію системи мотивації за впровадження енергозберігаючих заходів для керівників структурних підрозділів, а також співробітників і студентів.

1.5. Різне:

- проведення щотижневих нарад енергоменеджерів з аналізом споживання ПЕР і води;

- у структурі центральної групи енергоменеджменту передбачення гарячої телефонної лінії по виявленню місць марнотратної витрати ПЕР і води;
- у кожній будівлі оформлення куточку енергоменеджера, в якому, крім необхідної інформації, встановлення скриньки для пропозицій з енергозбереження;
- вибір кожним факультетом по одній підшефній школі для проведення енергетичного аудиту і впровадження енергозберігаючих заходів.

2. Правове забезпечення:

2.1. Створення комплексу внутрішніх стандартів :

- положення про систему енергоменеджменту ;
- положення про службу енергоменеджменту ;
- порядок проведення моніторингу реалізації потенціалу енергозбереження структурними підрозділами;

- порядок створення системи документообігу в сфері енергозбереження.

2.2. Розроблення документу «Політика енергозбереження» (по будівлях).

2.3. Створення системи бенчмаркінгу ефективності споживання ПЕР і води.

2.4. Розроблення положення про енергоменеджерів різних структурних підрозділів.

2.5. Розроблення положення про проведення енергетичного аудиту в різних приміщеннях і об'єктах.

2.6. Розроблення положення про звітність факультетів з ефективного використання ПЕР і води.

2.7. Розроблення положення про складання балансів споживання ПЕР і води.

2.8. Розроблення положення про складання паспорту будівлі.

2.9. Розроблення положення про визначення потенціалу енергозбереження.

2.10. Розроблення положення про організацію університетського конкурсу з енергозбереження.

2.11. Розроблення положення про мотивацію персоналу за участь і результати в роботі з енергозбереження.

2.12. Розроблення положення про проведення конкурсу плакатів з енергозбереження.

3. Методичне забезпечення:

3.1. Створення методичних вказівок для викладання дисципліни «Основи енергозбереження».

3.2. Створення методики планування споживання ПЕР і води.

3.3. Створення методичних вказівок щодо визначення потенціалу збереження ПЕР і води.

3.4. Створення методичних вказівок щодо визначення виду і стану огорожувальних конструкцій будівель для зменшення втрат на теплопостачання.

3.5. Створення методичних рекомендацій щодо організаційних заходів зі збереження ПЕР і води.

3.6. Створення методичних рекомендацій щодо маловитратних заходів зі збереження ПЕР і води.

3.7. Розроблення та видання «Пам'ятки з енергозбереження» для керівного складу .

3.8. Розроблення та видання «Пам'ятки з енергозбереження» для енергоменеджерів.

4. Технічне забезпечення:

4.1. Забезпечення всіх будівель лічильниками споживання ПЕР і води.

4.2. Забезпечення всіх лабораторій лічильниками електричної енергії.

4.3. Оснащення університетської групи енергоменеджменту комплектом новітніх приладів для проведення внутрішнього енергоаудиту.

4.4. Впровадження в університеті автоматизованої системи споживання ПЕР і води.

5. Програмне забезпечення:

5.1. Розроблення комп'ютерних програм популяризації в сфері енергозбереження.

5.2. Розроблення комп'ютерної програми по моніторингу та бенчмаркінгу споживання ПЕР і води.

6. Ресурсне забезпечення:

6.1. Створення університетського фонду для мотивації енергозбереження.

6.2. Залучення до технічного і фінансового забезпечення організацій області

6.3. Проведення відповідної роботи по залученню коштів міжнародних грантів на впровадження енергозберігаючих заходів.

Глобальні енергетичні проблеми вимагають організації оптимального управління розвитком та експлуатацією існуючих систем споживання паливно-енергетичних ресурсів. Впровадження системи енергетичного менеджменту та функціонування єдиної системи енергетичного аудиту на основі концептуальної моделі енергетичного менеджменту у вищих навчальних закладах забезпечують вирішення цих питань.

Висновки. 1. Визначено, що сучасний стан енергозбереження у вищих навчальних закладах недостатньо формалізовано, діяльність енергоменеджменту, тобто управління енергоспоживанням, є несистематизованою і неструктурованою та не має повного забезпечення методами та засобами управління. 2. Визначено основні види забезпечення для ефективної організації роботи системи енергоменеджменту вищого навчального закладу. 3. Запропоновано нову концептуальну модель енергетичного менеджменту у вищому навчальному закладі.

Список використаних джерел

1. Програма щодо зменшення споживання енергоресурсів навчальними закладами та установами освіти на 2010 – 2014 рр. [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua>.

2. Гличев А. В. Основы управления качеством продукции / А. В. Гличев. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2001. – С.424.

3. Развитие системного подхода к управлению качеством продукции – от Саратовской системы БИП до КСУКП // Стандарты и качество. – 2001. – № 5–6.

References

1. Prohrama shchodo zmenshennya spozhyvannya enerhoresursiv navchal'nyhmy zakladamy ta ustanovamy osvity na 2010 – 2014 rr. [The program on the reduction of power

consumption by educational institutions and organizations for 2010 – 2014]. Retrieved from <http://www.mon.gov.ua> [in Russian].

2. Glichev, A. V. (2001) *Osnovy upravleniya kachestvom produktsii* [Fundamentals of product quality management]. Moscow: RIA «Standarty i kachestvo» [in Russian].

3. Razvitiye sistemnogo podkhoda k upravleniyu kachestvom produktsii – ot Saratovskoy sistemy BIP do KSUKP [The development of system approach to product quality management – from Saratov system BIP to KSUKP] (2001). *Standarty i kachestvo*, (5–6) [in Russian].

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ УКРАИНЫ

СОЛОВЕЙ А. И., ТКАЧЕНКО В. Ф., КУРБАКА Г. В.

Черкасский государственный технологический университет

Цель. Целью статьи является разработка общей и концептуальной модели энергетического менеджмента в высших учебных заведениях.

Методика. В статье использованы эмпирико-теоретические методы, в частности: анализа и синтеза при исследовании сущности проблем энергосбережения в высших учебных заведениях и дедукции при разработке концептуальной модели энергоменеджмента.

Результаты. Предложена новая концептуальная модель энергетического менеджмента в высшем учебном заведении.

Научная новизна. Определены основные виды обеспечения для эффективной организации работы системы энергоменеджмента высшего учебного заведения.

Практическая значимость. Приведенные рекомендации должны повысить уровень эффективности энергопотребления в высших учебных заведениях Украины.

Ключевые слова: *энергоменеджмент, концептуальная модель, энергопотребление, анализ потребления, энергосбережение, высшее учебное заведение.*

SOME QUESTIONS ON THE ORGANIZATION OF POWER CONSUMPTION MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF UKRAINE

SOLOVEY A. I., TKACHENKO V. F., KURBAKA G. V.

Cherkasy State Technological University

The purpose. The article is aimed to develop general and conceptual model of power management in higher educational institutions.

Methods. In the paper empirical and theoretical methods, including the analysis and synthesis in the study of the nature of energy saving in higher educational institutions and the deduction during the development of conceptual model of power management, are used.

Results. A new conceptual model of power management in higher educational institution is offered.

Scientific innovation. The main types of the support for effective organization of power management system of higher educational institution are determined.

Practical significance. These recommendations should improve the level of power consumption efficiency in higher educational institutions of Ukraine.

Keywords: *power management, conceptual model, power consumption, consumption analysis, energy saving, higher education institution.*

УДК 621.311

ЧЕРНОВОЛ М.І., ПЛЄШКОВ П.Г., СЕРЕБРЕННИКОВ С.В.,
САВЕЛЕНКО І.В., ПЕТРОВА К.Г.

Кіровоградський національний технічний університет

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ШЛЯХОМ
ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ**

Мета. Зменшення витрат коштів на придбання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок підвищення рівня енергоефективності.

Методика. Використана методика проведення комплексного енергоаудиту та аналізування синтетичного паливно-енергетичного балансу.

Результати. Обґрунтовано можливості енергоощадження та проведено їх ранжування за черговістю впровадження.

Наукова новизна. Врахування специфіки об'єкту енергоаудиту та особливостей режимів енерговикористання дозволило вдосконалити модель системи енергетичного менеджменту, яка полягає у виконанні контрольно-наглядових функцій щодо дотримання норм та режимів енерговикористання й дозволяє систематизувати пріоритетні напрями і проекти з підвищення рівня енергоефективності.

Практична значимість. Результати енергетичних досліджень дозволили віднайти резерви енергоощадження та скоротити витрати на оплату енергоносіїв.

Ключові слова: енергоефективність, паливно-енергетичний баланс, енергоаудит

Вступ. Навчальні заклади технічної освіти споживають, в основному, три види енергоресурсів – теплову, електричну енергію та воду. По тепловій енергії можна виокремити 3 групи споживачів: опалювання 55...70 %, гаряче водопостачання 15...30 %, вентиляція 10...25 %. По електричній енергії (ЕЕ) виокремимо 5 груп споживачів: освітлення (20...40 %), електропривод (15...30 %), нагрівальні установки (до 10 %), лабораторні стенди (35...40 %), ЕОМ – до 10 %. Холодна вода споживається у гуртожитках (55...70 %) та навчальних корпусах (25...30 %). Кожна група має свої особливості, які обумовлюють застосування відповідних методів досліджень.

Постановка проблеми. Однією з умов сталого соціально-економічного та матеріально-технічного розвитку навчального закладу є обґрунтований за результатами проведення енергетичних аудитів (ЕА) техніко-економічний аналіз доцільності впровадження енергоощадних заходів (ЕОЗ), прогнозування потреби в паливно-енергетичних ресурсах (ПЕР) та оптимізація енергетичного балансу. В зв'язку із значним підвищенням цін на енергоносії та скороченням бюджетного фінансування витрат на енергоресурси, актуалізується питання розроблення систем безвитратних, маловитратних і витратних ЕОЗ та обґрунтування пріоритетності їх впровадження.

Результати дослідження. Кіровоградський національний технічний університет (КНТУ) являє собою комплекс будівель, якими споживається теплова, електрична енергія та вода. Розподіл витрат на закупівлю енергоресурсів у 2014 році становив: на теплову енергію – 72 %, на електричну енергію – 24 % та воду – 4 %.

Динаміка споживання ресурсів протягом 8 років показана на рис.1 а, б, в.

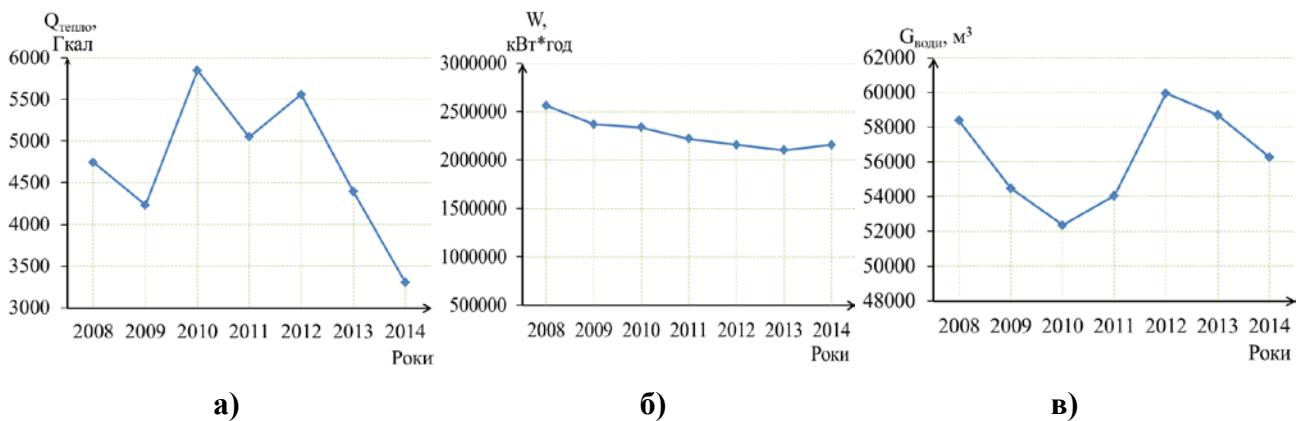


Рис. 1 Річні обсяги споживання енергоресурсів:
а) теплової енергії, Гкал; б) електричної енергії, кВт*год; в) води, м³

Розроблені та впроваджені в 2013–2014 рр. ЕОЗ дозволили скоротити споживання теплової енергії у 2014 році в понад 1,5 рази (рис. 1а).

Тенденція щорічного зростання витрат на енергоресурси (табл. 1) обумовлюється, в першу чергу, підвищенням тарифів на енергоносії. Наприклад, не зважаючи на щорічне скорочення електроспоживання (рис. 1 б), оплата ЕЕ зростає з року в рік (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка річної оплати енергоресурсів

Найменування енергоресурсу	Оплата за роками, тис.грн							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Теплова енергія	951,029	1936,24	1829,68	2776,48	2772,15	3749,84	3000,58	2422,5
Електрична енергія	705,09	856,98	889,28	974,82	1139,74	1239,28	1330,64	1417,38
Вода	140,01	135,31	131,57	166,98	162,39	183,68	231,9	301,47
Разом	1796,130	2928,53	2850,53	3918,28	4074,29	5172,81	4563,12	4141,35

Більша частка витрат на енергоресурси (близько 55%) покривається із спецкоштів КНТУ. Тому, для моніторингу процесів енергоспоживання, проведення ЕА та виявлення можливостей енергоощадження (МЕЗ) у КНТУ з 2001 р. діє спеціалізована група енергетичних досліджень та енергоощадження, а з 2013 р. при КНТУ створено Центр з енергоощадження, енергоменеджменту і консалтингу, оснащений всіма необхідними приладами контролю, вимірювання та обліку, в зв'язку з чим, у 2014р КНТУ отримав Свідоцтво від Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України на право проведення сертифікованих ЕА.

Слід також зазначити, що у центрально-українському регіоні лише КНТУ випускає магістрів та спеціалістів з енергетичного менеджменту.

За період 2007-2015 рр. спеціалізованою групою проведено комплексний ЕА структурних одиниць КНТУ та здійснюється постійний моніторинг за споживанням ПЕР. За результатами розроблено систему енергозаощаджуючих безвитратних, маловитратних і витратних заходів та проведено їх ранжування за черговістю впровадження.

Економія теплової енергії. Баланс розподілу споживання теплової енергії структурними одиницями університету наведений на рис. 2.

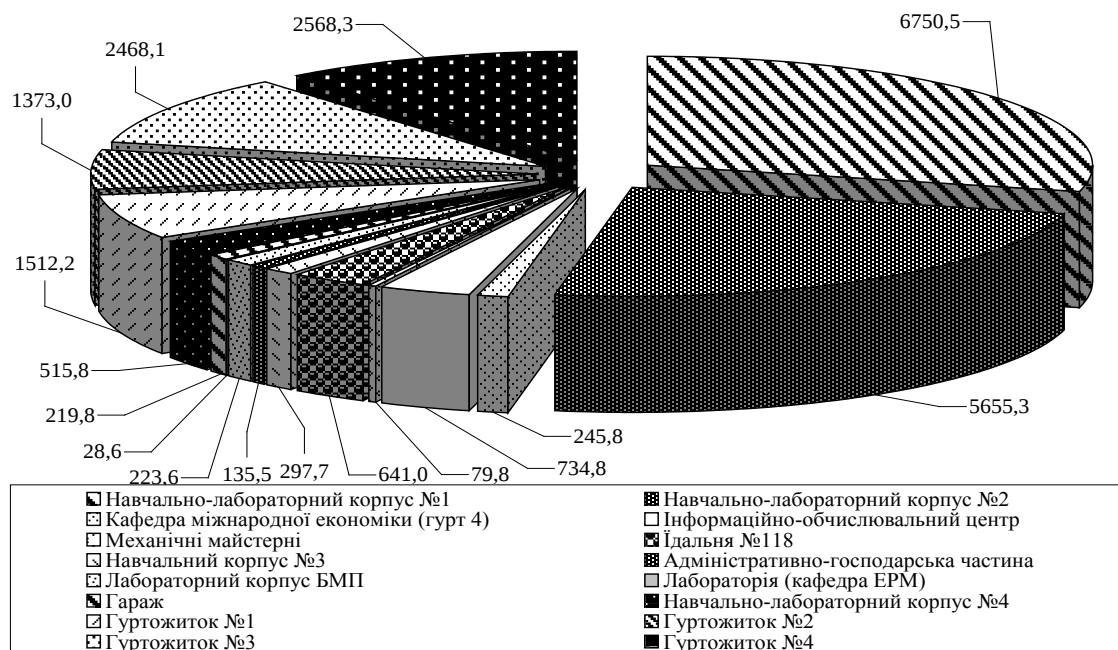


Рис. 2 Баланс споживання теплової енергії структурними підрозділами КНТУ

З балансу видно, що до половини теплової енергії споживають 7-поверхові навчальні корпуси №1 і №2, на 2-му місті – 9-поверхові гуртожитки №3 і №4 (рис. 2).

Оскільки при централізованому регулюванні теплопостачання неможливо одночасно врахувати конструктивні особливості всіх приєднаних споживачів, то в таких системах неминуче виникає проблема «перепалів» та «недопалів».

За результатами ЕА централізованої системи водяного теплопостачання КНТУ встановлено, що максимальна температура теплоносія на подачі обмежується значеннями 70...95°C залежно від температури навколишнього середовища. Виявлено значні відхилення температури теплоносія від нормативних значень [4]. Характер цих невідповідностей свідчить про неефективну роботу теплопостачальної організації внаслідок інерційності теплових мереж і відсутності засобів ефективного централізованого керування параметрами теплоносія. За від'ємних температур зовнішнього повітря від -17°C до -3°C спостерігалися «недопали». Натомість, в усьому діапазоні позитивних температур повітря в системі опалення виникають «перепали» [1]. З метою заощадження коштів на оплату тепла розроблено наступні МЕЗ:

МЕЗ-1 – в умовах нестабільного режиму роботи централізованого теплопостачання за рахунок усунення «перепалів» спроектовано мікропроцесорну систему автоматизованого регулювання (САР) температури теплоносія з терморегулятором та додатковим насосом замість елеватора. САР усуває «перепали» за рахунок диференційованого реагування на температуру теплоносія. Система САР може ефективно використовуватись для регулювання температури у вихідні, святкові дні, а також – у вечірні та нічні години за відсутності в корпусах персоналу.

МЕЗ-2 – у приміщеннях з висотою стелі понад $h = 4...6$ м (бокси гаражу, ангар, актові зали тощо) конвекційний обігрів є неефективним, оскільки все тепло концентрується вгорі, а нижня частина приміщення, котра є робочою і де періодично

перебувають люди, нагрівається менше. Заміри показали значний градієнт температур: під стелею $t_{ст}=+26^{\circ}\text{C}$, натомість біля підлоги $t_{п}=+16^{\circ}\text{C}$. Тому, в таких приміщеннях, раціонально здійснювати обігрів з використанням ІЧ-променевих електрообігрівачів.

МЕЗ-3 – в результаті ЕА закладів освіти, які перейшли від газових котлів до пелетних, доведено доцільність побудови власних автономних котелень на альтернативному (пелетному) паливі для опалення розосереджених лабораторій та корпусів університету. Ігнорування ЕОЗ, що зменшують втрати через огорожуючі конструкції, зазвичай, призводить до завищення установленної потужності теплогенеруючого обладнання та пов'язаних з цим перевитрат палива. Наприклад, для опалення 9-поверхового гуртожитку №4 достатньо 2-х котлів потужністю по 250 кВт (за умови впровадженні ЕОЗ з табл. 2), або по 315 кВт – без впровадження ЕОЗ. У разі використання пелетного палива вартість 1 Гкал зменшиться як мінімум удвічі.

Розподіл заощаджень енергій, отриманих від впровадження МЕЗ для гуртожитку №4 наведений на рис. 3.

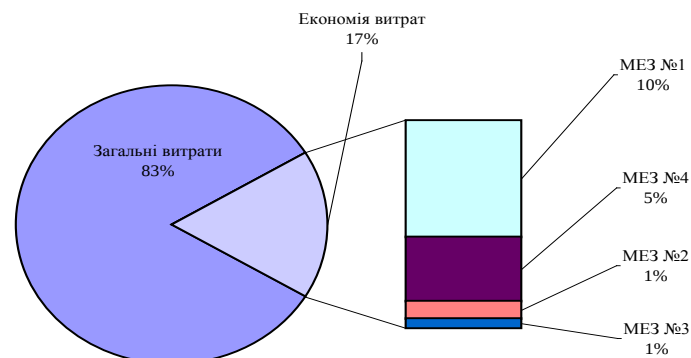


Рис. 3 Розподіл заощаджень енергій, отриманих від впровадження МЕЗ

Таблиця 2

Перелік ЕОЗ із зменшення теплових втрат для гуртожитку №4

Перелік енергоощадних заходів	Заощадження теплової енергії, Гкал/рік	Річне заощадження, тис. грн.
ЕОЗ №1. Утеплення огорожуючих конструкцій гуртожитку (стін)	229,97	63,54
ЕОЗ №2. Реконструкція вікон	125,4	34,65
ЕОЗ №3. Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна	17,9	4,94
ЕОЗ №4. Встановлення тепловідбивачів за радіаторами опалення	34,79	9,61
Разом по ЕОЗ	408,06	112,74
Всього тепловтрат по гуртожитку до реконструкції	1944	
Всього втрат після реконструкції	1536	

МЕЗ-4 – для опалення 5-поверхового гуртожитку №1, в якому розташований профілакторій з медичним устаткуванням, сауною, їдальнею, душовими тощо, які обумовлюють наявність високотемпературних каналізаційних стоків, раціонально застосувати теплонасосні установи.

Заощадження електричної енергії. Аналіз потужності груп споживачів показав, що 24,75% становить освітлення; 44,7% – лабораторне устаткування, комп'ютери та інша техніка, яка використовується в навчальному процесі; 30,55% – побутове навантаження, яке не задіяне в навчальному процесі. Серйозним джерелом економії ЕЕ є побутове

навантаження – холодильники, електрообігрівачі, кип'ятильники, кондиціонери тощо. Режим роботи такого електронавантаження важко регулювати, тому для запобігання перевитратам ЕЕ слід встановити розетки з обмежувачами струму у приміщеннях, де розташоване побутове устаткування.

Проведення ЕА освітлення ускладнюється необхідністю вирішення двох антагоністичних завдань – з одного боку, забезпечення необхідно високої освітленості у навчальних приміщеннях (згідно СНіП 23-05-95 рівень освітленості $E=400$ лк), а з іншого – максимально можливе заощадження електричної енергії. Порівняльні експериментальні дослідження різних типів ламп показали, що на сьогодні, використання світильників із світлодіодами є доцільним лише для освітлення об'єктів, в яких відсутні вимоги до рівномірності світлового поля та якості передачі кольорів.

Заощадження питної води. На території КНТУ пробурено артезіанську свердловину для використання ґрунтової води на технічні цілі (полив клумб, миття приміщень, машин та ін). В результаті економія води склала понад 30%.

Зменшення закупленої від зовнішнього постачальника енергії (табл.4) досягнуто за рахунок: впровадження САР (55,71 Гкал); переходу на ІЧ-опалення приміщень актові зали, гаражів та ангару навчально-лабораторного корпусу (177,51 Гкал); будівництва автономної котельні для гуртожитку № 4 (606,71 Гкал).

Таким чином, в результаті впровадження перелічених МЕЗ, планується досягти 15 % заощадження у балансі закупленої теплової енергії.

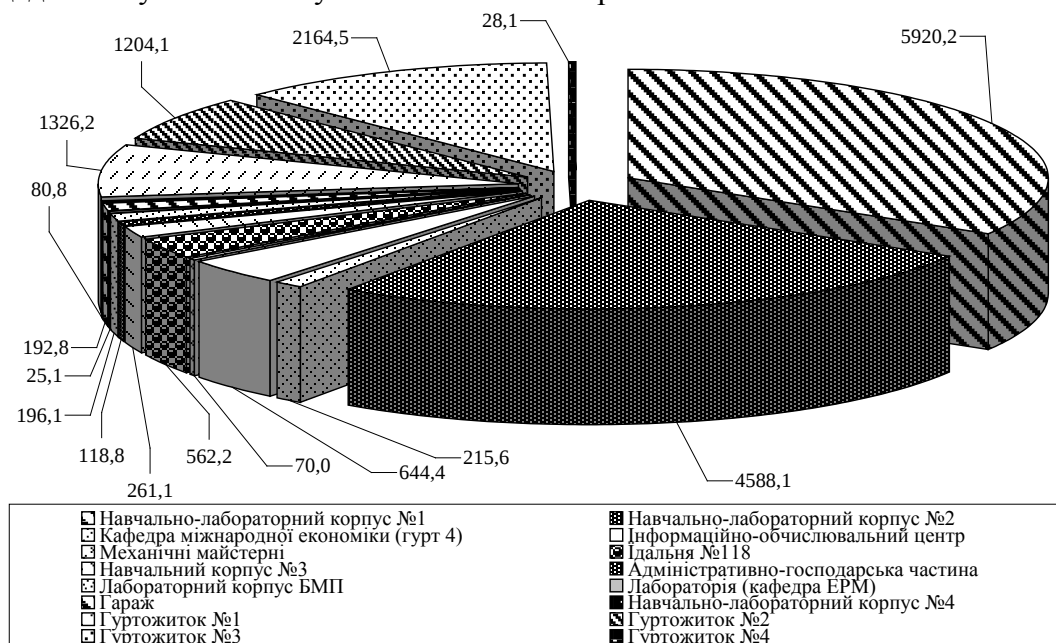


Рис. 4 Баланс споживання теплової енергії структурними підрозділами КНТУ після оптимізації

Висновки. Дослідження динаміки температур теплоносія на об'єктах енергоаудиту та режимів роботи централізованого теплопостачальника дозволило обґрунтувати економічну доцільність встановлення САР, яка забезпечить економію коштів через усунення «перепалів».

Обґрунтовано доцільність встановлення ІЧ-електрообігріву у приміщеннях з висотою стелі понад 4...6 м та теплонасосних установок в місцях з високотемпературними каналізаційними стоками.

Енергетичний баланс університету оптимізовано шляхом зменшення обсягів закупівлі теплової енергії на 25 % за рахунок введення власних генеруючих потужностей та скорочення втрат.

Активно впроваджуються безвитратні організаційні методи регулювання режиму енергоспоживання шляхом зміщення навчально-виробничого процесу у часі – у світлу частину доби (заощадження електричної енергії на освітлення) та теплу частину року (заощадження теплової енергії), подовживши зимові канікули та пропорційно скоротивши літні.

Список використаних джерел

1. Плешков П.Г. Автоматизоване регулювання режиму місцевого опалення при неякісному централізованому теплопостачанні / П.Г. Плешков, І.В. Савеленко, С.В. Серебренніков / Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Зб. наук. праць КНТУ. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25, Ч. II. – С. 40 – 48.

References

1. Plyeshkov, P.H., Savelenko, I.V. and Serebrennikov, S.V. (2012), “ *Avtomatyzovane rehulyuvannya rezhymu mistsevoho opalennya pry neyakisnomu tsentralizovanomu teplopостachanni*” [Automatic regulation for district heating with district heating dull], *Tekhnika v sil'skohospodars'komu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannya, avtomatyzatsiya: Zb. nauk. prats' KNTU*, Vol.25, part II, pp. 40 – 48.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

ЧЕРНОВОЛ М.И., ПЛЕШКОВ П.Г., СЕРЕБРЕННИКОВ С.В., САВЕЛЕНКО И.В., ПЕТРОВА Е.Г.

Кировоградский национальный технический университет

Цель. Уменьшение расходов на приобретение топливно-энергетических ресурсов за счет повышения уровня энергоэффективности.

Методика. Использована методика проведения комплексного энергетического аудита и анализа топливно-энергетического баланса.

Результаты. Обосновано возможности энергосбережения и проведено их ранжирование по очередности внедрения.

Научная новизна. Учет специфики объекта энергетического аудита и особенностей режимов энергопотребления позволили усовершенствовать модель системы энергетического менеджмента, которая заключается в выполнении контрольно-надзорных функций по соблюдению норм и режимов энергопотребления и позволяет систематизировать приоритетные направления и проекты по повышению уровня энергоэффективности.

Практическая значимость. Результаты энергетических исследований позволили найти резервы энергосбережения и сократить расходы на оплату энергоносителей.

Ключевые слова: энергоэффективность, топливно-энергетический баланс, энергоаудит

INCREASING THE LEVEL OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE TECHNICAL UNIVERSITY BY OPTIMIZING THE ENERGY BALANCE

CHERNOVOL M.I., PLYESHKOV P.G., SEREBRENNIKOV S.V.,
SAVELENKO I.V., PETROVA K.G.

Kirovograd National Technical University

Purpose. Reducing the cost of funds for the purchases of the energy resources by increasing the level of the energy efficiency.

Methodology. The methods of comprehensive complex energy audit and analysis of the synthetic fuel and energy balance are used.

Findings. The possibilities of the energy saving are found and their ranking in order of priority of their implementation is conducted.

Originality. Taking into account the specificity of the object of the energy audit and the peculiarities of the regimes of the energy usage allowed to improve the model of the energy management system, which is to perform oversight functions concerning compliance of the norms and regimes of the energy usage and allows to systematize the priority tendencies and projects to increase the energy efficiency.

Practical value. Results of the energy research allowed finding out the reserves of the energy saving and reducing costs on the payment for the energy carriers.

Keywords: *energy efficiency, fuel and energy balance, energy audit*

УДК 677.026.62

КИЗИМЧУК О.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЄРМОЛЕНКО І.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

Мета. Встановлення взаємозв'язку між енергоємністю та технологічністю сучасного основов'язального обладнання.

Результати. Основов'язальні машини як типу вертілка так і рашель на сучасному ринку представлені в широкому діапазоні класів, кількості гребінок, технологічних можливостей та асортименту продукції, яка випускається. Енергоємність основов'язальних машин незначно залежить від виду системи подавання ниток, робочої ширини машини та наявності додаткових пристроїв, але найбільший вплив має електронний пристрій керування роботою вушкових гребінок, наявність якого на машині збільшує її енергоємність майже вдвічі.

Практична значимість. Проведений аналіз технічних характеристик та технологічних можливостей сучасного основов'язального обладнання є підґрунтям у виборі обладнання для діючих і проектуємих підприємств.

Ключові слова: основов'язальна машина, рашель, вертілка, пристрій зсуву гребінок, клас машини

Вступ. Сучасні плоскі основов'язальні машини мають високий технічний рівень [1]. Технологічні можливості даних машин такі, що на них можна виробляти полотна для білизняних та верхніх виробів, мереживо та декоративні матеріали, ковдри та рушники, завіски та гардини, скатертини тощо. Основов'язані полотна широко використовуються в техніці як пакувальні та оббивочні матеріали, сіткополотна та фільтрувальні матеріали, матеріали для армування пластиків тощо. Високі темпи розвитку основов'язального виробництва зумовлені широким асортиментом виробів та високою продуктивністю обладнання [2].

Парк основов'язальних машин складають, головним чином, машини типів вертілка (tricot) та рашель (Raschel). Нещодавно розрізнити ці типи було просто за типом голок: на машинах вертілка використовували крючкові голки, а на рашелях – язичкові. Але з появою складених голок така класифікація відпала, адже вони практично повністю витіснили крючкові голки і частково замінили язичкові. Таким чином, головною ознакою, за якою розрізняють основов'язальні машини зараз є платини і функції, які вони виконують. Платини на машині вертілка контролюють полотно впродовж всього циклу петлетворення починаючи від замикання, коли стара петля знаходиться у горловині, і закінчуючи процесом відтягування, коли утворена петля відводиться платиною за спинки голок. На рашель-машині платини лише утримують полотно від підйому разом з голками під час замикання, а впродовж інших операцій петлетворення полотно контролюється силою відтягування. З цією метою на рашель машинах полотно відтягується до низу під кутом майже 160° до спинок голок [3].

Головними напрямками розвитку основов'язального обладнання є підвищення їх продуктивності, розширення візерункових та асортиментних можливостей. Перше досягається шляхом підвищення швидкості в'язання, робочої ширини голочниці, діаметрів навоїв та рулонів готового полотна, а також використання систем

автоматизування. Розширення візерункових можливостей іде в напрямку створення спеціальних пристроїв прокладання утку та спеціальних жаккардових машин, збільшення кількості вушкових гребінок на машині тощо, що відповідно урізноманітнює асортимент.

Постановка завдання. Головна мета роботи полягає у встановленні взаємозв'язку між енергоємністю та технологічністю сучасного основов'язального обладнання. У відповідності до мети було сформоване головне завдання: вивчення технічних характеристик та технологічних можливостей сучасного основов'язального обладнання, яке може бути рекомендовано для встановлення на підприємствах України.

Результати дослідження. Найбільшим виробником основ'язальних машин є німецька фірма Карл Майєр, яка вже більше 70 років виробляє високопродуктивне, надточне та надійне в'язальне обладнання [4]. На сьогодні основов'язані полотна використовують у різних сферах діяльності людини, а отже існує велике різноманіття вимог до продукції залежно від кінцевого застосування. Очевидно, що для такого широкого асортименту продукції необхідно мати декілька конфігурацій основов'язальних машин, що забезпечить оптимальну якість продукції та швидку зміну асортименту основов'язаних полотен. Головні переваги машин Карл Майєр полягають в наступному: використання оптимізованих елементів приводів та надсучасних матеріалів значно збільшують швидкість роботи машини при зниженні рівня шуму та збільшенні часу безперебійної роботи; використання програмного забезпечення KAMCOS® (Karl Mayer Command System) дозволяє легко керувати основними функціями за допомогою сенсорного екрану, відслідковувати та керувати машинами в мережі підприємства та здійснювати діагностику обладнання на відстані; можливість використання пристрою (рис.) електронного контролю вушкових гребінок (EL), який значно спрощує процес зміни візерунків, знімає обмеження в довжині рапорту та розширює асортимент полотен; незважаючи на різноманітні високотехнологічні функції обладнання є міцним і надійним.



а дисківий N



б електронний EL

Рис. Пристрій зсуву вушкових гребінок

Згідно загальної класифікації, фірма Карл Майєр випускає як основов'язальні машини типу вертілка так і рашель-машини в широкому діапазоні класів, кількості гребінок, технологічних можливостей та асортименту продукції, яка випускається.

Основов'язальні машини типу вертілка представлені двома модельними рядами ТМ та НКС. Однофонтурні машини ряду ТМ, які мають 2, 3 або 4 вушкові гребінки при робочій ширині голочниці 4072 мм з можливим подовженням до 4724 мм, є ідеальним

базовим обладнанням для ефективного виробництва звичайного формостійкого полотна при можливій модифікації (ТМ 4 Т) для вироблення плюшевого трикотажу. Загальна потужність машини 25 кВа, а при використанні EL – 47 кВа.

Модельний ряд НКС – сучасні високопродуктивні однофонтурні основов'язальні машини – призначений для вироблення полотна різного функціонального призначення (від сіток та гардин до важкого велюру) і випускається в широкому спектрі класів від 20 до 40 і навіть 50 у двогребінкових моделей. На машинах НКС застосовують складені голки і платини, рух яких синхронізовано. Машини мають 2, 3 або 4 вушкові гребінки, зсуви яких керуються відповідними візерунковими дисками або електронним пристроєм EL. Одну з вушкових гребінок (GB2) можна використовувати для прокладання еластомерних ниток, що значно розширює асортимент, а саме створює умови для виробництва еластичних полотен. Додатково машини можна обладнати системою контролю еластичних ниток ESS (Elastane Security System), яка запобігає вислизанню еластомерної нитки. Машини з 3 та 4 гребінками можуть бути оснащені механізмом для отримання плюшового трикотажу з широким різноманіттям рапортів. Машини випускаються двох модифікацій, що відрізняються діаметром навоїв 812 мм або 1016 мм у фланці. Кожен з навоїв оснащено системою електронного контролю натягу ниток. Механізм відтягування складається з 4 валів, які також мають електронний контроль. Удосконалені системи накатування полотна дозволяють отримувати рулони від 200 до 914 мм у діаметрі. Головний привід регулює швидкість машини та забезпечує стійкість до перепадів напруги. Як і у моделей ТМ загальна потужність машини 25 кВа, а при використанні EL – 47 кВа.

Отже основов'язальні машини типу вертілка незалежно від технологічних можливостей мають два рівні потужності. Слід зауважити, що наявність на машині пристрою електронного контролю вушкових гребінок (EL) збільшує енергоспоживання майже вдвічі. Однак, при використанні такого пристрою спрощується і скорочується у рази процес переведення обладнання на інший артикул. Таким чином, при визначенні доцільності встановлення обладнання необхідно керуватися виробничою програмою і асортиментним різноманіттям певного виробництва.

Основов'язальні рашель-машини представлені як однофонтурними (RS) так і двофонтурними (RD) моделями, які в подальшому класифікуються за сферами застосування полотен, що зумовлює технологічні можливості, функціональність та продуктивність обладнання. Так розділяють машини для виготовлення полотен для корсетних виробів та спідньої білизни, сітчастих та плюшевих полотен, полотен технічного призначення та безшовних виробів тощо.

Для вироблення полотен для корсетних та білизняних виробів рекомендуються використовувати однофонтурні рашель-машини RSE з 4 та 6 вушковими гребінками. Цей тип машин призначений для ефективного отримання еластичних сітчастих тканин, у тому числі жорсткого тюлю, а на машинах високого класу легко виготовити тонкі і дрібні предмети білизни. На даних машинах можливо використовувати бавовняну пряжу. Машини випускаються в діапазоні від 18 до 32 класу, а при необхідності і 40, двох варіантів робочих ширин голочниць 3302 мм та 4318 мм. Зсув вушкових гребінок відбувається від візерункових дисків з оптимальною довжиною рапорту – 16 або 24

петельні ряди, а на машині з 6 гребінками можливо використання електронного пристрою EL, яке дозволяє максимальний зсув будь якої гребінки на 84 голкових кроки. Загальна потужність машини 25 кВа, а при використанні EL – 53 кВа.

Зазвичай сітчасті полотна використовуються в різних галузях, що інколи зумовлює взаємо протилежні вимоги до полотен, а відповідно й обладнання, на якому вони виробляються. Фірма Карл Майєр виробляє ряд однофонтурних рашель-машин, спеціалізованих для виготовлення ряду сітчастих полотен [5].

Так однофонтурна машина марки RS 2 EL-F або RS 3 EL-F є компактним високопродуктивним обладнанням для вироблення сіток спеціального призначення (ідеальні для пакування в палети та фіксації сировини різних видів), що досягається нормалізацією процесу в'язання при використанні спеціальних петлетвірних органів. До переваг машини слід віднести також швидкість наладки і зручність у використанні, наявність електронного пристрою керування гребінками, можливість вироблення декількох вузьких полотен одночасно. Машина випускається двох модифікацій з 2 та 3 вушковими гребінками, одна з яких (GB1) формує петлі. Робоча ширина становить 5740 мм, клас машини E6/6, що еквівалентно 1 голці на 25,4 мм. Загальна потужність машини 38 кВа у двогребінкової та 40,5 кВа у тригребінкової.

Однофонтурні рашель-машини чотиригребіночну RS 4 Net та шестигребіночну RS 6 Net сконструйовано для виробництва сіток, які використовують для затінення, захисту будівель та сільського господарства. Машини випускаються двох варіантів робочих ширин 4318 мм та 6604 мм у трьох класах E6, E9, E12. Три вушкові гребінки (GB1÷GB3) можуть утворювати петлі. Рух гребінок відбувається від візерункових дисків або барабанчика з чотирма (шістьма) спрямовуючими. Для даних модифікацій машин доступні три різні системи подачі пряжі: навої основи, виносні шпулярники та пристрій для різання та витягування плівки. Загальна потужність обладнання залежить від системи подачі та робочої ширини і становить 21÷35 кВа для машини шириною 4318 мм та 30÷54 кВа для машини шириною 6604 мм.

Високопродуктивні однофонтурні рашель-машини RSFL 8N-6M і RSFS 6 (8) EL спеціалізовані для виробництва безвузлових сіток, які використовують не тільки в риболовецькій галузі, а і у спортивних знаряддях та як захисні завіси. Рашель машина RSFL 8N-6M випускається робочою шириною 4369 мм трьох класів E12, E14, E16 і рекомендована для вироблення легких сіток, а машину RSFS 6 (8) EL випускають у двох варіантах робочих ширин 4369 мм та 6604 мм трьох нижчих класів E6, E8, E9, що рекомендовано для сіток середньої ваги. Машини оснащені шістьма ґрунтовими вушковими гребінками з частковим набиранням (1 набрана, 1 пропущена), чотири з яких формують петлі, та, як правило, двома кромочними. Електронний пристрій керування роботою вушкових гребінок сприяє реалізації різноманітних структур. Загальна споживана потужність становить 38кВа для RSFL та 55кВа для RSFS.

Отже, енергоємність однофонтурних рашель-машин залежить не тільки від наявності електронного пристрою керування роботою вушкових гребінок, а і від виду системи подавання ниток, робочої ширини машини тощо.

На українських підприємствах більшого розповсюдження набули двофонтурні рашель машини завдяки їх широким технологічним можливостям і високій

продуктивності. Фірма Карл Майер виробляє декілька серій двофонтурних рашель машин, які призначені для вироблення різноманітного асортименту полотен від мережива для спідньої білизни, плюшевих полотен та важких велюрових ковдр до так званих багат шарових сандвіч полотен [6], які мають два зовнішніх шари, що інтегрально з'єднані між собою за допомогою додаткових ниток.

Так машини RD 6 / 1-12 та RD 7 / 2-12 (EL) призначені для виробництва основов'язаних полотен для взуття та наповнень матраців. Крім того, тип RD 6 / 1-12 можна використовувати для виготовлення плюшевих полотен. Обидві машини мають високу технологічну гнучкість у виробництві стандартних виробів. Машини оснащені язичковими голками і виконуються у трьох класах E18, E22 та E24. Робоча ширина голочниць 3505 мм, відстань між скидальними гребінками можна змінювати в межах від 1 (2) до 12 мм. Залежно від типу машина має 6 або 7 ґрунтових гребінок, 2 або 3 середні з яких можуть формувати петлі на обох голочницях. Механізм намотування забезпечує отримання рулону полотна діаметром до 1270 мм. Загальна потужність машини 33 (25) кВа, а при використанні EL – 44 кВа.

Серія машин RD 6 / 3-15 та RD 7 / 3-15 (EL) призначена для виробництва мультіаксіальних полотен середніх щільностей, які широко використовують у техніці [7]: для ламінатів і несучих покриттів, у якості вентилязованих сидінь та наматрацників, як фільтри та у текстильних композитах. На відміну від попередньої серії дане обладнання має удосконалений механізм відтягування, яке гарантує стабільність напруги між елементами в'язаної структури, а підвищення технологічної гнучкості досягається автоматичною безступеневою зміною відстані між скидальними гребінками між 8 мм і 15 мм, в той час як зміна відстані від 3 мм до 8 мм може виконуватися лише вручну. Машини випускаються у двох варіантах робочих ширин 1956 мм та 3505 мм трьох класів E12, E16 та E18. Машина RD 6 / 1,5 - 9 має автоматичну безступеневу зміну відстані між скидальними гребінками у всьому діапазоні від 1,5 мм до 9 мм і випускається більш високих класів. Машина з робочою шириною голочниць 3505 мм випускається у E28 класі, а при робочій ширині 4318 мм – у трьох варіантах класів E18, E22 та E24. Загальна потужність машини RD 6 / 3-15 та RD 6 / 1,5 – 9 становить 35 кВа, а машини RD 7 / 3-15 (EL) – 62,5 кВа.

Основов'язальні подвійні рашель машини RD 6 DPLM/12-30 розроблені спеціально для виробництва ковдр та розрізного плюшевого полотна, який використовують для оббивки сидінь автомобілів та м'яких меблів, а також для вироблення м'яких іграшок. Машина випускається трьох класів E12, E14 та E16 робочою шириною 3300 мм. Машина оснащена язичковими голками і має 6 вушкових гребінок: 4 ґрунтових з повним набиранням і 2 плюшових з частковим набиранням (1 є, 1 немає). Максимальна поверхнева густина полотна 820 г/м², а діаметр намотування може досягати 1800 мм.

Спеціальна подвійна основов'язальна рашель машина RDS 11 призначена для виробництва пакувальних мішків, які закриті з трьох сторін, або пакувальної трубки, яка подається в фасувальні автомати для овочів і фруктів. Машина має робочу ширину 4900 мм і випускається у 6 класі трьох варіантів набирання голок в голочниці: всі є, набрані через одну та набрані через 2. Машина оснащена 11 вушковими гребінками, 4 з яких

грунті, а 7 – візерункових. На машині можливо три варіанти подачі ниток, як і у однофонтурних моделях RS Net.

Висновки. Енергоємність основов'язальних машин незначно залежить від виду системи подавання ниток, робочої ширини машини та наявності додаткових пристроїв, але найбільший вплив має електронний пристрій керування роботою вушкових гребінок, наявність якого на машині збільшує її енергоємність майже вдвічі. Отже при виборі обладнання рекомендується звертати увагу на економічну доцільність, адже при використанні даного пристрою спрощується і скорочується у разі процес переводу обладнання на інший артикул.

Список використаних джерел

1. Єрмоленко І.В. Перспективи розвитку основов'язального обладнання для виготовлення тасьм / Єрмоленко І.В., Кизимчук О.П. // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. 2012. № 2 (20). – С. 162-167.
2. Каценеленбоген А.М. Устройство, работа и обслуживание основовязальных машин. – М.: Легкая и пищевая промышленность / Каценеленбоген А.М., Верховинина Л.Д. 1982. – 304 с.
3. Raz S. Warp Knitting Production / Raz S. - Melland Textilberichte. 1987. 548 p.
4. Karl Mayer. Офіційний сайт фірми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.karlmayer.com/internet/en/index.jsp>
5. The Karl Mayer Guide to Net Textiles. Edited by Karl Mayer Textilmaschinenfabrik. GmbH, Obertshausen. – 2009. – 20 p.
6. Кизимчук О.П. Трикотаж як основа композиційних матеріалів / Кизимчук О.П., Здоренко В.Г., Єрмоленко І.В. // Вісник КНУТД – 2014. - № 1. – С.124-131.
7. The Karl Mayer Guide to Technical Textiles. Edited by Karl Mayer Textilmaschinenfabrik. GmbH, Obertshausen. – 2000. – 36 p.

References

1. Ermolenko, I., & Kyzymchuk, O. (2012) The development prospects of warp knitting machines for the lace production. *Problems of light and textile industry of Ukraine*, 2(20), 162-167. [In Ukrainian].
2. Katcenelenbogen, A.M., & Verkhovynina, L.D. (1982) *The device, operation and maintenance of warp knitting machines*. Moscow: Light and food industry [In Russian].
3. Raz S. (1987) *Warp Knitting Production*. Melland Textilberichte.
4. Site of Karl Mayer. www.karlmayer.com Retrieved from: <http://www.karlmayer.com/internet/en/index.jsp>
5. *The Karl Mayer Guide to Net Textiles* (2009). Karl Mayer Textilmaschinenfabrik. GmbH, Obertshausen.
6. Kyzymchuk, O., Zdorenko, V., Ermolenko, I. (2014) Knitted fabric as preform for composite materials. *Bulletin of KNUITD*, 1, 124-131. [In Ukrainian].
7. *The Karl Mayer Guide to Technical Textiles* (2000). Karl Mayer Textilmaschinenfabrik. GmbH, Obertshausen.

ЭНЕРГОЁМКОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОСНОВОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

КИЗИМЧУК Е.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЕРМОЛЕНКО И.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определение взаимосвязи между энергоёмкостью и технологичностью современного основовязального оборудования.

Результаты. Основовязальные машины как типа вертелка так и рашель на рынке представлены широким диапазоном классов, количества гребенок, технологических возможностей и ассортимента выпускаемой продукции. Энергоёмкость основовязальных машин незначительно зависит от вида системы нитеподачи, рабочей ширины машины и наличия дополнительных приспособлений, но наибольшее влияние оказывает электронное устройство управления работой ушковых гребенок, установка которого на машине увеличивает её энергопотребление практически вдвое.

Практическая значимость. Проведенный анализ технических характеристик и технологических возможностей современного основовязального оборудования является основой при выборе оборудования для действующих и проектируемых предприятий.

Ключевые слова: *основовязальная машина, рашель, вертелка, устройство сдвига гребёнок, класс машины.*

POWER-INTENSITY AND TECHNOLOGICAL CAPABILITY OF MODERN WARP KNITTING MACHINES

KYZYMCHUK O., MELNIK L., ERMOLENKO I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The determination of the correlation between power intensity and technological capability of modern warp knitting machines.

Findings. Warp knitting machines as tricot as Raschel that presented at the market now have a wide gauges range, the number of guide combs, technological capabilities and product range. The energy intensity of warp knitting machines slightly depending on the feeding device, the width of working zone machine and the availability of additional devices, but the electronic guide bar control system has the biggest impact. The warp knitting machine with such device has almost two times more the total connected load.

Practical value. The analysis of technical characteristics and technological capabilities of modern warp knitting machines is the basis for the equipment selection.

Keywords: *warp knitting machine, Raschel, tricot, device for guide bars shifting, gauge*

УДК 621.314

СТАЦЕНКО О.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

АНАЛІЗ РОБОТИ ПАРАЛЕЛЬНОГО АКТИВНОГО КОРЕКТОРА СТРУМУ З РЕЛЕЙНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета. Стаття присвячена аналізу роботи паралельного активного коректора форми струму, в якому використаний релейний несинхронізований спосіб керування транзисторами.

Методика. Використані положення теоретичних основ перетворювальної техніки. Дослідження проводились з використанням методів математичного моделювання.

Результати. Розроблена імітаційна модель паралельного активного коректора форми струму та проведений аналіз впливу нелінійного навантаження на гармонічний склад споживаного з мережі струму.

Наукова новизна. Визначені особливості роботи паралельних активних коректорів струму в мережах із нелінійним випрямним навантаженням.

Практична значимість. Отримана модель системи надає можливість проводити аналіз режимів роботи та визначати вимоги до паралельних активних коректорів струму.

Ключові слова: паралельний коректор струму, релейне керування.

Вступ. На сьогоднішній день існує величезна кількість споживачів електроенергії, в яких здійснюється перетворення змінного синусоїдального струму в постійний. Зазвичай при незначній потужності таких споживачів в них використовуються некеровані діодні випрямлячі. Але використання значної кількості таких пристроїв призводить до значного спотворення форми напруги і струму в розподільних мережах змінного струму. Це викликає зростання рівня вищих гармонік у всій системі електропостачання, з-за чого можуть виникати проблеми електромагнітної сумісності при роботі різного устаткування. Тому боротьба з гармонійними спотвореннями є одним з елементів заходів по підвищенню як надійності, так і енергоефективності в енергопостачанні [1,2].

Для покращення гармонічного складу споживаного з мережі струму використовують коректори форми струму [1,3]. В умовах підключення великої кількості малопотужних пристроїв найбільш доцільним є використання паралельних активних коректорів форми струму. Особливу увагу привертають однофазні коректори, які можуть бути використані в окремих приміщеннях із великою кількістю оргтехніки.

Основний матеріал. Для вибору параметрів паралельних активних коректорів форми струму необхідно враховувати в першу чергу викривлення струму, що обумовлені нелінійним навантаженням. Це потребує побудови моделі, яка б описували процеси взаємодії мережі живлення, нелінійного навантаження та активного коректору форми струму.

Схема підключення паралельного однофазного напівмостового коректора струму представлена на рис.1.

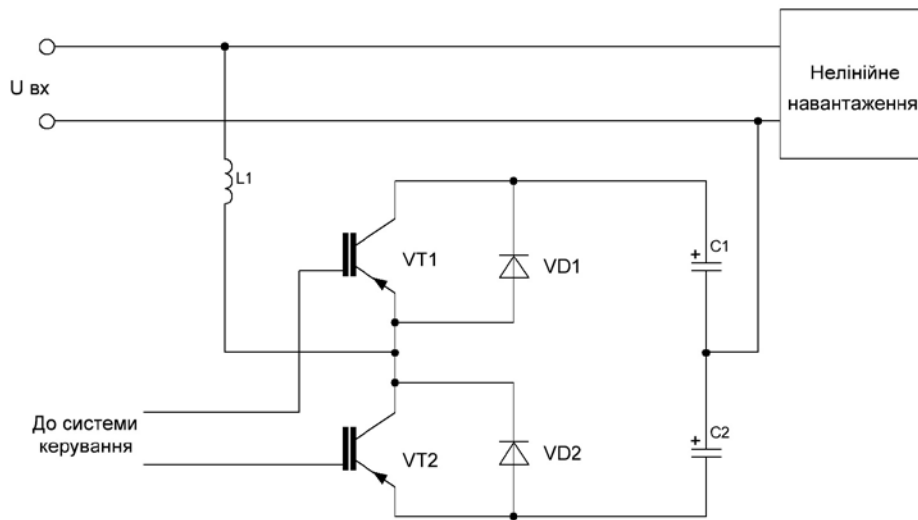


Рис.1 Однофазний коректор струму

Принцип корекції струму мережі полягає у формуванні струму коректора, миттєві значення якого мають дорівнювати різниці між бажаним синусоїдальним струмом та струмом, що споживається нелінійним навантаженням. Одночасно це дозволить забезпечити відсутність кута зсуву між напругою мережі та споживаним струмом, тобто коефіцієнт потужності буде майже дорівнювати одиниці.

Формування струму такого коректора досягається шляхом перемикання транзисторних ключів з використанням релейного несинхронізованого способу керування. При цьому сумарна напруга на ємностях коректора має бути більша, ніж максимальна напруга мережі.

Відповідно система керування має виконувати наступні операції:

1. Формувати сигнал завдання бажаного струму мережі шляхом перемноження сигналу від датчика напруги мережі на сигнал пропорційний різниці між бажаним рівнем напруги інвертора та поточним значенням. Це дозволить дозаряджати ємності коректора при значному рівні споживаного нелінійним навантаженням струму.
2. Визначати сигнал завдання струму коректора шляхом віднімання від сигналу завдання бажаного струму мережі сигналу пропорційного струму, що споживається нелінійним навантаженням.
3. Формувати сигнали керування транзисторами за допомогою релейного елемента, на вхід якого має бути поданий сигнал, що дорівнює різниці між сигналом завдання струму коректора та сигналом пропорційним до реального струму коректора.

Імітаційна модель для аналізу роботи такого коректора зображена на рис. 2, а модель системи керування ним на рис. 3. Моделі побудовані в середовищі *MATLAB Simulink* [4] з використанням бібліотек *SimPowerSystem*.

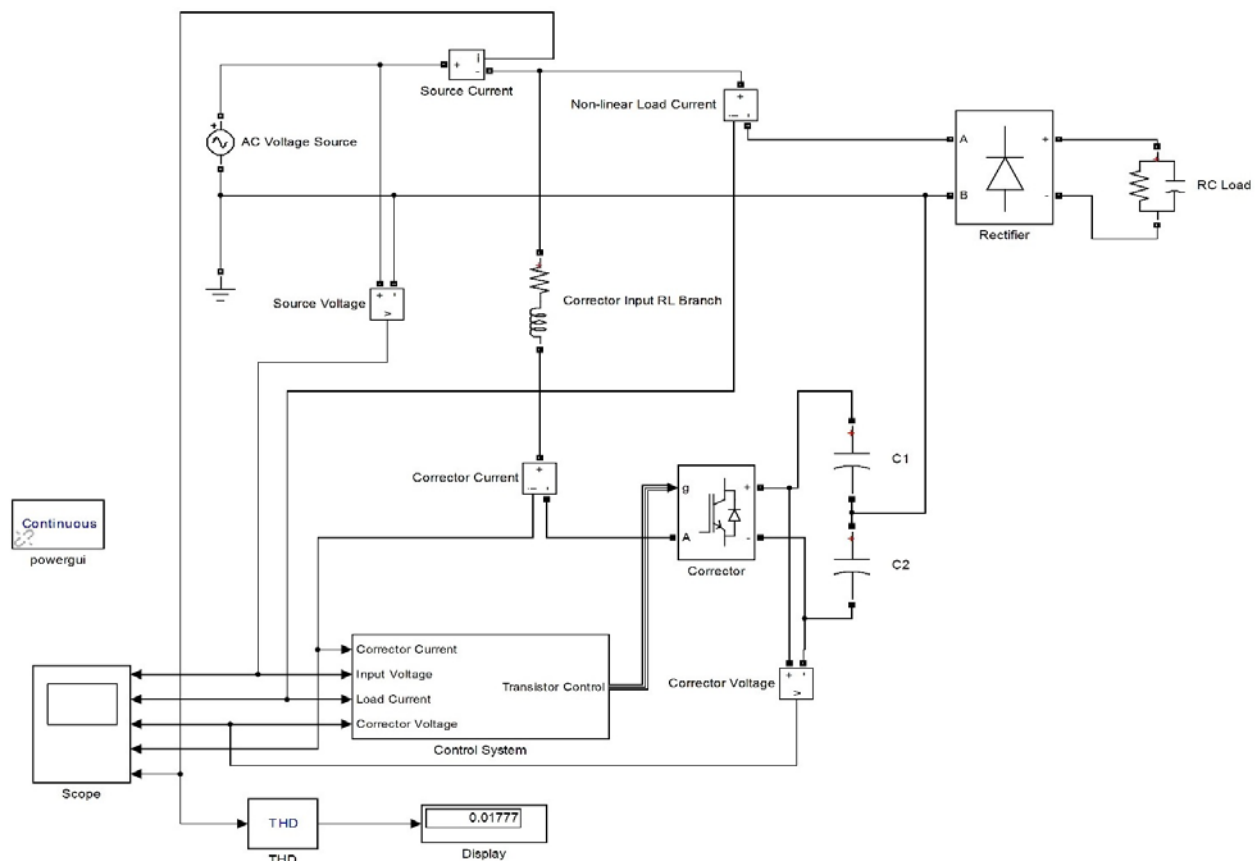


Рис. 2 Модель коректора струму

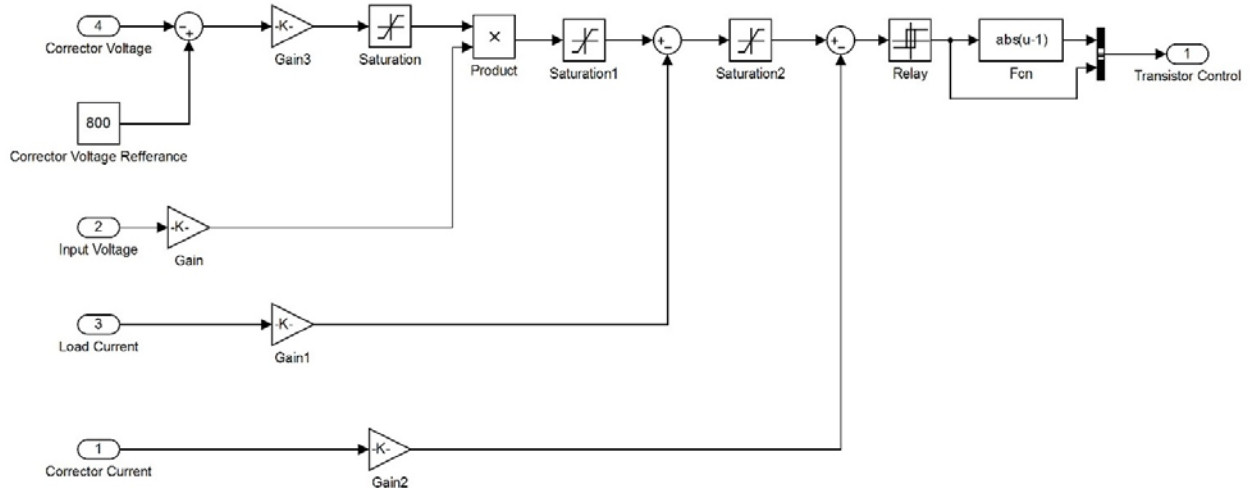


Рис. 3 Модель системи керування

На рис. 2 елемент *AC Voltage Source* відіграє роль мережі живлення; блоки *Rectifier* (діодний мостовий випрямляч) та *RC Load* імітують роботу нелінійного навантаження; блок *Corrector* (в якому реалізований напівмостовий інвертор з IGBT транзисторами та зустрічно включеними діодами), ємності *C1*, *C2* та вхідний дросель *Corrector Input RL Branch* виконують функції активного коректора форми струму; блок *Control System* виконує функції системи керування коректором; вимірювачі струму та напруги відіграють роль датчиків; блок *Scope* слугує для відображення процесів зміни вимірюваних величин; блоки *THD* та *Display* слугують для визначення коефіцієнту гармонік вхідного струму.

На рис. 3 сигнали вимірів струму коректора, вхідної напруги, струму нелінійного навантаження та напруги коректора подаються через вхідні порти 1-4. Сигнали керування транзисторами передаються по шині через вихідний порт 1. Блоки *Gain*, *Gain1*, *Gain2* слугують для приведення результатів вимірів до їх відносних значень. Блок *Gain3* виконує функцію пропорційного регулятора значення напруги коректора. Блоки *Saturation* виконують функції обмеження сигналів на одиничному рівні, оскільки усі сигнали представлені у відносних величинах. Блоки *Relay* та *Fcn* використовуються для формування сигналів керування транзисторами.

Для аналізу роботи такої системи проведемо дослід при різних значеннях струму навантаження. Розрахунок будемо проводити для максимального струму коректора, що дорівнює 30 А. Ширина петлі гістерезису релейного елемента складає 1.2 А. Індуктивність вхідного дроселя коректора 5 мГн, а його активний опір приймемо рівним 3 Ом. Ємність конденсаторів дорівнює 5 мФ. Початкові умови: напруга коректора 700 В, вихідна напруга нелінійного навантаження 310 В. Частота джерела живлення 50 Гц, амплітуда вхідної напруги 310 В.

Результати розрахунку при максимальному струмі нелінійного навантаження 30 А наведені на рис. 4 а, а при струмі 15 А на рис. 4 б. На рисунках наведені графіки зміни вхідної напруги, струму нелінійного навантаження, напруги коректора, струму коректора і струму, що споживається з мережі.

Як видно з наведених графіків, в обох випадках струм, який споживається з мережі, має синусоїдальну форму та співпадає по фазі з напругою мережі. При більшому значенні струму навантаження струм мережі дорівнює майже 30 А і практично не змінюється, а при меншому значенні струму – спостерігається поступове зниження струму до рівня 10 А. Це обумовлено особливостями роботи системи керування, яка зменшує сигнал бажаного струму мережі при меншому споживанні енергії навантаженням. Здійснюється це за рахунок зміни напруги коректора у квазісталому режимі роботи. Слід зазначити, що відмінність напруги коректора від заданої обумовлена використанням пропорційного регулятора. Саме ця відмінність і визначає амплітуду сигналу: чим менша кількість енергії споживається навантаженням – тим менша різниця між заданим рівнем напруги і реальним значенням, тим меншим буде струм що споживається з мережі.

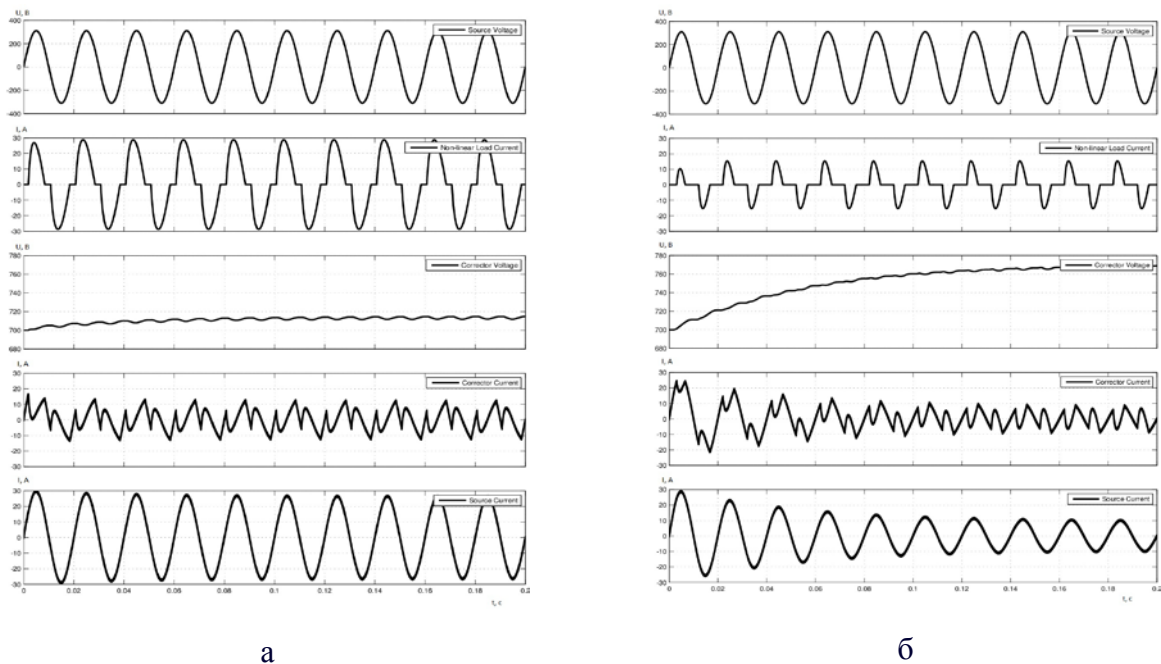


Рис. 4 Графіки зміни електричних величин при роботі коректора при двох значення струму навантаження (а – 30 А, б – 15 А)

Коефіцієнт гармонік для першого випадку складає 0.728 %, а для другого – 2.107%. Збільшення цього коефіцієнту в три рази при зменшенні струму мережі в 3 рази обумовлено особливостями релейного керування, оскільки ширина петлі гістерезису постійна. Відповідно при зменшенні величини основної гармоніки струму коефіцієнт гармонік буде збільшуватись пропорційно.

Висновки. В результаті виконаних досліджень отримана імітаційна модель системи з нелінійним навантаженням та паралельним активним коректором форми струму. Проведений аналіз показав, що використання такого коректора забезпечує споживання з мережі струму синусоїдальної форми з коефіцієнтом потужності рівним одиниці. При використанні релейного способу керування коефіцієнт гармонік залежить від величини струму навантаження та для максимальних значень складає менше одного відсотка.

Список використаних джерел

1. Комаров Н.С. Качество электроэнергии в низковольтных распределительных сетях и средства его повышения. / Н.С. Комаров // Праці Інституту електродинаміки НАН України. Електроенергетика 2000, К.: ІЕД НАН України, 2000, с. – 69-86.
2. Транзисторные преобразователи с улучшенной электромагнитной совместимостью / Шидловский А.К., Козлов А.В., Комаров Н.С., Москаленко Г.А. – К.:Наукова думка, 1993г. – 271с.
3. Кучеренко Д.В., Сафронов П.С. Параллельный активный фильтр высших гармоник тока / Д.В. Кучеренко, П.С. Сафронов // Вісник НТУ «ХП», Х.: НТУ «ХП», 2012, - № 18 (991), - с. 41-46.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: учеб. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АКТИВНОГО КОРРЕКТОРА ТОКА С РЕЛЕЙНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

СТАЦЕНКО А.В.

Київський національний університет технологій і дизайну

Цель. Статья посвящена анализу работы параллельного активного корректора формы тока, в котором используется релейный несинхронизированный способ управления транзисторами.

Методика. Используются положения теоретических основ преобразовательной техники. Исследования проводились с использованием методов математического моделирования.

Результаты. Разработана имитационная модель параллельного активного корректора формы тока и проведен анализ влияния нелинейной нагрузки на гармонический состав потребляемого из сети тока.

Научная новизна. Определены особенности работы параллельных активных корректоров тока в сетях с нелинейной выпрямительной нагрузкой.

Практическая значимость. Полученная модель системы дает возможность проводить анализ режимов работы и определять требования к параллельным активным корректорам тока.

Ключевые слова: *параллельный корректор тока, релейное управление.*

ANALYSIS OF THE PARALLEL ACTIVE CURRENT CORRECTOR WITH RELAY CONTROL

STATSENKO O.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. This article is devoted to analyze the parallel active current corrector, which uses a relay unsynchronized transistors control method.

Methodology. The theory of converter technology was used. Studies were conducted using mathematical modeling methods.

Findings. The simulation model of parallel active current corrector were developed and analysis of non-linear load influence on the harmonic specter of network current were conducted.

Originality. The features of parallel active current corrector work in the network with non-linear rectifier load were defined.

Practical Value. Obtained system model allows to perform analysis of the operation modes and to define requirements to the parallel active current correctors.

Key words: *parallel current corrector, relay control.*

УДК 628.81

КІЗССВ М.Д.
Національний університет водного господарства та природокористування

**ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГО-ЕФЕКТИВНОСТІ В
НУВГП: НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС, ПРОЕКТУВАННЯ,
РЕАЛІЗАЦІЯ, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ**

Мета. Підвищення енергоефективності навчальних закладів бюджетної сфери. Аналіз заходів з енергоефективності, розроблення стратегії їх реалізації.

Методика. Для вирішення поставлених завдань застосований системний підхід до аналізу енергетичних систем як єдиного цілого на реальних об'єктах університету.

Результати. Розроблені, обґрунтовані техніко-економічними розрахунками та реалізовані заходи з енергоефективності, які застосовуються в навчальному процесі, науковій роботі викладачів та студентів університету. Виконаний аналіз заходів з енергоефективності і розроблена стратегія їх формування та реалізації. Розроблені бізнес-плани реалізації окремих заходів і по університету в цілому.

Наукова новизна. Доведено, що забезпечення енергоефективної роботи навчальних закладів бюджетної сфери можливе лише за системного підходу до заходів, що впроваджуються. Проведено рейтингування заходів за певними ознаками.

Практична значимість. Впроваджена низка енергоефективних заходів, які дозволили суттєво зменшити витрати коштів на оплату теплової енергії.

Ключові слова: енергоефективність, система теплопостачання, котельня, автоматизований вузол регулювання теплової енергії.

Вступ. Питання енергоефективності навчальних закладів бюджетної сфери в Україні останнім часом стають все гострішими і актуальними. Цьому питанню присвячені такі праці як [1, 2], проведена ціла низка конференцій, запропоновані та техніко-економічно обґрунтовані інвестиційні проекти [3], розроблені рекомендації із залучення інвестицій для фінансування енергоефективних заходів [4] тощо. Однак інформації про конкретні приклади і особливості реалізації проектів або заходів в навчальних закладах бюджетної сфери, зокрема в університетах, дуже мало. Зростання вартості послуг з газо-, енерго- і теплопостачання та гарячого водопостачання, водопостачання і водовідведення призвело до того, що основна частина фінансових витрат вказаних закладів припадає на оплату вказаних вище послуг. Так, в НУВГП тариф на теплопостачання навчальних корпусів збільшився з 109,61 грн./Гкал у 2006 р. до 1835,35 грн./Гкал у 2015 р., тобто у 16,7 разів, а частка витрат на оплату за опалення в зимовий період складає близько 80% від загальноуніверситетських. Зменшення витрат можливе за рахунок впровадження енергоефективних і енергоощадних заходів та використання нетрадиційних джерел енергії. Але їх реалізація вимагає значних вільних коштів, які, зазвичай, відсутні у навчальних закладах бюджетної сфери. Доцільність впровадження таких заходів в університетах полягає не лише в значній економії на оплаті комунальних послуг, а ще й можливості використання досвіду їх реалізації, обладнання і матеріальної бази, що створюється, в навчальному процесі шляхом включення в робочі програми дисциплін, в курсовому, дипломному проектуванні та розробленні магістерських робіт на реальній основі, науково-дослідній роботі студентів, аспірантів та викладачів університету.

Постановка завдання. Опис заходів з енергоефективності та обґрунтування їх доцільності, що були реалізовані і впроваджуються в Національному університеті водного господарства та природокористування (НУВГП) для аналізу і обговорення інвестиційних проектів, надання рекомендацій із залучення інвестицій, поширення інформації про специфіку реалізації вказаних заходів в навчальних закладах бюджетної сфери тощо. Враховуючи велику кількість різноманітних заходів, що можуть бути застосовані для підвищення енергоефективності і енергоощадності в навчальних закладах, а також великі фінансові витрати на їх впровадження і неможливість їх одночасного здійснення, необхідно дати рекомендації з послідовності їх реалізації.

Результати дослідження. Питання енергоефективності в НУВГП реалізуються як в господарській роботі, так і в навчальному процесі на таких спеціальностях як «Теплогазопостачання і вентиляція», «Теплоенергетика», «Гідроенергетика», «Архітектура», «Технологія будівельних матеріалів і виробів», «Промислове та цивільне будівництво» шляхом включення в робочі програми таких дисциплін як «Опалення», «Вентиляція», «Кондиціонування», «Нетрадиційні джерела енергії», «Холодильні установки і теплові насоси», «Використання вторинних джерел енергії», «Енергоефективні будівлі» тощо, в кафедральній та в студентській науковій роботі, в реальному курсовому та дипломному проектуванні і при виконанні магістерських робіт. В навчальному процесі кафедри теплогазопостачання, вентиляції і санітарної техніки (ТГВ та СТ) для розрахунків та моделювання енергоефективних режимів роботи систем опалення із застосуванням сучасного енергоощадного обладнання використовуються ліцензійні програми фірм «Herz

Armaturen» і «KAN». Матеріально-технічна база кафедри ТГВ та СТ має в своєму арсеналі цілий ряд установок, обладнання та пристроїв, що використовуються в навчальному процесі для вивчення вказаних вище дисциплін та проведення практичних і лабораторних занять зі студентами різних спеціальностей. Це рекуператори тепла для систем вентиляції та кондиціонування, регулятори тепла, балансувальні клапани (рис. 1). Змонтовані в навчальному корпусі № 6 у 2001 р. лічильник теплової енергії для навчальних корпусів (рис. 2) та у 2013 р. автоматизований вузол регулювання теплової енергії (ABPTE) корпусу № 6 (рис. 3) також використовуються в навчальному процесі.



Рис. 1 Гідравлічний стенд в лабораторії «Енергоефективні системи забезпечення мікроклімату будівель» компанії «HERZ Armaturen» (ауд. 652)



Рис. 2 Витратомірні ділянки і датчики температури лічильника тепла навчальних корпусів



Рис. 3 Автоматизований вузол регулювання теплової енергії навчального корпусу №6

Питання енергоефективності займають одне з перших місць і в діяльності науково-дослідного виробничого бізнес-центру (НДВБЦ) НУВГП в таких аспектах як:

- розроблення проектно-кошторисної документації для будівництва об'єктів теплопостачання і опалення, промислового і цивільного будівництва, гідротехнічних та гідроенергетичних об'єктів (міні- та мікроГЕС), водопостачання і водовідведення;
- авторський нагляд за будівництвом, шеф-монтаж обладнання, будівельні, ремонтні та пусконалагоджувальні роботи на спорудах теплопостачання, опалення і вентиляції, водопостачання і каналізації, що будуються за проектами НДВБЦ;
- розроблення географічно-інформаційних систем для автоматизації управління, паспортизації, моніторингу, систем теплопостачання, водопостачання і водовідведення населених пунктів і промислових підприємств;
- технічне обстеження, паспортизація і енергоаудит різноманітних об'єктів;
- впровадження сучасних комп'ютерних технологій в практику проектування, будівництва та експлуатації різноманітних об'єктів;
- співпраця з громадськими організаціями «Українська Асоціація Маркетингу», «Екоclub», мережею енергетичних інновацій «Greencubator»;

– участь і організація разом з кафедрою ТГВ та СТ конференцій та симпозіумів різного рівня, присвячених енергоефективності та ресурсозбереженню. Разом з мережею енергетичних інновацій «Greencubator» НУВГП в березні 2010 року в м. Рівне розпочав серію конференцій «Енергоефективні університети». Далі, протягом 2010 року, фахівці нашого університету брали участь в конференціях в Харківському Національному університеті ім. В.Н. Каразіна та в Криму (м. Білогір'я). Відлунням конференції «Енергоефективні університети», яка була проведена у Рівному, стало те, що керівництво НУВГП осінню 2010 року виконало частину заходів з термомодернізації будівель, які були оприлюднені в резолюції конференції і провело утеплення зовнішніх стін пінопластом однієї з 3-ох поточних лекційних аудиторій, які розташовані відокремлено і мають по 3 зовнішніх стіни з величезними вікнами та ще й покрівлю, а також утеплення керамзитом покрівлі ще однієї будівлі аудиторії. Треба зазначити, що до 2010 року в НУВГП заходи з енергоефективності та ресурсозбереження впроваджувалися не дуже часто. Одними з перших заходів (2000-2001 рр.) було встановлення теплових лічильників в усіх необхідних місцях контролю витрат і розрахунків за теплову енергію. В навчальному корпусі № 1 поза радіаторами системи опалення були встановлені тепловідбивні екрани. Далі, у 2006 р., був введений в експлуатацію навчальний корпус № 2а з підвищеним термічним опором зовнішніх огорожень та автоматизованим вузлом регулювання теплової енергії. У 2006-2008 роках були впроваджені ще 3 автоматизованих вузла регулювання теплової енергії — для частини гуртожитку № 8, яка була реконструйована в житловий будинок для співробітників НУВГП (з тепловим лічильником), в навчальному корпусі № 1 та Інституті післядипломної освіти (ІПО). Осінню 2012 року було проведено утеплення зовнішніх стін частини ще одного навчального корпусу (№ 4) мінераловатними плитами, в якому в попередньому році були поміняні всі вікна на металопластикові. Заміна старих дерев'яних вікон на нові металопластикові стала трендом

протягом 2011-2013 років - в цей період було поміняно більше половини вікон в навчальних корпусах та гуртожитках. У 2012 році розпочалися роботи над проектуванням та монтажем АВРТЕ в 15 будівлях студмістечка. Навесні 2013 року частина з них була введена в експлуатацію - спочатку в навчальних корпусах, а потім в гуртожитках. За перший опалювальний сезон 2013-2014 року АВРТЕ окупили себе. НУВГП має вже 18 таких вузлів (в навчальних корпусах №1, 2а та ІПО вони були встановлені раніше), що дозволяє економити значну частину теплової енергії, особливо у осінній та весняний періоди, коли відбуваються значні коливання температури зовнішнього повітря протягом доби. Паралельно з проектуванням та монтажем автоматизованих вузлів регулювання теплової енергії у 2012 році розпочалися роботи над проектом реконструкції котельні НУВГП, яка колись забезпечувала теплом і гарячою водою все студмістечко, але була виведена з експлуатації і переобладнана під майстерню (рис. 4).



Рис. 4 Змонтований твердопаливний котел з обв'язкою трубопроводами в будівлі котельні НУВГП

В умовах різкого зростання тарифів на теплову енергію відновлення роботи (реконструкція) власної котельні на альтернативному паливі стало дуже актуальною задачею. Робочий проект був розроблений і у 2014 році пройшов державну будівельну експертизу – отримано позитивний звіт, але коштів на його реалізацію в університеті не було. Тому після тривалого пошуку різноманітних варіантів фінансування реконструкції одним з підприємств, що спеціалізується на виготовленні та монтажі обладнання для котельних, була запропонована оренда будівлі котельні з наданням послуг теплопостачання. З даним підприємством був укладений договір, яким воно зобов'язалося провести реконструкцію котельні за власні кошти, а потім протягом декількох років забезпечувати теплом будівлі студмістечка НУВГП за тарифом меншим ніж у теперішнього постачальника на 20%. Такий варіант співпраці є економічно вигідним, як для університету (зменшення тарифу на теплопостачання), так і для підприємства, яке буде мати постійного споживача своїх послуг на багато років і повернення вкладених коштів з певним прибутком після терміну окупності проекту. Зменшення тарифу на теплову енергію, порівняно з чинним, передбачається за рахунок використання альтернативних газу джерел енергії (пеллети, торф'яні гранули, тирса, відходи деревообробки столярної майстерні тощо), використання твердопаливних котлів і зменшення втрат тепла за рахунок наближення генератора теплової енергії (котельні) до споживачів (навчальних і допоміжних корпусів та гуртожитків). З метою зменшення втрат тепла та теплоносія в теплотрасах, що знаходяться на балансі НУВГП, господарською службою університету щорічно замінюється 50-100 м трубопроводів та теплоізоляції. Особливо ретельно відбувалася підготовка до опалювального сезону в цьому році, тому що в зв'язку із пуском в експлуатацію власної котельні практично на всіх ділянках теплотраси зміняться витрати, а на окремих ділянках і напрямок руху теплоносія. Фахівцями кафедри ТГВ та СТ і НДВБЦ університету були проведені перевірочні гідравлічні розрахунки, які підтвердили можливість пропуску необхідних витрат теплоносія існуючими трубопроводами теплотраси при новому розподілі потоків теплоносія з виконанням умов гідравлічних нев'язок. Треба зазначити, що в зв'язку із введенням в експлуатацію всіх АВРТЕ на вводах теплотрас в основні будівлі студмістечка НУВГП, задача рівномірності розподілу потоків теплоносія не є тепер дуже актуальною. Кожен АВРТЕ відбирає з теплотраси для своєї будівлі теплоносія рівно стільки, скільки потрібно для підтримання встановлених температурних параметрів повітря всередині будівлі і з врахуванням (коригуванням) температури зовнішнього повітря. Стан зовнішніх теплових мереж студмістечка незадовільний. В них втрачається багато тепла і теплоносія із-за поганої теплоізоляції та витоків. Тому підприємство, яке взяло в оренду котельню, через декілька років планує взяти в оренду і теплові мережі з метою їх повної заміни на попередньоізольовані труби. Така реконструкція дозволить значно зменшити втрати тепла і практично повністю ліквідувати витрати теплоносія, що в свою чергу приведе до зменшення кількості твердого палива, необхідного для спалювання в котельні, зменшить витрати на його перевезення, вантажно-розвантажувальні роботи та складування. Все це значно здешевить виробництво теплової енергії, а також зменшить кількість шкідливих викидів в атмосферу. Роботи з повної реконструкції теплових мереж підприємством-орендарем планується здійснювати за рахунок прибутку від експлуатації котельні. Найбільш ймовірний строк початку робіт з реконструкції мереж — міжопалювальний період року окупності проекту котельні. Проектом реконструкції котельні передбачений комерційний облік тепла (встановлення теплових лічильників) на виході з неї, тобто розрахунки за теплову енергію між НУВГП та підприємством-орендарем будуть здійснюватися по кількості її на межі балансової належності (по фундаменту котельні), а втрати теплової енергії в теплових мережах студмістечка не враховуються. Це буде спонукати адміністрацію НУВГП до моменту передачі теплових мереж в оренду підтримувати їх в належному стані і зменшувати втрати тепла в них шляхом поновлення теплової ізоляції або повної заміни найбільш аварійних ділянок.

Після передачі теплових мереж студмістечка в оренду розрахунки за теплову енергію між НУВГП

та підприємством-орендарем не зможуть проводитися по діючих лічильниках, які встановлені в навчальному корпусі № 6 і гуртожитку № 4 і зараз використовуються для комерційного обліку і розрахунків з теперішнім постачальником тепла. Справа в тому, що облік і оплата теплової енергії здійснюється по 2-х видах тарифів: для населення (гуртожитки) і для підприємств (навчальні корпуси). Різні тарифи та просторове розташування теплових мереж дозволяють такий спосіб обліку і розрахунку за теплову енергію між НУВГП та постачальником тепла. Після введення в експлуатацію котельні змінюється поточкорозподіл теплоносія і реалізація існуючої схеми обліку тепла неможлива. В зв'язку з цим можливі декілька варіантів комерційного обліку тепла і сплати за нього за різними тарифами:

1) єдиний усереднений тариф за відпускну теплову енергію оскільки річні витрати тепла на гуртожитки та навчальні корпуси практично однакові;

2) встановлення теплових лічильників в кожному з 6-ти гуртожитків в змонтованих АВРТЕ. Раніше такий підхід при недавньому монтажі АВРТЕ не був реалізований із-за необов'язковості їх на той момент і значному збільшенні вартості обладнання та монтажних робіт;

3) запуск 1-ої черги котельні лише для теплопостачання навчальних корпусів, тому що їх можливо відокремити і тариф на теплову енергію для них більше ніж для гуртожитків. На теперішній момент (осінь 2015 року) це 1835,35 грн./Гкал і 750,58 грн./Гкал відповідно. Для підприємства-орендаря котельні вигідніше подавати тепло на об'єкти із більшим тарифом. Теплопостачання гуртожитків збільшує обсяги реалізації теплової енергії, але зменшує її вартість. Треба зазначити, що питання тарифів і розрахунків між сторонами при розробленні робочого проекту реконструкції котельні не розглядалися, тому що варіант оренди котельні не передбачався. Навіть в організаційному плані керівництву університету прийшлося йти на кардинальні зміни — з минулого навчального року в найбільш холодний період року (січень-лютий) навчальний процес (аудиторні заняття) в навчальних корпусах у студентів денної форми навчання не проводиться. В цей період студенти розпускаються на канікули (січень), а в лютому вони проходять практики (навчальні, виробничі та переддипломні). Натомість влітку графік навчального процесу продовжений на 2 тижні. В поєднанні з експлуатацією АВРТЕ це дозволяє підтримувати температуру повітря в навчальних корпусах на 5-6 °С нижче норми і економити значну кількість теплової енергії та коштів. Такий режим підтримується і в період доби з 20-00 до 07-00 та на вихідних, коли в корпусах відсутні студенти, викладачі та обслуговуючий персонал.

В умовах великої кількості заходів з енергоефективності, що рекомендуються до впровадження, дуже важко віддати перевагу якомусь з них і обрати, що і в якому порядку реалізовувати. Для визначення черговості впровадження проведено рейтингування заходів за різними ознаками. Серед основних ознак - вартість, строки реалізації, економічний ефект, термін окупності заходу. Для найбільш вагомих заходів і по університету в цілому на період 2015-2020 років за допомогою програмного комплексу «Project Expert» розроблені бізнес-плани. Одним з основних елементів їх є інвестиційні плани, які детально показують черговість, терміни виконання робіт, ресурси, що необхідні для їх реалізації, у вигляді календарного графіка. На прикладі будівлі навчального корпусу № 6 було проведено техніко-економічне порівняння 3-ох найбільш поширених заходів з енергоефективності, які, зазвичай, реалізуються в будь-яких навчальних закладах та інших установах і будівлях бюджетної сфери: заміна вікон, утеплення зовнішніх стін та встановлення АВРТЕ. В результаті розрахунків локальних кошторисів ще у 2004 році були визначені вартості реалізації всіх 3-ох заходів і потім періодично відбувався перерахунок їх вартості та економічного ефекту із врахуванням нових тарифів на теплову енергію та чинних норм до термічного опору зовнішніх огорожень. Результати розрахунків за терміном окупності свідчили про те, що найшвидше окупається встановлення АВРТЕ — за один опалювальний сезон, на 2-му місці — заміна вікон. Найдовше окупається утеплення зовнішніх стін — у 2004 році це складало більше 15 років. Поступово, по мірі збільшення вартості теплової енергії, цей термін скоротився до 6 років у 2014 році. Це пояснюється тим, що вартість матеріалів та виконання робіт з утеплення зростала не так швидко, як збільшувався тариф на теплопостачання для навчальних корпусів. Результати даних розрахунків стали підґрунтям для проведення тих заходів з енергоефективності, що здійснювалися протягом 2006-2015 рр. Переважно це була заміна вікон, так як встановлення АВРТЕ вимагало достатньо великих коштів і лише у 2012 році вони почали монтуватися одразу на 15 будівлях і обійшлися НУВГП майже в один мільйон грн. Утеплення зовнішніх стін проводилося фрагментарно, але на даний момент (після введення в експлуатацію котельні) - це основний напрямок впровадження енергоефективних заходів. Причому в 1-шу чергу навчальних корпусів, так як тариф на теплову енергію для них набагато більше. Зовнішнє утеплення стін будівель значно покращує не тільки показники їх термічного опору, а й робить їх вигляд більш привабливим. Після завершення термомодернізації навчальних корпусів можна переходити до будівель гуртожитків. По мірі зменшення втрат тепла будівлями студмістечка буде зменшуватися навантаження на котельню. По завершенню термомодернізації необхідно змінювати і діаметри трубопроводів теплотраси.

Висновки. Отже можна зазначити, що в НУВГП розроблена і впроваджена низка заходів з енергоефективності, які дали суттєвий економічний ефект і дозволили значно зменшити витрати на оплату послуг з тепло- та електропостачання. Даний ефект зросте ще більше після введення в експлуатацію

реконструйованої котельні і зменшення тарифу на теплопостачання і гаряче водопостачання навчальних корпусів та гуртожитків студмістечка університету. На жаль, всі ці заходи здійснюються стихійно і не системно, без детальної попередньої підготовки і техніко-економічного обґрунтування, які неможливі без проведення енергоаудиту, як окремих будівель, так і всього університету в цілому. Результати впровадження заходів та їх ефективність не відстежуються в часі, заходи з енергоефективності не плануються, відсутня черговість їх виконання. Для цього запропоновано створити центр енергоаудиту, енергоефективності та енергетичного моніторингу. Фінансування такого центру передбачається за рахунок господарських договорів, що укладаються з адміністрацією університету та іншими замовниками. Пропонується ввести в навчальний процес вивчення студентами старших курсів спеціальностей «Теплогазопостачання і вентиляція» та «Теплоенергетика» дисципліни «Енергетичний моніторинг та енергоаудит». Впровадження заходів з енергоефективності у навчальних закладах бюджетної сфери вимагає значних коштів, яких в умовах значного подорожчання всіх енергоносіїв, збільшення тарифів і недофінансування з державного бюджету, не вистачає навіть для сплати комунальних послуг. Тому гостро постає питання пошуку можливих потенційних інвесторів, грантодавців, кредиторів, орендарів, спонсорів або енергосервісних компаній для розроблення та реалізації вказаних заходів та проектів. Одним з варіантів реалізації їх є передача в оренду майна для його реконструкції або модернізації підприємству-постачальнику послуг на певний термін. Це вимагає додаткових техніко-економічних розрахунків, затвердження і погодження тарифів.

Список використаних джерел

1. Сафіуліна, К.Р. Енергозбереження в університетських містечках. [Текст] Посібник для студ. вищих закл. освіти / К.Р. Сафіуліна, А.Г. Колієнко, Р.Ю. Тормосов. – К., ТОВ «Поліграф плюс», 2010. – 328 с.
2. Сафіуліна, К.Р. Енергозбереження в університетських містечках. [Текст] Збірник задач для студ. вищих закл. освіти / К.Р. Сафіуліна, А.Г. Колієнко, Р.Ю. Тормосов. – К., ТОВ «Поліграф плюс», 2011. – 196 с.
3. Інвестиційний проект «Термомодернізація будівель бюджетної сфери». [Електронний ресурс http://mep.ecosys.com.ua/data/seminar_mep_zp_public.pdf]. Енергосервісна компанія «Екологічні системи», 2013. – 13 с.
4. Посібник з підготовки проектних пропозицій: Залучення фінансування для підприємств сфери житлово-комунального господарства. [Текст] - GIZ, Німецьке товариство міжнародного співробітництва, 2012. – 61 с.

References

1. 1. Safiulina, K.R. (2010). Energozberezhennya v universitetskih mistechkah. [Energy efficiency in campuses]. Kyiv: TOV «Poligraf plus» [in Ukrainian].
2. 2. Safiulina, K.R. (2011). Energozberezhennya v universitetskih mistechkah. [Energy efficiency in campuses]. Kyiv: TOV «Poligraf plus» [in Ukrainian].
3. 3. Investytsiynyi proekt «Termomodernizacia budivel budjetnoi sfery». [The investment project "Thermo public sector buildings."]. (2013). Energoserwisna kompania «Ekologichni systemy» [in Ukrainian].
4. 4. Posibnik z pidgotovki proektnih propozicii. (2012). [Guidelines for preparation of proposals]. GIZ [in Ukrainian].

IMPLEMENTATION OF MEASURES ON ENERGY EFFICIENCY IN NUVHP: EDUCATIONAL PROCESS, DESIGN, IMPLEMENTATION, PROBLEMS AND PROSPECTS

KIZYEV M.D.

National University of Water Management and Nature Resources Use

Purpose. Energy efficiency public sector schools. Analysis of energy efficiency, development of strategies for their implementation.

Methodology. The applied systematic approach to the analysis of energy systems as a whole on real objects of the university.

Findings. It was developed, comprehensive technical and economic calculations and implemented energy efficiency measures, which are used in the educational process, scientific work of teachers and students. The analysis of energy efficiency measures and strategy of their development and implementation. A business plan implementation of certain measures and the university as a whole.

Originality. It was proved that ensuring energy-efficient operation of public sector institutions is possible only if a systematic approach to the measures implemented. A rating action on various grounds.

Practical value. Implemented a number of energy efficiency measures that significantly reduce the cost of funds to pay for heat.

Keywords: energy efficiency, heating system, boiler, automatic heat control unit.

УДК 621.313.1

БІЛА Т.Я., СТАЦЕНКО В.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ
ПРИВОДАМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В
ПОБУТОВОМУ ОБЛАДНАННІ**

Мета. Розробка математичної та комп'ютерної моделей, які дозволять розраховувати витрати електричної енергії та інші робочі параметри електроприводів із двигунами постійного струму, що використовуються у побутовому обладнанні.

Методика. У роботі використані відомі методи математичного моделювання, аналізу перехідних процесів в електромеханічних системах та чисельного розв'язування нелінійних та диференціальних рівнянь.

Результати. Отримано залежності між режимами роботи приводу, фізико-механічними параметрами продуктів, що обробляються, та споживаною потужністю. На основі цих залежностей розроблена комп'ютерна модель в програмному середовищі Simulink.

Наукова новизна. Отримано математичну та комп'ютерну моделі, що дозволяють за відомими фізико-механічними властивостями середовища, яке створює навантаження на робочі органи обладнання, і заданими режимами роботи, визначати електричну потужність та інші робочі параметри приводу.

Практична значимість. Результати розрахунків із використанням моделей, що запропоновані у роботі, дозволяють зробити обґрунтований вибір електродвигунів для заданих умов та режимів роботи обладнання.

Ключові слова: електричний привод, споживання електричної енергії, побутове обладнання, система керування.

Вступ. Сьогодні електропобутове обладнання різноманітних призначень і типів набуло широкого розповсюдження та користується високим попитом, оскільки вирішує важливу соціальних проблему – зменшує фізичні навантаження на людину під час виконання повсякденної роботи. В значній частині такого обладнання для забезпечення руху робочих органів використовуються електричні приводи, в цю категорію відносяться міксери, блендери, кухонні комбайні, кавомолки, соковижималки та ін. [1]. Це зумовлює виникнення проблеми ефективного використання електричної енергії, оскільки кількість таких пристроїв вимірюється мільйонами одиниць. Крім того, часто такі пристрої застосовуються для обробки продуктів, що мають фізико-механічні властивості, які можуть змінюватись у процесі обробки. Такий характер навантаження не дозволяє обрати електродвигуни, які б весь час працювали у режимах близьких до номінальних, тобто із максимальним ККД. Таким чином, актуальною є проблема аналізу роботи приводів побутового обладнання з урахуванням як зміни фізико-механічних параметрів середовища, що обробляється, так і заданої технології його обробки.

Постановка завдання. Метою роботи є створення математичної та комп'ютерної моделей, що дозволяють на основі технічних параметрів двигуна, фізико-механічних властивостей продуктів та законів їх змінювання під час обробки, а також вимог до режимів обробки, визначати робочі параметри приводу та електричну потужність, яку він споживає.

Результати дослідження. В статті розглядається робота обладнання для змішування харчових продуктів, що забезпечує стабілізацію моменту опору середовища, тобто постійну інтенсивність механічної дії на продукти, що обробляються. Вибір обладнання саме цього типу в якості основи для дослідження зумовлений наявністю складних законів зміни в'язкості компонентів, що змішуються, а отже й моменту опору середовища у процесі обробки. Оскільки таке обладнання може використовуватись для змішування продуктів, що мають різні закони зміни в'язкості, та має забезпечувати стабілізацію моменту опору, у модель введено зворотній зв'язок, через який здійснюється корегування напруги на якорі двигуна постійного струму (ДПС), а отже і його швидкості обертання.

Відомо [2], що існує залежність між силою, що діє на робочі органи (силою в'язкого тертя), швидкістю їх руху та в'язкістю середовища, в якому вони рухаються. Ця залежність близька до лінійної при низьких швидкостях руху, коли потік є ламінарним, а при збільшенні швидкості та виникненні турбулентностей визначається за формулою:

$$F_{\sigma} = k\omega^n, \quad (1)$$

де $n = 2, 3$,

k – коефіцієнт, що визначається формою тіла та в'язкістю середовища,
 ω – кутова швидкість обертання.

Оскільки процес змішування відбувається за рахунок перерозподілення потоків, то розглядати лінійну залежність між силою опору та швидкістю обертання є недоцільним. Під час моделювання прийнято, що сила опору є пропорційною квадрату швидкості обертання, тобто $n = 2$.

Враховуючи, що форма робочих органів залишається незмінною і є симетричною відносно вісі обертання, можна вважати, що момент опору середовища прямо пропорційний силі в'язкого тертя. Таким чином:

$$M_{\sigma} = K\omega^n, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт, що враховує форму робочого органу та в'язкість середовища.

Для дослідження роботи приводу була обрана відома модель двигуна ДПС [3], що входить до бібліотеки Simscape із пакету Simulink. Зазначену модель ДПС можна представити за допомогою еквівалентної електричної схеми (рис.1), де: R – активний опір кола якоря; U – напруга живлення; L – індуктивність обмоток; U_e – протиЕРС; i – струм кола якоря.

Обертальний момент такого двигуна визначається за формулою:

$$M = \frac{k_t}{R}(U - k_v\omega) - J\omega' - \lambda\omega, \quad (3)$$

де k_t, k_v – конструктивні параметри двигуна;

J – момент інерції ротора;

λ – коефіцієнт демпфування.

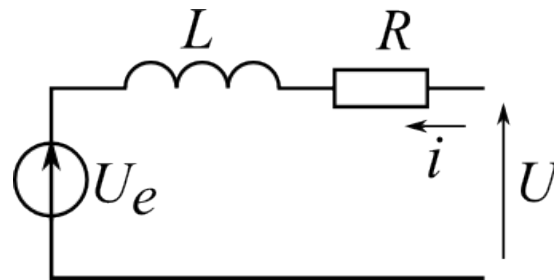


Рис. 1 Розрахункова модель ДПС

Комп'ютерна модель обладнання для змішування продуктів розроблена в середовищі Simulink та наведена на рис.2. Модель складається з двох основних кіл: електричного та механічного. До електричного кола входять ДПС (DC Motor), датчики струму (CS) та напруги (VS), що дозволяють визначити електричну потужність, кероване джерело постійної напруги (CVS) та елементи Add, Add1, torque0, Integrator, Gain, які утворюють зворотній зв'язок. Механічний ланцюг створюють ДПС, датчики швидкості валу (RMS) та обертового моменту (TS). Інерція ротору двигуна задається за допомогою «Інерційного елемента» (Inertia).

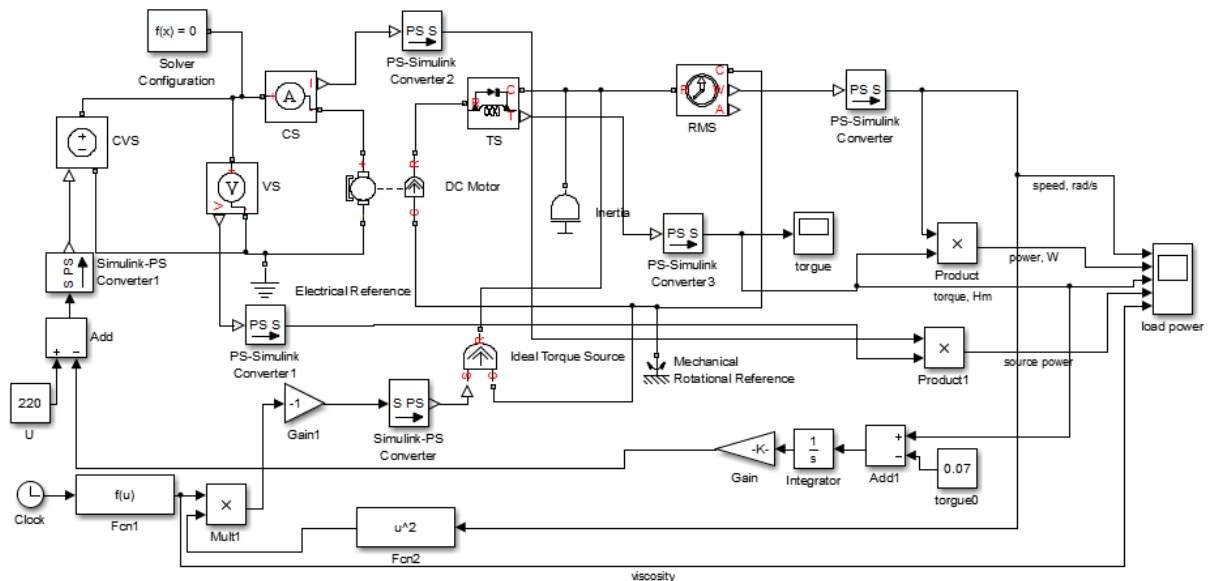


Рис.2 Комп'ютерна модель для дослідження процесу змішування та параметрів приводу.

Величина моменту опору середовища формується за допомогою блоків Clock, Fcn1, Fcn2, Mult, Ideal Torque Source, вхідним параметром для яких є кутова швидкість валу двигуна, при цьому за допомогою блоків Clock та Fcn1 задається функція змінювання в'язкості середовища від часу, а за допомогою блоків Fcn2 та Mult розраховується значення моменту опору за співвідношенням (2). Під час роботи пристрою система керування визначає різницю між поточним і заданим значеннями обертового моменту та відповідно збільшує або зменшує напругу на обмотці якоря двигуна, що приводить до зміни швидкості його обертання і, як наслідок, зміни моменту опору середовища.

Результати моделювання наведені на рис.3. Під час проведення розрахунків прийнято, що в'язкість продуктів зменшується з часом за експоненціальним законом (рис.3,а).

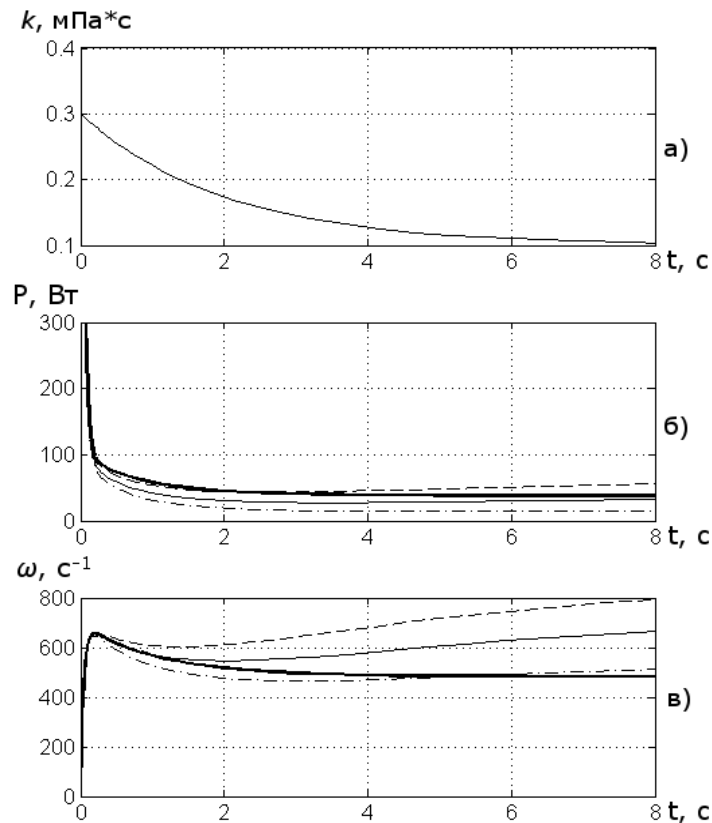


Рис.3 Результати моделювання:

а) залежність коефіцієнту в'язкості від часу; б) залежність потужності, що споживається від часу; в) залежність швидкості обертання валу двигуна від часу

Система керування забезпечує стабілізацію моменту опору під час процесу змішування. На рис.3,б,в наведено графіки зміни швидкості обертання валу ДПС та потужності, що споживається з мережі живлення, від часу. Дослідження проведено для трьох різних значень заданого моменту опору середовища. Суцільною лінією показані графіки, що відповідають заданому значенню $0,05 \text{ Н}\cdot\text{м}$, штрих пунктирною – $0,03 \text{ Н}\cdot\text{м}$, штриховою – $0,07 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Перша ділянка графіків, від 0 до 0,5 с, відповідає пуску двигуна і виходу на усталений режим роботи. Зменшення в'язкості середовища із часом призводить до зменшення моменту опору на валу двигуна, яке фіксує система керування та починає збільшувати швидкість обертання, що в свою чергу призводить до збільшення потужності, яка споживається з мережі живлення. З метою оцінювання впливу зміни в'язкості середовища на споживання електричної енергії, проведено дослідження роботи системи за умови незмінних значень в'язкості ($0,3 \text{ мПа}\cdot\text{с}$) та коефіцієнту опору середовища $0,07 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Результати показані на рис.3,б,в суцільною потовщеною лінією. Модель, що враховує зміну в'язкості, показує на 28,96% більше споживання електричної енергії, тобто ДПС обраний за результатами моделювання за спрощеною моделлю буде працювати з перенавантаженням.

Висновки. Режимы работы двигунів в сучасному побутовому обладнанні суттєво відрізняються від номінальних, і відсутність аналізу навантажень у різних режимах роботи може призвести до нераціонального вибору двигуна й надмірних витрат електричної енергії. Запропоновані у роботі моделі дозволяють розраховувати основні робочі параметри ДПС з урахуванням змінювання фізико-механічних властивостей середовища, що створює навантаження на робочі органи обладнання. Введення в модель закону зміни в'язкості призвело до збільшення точності оцінки споживання електричної енергії на 28,96%. Отримані результати дають можливість оцінити загальні витрати електричної енергії та зробити обґрунтований вибір електричної машини.

Список використаних джерел

1. Електропобутова техніка: Навчальний підручник / [Петко І.В., Бурмістенков О.П., Кострицький В.В. та ін.]. – К.: КНУТД, 2009. – 204 с.
2. Краткий курс физики [Текст] : учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / Т. И. Трофимова. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2002. - 352 с.
3. Біла Т.Я., Стаценко В.В., Теремій П.В. Моделювання роботи приводу електропобутових пристроїв у режимах із навантаженням, що різко змінюється. [Електронний ресурс] // Технології та дизайн. - 2014. - №2. - Режим доступу до журн.: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=njuu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I=&S21COLORTERMS=0&S21STR=EJ000048%2F2014%2F2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА В БЫТОВОМ ОБОРУДОВАНИИ

БЕЛАЯ Т.Я., СТАЦЕНКО В.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка математической и компьютерной моделей, которые позволят рассчитывать расходы электроэнергии и другие рабочие параметры электроприводов с двигателями постоянного тока, используемых в бытовом оборудовании.

Методика. В работе использованы известные методы математического моделирования, анализа переходных процессов в электромеханических системах и численного решения нелинейных и дифференциальных уравнений.

Результаты. Получены зависимости между режимами работы привода, физико-механическими параметрами обрабатываемых продуктов и потребляемой мощностью. На основе этих зависимостей разработана компьютерная модель в программной среде Simulink.

Научная новизна. Получена математическая и компьютерная модели, позволяющие по известным физико-механическим свойствам среды, создающей нагрузки на рабочие органы оборудования, и заданным режимам работы, определять электрическую мощность и другие рабочие параметры привода.

Практическая значимость. Результаты расчетов с использованием предложенных в работе моделей, позволяют сделать обоснованный выбор электродвигателей для заданных условий и режимов работы оборудования.

Ключевые слова: электрический привод, потребление электрической энергии, бытовое оборудование, система управления.

DC MOTOR DRIVES ENERGY CONSUMPTION STUDYING IN HOUSEHOLD APPLIANCES

BILA T.Y., STATSENKO V.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Mathematical and computer models development that allow counting the electricity quantity and other operating parameters of electric drives with DC motors used in home appliances.

Methodology. We used known mathematical modeling methods, transient analysis in electromechanical systems and numerical solutions of nonlinear and differential equations.

Findings. The dependencies between the drive operating modes, physical and mechanical properties of processed products and power consumption are obtained. The computer model developed on these relationships basis the Simulink software environment.

Originality. The mathematical and computer models that allow determining the electrical power and other operating parameters of the drive by the known physical and mechanical properties of the medium, that creates a load on the working parts of the equipment, and specified operation mode, are obtained.

Practical value. The calculation results using the proposed models allow us to make an informed choice of electric motors for the given conditions and the equipment operation modes.

Keywords: *electric drive, electric power consumption, household equipment, control system.*

УДК 628.9:621.316.7

ПИЛИПЕНКО В.І., КОНЬКОВ Г.І., ПАВЛЕНКО В.М.
Київський національний університет технологій та дизайну

**РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ОСВІТЛЕННЯМ НА СВІТЛОДІОДАХ ДЛЯ
ЗАОЩАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В
ГУРТОЖИТКУ БЛОЧНОГО ТИПУ**

***Мета.** Розроблення автоматизованої та енергоефективної системи управління освітленням для гуртожитку блочного типу.*

***Методика.** Застосування AVR мікроконтролерів та програмної реалізації ШІМ для управління освітленням на світлодіодах.*

***Результати.** Спроектована та виготовлена енергоефективна система управління освітленням для заощадження електроенергії.*

***Наукова новизна.** Розвиток інженерних методів проектування та розроблення автоматичних систем для управління освітленням.*

***Практична значимість.** Розроблена система управління освітленням може бути використана в гуртожитках блочного типу для заощадження електроенергії.*

***Ключові слова:** світлодіод, мікроконтролер, енергоефективність, система управління, електроенергія.*

Вступ. В епоху розвитку виробництва і технологій в усьому світі суттєво зростає споживання енергії всіх видів. Тому, проблемі заощадження енергії приділяється особлива увага. Економія енергії – це загальносвітова проблема, оскільки її виготовлення з одного боку пов'язано з обмеженістю на земній кулі ресурсів, а з другого – з руйнівними наслідками для навколишнього середовища та клімату. Тому, одна із задач кожного суб'єкта економіки та господарювання полягає в розробленні енергозберігаючих технологій та заходів, спрямованих на економію енергоресурсів. Звичайно, що і для навчальних закладів ця проблема є актуальною.

Надмірне споживання електроенергії, як одного виду енергії, в умовах постійно зростаючих тарифів, лягає важким тягарем на фінансову систему університету. Тому проблема зменшення споживання електроенергії в умовах сьогодення є актуальною. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є заощадження електроенергії в гуртожитках блочного типу, в яких на відміну від гуртожитків коридорного типу споживання електроенергії значно більше. Це пояснюється, в першу чергу, наявністю в кожному блоці додаткових джерел світла. Так, на відміну від гуртожитків коридорного типу, де джерела світла, не рахуючи приладів освітлення в коридорах, є тільки в кімнатах мешканців і використовуються вони лише в темні години доби, в гуртожитках блочного типу в кожному блоці, крім приладів освітлення в кімнатах, є додаткові прилади в підсобних приміщеннях (в передпокої, санвузлі та в коморі). Зазвичай, в більшості блоків гуртожитку вони включені цілодобово, що і є причиною надмірного споживання електроенергії. Враховуючи наведене, ми не можемо стояти осторонь цієї проблеми. Існують різні шляхи вирішення цієї проблеми. Звичайно для зменшення споживання електроенергії студентами, які проживають в гуртожитках блочного типу, можна проводити роз'яснювальну роботу і така робота проводиться, але досвід показує, що наслідки її малоефективні. Можна встановити в кожному блоці електрорічильники, аби

студенти самі сплачували кошти за спожиту електроенергію, але, по-перше, це суперечить угоді на проживання, а, по-друге, потребує значних фінансових вкладень на придбання лічильників і на переобладнання електромережі. Нами ж було запропоновано встановлення системи автоматизованого управління (САУ) освітленням, що, при порівняно незначних фінансових вкладеннях, дозволить отримати бажаний результат – заощадження електроенергії.

Постановка завдання. Одним із шляхів вирішення проблеми заощадження електроенергії може бути, як зазначалось вище, використання САУ для управління освітленням на світлодіодах. Світлодіоди, в порівнянні із люмінесцентними та звичайними лампами розжарювання, які тільки 4% споживаної енергії перетворюють на світло, а все інше - теплові втрати, мають суттєві переваги, тому їх використання для освітлення помешкань є доцільним [1,2]. Розроблення та застосування повністю автоматизованої системи для управління освітленням в гуртожитку блочного типу дозволить заощаджувати кошти.

Результати дослідження. Таку систему було розроблено і встановлено в блоці №611 гуртожитку № 7, автор розробки студент IV-го курсу Пилипенко В.І. Система розроблена на базі AVR мікроконтролера ATMEGA8 фірми Atmel (рис. 1).

Дана система є модульною і може без перешкод використовуватися автономно або в складі з іншою. Завдяки можливості перепрограмування, при необхідності, система дозволяє змінювати чи додавати нові функціональні можливості без модифікацій принципової схеми. Швидкість виконання програми та продуктивність системи є високою за рахунок використання височастотного кварцового резонатора з частотою 8 МГц, що також стабілізує роботу мікроконтролера. В разі виникнення збою в системі передбачена можливість швидкого перезапуску мікроконтролера шляхом натискання кнопки S1. Для захисту від короткого замикання, на вході системи встановлено плавкий запобіжник.

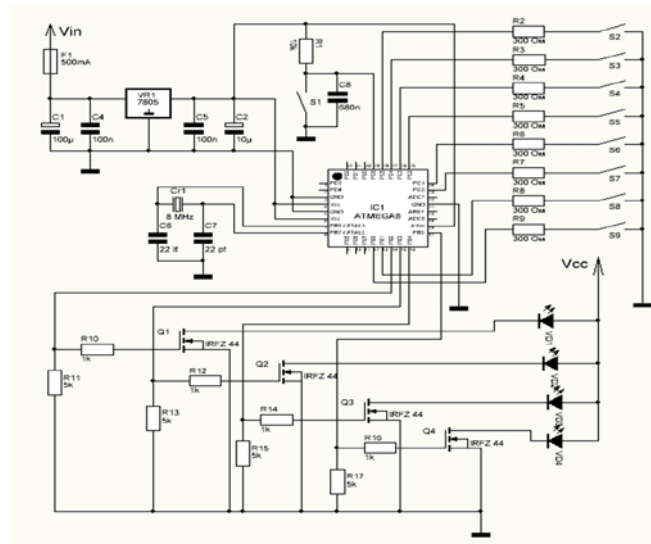


Рис.1 Принципова схема системи управління освітленням

Реалізація ШІМ на базі ATMEGA8 дає змогу керувати яскравістю освітлення на світлодіодах в широкому діапазоні від 5 до 100%, причому нижня межа може бути меншою. Панель управління виконана на кнопках S2-S9, у вигляді клавіатури. Система

працює від постійної напруги 12 В, при цьому на процесор через стабілізатор VR1 подається лише 5 вольт. Силові ключі для керування світлодіодами виконані на польових транзисторах IRFZ 44 [3,4].



Рис.2 Блок схема системи управління освітленням

Програмна частина для мікроконтролера написана мовою програмування Assembler. При необхідності зміни конфігурації чи параметрів роботи процесора, програмну частину можна доповнити і перепрограмувати мікроконтролер, для цього передбачена спеціальна лінія портів вводу-виводу (PB3, PB4, PB5, PC6) для послідовного програмування.

Система має ряд основних переваг:

- наявність активного охолодження зменшує температуру нагрівання радіаторів силового блоку та блоку живлення;
- зручний та простий інтерфейс дає змогу швидко встановити необхідні налаштування та змінювати яскравість освітлення;
- відсутність високих пускових струмів підвищує надійність системи, знижує пікове навантаження на мережу, що виключає перегрів монтажного цоколя, при використанні світлодіодних ламп E14 або E27;
- можливість зміни яскравості освітлення за рахунок програмної ШІМ,
- висока енергоефективність, та низька собівартість,
- система є безпечною оскільки живиться постійною напругою 12 В.



Рис.3 Виготовлена та змонтована система управління освітленням

Для оцінювання енергоефективності системи, був проведений експеримент. В приміщенні блоку, замість звичайних ламп розжарювання, споживання яких становить $4 \cdot 60 = 240$ Вт*год, встановили світлодіоди, які керувалися розробленою САУ освітленням. Споживання електроенергії світлодіодів становило 20 Вт. Порівняльний аналіз витрат електроенергії в одному блоці гуртожитку № 7 за умови, що всі джерела світла увімкнені цілодобово наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Витрати електроенергії в залежності від виду освітлення

Витрати електроенергії	Світлодіоди	Лампи розжарювання
Впродовж 24 годин	480 Вт	5760 Вт
Впродовж тижня	3,4 кВт	40,3 кВт
Впродовж місяця	13,6 кВт	161,2 кВт



Рис.4. Графік порівняння витрат електроенергії

Як бачимо з графіка, при використанні в блоці ламп розжарювання впродовж доби, витрати електроенергії складуть 5760 Вт, при використанні світлодіодів споживання зменшується до 480 Вт. Тобто економія електроенергії складе 90-92%.

Висновки. Розроблена система, як показали розрахунки, заощаджує майже 90% електроенергії, в порівнянні з звичайними лампами розжарювання, що свідчить про високу енергоефективність даної системи та доцільність її використання. Завдяки відсутності стробоскопічного ефекту у світлодіодів, дану систему можна встановлювати в кімнатах. Це суттєво зменшить навантаження на зір, при роботі студентів з літературою та виконанні ними креслень. Застосування для освітлення надяскравих світлодіодів, дає достатній світловий потік, щоб забезпечити потрібний рівень освітлення для комфортного проживання та роботи.

Система автоматизованого управління освітленням встановлена в підсобних приміщеннях блоку №611 та працює вже протягом 2 років, повністю у автономному режимі. Вартість елементів системи та її установка склали приблизно 400 грн.

Список використаних джерел

1. Джонатан Вейнерт, Чарльз Сполдинг. Светодиодное освещение. Принципы работы, преимущества и области применения. - Philips Solid - State Lighting Solutions, Inc. 2010 г.-156с.
2. Шуберт Ф.Е. Светодиоды, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488с.
3. Ревич Ю.В. Программирование микроконтроллеров AVR на языке ассемблера, БХВ-Петербург, 2011.- 352 с.
4. Ревич Ю.В. Занимательная электроника. 2 изд.,БХВ-Петербург, 2009. - 722с.

References

1. Jonathan Weinert, Charles Spaulding. Led lighting. Operating Principles, advantages and applications. - Philips Solid - State Lighting Solutions, Inc. 2010-156p.
2. Schubert F. LEDs, Moscow, FIZMATLIT, 2008. - 488s.
3. Revich Y. Programming the AVR assembly language, BHV-Petersburg, 2011.- 352 p.
4. Revich Y. Entertaining electronics. 2nd ed., BHV-Petersburg, 2009. – 722p.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ НА СВЕТОДИОДАХ ДЛЯ СБЕРЕЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ОБЩЕЖИТИИ БЛОЧНОГО ТИПА ПИЛИПЕНКО В.И., КОНЬКОВ Г.И., ПАВЛЕНКО В.Н.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка автоматизированной и энергоэффективной системы управления освещением для общежития блочного типа.

Методика. Применение AVR микроконтроллеров и программной реализации ШИМ для управления освещением на светодиодах.

Результаты. Спроектированная и изготовленная энергоэффективная система управления освещением для экономии электроэнергии.

Научная новизна. Развитие инженерных методов проектирования и разработки автоматических систем для управления освещением.

Практическая значимость. Разработанная система управления освещением может быть использована в общежитиях блочного типа для экономии электроэнергии.

Ключевые слова: *светодиод, микроконтроллер, энергоэффективность, система управления, электроэнергия.*

DEVELOPMENT LIGHTING CONTROL SYSTEM ON LED FOR ENERGY SAVING IN BLOCK TYPE HALL OF RESIDENCE

PYLYPENKO V.I., KONKOV G.I., PAVLENKO V.M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Automated and energy effective control system is developed for a block type hall of residence lighting.

Methodology. Application of AVR microcontrollers and program realization of lighting control for energy saving.

Findings. Energy effective control system is developed and manufactured for energy saving.

Originality. Development of engineering methods for automatic systems of control lighting systems design and calculation.

Practical value. The developed control system can be used in a block type hall of residence lighting for energy saving.

Keywords: *LED, micro, energy efficiency, system management, electricity.*

УДК 681.513.54

КОВРИГО Ю.М., САКОВ Р.П.

Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут»

ПРОГНОЗНЕ КЕРУВАННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ГОРІННЯ ПАРОВОГО КОТЛА

Мета. Розглянути метод настройки ПД-регулятора на основі Internal Model Control (ІМС) для системи автоматичного керування економічністю процесу горіння ТЕС.

Методика. Використано моделі у вигляді передаточних функцій. Транспортне запізнення апроксимоване методом Паде. Для розрахунку перехідних процесів використовувалось програмне забезпечення MatLab.

Результати. В статті розглядається системи автоматичного керування економічністю процесу горіння на ТЕС. Проведено огляд існуючих рішень. Розглянуто розрахунок ПД-регулятора на основі ІМС підходу для системи керування економічністю процесу горіння ТЕС.

Наукова новизна. Досліджено систему автоматичного керування економічністю процесу горіння ТЕС з ПД-регулятором на основі ІМС підходу.

Практична значимість. Розглянутий ПД-регулятор дозволяє настройку за одним параметром, що визначає показник якості перехідних процесів.

Ключові слова. ПД-регулятор, ІМС-регулятор, економічність ТЕС, прогнозне керування.

Вступ. Економічність роботи котла оцінюється по його ККД, рівному відношенню корисного тепла на генерування і перегрів пари до затраченого, тобто до тепла, яке може бути отримане при спалюванні палива. Для забезпечення надійної та економічної роботи котла необхідно підтримувати вміст кисню O_2 в заданих межах з незначними відхиленнями від номінального. [1]

Задача регулювання економічності полягає в підтриманні максимального значення ККД парогенератору або зведення до мінімуму теплових втрат, що супроводжують процес спалювання палива і передачі тепла воді та пару. Необхідність регулювання економічності горіння визначається умовами технологічного процесу. Перевищення допустимого вмісту кисню O_2 призводить до втрат тепла з вихідними газами і зменшенню ККД процесу. Зменшення вмісту кисню O_2 у вихідних газах нижче допустимого значення призводить до втрат тепла від хімічного і механічного недопалу палива.

Постановка задачі. Завдання дослідження полягає у пошуках нових методів у системах автоматичного керування економічністю горіння, що дозволяють підвищувати ККД парогенератору ТЕЦ.

Результати досліджень. Існує декілька варіантів схем автоматичного управління подачею повітря в залежності від способу непрямої оцінки економічності процесу горіння по відношенню до різних сигналів. Регулювання економічності горіння по відношенню «паливо-повітря» використовується при постійній якості палива та кількості повітря, що необхідно для забезпечення необхідної повноти згорання і зв'язані прямо пропорційною залежністю. Така схема може використовуватися з котлами, що працюють на природному газі або мазуті, оскільки можливий прямий вимір витрати палива. Для використання

твердого палива проблема виміру витрати палива погано вирішена, тому ця схема не застосовується. Для котлів, що працюють на твердому паливі схему «паливо-повітря» змінила схема, організована за принципом «пар-повітря», де задаючим сигналом регулятора повітря служить витрата пари при виході з котла (D_p). При сталій температурі живильної води, тепловмісту пари, ККД котлоагрегату і при спалюванні односортного палива витрата пари в статиці практично однозначно задає теоретично необхідну для горіння витрату повітря. Тому при сталих режимах схема «пар-повітря» забезпечує задовільну точність підтримки заданого коефіцієнта надлишку повітря, визначального фактора економічності топкового процесу. Однак у перехідних режимах, пов'язаних із зміною акумульованого в котлі тепла, витрата пари не узгоджується з фактичним тепловим навантаженням котла, і оптимальне співвідношення між подачею палива і повітря порушується. Корисним удосконаленням схеми «пар-повітря» є використання динамічного зв'язку (зникаючого імпульсу) від регулятора палива до регулятора повітря. Динамічний зв'язок діє тільки в перехідних режимах і не має залишкового впливу на вимірювальну схему регулятора повітря.

Для котлоагрегатів, що працюють на твердому паливі, в схемах регулювання процесу горіння доцільно використовувати сигнал, пов'язаний з тепловиділенням в топці. Таким сигналом є сигнал по «теплу» - тепловому навантаженні. Сигнал за тепловим навантаженням запропонований З.Я. Бейрахом і В.М. Добкін у ЦКТІ (м. Ленінград, 1953р). Тепловим навантаженням котла називають витрату пари, яка була би отримана, якби сприйняте поверхнями нагріву котельного агрегату тепло було витрачено на пароутворення, а не акумулювалось частково водою, парою і металом парогенеруючої частини котла.

Перевагу в АСР процесів горіння на котлах отримала комбінація регулятора палива, працюючого по теплу, з регулятором повітря, виконаним за схемою «задане навантаження-повітря». В загальному, можуть використовуватися схеми: навантаження - повітря, при регулюванні подачі палива по схемі навантаження – паливо; вода – повітря при регулюванні подачі палива по схемі вода – тепло, тепло – повітря і паливо – повітря.

ПІД регулятори широко використовуються в усіх галузях промисловості. В управлінні технологічними процесами більш ніж 95% регуляторів саме ПІД регулятори [2,3]. В сучасних системах керування задачі ієрархічно розподілені так, що ПІД регулятор використовується на нижньому рівні, а верхній рівень обраховує значення завдання для нижнього. Така структура поширена через те, що ПІД регулятор зі зворотнім зв'язком дозволяє уникнути статичної похибки і досягає достатньої якості регулювання для простих процесів. Наразі, ПІД регулятори використовуються в розподілених системах і мають у своєму складі деякі складні функції додані до основного алгоритму, такі як прямий зв'язок, автоматична настройка та інші.[4]

ПІД регулятори з деякою мірою успішності можуть бути застосовані для процесів з транспортним запізненням. В статі проводиться аналіз існуючих методу налаштування ПІД регулятора і порівняння їх з предиктором Сміта. У якості моделі процесу буде використовуватися модель каналу «зміна положення регулюючого клапана витрати природного газу – вміст O_2 у вихідних газах» котла ТГМП-314. Транспортне запізнення значною мірою визначається типом газоаналізатора, що встановлено на об'єкті. Огляд

доступних на ринку України газоаналізаторів кисню показав, що час транспортного запізнення для газоаналізаторів складає від 15 до 45 с, тому в статі буде розглянуто декілька варіантів перехідних характеристик.

Керуюча дія стандартного ПІД регулятора може бути визначена наступним чином:

$$u(t) = K_c \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

де $e(t) = r(t) - y(t)$ – похибка між сигналами завдання ($r(t)$) та виходу ($y(t)$),

K_c – пропорційний коефіцієнт підсилення,

T_i – час інтегрування

і T_d – час диференціювання.

Передаточна функція для стандартного ПІД регулятора:

$$C(s) = K_c \left[1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right] \quad (2)$$

Стандартна формула ПІД регулятора – не єдине рішення застосування алгоритму. Інша структура може бути застосована, наприклад, послідовна форма ПІД регулятора с передаточною функцією:

$$C(s) = k_c \frac{(1 + T_i s)}{T_i s} (T_d s + 1) \quad (3)$$

або паралельна форма, що описується передаточною функцією:

$$C(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s \quad (4)$$

в залежності від конкретного застосування або від форми, що використовується промисловим контролером.

Представлені форми ПІД регуляторів не можуть застосовуватись на практиці, через те, що порядок чисельника більший за порядок знаменника. Зазвичай низькочастотний фільтр застосовується для диференційної складової. Наприклад, передаточна функція диференційної частини контролера $D(s)$:

$$D(s) = \frac{K_c (T_d s)}{\alpha T_d s + 1} \quad (5)$$

де $\alpha \in (0,1)$. Для промислових контролерів значення α зазвичай складає від 0,05 до 0,5. Цей параметр може використовуватися для настройки затухання шумів та робастності замкнутої системи. Фільтр також може використовуватися послідовно з ПІД регулятором для реалізації правильної передаточної функції. Для стандартної форми передаточна функція:

$$C(s) = \frac{K_c \left[1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right]}{\alpha T_d s + 1} \quad (6)$$

Для послідовної форми передаточна функція:

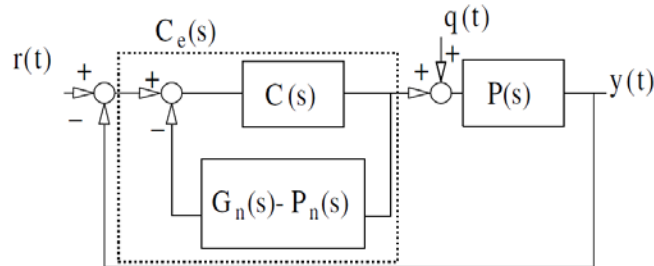
$$C(s) = k_c \frac{(1 + T_i s)}{T_i s} \frac{(T_d s + 1)}{(\alpha T_d s + 1)} \quad (7)$$

Для паралельної форми передаточна функція:

$$C(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + \frac{K_D s}{\alpha K_D s + 1} \quad (8)$$

Предиктор Сміта може досягати відмінних перехідних характеристик для процесів, що містять транспортне запізнення. Наступний метод заснований на ідеях предиктора використовується для налаштування ПІД регулятора для процесів з транспортним запізненням.

На рисунку зображено еквівалентну схему предиктора Сміта. $C(s)$ – первинний регулятор, $P(s)$ – передаточна функція процесу, $P_n(s)$ – передаточна функція моделі процесу, $G_n(s)$ – передаточна функція моделі процесу без транспортного запізнення.



Еквівалентна схема предиктора Сміта

В представленій схемі еквівалентний регулятор $C_e(s)$ може бути обрахований як:

$$C_e(s) = \frac{C(s)}{1 + C(s)[G_n(s) - P_n(s)]} \quad (9)$$

Порядок $C_e(s)$ визначається порядком $G_n(s)$, що, зазвичай, визначає порядок первинного регулятора $C(s)$. Зазначимо, що $C_e(s)$ не раціональна функція, через те що $P_n(s)$ містить транспортне запізнення у явному виді. Розглянемо модель процесу, що буде описана наступною передаточною функцією:

$$P_n(s) = \frac{K_p e^{-Ls}}{1 + Ts} \quad \left(G_n(s) = \frac{K_p}{1 + Ts} \right) \quad (10)$$

Для неї первинний регулятор:

$$C(s) = \frac{K_1(1 + T_1s)}{T_1s} \quad (11)$$

Його достатньо для забезпечення замкнутої системи з процесом без транспортного запізнення. ПІ регулятор може бути настроєний для скорочення полюсів моделі процесу ($T_1 = T$). Тоді характеристичне рівняння:

$$1 + C(s)G_n(s) = 1 + \frac{K_1 K_p}{Ts} = 1 + \frac{1}{T_0 s}, \quad T_0 = \frac{T}{K_1 K_p} \quad (12)$$

і передаточна функція замкнутої системи:

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{C(s)G_n(s)}{1 + C(s)G_n(s)} e^{-Ls} = \frac{1}{1 + T_0 s} e^{-Ls} \quad (13)$$

T_0 можна використовувати, як параметр настройки для визначення вимог до замкнутої системи.

Передаточна функція еквівалентного регулятора наступна:

$$C_e(s) = \frac{\frac{K_1(1+Ts)}{Ts}}{1 + \frac{K_1 K_p}{Ts}(1 - e^{-Ls})} = \frac{K_1(1+Ts)}{Ts + K_1 K_p(1 - e^{-Ls})} \quad (14)$$

Цей регулятор має інтегральну дію (зазначимо, що $s = 0$ – корінь знаменника $Ts + K_1 K_p(1 - e^{-Ls})$) і може бути апроксимований ПІД регулятором, якщо

транспортне запізнення буде замінено поліноміальною апроксимацією. Для апроксимації транспортного запізнення в рівнянні (14) може бути використана апроксимація Паде

$P_{11}(s) = \frac{1-sL/2}{1+sL/2}$, таким чином:

$$C_e(s) = \frac{K_1(1+Ts)}{Ts + K_1K_p \left(1 - \frac{1-sL/2}{1+sL/2}\right)} = \frac{K_1(1+Ts)}{Ts + K_1K_p \frac{sL}{1+sL/2}} = \frac{K_1(1+Ts)(1+0,5sL)}{Ts(1+0,5sL + \frac{K_1K_pL}{T})} = \frac{K_1(1+Ts)(1+0,5sL)}{Ts(1 + \frac{0,5sL}{1 + \frac{K_1K_pL}{T}})(1 + \frac{K_1K_pL}{T})} \quad (15)$$

Для ПІД регулятора з послідовною формою і фільтром (7) можуть бути визначені параметри $T_I = T$, $T_D = 0,5L$ і

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{K_1K_pL}{T}} = \frac{1}{1 + \frac{T}{T_0}}, k_c = \frac{T}{(L+T_0)K_p}. \quad (16)$$

Зручно, що постійна часу замкненого процесу T_0 може бути обрана довільно. Однак, в дійсності якість регулювання залежить від того яким чином було проведено апроксимацію $C_e(s)$.

Розрахунок будемо проводити для наступних моделей:

$$P_{n1}(s) = \frac{0,06e^{-15s}}{1+30s}, P_{n2}(s) = \frac{0,06e^{-30s}}{1+30s}, P_{n3}(s) = \frac{0,06e^{-45s}}{1+30s}. \quad (17)$$

Відповідно, для P_{n1} , P_{n2} , P_{n3} співвідношення τ/T буде рівне 0,5, 1, 1,5.

ПІ-регулятор для предиктора буде мати таку форму:

$$C(s) = k_c \frac{(1+T_I s)}{T_I s} \quad (18)$$

T_i обираємо аналогічним T ($T_i = 30$), k_c розраховуємо, щоб досягти домінуючою часової константи в замкненому контурі при $T_d = 0.3$. Тобто:

$$1 + C(s)G(s) = \left[1 + \frac{k_c}{30s}\right]_{s=-\frac{1}{0.3}} = 0 \Rightarrow k_c = 100. \quad (19)$$

В результаті отримуємо перехідні процеси с показниками якості приведеними в таблиці.

Ці показники якості можна вважати еталонними. Для всіх замкнутих процесів стала часу $T_{0\text{сп}}$ складає 5,5 с.

Порівняння прямих показників якості

Передаточна функція об'єкта	P_{n1}		P_{n2}		P_{n3}	
Параметр	зав.-вих.	зб. – вих.	зав.-вих.	зб. – вих.	зав.-вих.	зб. – вих.
Статична похибка, %	0	0	0	0	0	0
$t_{пп}$, с	30	132	45	158	60	188
M , %	1	0,026	1	0,039	1	0,047
Перерегулювання, %	0	0	0	0	0	0
Затухання	1	1	1	1	1	1

Висновки.

- 1) Настройка ПИД-регулятора може бути виконана з ІМС підходом.
- 2) Отриманий ПИД-регулятор може бути розглянутий, як кореневий метод настройки для апроксимованої моделі процесу:

$$P_m(s) = \frac{K_p(1 - sL/2)}{(1 + Ts)(1 + sL/2)} \quad (16)$$

- 3) Отриманий ПИД-регулятор скорочує полюс моделі $s = -1/T$, таким чином така настройка має переваги і недоліки корневих методів настройки.

Список використаних джерел

1. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций: Учебн. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 368 с.
2. K.J. Astrom and T. Hagglund. PID Controllers: Theory, Design and Tuning. Instrument Society of America, 1995.
3. H. Takatsu, T. Itoh, and M. Araki. Future needs for the control theory in industries-report and topics of the control technology survey in the Japanese industry. Journal of Process Control, 8(5-6):369–374, 1998.
4. J. E.Normey-Rico and E.F. Camacho . Control of Dead-time Process. Springer Science, 2007.

References

1. Pletnev G.P. Automated control of thermal power plants. Energoizdat, 1981. [in Russian]
2. K.J. Astrom and T. Hagglund. PID Controllers: Theory, Design and Tuning. Instrument Society of America, 1995.
3. H. Takatsu, T. Itoh, and M. Araki. Future needs for the control theory in industries-report and topics of the control technology survey in the Japanese industry. Journal of Process Control, 8(5-6):369–374, 1998.
4. J. E.Normey-Rico and E.F. Camacho. Control of Dead-time Process. Springer Science, 2007.

ПРОГНОЗИРУЕМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭФЕКТИВНОСТЬЮ ГОРЕНИЯ ПАРОВОГО КОТЛА

КОВРИГО Ю.М., САКОВ Р.П.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Цель. Рассмотреть метод настройки ПИД-регулятора на основе Internal Model Control (ІМС) для системы автоматического управления экономичностью процесса горения ТЭС.

Методика. Использование модели в виде передаточных функций. Транспортное запаздывание аппроксимированное методом Падэ. Для расчета переходных процессов используется программное обеспечение MatLab.

Результаты. В статье рассматриваются системы автоматического управления экономичностью процесса горения на ТЭС. Проведен обзор существующих решений. Рассматривается расчет ПИД-регулятора на основе ИМС-подхода для системы управления экономичностью процесса горения ТЭС.

Научная новизна. Рассмотрено систему автоматического управления экономичностью процесса горения ТЭС с ПИД-регулятором на основе ИМС-подхода.

Практична значимість. Рассмотренный ПИД-регулятор позволяет настройку по одному параметру, который определяет показатель качества переходного процесса.

Ключевые слова: *ПИД-регулятор, ИМС-регулятор, экономичность ТЭС, прогнозируемое управление.*

PREDICTIVE CONTROL FOR POWER BOILER COMBUSTION EFFICIENCY SYSTEM

KOVRYGO Y.M., SAKOV R.P.

National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute»

Purpose. To consider the tuning method the PID controller based on Internal Model Control for the automatic control system of the combustion process efficiency of thermal power plants.

Methodology. The use of model in the form of transfer functions. Transport delay is approximated by Pade. MatLab software is using for the calculation of transients.

Findings. Automatic control system of the combustion process efficiency of thermal power stations is considered in the article. The review of existing solutions is made. We consider the calculation of the PID controller based on IMC approach for the automatic control system of the combustion process efficiency of thermal power stations.

Originality. Automatic control system of the combustion process efficiency of thermal power stations that use the PID controller based on IMC approach had been considered.

Practical value. Considered PID controller allows a setting by one parameter, which determines the quality score of transients.

Keywords: *PID controller, Internal Model Control, thermal power plant efficiency, predictive control.*

УДК 677.055

ПЛЕШКО С.А., КОВАЛЬОВ Ю. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВПЛИВ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КЛИНА В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ДИНАМІКУ ВЗАЄМОДІЇ З ГОЛКОЮ

Мета. Розробка методу оцінки впливу точності робочої поверхні клина в'язальної машини на динамічні навантаження, що виникають в парі голка-клин.

Методика. Використані сучасні методи аналітичних досліджень, що базуються на теоріях ймовірностей та математичної статистики.

Результати. Розроблено метод дослідження впливу точності виготовлення робочого профілю клина в'язальної машини на величину динамічних навантажень, що виникають в парі голка-клин. Реалізація запропонованого методу дозволяє підвищити точність виготовлення профілю клина в'язальної машини і, таким чином, знизити динамічні навантаження в парі голка-клин, що призводить до підвищення надійності та довговічності роботи механізму в'язання і в'язальної машин в цілому. Запропонований метод оцінки впливу точності виготовлення профілю робочої поверхні клина може бути використаний при виготовленні клинів різних типів в'язальних машин та автоматів. Він може бути використаний також для підвищення точності виготовлення робочих профілів будь яких кулачкових механізмів загального призначення.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ проектування в'язальних машин та автоматів, зокрема клинів в'язальних механізмів.

Практична значимість. Розробка інженерного методу оцінки впливу точності виготовлення профілю клина в'язальної машини на величину динамічних навантажень, що виникають в парі голка-клин.

Ключові слова: в'язальна машина, голка, клин, робоча поверхня клина, точність виготовлення профілю клина.

Вступ. Одним із основних недоліків в'язальних машин та автоматів є значні динамічні навантаження, що виникають в зоні ударної взаємодії голок з клинами [1-3]. Ударна взаємодія голок з клинами призводить до зниження надійності та довговічності роботи голок [1], що негативно впливає як на ефективність роботи в'язальних машин, так і на якість продукції, що виготовляється. При цьому значну роль у динамічній взаємодії голок з клинами відіграє точність виготовлення робочого профілю клина.

Тому проблема оцінки впливу робочої поверхні клина в'язальної машини на динаміку взаємодії з голкою є актуальною та своєчасною.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання впливу точності виготовлення робочої поверхні клина в'язальної машини на динаміку взаємодії з голкою, завданням досліджень є розробка наукових основ методу оцінки точності виготовлення профілю клина на динамічні навантаження в парі голка-клин в'язальної машини.

Результати дослідження. З метою забезпечення безударної взаємодії голки з клином в'язальної машини авторами була розроблена методика синтезу раціонального профілю клина [1]. Результатом цієї методики було рівняння (поліном шостого порядку), що визначає шуканий, оптимальний стосовно прискорення голки, профіль клина. Реалізація цього профілю не може бути забезпечена абсолютно ідеально. У зв'язку з цим

виникає питання: як будуть змінюватися динамічні навантаження в системі голка-клин, якщо фактично реалізований профіль буде відрізнятися від оптимального.

Розглянемо профілі клинів, представлені на рис. 1.

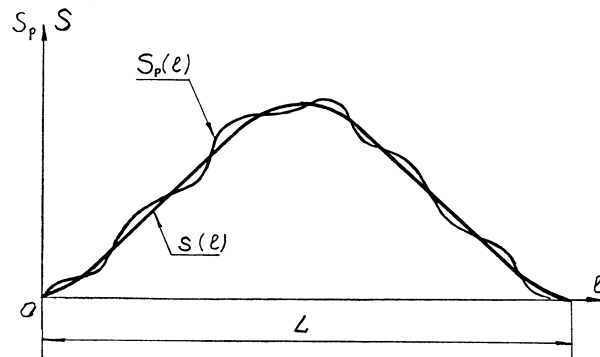


Рис. 1 Фактично реалізований $S_p(l)$ і розрахунковий $S(l)$ профілі клина

Тут $S_p(l)$ – реальний (виготовлений) профіль, $S(l)$ – ідеальний, розрахований за приведеною раніше методикою [1], профіль. Обидва профілі розглядаються в координатах: S – переміщення голки у вертикальному і l – горизонтальному напрямках. Далі $S_p(l)$ будемо називати реальним профілем клина, а $S(l)$ – ідеальним профілем. Різницю $\delta(l) = S_p(l) - S(l)$ природно називати погрішністю виготовлення клину. Її графік показаний на рис. 2.

Припустимо, що виготовлено "K" клинів. Профіль (реальний) кожного з них позначимо через $S_{pi}(l)$, де $i = 1, 2, \dots, k$. Очевидно, що кожному з цих профілів відповідає один і той же ідеальний профіль. Тому погрішність виготовлення профілю клина з номером i прийме вид:

$$\delta_i(l) = S_{pi}(l) - S(l). \quad (1)$$

Графік $\delta_i(l)$ для конкретного значення $i = j \leq k$ будемо називати реалізацією погрішності k -ої операції виготовлення клина.

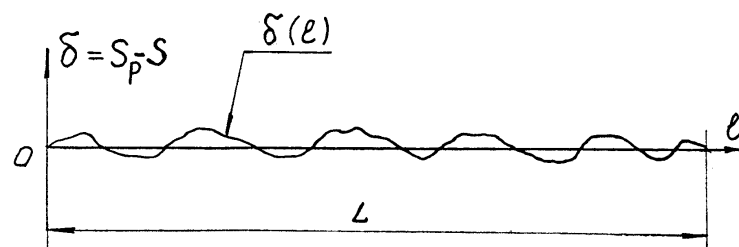


Рис. 2 Графік погрішності виготовлення клина $\delta(l) = S_p(l) - S(l)$

Перше допущення щодо природи розглянутої тут погрішності полягає в тому, що для будь-якого фіксованого значення $l = l_p \in [0, L]$ величини $\delta_i(l_p)$, де $i = \overline{1, k}$ передбачаються випадковими. Це припущення виправдується тим, що погрішність $\delta_i(l_p)$ залежить від безлічі факторів, що не повторюються від однієї операції виготовлення до іншої. Тому відмінність $\delta_{j+1}(l_p)$ від $\delta_j(l_p)$ завжди буде. У силу даного припущення

погрішність $\delta_i(l)$, як функція від параметра l , і номер операції буде відповідати поняттю випадкової функції [1]. При фіксованому значенні $i = i_1$ ця функція, як функція тільки від l , називається реалізацією даної випадкової функції, а при фіксованому значенні $l = l_p$ значення $\delta_i(l_p)$ цієї функції, як функції від номера реалізації i , являють собою випадкові величини.

Друге припущення буде полягати в тому, що при кожному фіксованому значенні $l = l_p \in [0, L]$ приймається, що величини $\delta_1(l_p), \delta_2(l_p), \dots, \delta_k(l_p)$ розподілені по нормальному закону [4]. Дане припущення звичайно виконується в тому випадку, коли кожна з величин є наслідком декількох діючих одночасно невизначених факторів (практично їхнє число повинне бути не менш трьох-чотирьох). Але це і справді має місце, оскільки на значення погрішності виготовлення $\delta_i(l_p)$ впливають такі фактори як зазори і люфти в кінематичних ланках, температура і швидкість обробки деталі, неоднорідність оброблюваного матеріалу і т.п.

Нарешті, третє припущення полягає в тому, що на інтервалі $[0, L]$ (рис. 2) середнє відхилення профілю $S_p(l)$ від $S(l)$ дорівнює нулеві або точніше середня погрішність

$$\delta = \frac{1}{L} \int_0^L \delta_i(l) \delta l \quad (2)$$

дорівнює нулеві на ділянці $[0, L]$ для будь-якої операції $i (i = 1, 2, \dots, k)$. Іншими словами відсутня систематична помилка виготовлення профілю.

Повертаючись до поставленої задачі, будемо припускати, що виготовлено K клинів. Вибираємо деякий крок дискретності, вимірів профілю Δ , рівний, наприклад, $\frac{L}{10}$, де L розмір клина по осі абсцис (рис. 1). У точках $q\Delta$, де $q = 0, 1, \dots, 10$ за допомогою профілометра вимірюємо значення $S_p(q\Delta)$ ординат фактично виготовленого профілю клина і знаходимо погрішність:

$$\delta(q\Delta) = S_p(q\Delta) - S(q\Delta), \quad (3)$$

де, як і раніше, $q = 0, 1, \dots, 10$.

Зазначену операцію виконуємо з кожним із " K " клинів. Отримані для кожного окремого клина реалізації (3) погрішності виготовлення клинів розташовуємо послідовно одна за одною (по осі абсцис) у будь-якому порядку. У результаті одержуємо реалізацію $\delta(r\Delta)$ для $r = 0, 1, \dots, 10K$. Припускаючи, що ця реалізація відповідає реалізації стаціонарної випадкової функції, визначаємо характеристики m_δ і $K_\delta(r\Delta)$ цієї функції по формулах (4) і (5), де $N = 10K$.

$$m_x = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{\omega^*} [(j-1)\Delta]; \quad (4)$$

$$\tilde{K}_x(n\Delta) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x^{(0)}_{\omega^*[(j-1)\Delta + n\Delta]} x^{(0)}_{\omega^*[(j-1)\Delta]}. \quad (5)$$

При цьому математичне чекання (4) при відсутності систематичної погрішності виготовлення клинів повинне дорівнювати нулеві.

Типовий вид одержаної кореляційної функції (5) показаний на рис. 3. Тут кружками позначені точки, у яких по співвідношенню (5) обчислюється значення функції $\tilde{K}_\delta(r\Delta)$. Суцільною лінією проведена інтерпольована крива. Помітимо, що в силу симетрії функції $\tilde{K}_\delta(r\Delta)$ для позитивних і негативних значень аргументу, на рис. 3 представлена тільки одна половина графіка цієї функції. Далі для суцільної кривої на рис. 3 варто підібрати підходяще аналітичне вираження і визначити його параметри. Для цього потрібно скористатися табл. 1. Так, у розглянутому випадку можна прийняти:

$$\frac{1}{\tilde{K}_\delta(0)} \tilde{K}_\delta(\tau) = e^{-h(\tau)} \cos \beta \tau. \quad (6)$$

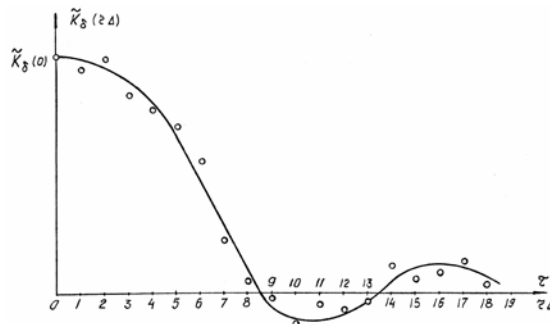


Рис. 3 Кореляційна функція погрішності виготовлення профілю клина

Таблиця 1

Щільності розподілу параметра Ω для різних випадків кореляційної функції $R_x(\tau)$

Кореляційна функція $R_x(\tau)$	Щільність імовірності $P(\Omega)$
$e^{-(h)\tau}, \quad h > 0$	$\frac{h}{\pi(\Omega^2 + h^2)}$
$e^{-(h)\tau} \cos \beta \tau, \quad h > 0, \quad \beta > 0$	$\frac{h}{2\pi} \left[\frac{1}{h^2 + (\beta + \omega)^2} + \frac{1}{h^2 + (\beta - \omega)^2} \right]$
$e^{-(h)\tau} \cdot \left[\cos \beta \tau + \frac{h}{\beta} \sin \beta \tau \right]$ $h > 0, \quad \beta^2 = k^2 - h^2, \quad k > h$	$\frac{2hk^2}{\pi} \cdot \frac{1}{(k^2 - \omega^2)^2 + (2h\omega)^2}$

Параметр β неважко визначити з умови рівності нулеві кореляційної функції (рис. 3) у точці $\tau = 8,5\Delta$. Після чого, задаючись декількома значеннями параметра h варто побудувати декілька кривих і вибрати з них найближчу до заданої. Далі по табл. 1 потрібно знайти щільність $P(\Omega)$, що відповідає обраному аналітичному виразу для кореляційної функції. У даному прикладі це буде щільність, записана в другому рядку табл. 1. Після чого по формулі (7) варто визначити величину дисперсії D_x'' прискорення голки, обумовлену неточністю виготовлення профілю:

$$D_x'' = \sigma_x^2 \int_{-\infty}^{\infty} \Omega^4 P(\Omega) d\Omega. \quad (7)$$

Як дисперсію σ_x^2 тут варто взяти значення $\tilde{K}_\delta(0)$. Таким чином, шукана дисперсія буде дорівнювати:

$$D_\delta = \tilde{K}_\delta(0) \int_{-\infty}^{\infty} \Omega^4 P(\Omega) d\Omega. \quad (8)$$

Використовуючи правило трьох сигм [5] і допущення про нормальний закон розподілу погрішності, можна стверджувати, що з імовірністю близької до одиниці прискорення, зумовлені неточністю виготовлення, не перевершить величини $3\sqrt{D_\delta}$.

Нехай $\bar{a}$ - максимальне прискорення, що набуває голка, переміщаючись по ідеально виготовленому профілю клина. Тоді з урахуванням погрішності виготовлення, фактичне прискорення голки не перевершить величини:

$$a \leq \bar{a} + 3\sqrt{\tilde{K}_\delta(0)} \cdot z, \quad (9)$$

де позначено

$$z^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \Omega^4 P(\Omega) d\Omega.$$

Оцінка (9) безпосередньо впливає з попередніх міркувань, заснованих на правилі трьох сигм і гіпотезі нормальності. З умови (9) можна установити необхідні вимоги на точність виготовлення профілю клина, аналізуючи кореляційні функції погрішностей виготовлення запропонованим тут способом. Визначення параметра a по (9) і співставлення його з $\bar{a}$ дозволить зробити висновок про вплив точності виготовлення профілю клина на величину динамічних навантажень у парі голка-клин, а також на величину напружень, що виникають у голці при роботі машини.

Висновки.

- розроблено метод дослідження впливу точності виготовлення профілю клина на величину динамічних навантажень у системі голка-клин;
- реалізація запропонованого методу дозволяє підвищити точність виготовлення профілю клина в'язальної машини і, таким чином, знизити динамічні навантаження в парі голка-клин, що призводить до підвищення надійності та довговічності роботи механізму в'язання і в'язальної машин в цілому.

Список використаних джерел

1. Піпа Б.Ф., Плешко С.А. Удосконалення робочих органів механізмів в'язання круглов'язальних машин. – К.: КНУТД, 2012. – 470 с.
2. Хомяк О.Н., Піпа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. - М.: Легпромбытиздат, 1990. - 209 с.
3. Волощенко В.П., Піпа Б.Ф., Шипуков С.Т. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства. - К.: Техніка, 1977. - 136 с.
4. Пугачев В.С. Введение в теорию вероятностей, - М.: Наука, 1968. - 368 с.
5. Смирнов Н.В., Дунин - Барковский Н.В., Курс теории вероятностей и математической статистики. - М.: Наука, 1965. - 512с.

ВЛИЯНИЕ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КЛИНА ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ДИНАМИКУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИГЛОЙ

ПЛЕШКО С.А., КОВАЛЕВ Ю.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка метода оценки влияния точности рабочей поверхности клина вязальной машины на динамические нагрузки, возникающие в паре игла-клин.

Методика. Используются современные методы аналитических исследований, основанные на теориях вероятностей и математической статистики.

Результаты. Разработан метод исследования влияния точности изготовления рабочего профиля клина вязальной машины на величину динамических нагрузок, возникающих в паре игла-клин. Реализация предложенного метода позволяет повысить точность изготовления профиля клина вязальной машины и, таким образом, снизить динамические нагрузки в паре игла-клин, способствующее повышению надежности и долговечности работы механизма вязания и вязальной машин в целом. Предложенный метод оценки влияния точности изготовления профиля рабочей поверхности клина может быть использован при изготовлении клиньев различных типов вязальных машин и автоматов. Он может быть использован также для повышения точности изготовления рабочих профилей любых кулачковых механизмов общего назначения.

Научная новизна. Развитие научных основ проектирования вязальных машин и автоматов, в частности клиньев вязальных механизмов.

Практическая значимость. Разработка инженерного метода оценки влияния точности изготовления профиля клина вязальной машины на величину динамических нагрузок, возникающих в паре игла-клин.

Ключевые слова: вязальная машина, игла, клин, рабочая поверхность клина, точность изготовления профиля клина.

INFLUENCE OF THE OPERATING SURFACE OF THE WEDGE KNITTING MACHINES ON THE DYNAMICS OF THE INTERACTION WITH THE NEEDLE

PLESHKO S.A., KOVALEV Y.A.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Development of the method of assessing the impact of the accuracy of the working surface of the wedge on the knitting machine dynamic stresses resulting in a pair of needle-wedge.

Methodology. To use modern methods of analytical studies based on the theory of probability and mathematical statistics.

The Results. A method for the manufacture of precision studies of the effect of the working profile of the wedge knitting machine by the amount of dynamic loads encountered a pair of needle-in wedge. Implementation of the proposed method improves the accuracy of manufacture of the wedge profile of the knitting machine and thus reduce the dynamic forces in a pair of needle-wedge contributes to the reliability and durability of the mechanism of knitting and knitting machines in general. The proposed method of assessing the impact of manufacturing precision profile of the working surface of the wedge can be used in the manufacture of various types of wedges knitting machines and machines. It can also be used to improve the accuracy of manufacture of any working profiles of the cam mechanisms for general use.

Scientific novelty. Development of scientific bases of designing knitting machines and machines, in particular knitting wedges mechanisms.

The practical significance. Development of the method of assessment of the impact of engineering precision manufacturing knitting machine Profile wedge on the value of the dynamic loads encountered a pair of needle-in wedge.

Key words: knitting machine, needle, the wedge, the working surface of the wedge, the wedge profile of precision manufacturing.

УДК 004.92:517

ФЕДОТОВА Л.Л., РЕЗАНОВА В.Г.

Київський національний університет технологій та дизайну

ФОРМУЛИ ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ У ВИПАДКУ СИСТЕМ, ЗАДАНИХ РЕПЕРАМИ

Мета. Подати логічно обґрунтований процес виведення формул в матричній та координатній формах для переходу від однієї до іншої координатної системи, кожна з яких задана своїм репером на площині.

Методика. Для здійснення переходу від однієї до іншої координатної системи, кожна з яких задана своїм репером на площині, використовується апарат матричного числення.

Результати. Розглянуто методику та отримано формули в матричній та координатній формах для переходу від однієї до іншої координатної системи, кожна з яких задана своїм репером на площині.

Практична значимість. Отримані результати можна впроваджувати в навчальний процес у вищому навчальному закладі. І основним, по суті, тут є методика осмислення надбаних знань для подальшого їх застосування, а це водночас означає одержання нових знань. Крім того, одержані формули мають компактний і зручний для подальшого застосування вигляд, представлений у матричній і координатній формах, і можуть застосовуватись, зокрема, в проектах комп'ютерної графіки.

Ключові слова: репер, вектор, система координат, матриця, обернена матриця, детермінант.

Вступ. Навчальний процес у вищому навчальному закладі складається з багатьох складових, але одним з головних є вміння осмислити надбані знання для подальшого їх застосування, а це водночас означає одержання нових знань. В статті демонструється процес використання знань з вищої математики для виведення нових формул, які за своєю суттю, можливо, існують, але в дещо іншому вигляді, такому, який не зручний або не зовсім зрозумілий у даному застосуванні (як правило, розглядається тільки перехід у декартових системах координат). Отримані результати можуть бути корисними, зокрема, у проектах комп'ютерної графіки при здійсненні перетворень на площині.

Постановка завдання На площині задані два репери, які визначають дві системи координат. Вивести формули переходу від однієї системи координат до іншої, як в матричній, так і в координатній формі. Тобто – описати процес виведення формул переходу з однієї координатної системи в іншу. Задача виведення формул перетворення координат вимагає вміння послідовного і чіткого логічного мислення, що має метою розв'язання поставленої задачі у компактному і зрозумілому аналітичному вигляді.

Мета - подати логічно обґрунтований процес виведення формул в матричній та координатній формах для переходу від однієї до іншої координатної системи, кожна з яких задана своїм репером на площині.

Результати дослідження Нехай на площині репером $\{A_0, A_1, A_2\}$ задана система координат (назвемо її початковою), і в ній задана точка X з координатами (x_1, x_2) . Введемо на цій же площині іншу систему координат визначену репером $\{B_0, B_1, B_2\}$. Позначимо координати точки X у цій системі координат через (x'_1, x'_2) . Задача формулюється наступним чином: знайти формули розрахунку координат точки X в новій системі

координат через координати цієї точки (x_1, x_2) в початковій системі координат. Зазначимо, що контур будь-якої фігури може бути представлений як сукупність точок, отже, достатньо розглянути одну точку.

Для знаходження співвідношення між координатами в різних системах координат введемо допоміжну систему координат, яка задається початком координат O і двома векторами $\overline{z_1}$ і $\overline{z_2}$. Запишемо в ній значення координат точок репера початкової і нової систем координат: $A_0(a_{01}, a_{02})$, $A_1(a_{11}, a_{12})$, $A_2(a_{21}, a_{22})$, $B_0(b_{01}, b_{02})$, $B_1(b_{11}, b_{12})$, $B_2(b_{21}, b_{22})$.

Виразимо координати точки X у допоміжній системі координат через її координати у початковій і новій координатних системах. Для цього вектор $\overline{OX}$ (див. рис.1) зобразимо через вектори зв'язані з кожною системою координат: $\overline{OX} = \overline{OA_0} + \overline{A_0X} = \overline{OB_0} + \overline{B_0X}$.

Знайдемо координати складових векторів.

$$\begin{cases} \overline{OA_0} = a_{01} \cdot \overline{z_1} + a_{02} \cdot \overline{z_2} \\ \overline{OB_0} = b_{01} \cdot \overline{z_1} + b_{02} \cdot \overline{z_2} \end{cases}, \quad \begin{cases} \overline{A_0X} = x_1 \cdot \overline{A_0A_1} + x_2 \cdot \overline{A_0A_2} \\ \overline{B_0X} = x_1' \cdot \overline{B_0B_1} + x_2' \cdot \overline{B_0B_2} \end{cases},$$

$$\begin{cases} \overline{A_0A_1} = (a_{11} - a_{01}) \cdot \overline{z_1} + (a_{12} - a_{02}) \overline{z_2} \\ \overline{A_0A_2} = (a_{21} - a_{01}) \cdot \overline{z_1} + (a_{22} - a_{02}) \overline{z_2} \end{cases}, \quad \begin{cases} \overline{A_0A_1} = (b_{11} - b_{01}) \cdot \overline{z_1} + (b_{12} - b_{02}) \overline{z_2} \\ \overline{A_0A_2} = (b_{21} - b_{01}) \cdot \overline{z_1} + (b_{22} - b_{02}) \overline{z_2} \end{cases}.$$

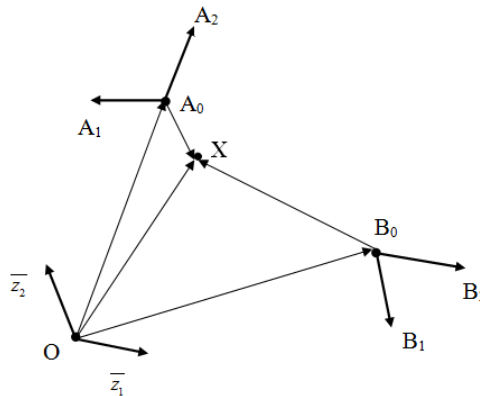


Рис. 1

Підставимо вирази у наступне рівняння:

$$\overline{OA_0} + \overline{A_0X} = \overline{OB_0} + \overline{B_0X} \quad (1)$$

і одержимо рівняння

$$\begin{aligned} a_{01} \overline{z_1} + a_{02} \overline{z_2} + x_1 [(a_{11} - a_{01}) \overline{z_1} + (a_{12} - a_{02}) \overline{z_2}] + x_2 [(a_{21} - a_{01}) \overline{z_1} + (a_{22} - a_{02}) \overline{z_2}] = \\ = b_{01} \overline{z_1} + b_{02} \overline{z_2} + x_1' [(b_{11} - b_{01}) \overline{z_1} + (b_{12} - b_{02}) \overline{z_2}] + x_2' [(b_{21} - b_{01}) \overline{z_1} + (b_{22} - b_{02}) \overline{z_2}] \end{aligned}$$

Виключимо з розглядання вектори $\overline{z_1}$ і $\overline{z_2}$, що визначають проміжну систему координат. Для цього прирівняємо координати – вирази перед $\overline{z_1}$ і $\overline{z_2}$ з лівої та правої сторін рівності (1):

$$\begin{cases} a_{01} + x_1(a_{11} - a_{01}) + x_2(a_{21} - a_{01}) = b_{01} + x_1'(b_{11} - b_{01}) + x_2'(b_{21} - b_{01}); \\ a_{02} + x_1(a_{12} - a_{02}) + x_2(a_{22} - a_{02}) = b_{02} + x_1'(b_{12} - b_{02}) + x_2'(b_{22} - b_{02}) \end{cases}$$

Перепишемо отриману систему в матричній формі:

$$\begin{pmatrix} a_{01} \\ a_{02} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} - a_{01} & a_{21} - a_{01} \\ a_{12} - a_{02} & a_{22} - a_{02} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{01} \\ b_{02} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11} - b_{01} & b_{21} - b_{01} \\ b_{12} - b_{02} & b_{22} - b_{02} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \end{pmatrix}.$$

Запишемо вираз інакше:

$$\begin{pmatrix} b_{11} - b_{01} & b_{21} - b_{01} \\ b_{12} - b_{02} & b_{22} - b_{02} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} - a_{01} & a_{21} - a_{01} \\ a_{12} - a_{02} & a_{22} - a_{02} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{01} - b_{01} \\ a_{02} - b_{02} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Введемо наступні позначення:

$$M_b = \begin{pmatrix} b_{11} - b_{01} & b_{21} - b_{01} \\ b_{12} - b_{02} & b_{22} - b_{02} \end{pmatrix}, \quad M_a = \begin{pmatrix} a_{11} - a_{01} & a_{21} - a_{01} \\ a_{12} - a_{02} & a_{22} - a_{02} \end{pmatrix},$$

$$\overline{X'} = \begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \end{pmatrix}, \quad \overline{X} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}, \quad AB = \begin{pmatrix} a_{01} - b_{01} \\ a_{02} - b_{02} \end{pmatrix},$$

і запишемо матричне рівняння (2) з їх використанням:

$$M_b \cdot \overline{X'} = M_a \cdot \overline{X} + AB$$

Розв'яжемо отримане матричне рівняння відносно $\overline{X'}$:

$$\overline{X'} = M_b^{-1} (M_a \cdot \overline{X} + AB),$$

(3)

де M_b^{-1} – обернена матриця, яка знаходиться за формулою

$$M_b^{-1} = \frac{1}{\Delta_b} \begin{pmatrix} b_{22} - b_{02} & -(b_{21} - b_{01}) \\ -(b_{12} - b_{02}) & b_{11} - b_{01} \end{pmatrix},$$

Δ_b – визначник матриці M_b : $\Delta_b = \begin{vmatrix} b_{11} - b_{01} & b_{21} - b_{01} \\ b_{12} - b_{02} & b_{22} - b_{02} \end{vmatrix} \neq 0$.

Для того, щоб знайти x_1' і x_2' , запишемо рівняння (3) через координати векторів базисів $\{A_0, A_1, A_2\}$ і $\{B_0, B_1, B_2\}$ в проміжній системі координат в матричній формі:

$$\begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta_b} \begin{pmatrix} b_{22} - b_{02} & -(b_{21} - b_{01}) \\ -(b_{12} - b_{02}) & b_{11} - b_{01} \end{pmatrix} \cdot \left\{ \begin{pmatrix} a_{11} - a_{01} & a_{21} - a_{01} \\ a_{12} - a_{02} & a_{22} - a_{02} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{01} - b_{01} \\ a_{02} - b_{02} \end{pmatrix} \right\};$$

виконаємо множення і додавання матриць у фігурних дужках:

$$\begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta_b} \begin{pmatrix} b_{22} - b_{02} & -(b_{21} - b_{01}) \\ -(b_{12} - b_{02}) & b_{11} - b_{01} \end{pmatrix} \cdot \left\{ \begin{pmatrix} a_{11} - a_{01} & a_{21} - a_{01} \\ a_{12} - a_{02} & a_{22} - a_{02} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{01} - b_{01} \\ a_{02} - b_{02} \end{pmatrix} \right\}.$$

Введемо позначення

$$\begin{aligned}w_1 &= (a_{11} - a_{01}) \cdot x_1 + (a_{21} - a_{01})x_2 + a_{01} - b_{01}, \\w_2 &= (a_{12} - a_{02})x_1 + (a_{22} - a_{02}) \cdot x_2 + a_{02} - b_{02}\end{aligned}$$

Тоді вираз у фігурних дужках запишеться так:

$$\begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta_b} \begin{pmatrix} b_{22} - b_{02} & -(b_{21} - b_{01}) \\ -(b_{12} - b_{02}) & b_{11} - b_{01} \end{pmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{Bmatrix}.$$

Отже, кожна координата точки X в новій системі координат, що визначається репером $\{B_0, B_1, B_2\}$, розраховується через початкові координати x_1 та x_2 і координати базисів $A_0(a_{01}, a_{02})$, $A_1(a_{11}, a_{12})$, $A_2(a_{21}, a_{22})$, $B_0(b_{01}, b_{02})$, $B_1(b_{11}, b_{12})$, $B_2(b_{21}, b_{22})$ в проміжній системі координат за наступними формулами:

$$\begin{cases} x_1' = \frac{1}{\Delta_b} [(b_{22} - b_{02}) \cdot w_1 - (b_{21} - b_{01}) \cdot w_2], \\ x_2' = \frac{1}{\Delta_b} [-(b_{12} - b_{02}) \cdot w_1 + (b_{11} - b_{01}) \cdot w_2] \end{cases}$$

Висновки В статті розглянута методика виведення формул переходу з будь-якої системи координат на площині в будь-яку іншу на цій же площині з використанням векторної алгебри і матричного числення. Одержані формули мають компактний і зручний для подальшого застосування вигляд, представлений у матричній і координатній формах, і можуть застосовуватись, зокрема, в проектах комп'ютерної графіки при здійсненні лінійних перетворень на площині.

Список використаних джерел

1. Аналитическая геометрия. Канатников А.Н., Крищенко А.П. 2-е изд. – М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. –388с.
2. Ефимов Н.В. Высшая геометрия. – М.: Физматлит, 2011. – 585с.
3. Просветов Г.И. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. – М.: Альфа-Пресс, 2009. – 208с.
4. Культин Н. Delphi в примерах и задачах (3-е издание). С-Пб.: БХВ-Петербург, 2012. – 288с.
5. Осипов Д. Графика в проектах Delphi. С-Пб.: Символ-Плюс, 2008. – 642с.

References

1. Analiticheskaya geometria [Analytic geometry]. Kanatnikov A.N., Krishchenko A.P. 2-e izd. – М.:Izd-vo MGTU im. N.E.Baumana, 2000. –388с.
2. Efimov N.V. Vysshaya geometria [Higher geometry]. – М.: Fizmatlit, 2011. – 585с.
3. Prosvetov G.I. Lineynaya algebra i analiticheskaya geometria [Linear algebra and analytic geometry]. – М.: Alfa-Press, 2009. – 208с.
4. Kultin N. Delphi v primerah i zadachah (3-e izdanie) [Delphi in the examples and problems (3rd edition)]. S-Pb.: BHV-Peterburg, 2012. – 288с.
5. Osipov D. Grafika v proektah Delphi [Graphics in Delphi project]. S-Pb.: Simvol-Plus, 2008. – 642с.

ФОРМУЛЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ В СЛУЧАЕ СИСТЕМ, ЗАДАНЫХ РЕПЕРАМИ

ФЕДОТОВА Л.Л., РЕЗАНОВА В.Г.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель - представить логически обоснованный процесс вывода формул в матричной и координатной формах для перехода от одной к другой координатной системе, каждая из которых задана своим репером на плоскости.

Методика. Для осуществления перехода от одной к другой координатной системе, каждая из которых задана своим репером на плоскости, используется аппарат матричного исчисления.

Результаты. Рассмотрены методика и получены формулы в матричной и координатной формах для перехода от одной к другой координатной системе, каждая из которых задана своим репером на плоскости.

Практическая значимость. Полученные результаты можно внедрять в учебный процесс в высшем учебном заведении. И основным, по сути, здесь является методика осмысления приобретенных знаний для дальнейшего их применения, а это одновременно означает получение новых знаний. Кроме того, полученные формулы имеют компактный и удобный для дальнейшего применения вид, представленный в матричной и координатной формах, и могут применяться, в частности, в проектах компьютерной графики.

Ключевые слова: *репер, вектор, система координат, матрица, обратная матрица, детерминант.*

THE COORDINATES TRANSFORMATION FOR SYSTEMS DEFINED BY REPER

FEDOTOVA L., REZANOVA V.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose - to present logically justified process of derivation of the formulae for transition from one to another coordinate system, defined by reper on the plane, in matrix and co-ordinate forms

Methods. To make the transition from one to another coordinate system, each of which is given by reper on the plane, using the apparatus of matrix calculus.

Results. The techniques and formulae are obtained in the matrix and coordinate forms to transit from one to another coordinate system, each of which is defined by reper on the plane.

Practical significance. The results can be incorporated into the educational process in higher education. And the main, in fact, there is a method of interpretation of the acquired knowledge to further their use, and it also means acquiring new knowledge. In addition, the formulae obtained are compact and easy to further use the form shown in the matrix and the coordinate form, and can be used in particular in the projects of computer graphics.

Keywords: *reper, vector, coordinate system, the inverse of a matrix, determinants.*

УДК 677.055

ЧАБАН О.В., ПІПА Б.Ф.

Київський національний університет технологій та дизайну

ПРИВІД РУКАВИЧНОГО АВТОМАТА З МОЖЛИВІСТЮ ВІДКЛЮЧЕННЯ В'ЯЗальної КАРЕТКИ ВІД ТЯГОВОГО ЛАНЦЮГА

Мета. Розробка привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга при переході прямолінійної траєкторії її руху на криволінійну, що сприяє зниженню динамічних навантажень привода, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток.

Методика. Використані сучасні методи теорій пружності та динаміки механічних систем з метою розробки привода, здатного знизити динамічні навантаження рукавичного автомата, зумовлені зворотно-поступальним рухом в'язальної та проміжної кареток.

Результати. На основі аналізу динаміки нестационарних процесів в механічних системах запропоновано нову конструкцію привода рукавичного автомата, що забезпечує відключення з'єднання в'язальної каретки з проміжною кареткою в момент переходу її з прямолінійних ділянок траєкторії руху на криволінійні. Обладнання привода рукавичного автомата пристроєм, здатним відключити в'язальну каретку від тягового ланцюга шляхом роз'єднання кінематичного її зв'язку з проміжною кареткою, забезпечує суттєве зниження динамічних навантажень рукавичного автомата, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток. Розроблено метод вибору раціональних параметрів такого привода та оцінки ефективності його роботи. Аналіз досліджень показує, що одержані результати можуть бути використані при удосконаленні діючих та розробці нових типів приводів як рукавичних автоматів, так і машин загального призначення.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування приводів рукавичних автоматів.

Практична значимість. Розробка нової конструкції привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга при переході її з прямолінійних на криволінійні траєкторії руху.

Ключові слова: привід рукавичного автомата, динамічні навантаження привода, в'язальна каретка, проміжна каретка, тяговий ланцюг.

Вступ. Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи рукавичних автоматів є зниження динамічних навантажень, що виникають під час їх роботи. Дослідження [1, 2] показують, що динамічні навантаження суттєво впливають як на довговічність роботи в'язальних машин та автоматів, так і на якість продукції, що випускається. Тому проблема зниження динамічних навантажень в рукавичних автоматах є актуальною та своєчасною. Виходячи з цього, при проектуванні вказаного обладнання в першу чергу слід приділяти увагу зниженню динамічних навантажень в приводі. Вирішення цієї проблеми без удосконалення конструкції приводів рукавичних автоматів неможливе.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи рукавичних автоматів, завданням досліджень є розробка нової конструкції привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга шляхом роз'єднання кінематичного її зв'язку з проміжною

кареткою, що забезпечує зниження динамічних навантажень рукавичного автомата, зумовлених зворотно-поступальним рухом кареток, та інженерного методу вибору раціональних параметрів такого приводу.

Результати дослідження. Недоліком приводів існуючих конструкцій рукавичних автоматів є зворотно-поступальний рух проміжної та в'язальної кареток [1, 3-5], що призводить до появи значних динамічних навантажень, обумовлених інерційністю кареток. В якості одного з рішень, направлених на зниження динамічних навантажень в рукавичному автоматі, зумовлених інерційністю в'язальної та проміжної кареток [1], автори пропонують привід рукавичного автомата з відключенням з'єднання в'язальної каретки з проміжною кареткою в момент переходу останньої з прямолінійних ділянок траєкторії руху на криволінійні (ділянки огинання ланцюгом зірочок).

Привід рукавичного автомата (рис. 1) містить електродвигун 1, клинопасову передачу 2, що з'єднує електродвигун з редуктором 3, клинопасову передачу 4, що з'єднує редуктор 3 з приводним валом 5, на якому жорстко закріплена ведуча зірочка 6 ланцюгової передачі, що містить ведену зірочку 7 та ланцюг 8. До ланцюга 8 жорстко кріпиться повзун 9, з'єднаний з проміжною кареткою 10, яка встановлена на направляючій 11. В проміжній каретці 10 встановлений з можливістю осьового переміщення палець 12 з електромагнітом 13. Палець з'єднує проміжну каретку 10 з в'язальною кареткою 14, яка встановлена на направляючих 15. В зоні огинання ланцюга 8 зірочок 6 та 7 – перехід проміжної каретки 10 з прямолінійних ділянок траєкторії руху на криволінійні розташовані пружини стиску 16 та 17, що взаємодіють з в'язальною кареткою 14 в момент відключення її від проміжної каретки 10.

Принцип роботи привода рукавичного автомата полягає в наступному. При ввімкненні електродвигуна 1 його обертання за допомогою клинопасової передачі 2 передається редуктору 3, на вихідному валу якого встановлений ведучий шків клинопасової передачі 4. Таким чином обертання вихідного вала редуктора 3 за допомогою клинопасової передачі 4 передається приводному валу 5. Закріплена на приводному валу 5 ведуча зірочка 6 ланцюгової передачі приводить в рух ланцюг 8, що огинає ведену зірочку 7. Жорстко закріплений на ланцюгу 8 повзун 9 приводить в рух проміжну каретку 10, встановлену на направляючій 11.

Рух проміжної каретки 10 за допомогою пальця 12, встановленого з можливістю осьового переміщення, передається в'язальній каретці 14, яка переміщується по направляючих 15. Ввімкнення з'єднання проміжної та в'язальної кареток здійснюється за рахунок електромагніту 13, який управляє осьовим переміщенням пальця 12. При переході проміжної каретки 10 з прямолінійних ділянок траєкторії на криволінійні (перехід ланцюга на зірочки 6 та 7) вмикається електромагніт 13 під дією зусилля якого забезпечується осьове переміщення пальця 12, який вимикає з'єднання проміжної каретки з в'язальною. Одночасно з цим в'язальна каретка 14 взаємодіє з пружиною стиску 16 або 17. В результаті зменшення маси частин рукавичного автомата, що рухаються поступально та жорстко з'єднані з ланцюгом, що зумовлено вимкненням в'язальної каретки, динамічні навантаження, що діють на ланцюг та інші вузли і деталі приводу, значно зменшуються, що сприяє підвищенню надійності та довговічності роботи рукавичного автомата та якості продукції, що випускається.

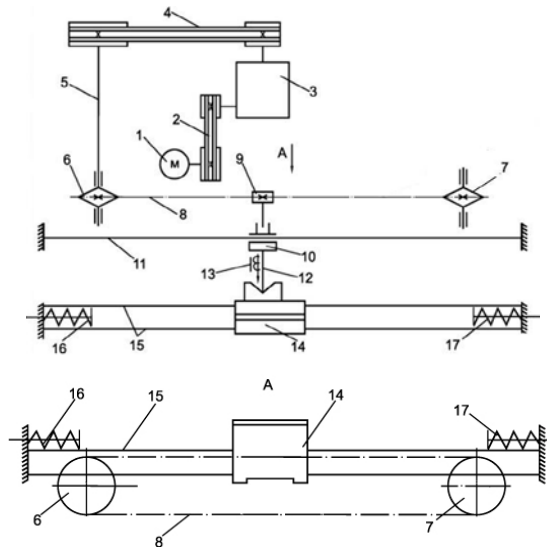


Рис. 1 Кінематична схема привода рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки

Інерційні навантаження в'язальної каретки стискають пружину 16 або 17, сила пружності яких призводить до зупинки каретки та подальшого її руху в зворотному напрямі. В момент, коли проміжна каретки 10 повертається з криволінійної ділянки траєкторії руху на прямолінійну, а в'язальна каретка 14, змінивши напрям свого руху, досягає максимальної швидкості руху, за допомогою електромагніту 13 відбувається з'єднання проміжної та в'язальної кареток та подальший сумісний їх рух на прямолінійній ділянці ланцюга 8 ланцюгової передачі. З метою забезпечення можливості з'єднання проміжної каретки з в'язальною необхідно виконати наступні умови (рис. 2):

$$X_3 = X_4, \quad (1)$$

де
$$X_3 = X_1 - X_2 \quad (2)$$

X_1 – зміщення в'язальної каретки праворуч під дією сил інерції з моменту відключення її від проміжної каретки до моменту зміни напрямку її руху;

X_2 – зміщення в'язальної каретки ліворуч під дією сили пружини до моменту досягнення максимального значення швидкості руху $V_{1\max}$;

X_4 – зміщення пальця проміжної каретки за час руху проміжної каретки на криволінійній ділянці ланцюга (без в'язальної каретки), $X_4 = R \sin \alpha$; (3)

R – радіус початкового кола зірочки;

α – кут повороту зірочки за час, коли швидкість в'язальної каретки при русі її ліворуч досягає максимального значення, $\alpha = \omega t$ (4)

ω – кутова швидкість зірочки;

t – час руху в'язальної каретки з моменту відключення її від проміжної каретки до моменту їх з'єднання.

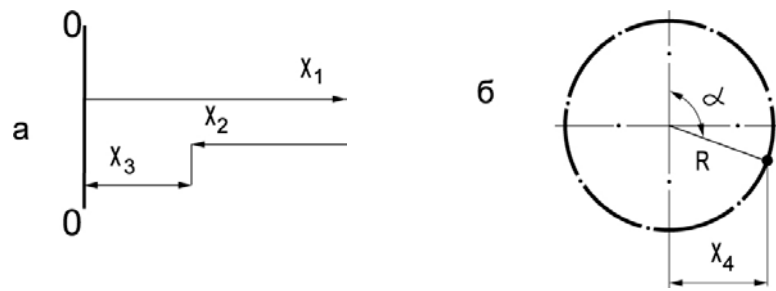


Рис. 2 Траєкторія руху в'язальної (а) та проміжної (б) кареток після їх роз'єднання

Використовуючи основи теоретичної механіки, отримуємо:

$$X_1 = \sqrt{\left(\frac{F_T}{C}\right)^2 + V^2} \frac{m_1}{C} - \frac{F_T}{C}; \quad (5)$$

$$X_2 = X_{\max} = \frac{K}{C} = X_1 - \frac{F_T}{C}, \quad (6)$$

де:

$$K = CX_1 - F_T;$$

F_T – сила опору рухові в'язальної каретки;

C – жорсткість пружини;

V – швидкість руху в'язальної каретки до вимкнення її від проміжної каретки (швидкість в'язання);

m_1 – маса в'язальної каретки.

Час руху в'язальної каретки t визначається з рівняння:

$$t = \frac{\pi - \gamma}{\beta}, \quad (7)$$

де

$$\gamma = \arctg \frac{F_T \beta}{CV}; \quad \beta = \sqrt{\frac{C}{m_1}}. \quad (8)$$

Враховуючи, що $\omega = \frac{V}{R}$, рівняння (3) з урахуванням (4) прийме вигляд:

$$X_4 = R \sin \frac{Vt}{R}. \quad (9)$$

Перевіримо, в якій мірі буде виконуватися умова (1) при використанні запропонованого технічного рішення зниження інерційних навантажень для рукавичного автомату ПА–8–33.

Вихідні данні [5]: маса в'язальної каретки $m_1 = 12,5$ кг; швидкість в'язання рукавичного автомату $V = 0,84$ м/с; жорсткість пружини $C = 2705$ Н/м; сила опору рухові в'язальної каретки $F_T = 25$ Н; радіус початкового кола зірочки $R = 72,97$ мм.

Використовуючи рівняння (5) та (6), знаходимо:

$$X_1 = \sqrt{\left(\frac{25}{2705}\right)^2 + 0,84^2} \cdot \frac{12,5}{2705} - \frac{25}{2705} = 0,0486 \text{ м};$$

$$X_2 = 0,0486 - \frac{25}{2705} = 0,0393 \text{ м}.$$

Тоді: $X_3 = X_1 - X_2 = 48,6 - 39,3 = 9,3 \text{ мм.}$ (10)

Визначимо час руху в'язальної каретки, використовуючи рівняння (7), (8):

$$\beta = \sqrt{\frac{2705}{12,5}} = 14,71 \text{ с}^{-1}; \quad \gamma = \arctg \frac{25 \cdot 14,71}{2705 \cdot 0,84} = 0,1604 \text{ рад};$$

$$t = \frac{\pi - 0,1604}{14,71} = 0,20266 \text{ с.}$$

Переміщення пальця проміжної каретки у відповідності з (3), (4) становить:

$$X_4 = 72,97 \sin \frac{0,84 \cdot 10^3 \cdot 0,20266}{72,97} = 52,78 \text{ мм.}$$

Порівнюючи отриманий результат з $X_3 = 9,3 \text{ мм}$, можна зробити висновок, що умова (2.72), що забезпечує процес з'єднання кареток рукавичного автомату ПА–8–33, не виконується.

Рішення, що дозволяє виконати умову (1), може бути отримане шляхом зміни радіуса початкового кола зірочок. Для визначення необхідного радіуса початкового кола зірочок, використовуючи рівняння (9) та умову (1), можна отримати:

$$R \sin\left(\frac{Vt}{R}\right) = X_3, \quad (11)$$

Стосовно рукавичного автомату ПА–8–33 рівняння (11) приймає вигляд:

$$R \sin\left(\frac{170,2344}{R}\right) = 9,3. \quad (12)$$

Розв'язок рівняння (12) відносно R доцільно виконати графічним методом, побудувавши функцію $X_4 = f(R) = R \sin\left(\frac{170,2344}{R}\right)$, звідки легко знайти R , за умовою, що

$$X_4 = X_3 = 9,3 \text{ мм.}$$

З графіку (рис. 3) видно, що умова (1) виконується при $R = 57,16 \text{ мм}$.

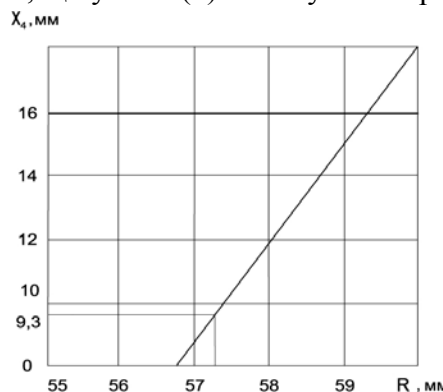


Рис. 3 Графік функції $X_4 = f(R)$

Як показує аналіз, найповніше умова (1) буде виконуватися при використанні в якості ланцюга ланцюгової передачі ланцюг роликовий типу ПР (ГОСТ 13568–75) з кроком 25,4 мм. Приймавши кількість зубців зірочок $z = 14$, можемо знайти $R = 57,07 \text{ мм}$, що практично співпадає з отриманим значенням необхідного радіуса початкового кола зірочок.

Коригування процесу взаємодії в'язальної каретки з проміжною, що необхідно для виконання вимог умови з'єднання в'язальної каретки з проміжною, може бути досягнуто шляхом регулювання положення зони зустрічі в'язальної каретки з пружиною чи шляхом здійснення попереднього її напруження.

Висновки. Виконані дослідження показують наступне:

- специфіка конструкції приводу рукавичних автоматів типу ПА обумовлює появу в них значних динамічних навантажень, зумовлених інерційністю проміжної та в'язальної кареток, що рухаються зворотно-поступально;
- зниження динамічних навантажень може бути досягнуто шляхом використання в приводі рукавичного автомата пристрою, що забезпечує відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга при переході її з прямолінійних траєкторій руху на криволінійні;
- розроблено привід рукавичного автомата з можливістю відключення в'язальної каретки від тягового ланцюга та метод вибору його раціональних параметрів.

Список використаних джерел

1. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
2. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Павленко Г.І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
3. Шляхова Э.Н., Иванов Н.А., Исопенко Р.Н. Новое оборудование перчаточного производства. – Л.: Легкая индустрия, 1978. – 96с.
4. Присяжнюк П.А. Наладка и эксплуатация плосковязальных трикотажных машин. – К.: Техніка, 1983. – 136 с.
5. Автомат перчаточный марки ПА–8–33. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.– Черновцы: 1987, 89 с.

ПРИВОД ПЕРЧАТОЧНОГО АВТОМАТА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЯЗАЛЬНОЙ КАРЕТКИ ОТ ТЯГОВОЙ ЦЕПИ

ЧАБАН А.В., ПИПА Б.Ф.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка привода перчаточного автомата с возможностью отключения вязальной каретки от тяговой цепи при переходе прямолинейной траектории ее движения на криволинейную, что способствует снижению динамических нагрузок привода, обусловленных возвратно-поступательным движением кареток.

Методика. Используются современные методы теории упругости и динамики механических систем с целью разработки привода, способного снизить динамические нагрузки перчаточного автомата, обусловленные возвратно-поступательным движением вязальной и промежуточной кареток.

Результаты. На основе анализа динамики нестационарных процессов в механических системах предложена новая конструкция привода перчаточного автомата, обеспечивающего отключение соединения вязальной каретки с промежуточной кареткой в момент перехода ее из прямолинейных участков траектории движения на криволинейные. Оснащение привода перчаточного автомата устройством, способным отключить вязальную каретку от тяговой цепи путем разъединения кинематической ее связи с

промежуточной кареткой, обеспечивает существенное снижение динамических нагрузок перчаточного автомата, обусловленных возвратно-поступательным движением кареток. Разработан метод выбора рациональных параметров такого привода и оценки эффективности его работы. Анализ исследований показывает, что полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании действующих и разработке новых типов приводов как перчаточных автоматов, так и машин общего назначения.

Научная новизна. Развитие научных основ и инженерных методов проектирования приводов перчаточных автоматов.

Практическая значимость. Разработка новой конструкции привода перчаточного автомата с возможностью отключения вязальной каретки от тяговой цепи при переходе ее из прямолинейных на криволинейные траектории движения.

Ключевые слова: *привод перчаточного автомата, динамические нагрузки привода, вязальная каретка, промежуточная каретка, тяговая цепь.*

DRIVE GLOVE MACHINE WITH THE POSSIBILITY STOP KNITTING CARRIAGE OF TRACTION

CHABAN A.V., PIPA B.F.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Development Drive glove machine can be switched off by knitting carriage traction when passing straight path of its motion on a curved, thereby reducing the dynamic loads of the drive due to reciprocating carriages.

Methodology. Modern methods of elasticity theory and dynamics of mechanical systems in order to develop an actuator capable of reducing dynamic loads glove machine caused reciprocating knitting and intermediate carriages.

Findings. Based on the analysis of the dynamics of non-stationary processes in mechanical systems suggested a new design glove drive machine that turns off the connection with the intermediate knitting carriage at the time of its transition from straight sections on curvilinear motion path. Equipment glove machine drive device capable disable knitting carriage of traction by separating its kinematic connection with the intermediate carriage for lower dynamic loads glove machine caused by reciprocating carriages. A method for selecting rational parameters of the drive and evaluate the effectiveness of its work. Analysis of studies shows that the results obtained can be used for the improvement of existing and development of new types of drives as the glove machines, and general-purpose machinery.

Originality. Development of scientific principles and methods of engineering design drives glove machines.

Practical value. Development of a new design glove drive machine can be switched off by knitting carriage traction when passing it from straight to curved trajectory.

Keywords: *drive glove machine, dynamic drive load, knitting carriage intermediate carriage traction chain.*

УДК.531.18

АВДОНІН К.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОГО ОБЕРТАННЯ У СПЕЦІАЛЬНІЙ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

Мета. Створення моделі локально обертового руху точок простору, яка враховує релятивістські ефекти в межах спеціальної теорії відносності.

Методика. Використовується метод заміни неінерціальної системи відліку неперервною сукупністю локально-інерціальних систем відліку.

Результати. Запропонований шлях отримання узагальнених перетворень Лоренца та системи інтегро-диференціальних рівнянь, що визначають ансамбль локально-інерціальних систем відліку. Для прикладу застосування знайдених співвідношень проведені чисельні розрахунки, при обраній релятивістській, кутовій швидкості обертання.

Наукова новизна. Створена нова модель опису релятивістських ефектів при рівномірному обертальному русі, відносно нерухомої осі.

Практична значимість. Підвищення повноти викладання матеріалу теми «Спеціальна теорія відносності», яка розглядається у дисциплінах «Фізика» та «Загальна фізика».

Ключові слова: модель, перетворення, рух, координати, відносність.

Вступ. На сьогоднішній день питання про перетворення простору під час його обертального руху, з точки зору спеціальної теорії відносності, не є остаточно вирішеним. Існують різні моделі, наприклад, в роботі [1] розглядається модель, у якій всі точки обертального простору мають однакову, відносно початку координат, кутову швидкість обертання. Головним недоліком такої моделі є виникнення невизначеності залежності від часу відстані до осі обертання точок рухомого простору.

У даній роботі для опису обертального руху пропонується замість одного рухомого, обертального простору розглядати відносний, обертальний рух сукупності локальних, нескінченно близьких, інерціальних (для нескінченно малих відрізків часу) систем відліку. Початок координат кожної такої локальної системи відліку обертається навколо початку координат передуючої системи відліку з заданою, постійною кутовою швидкістю. У класичному випадку, коли час плине однаково у всіх системах відліку, сукупність всіх локально інерціальних систем буде еквівалентна класичному обертальному простору.

Постановка завдання. У початковий момент часу відповідні вісі координат рухомої та локальних систем координат паралельні, а всі годинники показують однаковий час. Позначимо через ω - локальну кутову швидкість обертання точок рухомого середовища, через X_i , де: $i = 1, 2, 3, 4$; $x_4 = ct$ - координати точки рухомого простору, відносно нерухомої системи відліку, через U_α ; де: $\alpha = 1, 2, 3$ та U - відповідні проекції та модуль швидкості руху точки рухомого простору, відносно нерухомої системи відліку (надалі латинські індекси пробігають значення від одиниці до чотирьох а грецькі індекси від одиниці до трьох), позначимо через λ - відстань точки рухомого простору до осі обертання у початковий момент часу.

Очевидно, що координати і швидкість руху точок рухомого середовища, відносно нерухомої системи відліку є функціями від двох аргументів: λ і t .

Позначимо через: $\delta x'_i$ та $d\nu'_\alpha = \frac{\delta x'_\alpha}{\delta t'}$ - зміни координат та проекцій швидкості руху початку відліку локальної системи координат, відносно нескінченно близької, передуючої локальної системи відліку, через ν_α - проекції швидкості руху точки рухомого простору, відносно нерухомої системи відліку:

$$\nu_\alpha = \frac{dx_\alpha}{dt} . \quad (1)$$

Задачею роботи є знаходження та аналіз функцій $x_i(t, \lambda)$, $\nu_\alpha(t, \lambda)$ та $\nu(t, \lambda)$ у випадку нерухомої осі обертання.

Результати дослідження. Узагальнені перетворення Лоренца у випадку прямолінійного, рівномірного руху вздовж довільної прямої лінії мають вигляд:

$$dx_i = T_{is} \delta x'_s , \quad (2)$$

$$\text{де: } T_{\alpha\beta} = \delta_{\alpha\beta} + \frac{\nu_\alpha \nu_\beta}{\nu^2} \left(\frac{1}{k} - 1 \right) ; \quad T_{\alpha 4} = T_{4\alpha} = \frac{\nu_\alpha}{ck} ; \quad T_{44} = \frac{1}{k} ; \quad k = \sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}} .$$

В граничному випадку, якщо покласти $\nu_2 = \nu_3 = 0$, то вирази (2) переходять у звичайні перетворення Лоренца.

Знайдемо варіацію співвідношень (2) по параметру λ . Потім, розкладаючи отримані вирази в ряд Тейлора, і зберігаючи нескінченно малі величини тільки першого порядку, одержимо систему нелінійних, інтегро-диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial \nu_\alpha}{\partial \lambda} = \omega P_{\alpha\beta} \cos(\omega t' + \varphi_\beta) \\ t' = \int_0^t \sqrt{1 - \frac{\nu^2(\xi, \lambda)}{c^2}} d\xi \end{cases} , \quad (3)$$

$$\text{де: } P_{\alpha\beta} = k \delta_{\alpha\beta} + \frac{\nu_\alpha \nu_\beta}{\nu^2} (k^2 - k) ; \quad \varphi_\beta = \varphi_0 - \frac{\pi}{2} \beta , \quad \varphi_0 - \text{довільний початковий кут, } \alpha; \beta = 1, 2 .$$

Для знаходження граничної умови для модуля швидкості руху розглянемо початок руху точок осі X' . Очевидно, що в початковий момент часу $\nu_1(0, \lambda) = 0$, $\nu_2(0, \lambda) = \nu(0, \lambda)$, $P_{22}(0, \lambda) = k^2$.

Тоді, з першого рівняння системи (3) випливає:

$$\frac{\partial \nu(0, \lambda)}{\partial \lambda} = \omega \left(1 - \frac{\nu^2(0, \lambda)}{c^2} \right) . \quad (4)$$

Розв'язуючи диференціальне рівняння (9) знаходимо:

$$\frac{\nu(0, \lambda)}{c} = th \left\{ \frac{\omega \lambda}{c} \right\} . \quad (5)$$

Рівнянням (3) можна надати інтегральний вигляд, більш зручний для обчислень:

$$\begin{cases} v_{\alpha} = \omega(1+k) \int_0^{\lambda} \frac{k \cos(\omega t' + \varphi_{\alpha})}{1+k} d\lambda \\ t' = \int_0^t \sqrt{1 - \frac{v^2(\xi, \lambda)}{c^2}} d\xi \end{cases} \quad (6)$$

В граничному випадку, якщо $k \rightarrow 1$ система рівнянь (4) набуває вигляду:

$$\begin{cases} v_{\alpha} = \omega \lambda \cos(\omega t' + \varphi_{\alpha}) \\ t' = t \end{cases},$$

який добре узгоджується з класичним обертальним рухом.

Висновки. Обчислення, проведені за допомогою створеної моделі локально обертального руху, показали, що модуль швидкості руху точок, відносно нерухомої системи у зафіксований момент часу, при початкових відстанях менших за критичне значення практично не залежить від часу і співпадає з початковим значенням швидкості.

При початкових відстанях, що перевищують критичне значення, залежність модуля швидкості від часу стає помітною, має пульсуючий характер і період пульсацій зростає зі збільшенням λ .

Залежність модуля радіус-вектора від часу теж має періодичний характер. Амплітуда коливань збільшується зі зростанням λ . Спектр частот залежить від початкової відстані λ , але для будь яких початкових відстаней існує спільна мода коливань високої частоти. При значеннях λ більше за критичне з'являються низькочастотні моди коливань, частота яких збільшується зі зростанням λ , та часові аперіодичні зміни: після початку руху радіус-вектор зменшується до метастабільного значення. Чим більше значення λ , тим швидше відбувається це зменшення. Після перебування у метастабільному стані відбувається перехід до нового метастабільного стану з меншою амплітудою і т.д., до переходу у стабільний стан, при прямуванні часу до безмежності.

Список використаних джерел

1. Авдонін К.В., Шут А.М. Обертання твердого тіла у спеціальній теорії відносності / К.В. Авдонін // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 3. – 2014. – С. 103 – 109.
2. Авдонін К.В. Знаходження окремих розв'язків однорідних диференціальних рівнянь у вигляді функціональних рядів / К.В. Авдонін // „Вісник”, КНУТД, 2009., № 6, т. 50, С. 132 – 137.
3. L.C.B. Crispino, A. Higuchi, G.E.A. Matsas "The Unruh effect and its applications" Reviews of Modern Physics. 2008. Vol.80. No.3. P.787-838.

References

1. Avdonin K.V., Shut A.M. (2014). Oberttannya tverdogo tila y spetsialni teorii vidnosnosti [Rotation of solid's in limits special theory relativity]. Kyiv: NPU [in Ukrainian].

2. Avdonin K.V. (2009). Znahodjennya ocremuh rozvyazkiv odnoridnuh duferentsialnuh rivnyan y vuglyadi fyncsionalnuh ryadiv [Definite solutions of homogeneous differential equations in the form of functional series]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].

3. L.C.B. Crispino, A. Higuchi, G.E.A. Matsas "The Unruh effect and its applications" Reviews of Modern Physics. 2008. Vol.80. No.3. P.787-838.

МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

АВДОНИН К.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Создание модели локально вращательного движения точек пространства, учитывающей релятивистские эффекты в пределах специальной теории относительности.

Методика. Использован метод замены неинерциальной системы отсчета непрерывной совокупностью локально-инерциальных систем отсчета.

Результаты. Предложен путь получения обобщенных преобразований Лоренца и системы интегро-дифференциальных уравнений, определяющих ансамбль локально-инерциальных систем отсчета. Для примера применения найденных соотношений проведены численные расчеты, для релятивистской, угловой скорости вращения.

Научная новизна. Создана новая модель преобразования пространства при вращательном движении, относительно неподвижной оси.

Практическая значимость. Усиление полноты изложения материала темы «Специальная теория относительности», которая рассматривается при изучении дисциплин «Физика» и «Общая физика».

Ключевые слова: модель, преобразование, движение, координаты, относительность.

MODEL OF LOCAL ROTATIONS IN SPECIAL THEORY RELATIVITI

AVDONIN K.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Deriving the model of local rotations, that takes relativistic effects in limits special theory relativity.

Methodology. Method replacing noninertial system sample continuous set inertial system sample used.

Findings. Way of obtaining generalized Lorentz transformation and system of integral-differential equations, that define continuous set inertial system sample. Approximate calculus for high rotational speeds.

Originality. A new model of local rotation relative to the fixed axes is created.

Practical value. Improving the sake of completeness theme "Special Theory Relativity", which is included into "Physics" and "General Physics".

Keywords: model, transformation, moving, coordinates, relativity.

УДК 677.055

ППА Б. Ф., МУЗИЧИШИН С. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ З ФРИКЦІЙНОЮ МУФТОЮ В ПРИВОДІ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

Мета. Розробка пристрою зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин з фрикційною муфтою, аналіз доцільності його використання, перевірка працездатності та розробка інженерного методу вибору раціональних параметрів пристрою.

Методика. Використані сучасні методи досліджень динаміки механічних систем з метою оцінки ефективності використання пристрою з фрикційною муфтою для зниження пускових динамічних навантажень в приводі в'язальних машин.

Результати. На основі аналізу особливостей роботи технологічного обладнання легкої промисловості встановлена доцільність використання в приводі в'язальних машин фрикційної муфти. Запропоновано нову конструкцію пристрою для зниження динамічних навантажень, що виникають під час пуску машин. На відміну від відомих пристроїв, запропонований пристрій виконаний у вигляді фрикційної муфти з можливістю регулювання її крутного моменту, що дозволяє підвищити ефективність його роботи. Представлено метод перевірки працездатності пристрою зниження динамічних навантажень з фрикційною муфтою та вибору його раціональних параметрів.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування пристроїв зниження динамічних навантажень в приводі машин.

Практична значимість. Розробка нової конструкції пристрою зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин та інженерного методу вибору його раціональних параметрів.

Ключові слова: пристрій зниження динамічних навантажень, привід в'язальної машини, динамічні навантаження приводу, фрикційна муфта.

Вступ. Особливістю в'язальних машин є значні динамічні навантаження, що виникають в період несталих режимів роботи [1-3] і є однією з основних причин зниження надійності та довговічності їх роботи. Відомі пристрої зниження динамічних навантажень (ПЗДН) в приводі машин [4, 5] не завжди можуть бути використані в в'язальних машинах. Тому проблема підвищення надійності та довговічності їх роботи шляхом зниження динамічних навантажень є актуальною та своєчасною. Виходячи з цього, при проектуванні обладнання легкої промисловості в першу чергу слід приділяти увагу зниженню динамічних навантажень в приводі та запобіганню аварійних ситуацій. Вирішення цієї проблеми без удосконалення конструкцій пристроїв зниження динамічних навантажень неможливе.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин, завданням досліджень є удосконалення пристроїв зниження динамічних навантажень їх приводу, а також розробка нової конструкції ПЗДН та інженерного методу вибору його раціональних параметрів.

Результати дослідження. Аналіз існуючих конструкцій ПЗДН [1-5] показує, що в якості такого пристрою доцільно використовувати фрикційну муфту. Автори пропонують

нову конструкцію ПЗДН з фрикційною муфтою, яка здатна вирішити проблему ефективного зниження пускових динамічних навантажень в приводі машин легкої промисловості в тому числі і в'язальних. Схема приводу в'язальної машини з ПЗДН з фрикційною муфтою представлена на рис. 1.

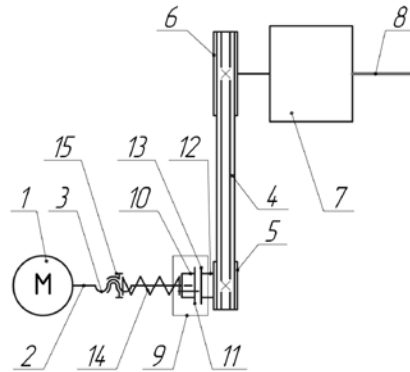


Рис. 1. Привід в'язальної машини з ПЗДН з фрикційною муфтою

Привід в'язальної машини містить електродвигун 1 з валом 2 з різьбою 3, пасову передачу 4 з ведучим шківом 5, встановленим на валу електродвигуна, і веденим шківом 6, блок механічних передач 7 з приводним валом 8, з'єднаний з веденим шківом 6, фрикційну муфту 9 з ведучою півмуфтою 10 з дисками 11 та веденою півмуфтою 12 з дисками 13, пружину стиску 14 та гайку 15, встановлені на валу 2 електродвигуна 1. Ведуча півмуфта 10 встановлена з можливістю осевого переміщення, ведена півмуфта 12 жорстко з'єднана з ведучим шківом 5, пружина стиску 14 встановлена між гайкою 15 та ведучою півмуфтою 10, а гайка 15 нагвинчена на різьбу 3 валу 2 електродвигуна 1 з можливістю взаємодії з пружиною стиску 14.

Принцип роботи привода в'язальної машини полягає в наступному. При вмиканні електродвигуна 1 його вал 2 починає обертатися. При цьому фрикційна муфта 9 також починає обертатися. Диски 11 ведучої півмуфти 10, притиснуті силою пружини стиску 14 до дисків 13 веденої півмуфти 12, за рахунок сил тертя, що виникає між дисками 11, 13, передають обертальний рух ведучому шківу 4, жорстко з'єднаному з веденою півмуфтою 12. Обертальний рух ведучого шківа 4 за рахунок пасової передачі та блоку механічних передач 7 передається приводному валу 8 і далі механізмам в'язальної машини, що необхідно для її роботи. Сила пружини стиску 14, що регулюється переміщенням гайки 15 по різьбі 3 валу 2 електродвигуна 1, створює необхідний момент тертя між дисками 11, 13 фрикційної муфти 9, який обмежує пусковий момент електродвигуна 1, що передається приводу в'язальної машини під час пуску і, забезпечує, таким чином, зниження його динамічних навантажень, що призводить до підвищення надійності та довговічності роботи привода. Аналіз в'язальних машин [1-3] показує, що з метою оцінки впливу ПЗДН на зниження пускових динамічних навантажень їх доцільно представити у вигляді двомасової динамічної моделі. В такому разі максимальні динамічні навантаження $T_{12\max}$, що виникають в приводі під час пуску знаходяться із умови [6]:

$$T_{12\max} = \sqrt{(T_1 - T_2)^2 + \frac{T_1^2 J_2 \sin^2 \left[\arccos \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \right]}{J_1 + J_2}} + \frac{J_2 T_1 + J_1 T_2}{J_1 + J_2}, \quad (1)$$

де T_1, T_2 - приведені пусковий момент електродвигуна та статичний момент сил опору механізмів машини відповідно;

J_1, J_2 - приведені моменти інерції ведучої (ротор електродвигуна, муфта, ведучий шків) та веденої (обертальні маси механізмів машини) мас в'язальної машини

Оцінимо ефективність роботи запропонованого ПЗДН та визначимо раціональні параметри його фрикційної муфти при використанні ПЗДН в приводі, як приклад, круглов'язальної машини КО-2 з електродвигуном типу 100L6У3 з діаметром валу $d = 28$ мм, потужність якого 2,2 кВт та частота обертання валу 950 об/хв ($\omega = 99,48 \text{ с}^{-1}$).

В якості вихідних даних (вал приведення параметрів – вал електродвигуна) приймаємо [4, 6, 7]: $T_1 = 48,6 \text{ Нм}$ (без муфти); $T_1 = T_M = 26,52 \text{ Нм}$ (з муфтою; $T_1 = 1,2T_2$); $T_2 = 22,1 \text{ Нм}$; $J_1 = 0,023 \text{ кгм}^2$ (без муфти); $J'_1 = 1,1J_1 = 0,025 \text{ кгм}^2$ (з муфтою); $J_2 = 0,062 \text{ кгм}^2$; $f = 0,18$, $[p] = 0,8 \text{ МПа}$, $[pV] = 2 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$ (диски фрикційної муфти сталі, працюють без змащення).

Підставивши вихідні дані в (1), знаходимо: $T_{12\max} = 85,17 \text{ Нм}$ (при пуску машини без ПЗДН); $T_{12\max} = 48,6 \text{ Нм}$ (пуск машини з ПЗДН). Таким чином, використання запропонованого привода з ПЗДН з фрикційною муфтою у складі круглов'язальної машини забезпечує зниження динамічних навантажень в 1,75 рази, що підтверджує ефективність його використання.

Основні параметри муфти знаходяться з урахуванням рекомендацій [4, 5]:

$$T_M = T_1 = \frac{1}{3} Q f \frac{d_1^3 - d_2^3}{d_1^2 - d_2^2} \cdot z, \quad (2)$$

де T_M - крутний момент муфти;

Q - сила притиску дисків;

f - коефіцієнт тертя дисків;

d_1, d_2 - зовнішній та внутрішній діаметри дисків відповідно;

z - число поверхонь тертя, $z = z_1 + z_2 - 1$; (3)

z_1, z_2 - кількість ведучих та ведених дисків муфти,

$$z_1 = 0,5z + 1; z_2 = 0,5z. \quad (4)$$

Діаметри дисків: $d_1 = (1,3...1,8)d_2$; $d_2 = (1,5...3)d$, (5)

де d - діаметр валу, на якому встановлена муфта.

Необхідне число поверхонь тертя дисків:

$$z = \frac{12T_M}{\pi f [p] (d_1^3 - d_2^3)}, \quad (6)$$

де $[p]$ - допустимий тиск в зоні взаємодії дисків.

Сила притиску дисків згідно (2):

$$Q = \frac{3T_M}{f z} \cdot \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1^3 - d_2^3}. \quad (7)$$

Працездатність муфти перевіряється з використанням умов:

$$p = \frac{4Q}{\pi(d_1^2 - d_2^2)} \leq [p]; \quad pV = p \cdot \frac{\pi d_{cp} n}{60} = \frac{p \pi (d_1 + d_2) n}{120} \leq [pV], \quad (8)$$

де p - робочий тиск в зоні взаємодії дисків;

V - швидкість ковзання дисків;
 d_{cp} - середній діаметр дисків.

Визначимо раціональні параметри фрикційної муфти ПЗДН при використанні її в приводі круглов'язальної машини КО-2

Згідно співвідношень (5): $d_2 = (42...84)$ мм, приймаємо $d_2 = 60$ мм. Тоді $d_1 = (78...108)$ мм приймаємо $d_1 = 90$ мм.

Необхідне число поверхонь тертя дисків, згідно з (6): $z = 1,97$, приймаємо $z = 10$. Тоді, використовуючи (4), маємо: $z_1 = 6$; $z_2 = 5$.

Необхідна сила притиску дисків згідно (7): $Q = 387,7$ Н.

Для здійснення такої сили притиску дисків підходить циліндрична пружина стиску І класу 3-го розряду ГОСТ 13768-68 з параметрами: $Q_{np} = 400$ Н (сила пружини); $D = 34$ мм (зовнішній діаметр пружини); $d_{dp} = 4$ мм (діаметр дроту, з якого виготовлена пружина); $C_1 = 94,81$ Н/мм (жорсткість одного витка пружини).

Використовуючи залежності (8), знаходимо: $p = 0,11$ МПа < $[p] = 0,8$ МПа; $pV = 0,41$ МПа·м/с < $[pV] = 2$ МПа·м/с, що підтверджує високу надійність роботи фрикційної муфти в складі запропонованого ПЗДН.

Висновки. Виконані дослідження показують наступне:

- на основі аналізу особливостей роботи в'язальних машин встановлена доцільність використання в їх приводі пристрою зниження динамічних навантажень (ПЗДН), виконаного у вигляді фрикційної муфти;
- запропонована конструкція ПЗДН здатна підвищити ефективність роботи в'язальних машин за рахунок суттєвого зниження динамічних навантажень;
- виконані розрахунки підтверджують працездатність та доцільність використання в приводі в'язальних машин запропонованої фрикційної муфти;
- результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів ПЗДН в приводі машин.

Список використаних джерел

1. Піпа Б. Ф., Хомяк О. М., Павленко Г. І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
2. Хомяк О. М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів. – К: КНУТД, 2008. – 250 с.
3. Чабан В. В., Бакан Л. А., Піпа Б. Ф. Динаміка основов'язальних машин. – К.: КНУТД, 2012 - 287 с.
4. Поляков В. С., Барабаш И. Д., Ряховский О. А. Справочник по муфтам. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, 1979. – 351 с.
5. Піпа Б. Ф., Хомяк О. М., Марченко А. І. Деталі машин. – К: КНУТД, 2011. – 358 с.
6. Піпа Б. Ф., Коньков Г. І., Ловейкіна С. О. Вплив параметрів круглов'язальних машин типу КО на величину пускових навантажень //Вісник КНУТД. -2005. - № 1 (21). – С. 12-15.
7. Машины кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы. 1992. – 86 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВА СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК С ФРИКЦИОННОЙ МУФТОЙ В ПРИВОДЕ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

ПИПА Б. Ф., МУЗЫЧИШИН С. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка устройства снижения динамических нагрузок в приводе вязальных машин с фрикционной муфтой, анализ целесообразности его использования, проверка работоспособности и разработка инженерного метода выбора рациональных параметров устройства.

Методика. Используются современные методы исследований динамики механических систем с целью оценки эффективности применения устройства с фрикционной муфтой для снижения пусковых динамических нагрузок в приводе вязальных машин.

Результаты. На основе анализа особенностей работы технологического оборудования легкой промышленности установлена целесообразность использования в приводе вязальных машин фрикционной муфты. Предложена новая конструкция устройства для снижения динамических нагрузок, возникающих при пуске машин. В отличие от известных устройств, предложенное устройство выполнено в виде фрикционной муфты с возможностью регулирования ее крутящего момента, что позволяет повысить эффективность работы устройства. Представлен метод проверки работоспособности устройства снижения динамических нагрузок с фрикционной муфтой и выбора его рациональных параметров.

Научная новизна. Развитие научных основ и инженерных методов проектирования устройств снижения динамических нагрузок в приводе машин.

Практическая значимость. Разработка новой конструкции устройства снижения динамических нагрузок в приводе вязальных машин и инженерного метода выбора его рациональных параметров.

Ключевые слова: устройство снижения динамических нагрузок, привод вязальной машины, динамические нагрузки привода, фрикционная муфта.

USAGE EFFECTIVENESS OF THE DEVICE OF DYNAMICAL LOAD DECLINATION WITH FRICTION MUFF IN DRIVE OF KNITTING MACHINES

PIPA B.F., MUSITHISEN S.W.

Kyiv National University of Technologies and Design

Aim. Development of device of decline of the dynamic loading in the drive of knitting machines with a friction muff, analysis of expediency of his use, verification of capacity and development of engineering method of choice of rational parameters of device.

Methodology. The modern methods of researches of dynamics of the mechanical systems are used with the purpose of estimation of efficiency of application of device with a friction muff for the decline of the starting dynamic loading in the drive of knitting machines.

Results. On the basis of analysis of features of work of technological equipment of light industry expediency of the use in the drive of knitting machines of friction muff is set. The new construction of device is offered for the decline of the dynamic loading, arising up at starting of machines. Unlike the known devices, the offered device is executed as a friction muff with possibility of adjusting of her twisting moment that allows promoting efficiency of work of device. The method of verification of capacity of device of decline of the dynamic loading with a friction muff and choice of his rational parameters is presented.

Scientific novelty. Development of scientific bases and engineering methods of planning of devices of decline of the dynamic loading is in the drive of machines.

Practical meaningfulness. Development of new construction of device of decline of the dynamic loading is in the drive of knitting machines and engineering method of choice of his rational parameters.

Keywords: device of decline of the dynamic loading, drive of knitting machine, dynamic loading of drive, friction muff.

УДК 675.6:658.26

ДАНИЛКОВИЧ А. Г., РОМАНЮК О. О.
Київський національний університет технологій та дизайну

ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХУТРОВИХ І ОВЧИННО-ШУБНИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета. Зниження енерговитрат завдяки удосконаленню технології обробки хутрової сировини.

Методика. Зроблено аналіз існуючих технологічних процесів обробки хутрової сировини, який дозволив здійснити синтез чинників, які безпосередньо визначають витрати робочого часу, енергії, води, високовартісних шкідливих хімічних реагентів, а також якість і об'єм стічних вод.

Результати. Запропоновано розроблені способи обробки хутрової сировини для відмочування, переддубильних процесів, в тому числі знежирювання та дублення шкур напівфабрикату, які передбачають використання активованих розчинів нижчої температури, та скорочення тривалості технологічних процесів.

Наукова новизна. Енергоощадні обробки хутрової сировини створені шляхом використання активованих водних розчинів.

Практична значимість. Розроблені способи зменшують витрати енергії, хімічних реагентів, підвищують пластичність матеріалу.

Ключові слова: хутрова сировина, активована вода, енергоощадна обробка.

Вступ. Незважаючи на інтенсивний розвиток промислового виробництва текстилю і штучного хутра на його основі та широкий їх асортимент, попит на натуральні хутрові матеріали зумовлений їх привабливим зовнішнім виглядом та високими споживними властивостями. Товарна вартість хутрових і овчинно-шубних матеріалів та виробів визначається видом сировини та її якістю, рівнем технології виробництва, кон'юнктурою ринку. Зокрема, у вартості виробленого хутрового матеріалу і виробів із цінних видів хутрової сировини (соболь, куниця) близько 90 і 70-80 %, відповідно, становить вартість сировини.

Вимоги до хутрових матеріалів і виробів визначаються потребами споживачів – соціальними, функціональними, надійністю при експлуатації, ергономічними, естетичними, екологічними. Тому якість хутрових матеріалів визначається комплексом споживних властивостей, до яких відносяться теплозахисні, фізико-механічні, насамперед зносостійкість, гігієнічні, естетичні, екологічні. При цьому властивості хутрових матеріалів визначаються як характером шкірної тканини, так і волосяного покриву. Якщо шкірна тканина забезпечує, в основному, фізико-механічні та гігієнічні властивості, то волосяний покрив – теплозахисні й естетичні. Підвищення якості та розширення асортименту хутрових матеріалів є однією з основних умов розвитку сучасного виробництва і розширення економічних зв'язків на внутрішньому і зовнішньому ринках та підвищення конкурентоздатності хутрових матеріалів і виробів на світовому ринку.

Підвищений попит на натуральні матеріали обумовлює актуальність інноваційних розробок у напрямку вдосконалення існуючих і створення нових технологій виробництва хутра, які б забезпечили зниження собівартості його виготовлення та конкурентоздатність хутрових матеріалів і виробів багатofункціонального призначення.

Переробка хутрової сировини у матеріали передбачає послідовне контрольоване проведення ряду процесів і операцій, від виконання яких залежить якість і собівартість продукції. Технологічний процес виробництва хутрового матеріалу можна умовно поділити на чотири стадії: перша – це розконсервування сировини в процесі її відмочування у водному середовищі в присутності антисептиків і прискорювачів процесу; друга – кислотно-сольова обробка (пікелювання) та дублення; третя – пластифікація структури шкірної тканини з використанням жирувальних речовин; четверта – формування структури хутрового матеріалу (центрифугування, сушіння).

На кожній із наведених стадій обробки можуть застосовуватися відомі технології, кожна із яких має свої переваги та недоліки. До основних недоліків можна віднести наступне. Використання для процесу відмочування органічних сполук в технології [1] є шкідливим для навколишнього середовища, до того ж їх необхідно синтезувати, інша технологія [2] потребує підвищення температури розчину та залучення високовартісних і токсичних речовин, зокрема, фторсилікату чи іншого антисептику. Пікелювання за технологією [3] здійснюється протягом 5,5-6,5 годин у водному розчині хлориду натрію з використанням комплексного реагенту, що складається з суміші дикарбонових кислот, а дублення – сухим хромовим дубителем з концентрацією 0,65-0,75 г/л у перерахунку на оксид хрому. Така технологія потребує складного синтезу органічних кислот, а отже додаткових затрат часу й енергії. Значна витрата сухого хромового дубителя у технологіях [2, 3] збільшує кількість сполук хрому у відпрацьованому робочому розчині, що погіршує якість стічних вод. При цьому після видалення вологи з напівфабрикату, отриманий хутровий матеріал має високу усадку, що проявляється у зменшенні виходу по площі, та недостатній міцності зв'язку волосу з дермою. Переддубильні й дубильні процеси за технологією [4] потребують застосування високовартісного токсичного реагенту – диметилсульфоксиду та додаткових енергетичних витрат. Технологія обробки хутрових шкур із підвищеним вмістом жирових речовин [5, 6] передбачає використання для їх знежирювання значної кількості хімічних реагентів, в тому числі поверхнево-активних речовин, карбонату натрію, органічних розчинників та формальдегіду.

Таким чином, для реалізації наведених технологій необхідні значні витрати води, що в подальшому збільшує кількість стічних вод, високовартісні хімічні реагенти більшість із них є шкідливими для навколишнього середовища, а деякі потрібно синтезувати, що потребує додаткових витрат енергії й робочого часу.

Постановка завдання. Зниженню собівартості виготовлення хутра та підвищенню конкурентоздатності хутрових матеріалів та хутряних виробів сприяє інтенсифікація технологічних процесів, зменшення витрат на електроенергію, воду, хімічні реагенти, на очистку стічних вод. Тому існує необхідність в інноваційних розробках для технологій виробництва хутра, які дозволяють ефективно використовувати хімічні реагенти, залучати біологічно-активні препарати, активовані водні розчини на стадії підготовчих процесів, поєднувати фізико-хімічні процеси (відмочування–дублення, відмочування–знежирювання).

Основний матеріал. Особливістю одержання хутрової сировини є сезонність добутих шкур диких звірів і забою домашніх тварин, які містять у парному стані до 75 % води і 25-40 % білків, що вимагає необхідності своєчасного і якісного їх консервування. Наявність у

природі понад 150 видів тварин, шкури яких придатні для виготовлення хутрових матеріалів і виробів характеризуються широким інтервалом розмірів, щільністю шкірної тканини, густотою і висотою волосяного покриву, районом заготівлі сировини, вмістом в ній природних жирних речовин та ін. При цьому слід відзначити значну відмінність за міцністю шкірної тканини шкур деяких дрібних тварин. Зокрема найменшу міцність мають шкурки кролика і горностая, а найбільшу – морського котика і видри, що вимагає спеціальних видів їх технологічної обробки. У зв'язку з цим, для їх збереження до переробки у хутрові матеріали використовують різні методи консервування, в основному, для дрібної сировини – найпростіший прісно-сухий метод, при більших розмірах – мокросолений, щодо каракулево-мерлушкової групи сировини – квашення.

Для переробки хутрової сировини у матеріали комплектуються партії шкур, розміри яких залежать від виду і об'єму технологічного обладнання. При цьому враховується вид тварин, метод консервування, район заготівлі, товщина і площа шкур.

Розконсервування розсортованої сировини відбувається в процесі її відмочування у водному середовищі в присутності антисептиків і прискорювачів процесу. Співвідношення вода : сировина і тривалість процесу залежить від виду сировини та її стану. Так, для шкур кролика прісно-сухого консервування це співвідношення дорівнює 9 : 1, а для шкур песця і лисиці – 25 : 1 при температурі середовища 35-38 °С протягом відповідно 14-26 (залежно від товщини шкірної тканини) і 4 год. У випадку парної сировини тривалість процесу скорочується у першому випадку в 4-5 раз, а у другому – лише на 25 % [7].

Для ефективного відмочування використовуються водні розчини, які містять різні поверхнево-активні речовини (ПАР): аніонактивні, неіоногенні, катіонактивні, що зумовлено складною структурою колагену. У технології підготовчих процесів виробництва хутрової овчини для відмочування, миття, знежирювання може застосовуватися миючий засіб, який складається з ПАР, %: аніонактивних – 25-27, неіоногенних – 5-7, катіонактивних – 2, а також розчинника – ізопропилового спирту, який є доступним та має низьку вартість. Як аніонактивний ПАР була використана натрієва сіль алкілбензолсульфокислоти, як неіоногенний ПАР – неом АФ-12, а катіонний – синтезований аміновмісний ПАР на основі відходу виробництва олеїнової кислоти [8]. Наведені реагенти мають поверхнево-активні властивості, а синтезований катіонний ПАР навіть при низьких концентраціях у розчинах для відмочування виконує ще й бактерицидну дію [9]. У процесі відмочування із використанням миючого засобу хутрові шкурки набули стану, близького до парного, за величиною і рівномірністю розподілу вологи в шкірній тканині, а також одночасно із обводненням попереджено розвиток гнилісних мікроорганізмів [10].

Для підвищення якості хутрової овчини розроблені, досліджені та визначена стадія обробки пенетруючими складами, в яких використовуються дисперсії полімерів акрилового ряду [11]. Доцільне також використання полімерних добавок у рідинних процесах виробництва шкур кролика, оскільки вони позитивно впливають на структуру шкірної тканини та властивості шкур [12]. Так, для відмочування шкур кролика може застосовуватися пенетруючий склад із синтезованого неіоногенного ПАР, поліакриламиду та ізопропилового спирту [13]. Для досягнення необхідного обводнення та чистоти

відмочування хутрової сировини, зокрема, лисиці червоної, а також шубної овчини може здійснюватися із додаванням розчинника «Карделін УН» [14, 15].

Для інтенсифікації процесу відмочування хутрової сировини прісно-сухого консервування рекомендується використовувати електроактивовані технологічні водні розчини [16-18], які характеризуються підвищеними поверхнево-активними і антисептичними властивостями й забезпечують ефективне проведення процесу без додаткового використання хімічних реагентів. Так відмочування хутрової сировини може здійснюватися з використанням аноліту з рН 2,0-3,5 чи католіту з рН 8,5-10,5, отриманих при електролізі води з хлоридом натрію (низької концентрації 0,2-0,5 г/л, для прискорення процесу електролізу), що значно прискорює процес обводнення хутрової сировини і дає можливість знизити температуру робочого розчину з 38-40 до 18-22 °С [16]. Використання аноліту рН 2,0-3,5 для відмочування шкурок кроля прісно-сухого методу консервування значно прискорює процес обводнення хутрової сировини, надає необхідну пластичність структурі її шкірної тканини при більш низькій температурі проведення процесу, а також забезпечує необхідний рН розчину для подальшого удосконалення хромового дублення, яке проводиться після відмочування на відпрацьованому розчині при температурі 18-20 °С [17].

Для сировини з підвищеним вмістом жирових речовин розроблено спосіб обробки [18], який передбачає відмочування у водному розчині хлориду натрію, активованому електролізом до рН 2,0-3,5, після цього відпрацьований розчин зливається, а знежирювання здійснюється при температурі 28-32 °С у новому водному розчині хлориду натрію, активованому електролізом до рН 9,5-10,5 з концентрацією 0,2-0,5 г/л, з наступною промивкою шкурок у воді при температурі 20-24 °С. Знежирювання хутрової сировини проведене після її відмочування у розчині католіту, отриманого при електролізі води з хлоридом натрію, проводиться без використання ПАР і антисептиків при температурі нижчій на 8 °С та надає необхідну пластичність шкірній тканині. Для прискорення відмочування запропоновано також препарат на основі терпенів [19].

Шкури з підвищеним вмістом природного жиру в шкірній тканині, зокрема нутрії, овчини тощо, підлягають знежирюванню у лужному середовищі з використанням поверхнево-активної речовини і антисептичних препаратів при температурі 38-40 °С [7].

Підвищенню якості знежирювання та зменшенню токсичності стічних вод сприяє використання екобіотехнологічної обробки овчинно-шубної та хутрової сировини. Даний спосіб дозволяє суттєво зменшити концентрацію синтетичних ПАР з 6,0-8,0 до 0,5-1,0 г/л у знежирювальній ванні та вилучити з неї формальдегід і карбонат натрію, а також проводити поштучну обробку хутрової сировини, використовуючи вторинні продукти молочної промисловості [20]. Спосіб знежирювання овчинно-хутрової сировини при екобіотехнологічній обробці передбачає використання бактеріальної суспензії, яка містить ферментні препарати ліполітичної 50-60 од./г і протеолітичної 8-10 од./г дії відповідної активності, із сумарним продуктом життєдіяльності мікроорганізмів у кількості 5-6 г/дм³, синтетичну поверхнево-активну речовину – 0,5-1,0 г/дм³, каталізопозитивну прокаріотичну культуру роду *Erwinia sp.* у кількості 109-1010 клітин/см³, та перекис водню у кількості 0,1-1,0 г/дм³, розчинений попередньо у десятикратній кількості водопровідної води. Обробка здійснюється при температурі 40±2 °С, протягом 60 хв., при

змінній механічній дії та РК-10 [21]. Зниженню рівня негативної дії на навколишнє середовище та підвищенню якості продукції сприяє спосіб екобіотехнологічного відмочування і знежирювання хутрової овчини на основі бактеріальних суспензій, одержаних з використанням штамів *Bacillus licheniformis* або *Alcaligenes faecalis*, які одержані із стічних вод після емульсійного знежирювання [22].

Слід зауважити, що шкури овчини знежирюють двічі – до і після видалення мускульно-жирового шару – міздріння. Ця досить трудомістка операція виконується на відповідній міздрильній машині чи вручну (рис. 1).



Рис. 1 Міздріння шкурки кроля

На другій стадії виробництва хутрового матеріалу для формування підвищених пластичних властивостей шкірній тканині проводять кислотну-сольову обробку шкур – пікелювання протягом не менше 24 год. для шкурок кроля з наступним їх витримуванням у розправленому стані, складених одну на одну протягом тривалого часу, зокрема для шкурок нутрії 24 год., а шкурок кроля – 80-90 год. Тривалість цього процесу залежить від щільності шкірної тканини [7].

Для підвищення міцності, м'якості, пластичності шкірної тканини хутрового напівфабрикату та зниження агресивної дії на навколишнє середовище розроблено екобіотехнологічний спосіб процесу пікелювання [23]. Пікельний розчин містить молочну кислоту (комбінована сироватка з концентрацією молочної кислоти від 15 до 25 г/дм³) і хлорид натрію. Процес пікелювання здійснюється зануренням протягом 16 год., РК=10, температурі розчину 35 °С і при періодичній механічній дії [24]. Зазначений спосіб біотехнологічного пікелювання передбачає використання вторинних продуктів молочного виробництва (молочна, сирна сироватка), які містять кислототолерантні мікроорганізми і молочну кислоту, що продукується ними із лактози в процесі культивування. До того ж встановлено, що використання кисломолочних композицій дозволяє забезпечити ефективне розволокнення колагенових волокон у процесі пікелювання [20].

Розроблена технологія обробки хутрової овчини, в якій процес пікелювання здійснюється протягом 5,0-5,5 годин із використанням аноліту з рН 2,0-3,5, отриманого при електролізі води з хлоридом натрію концентрацією 0,2-0,5 г/л. Наприкінці процесу (за 0,5-1,0 години до завершення) використовується молочна кислота концентрацією 0,9-1,2 г/л, а хромове дублення здійснюється хромовим дубителем з концентрацією 0,6-0,7 г/л у перерахунку на оксид хрому [25]. Використання аноліту з рН 2,0-3,5 забезпечує необхідну кислотність для більш швидкого проведення пікелювання, а використання молочної кислоти наприкінці процесу забезпечує необхідне маскування хромового дубителя та оптимальну ступінь зв'язування сполук хрому при дубленні, що забезпечує рівномірний їх

розподіл у структурі хутрового напівфабрикату, а це дозволяє зменшити витрати хромового дубителя та покращити склад стічних вод.

Для стабілізації сформованої шкірної тканини при кислотно-сольовій обробці виконують її хімічне структурування – дублення. Для шкур овець цей процес суміщається з кислотно-сольовою обробкою і наступною пластифікацією їх структури – жируванням. Підвищення ефективності хромового дублення хутрових овчин може здійснюватися завдяки хромошадним технологіям дублення, в яких для попередньої обробки використовуються гідроксилвмістні уретани [26]. При цьому спостерігається поліпшення характеристик напівфабрикату [27], а уретангліколь, одержаний без формальдегіду, дозволяє виключити вплив цієї шкідливої речовини на шкірну тканину хутрової овчини під час хромового дублення [28].

Із метою прискорення процесу дублення запропоновано використовувати аніонактивну форму хромового дубителя [29, 30], що дало можливість інтенсифікувати цей процес у 2-3 рази. Для безхромового дублення запропоновано використання сполук цирконію [31-33], що зменшує забруднення природного середовища, і альдегід-танідно-алюмінієвого дубителя [34], яке дає можливість виготовляти овчини стійкі до поту, прання та окиснення.

Третя стадія обробки хутрового напівфабрикату полягає у пластифікації структури шкірної тканини, на якій передбачається використання жирових речовин природного і синтетичного походження у вигляді емульсії. Цей процес часто суміщається з пікелюванням і дубленням. При цьому жирова емульсія додається до кислотно-сольового розчину і має бути стійкою до дії електролітів чи наноситись на поверхню шкірної тканини напівфабрикату після видалення з нього капілярної вологи шляхом центрифугування. За недостатньої електролітостійкості жирової емульсії частинки жиру можуть відкладатись на поверхні волосяного покриву і шкірної тканини та замаслювати їх. Для усунення негативного процесу запропоновано замість недостатньо стійкої інертної емульсії індустриального масла І-12А у процесі суміщеного жирування овчини використовувати етилен-, пропіленгліколеві ефіри природних нафтових і синтетичних жирних кислот [35]. Це дало змогу підвищити якість хутрового напівфабрикату овчин і вдвічі скоротити витрати жирувальних речовин.

Для оптимізації процесу жирування хутрового напівфабрикату встановлено вплив вмісту вторинного жиру на комплекс деформаційно-пластичних і фізико-хімічних властивостей напівфабрикату та запропоновані оптимальні технологічні режими жирування – знежирювання, а також композиції з використанням вторинних матеріалів для жирування [36].

При необхідності зміни кольору волосяного покриву хутрового напівфабрикату технологіями передбачено процес фарбування, в якому використовуються шкідливі для довкілля напівпродукти і барвники. Авторами [37, 38] запропоновано замінити напівпродукти окислювального характеру на поліфеноли у виді рослинних й синтетичних дубителів.

Для створення багатокольорового оздоблювального ефекту на хутровому напівфабрикаті відомий спосіб нанесення знебарвлюючого складу через сітчасті шаблони із визначеними оптимальними технологічними параметрами (в'язкість складу і розмір чарунки

сітки) для регулювання глибини знебарвлення волосяного покриву, а для деструкції барвника був використаний метод, який дозволяє інтенсифікувати процес та виключити негативний вплив на волос і шкірну тканину процесу запарювання [39].

Четверта стадія формування структури хутрового матеріалу полягає у видаленні основної маси капілярної вологи з напівфабрикату шляхом центрифугування. Подальше видалення вологи з хутрового напівфабрикату відбувається у сушарці до її залишкового вмісту 20-25 %. Далі напівфабрикат зволожується і очищається під дією зволоженої тирси у рухомому барабані. У подальшому шкурки підлягають механічній обробці при розтягуванні, повторному очищенню від забруднень у барабані та видаленню з волосяного покриву залишків тирси. Одержаний хутровий матеріал сортується і маркується.

Залежно від властивостей хутрової сировини і функціонального призначення матеріалу кількість процесів і операцій може суттєво збільшуватись. Зокрема при обробці хутрових овчин передбачено виконання додаткових процесів і операцій, які стосуються випрямлення волосу і надання йому блиску та ін.

Про енергоощадність розроблених технологій свідчать дані, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Інтенсифікація технологічних процесів виробництва хутрового кроля

Процес	Обладнання	Тривалість роботи, годин	Потужність приводу, кВт
Відмочування – дублення шкурок кроля	Баркас Б-5000	14 - 24 / 2 – 4 залежно від товщини шкірної тканини	2,8
Дублення – жирування	Баркас Б-5000	14 - 20 / 4 – 5	2,8

Примітка. Тривалість обробки у чисельнику і знаменнику наведено за існуючою та інноваційною технологіями.

Як видно з наведених даних табл.1 тривалість процесу відмочування – дублення хутрової сировини, зокрема, шкурок кроля та їх дублення – жирування при застосуванні інноваційних технологій обробки відповідно скорочується у 6-7 і 3,5-4 рази, що дає можливість зменшити виробничі площі та зекономити енергетичні ресурси.

Висновки. Таким чином, навіть стислий опис технології формування хутрових матеріалів показує, що специфічні властивості різних видів сировини визначають багатостадійність і багатофакторність її переробки у натуральні матеріали. При цьому, як свідчать одержані патенти, вирішальна роль в технологіях переробки хутрової сировини належить хімічним реагентам і матеріалам.

Інтенсифікація фізико-хімічних процесів обробки хутрової сировини різних видів сприяє енергоощадному проведенню виробничої технології. Впровадження у виробництво інноваційних розробок скорочує тривалість обробки хутрової сировини у рідинних процесах у 4,7-5 разів, що суттєво знижує затрати енергії.

Список використаних джерел

1. Пат. 2101360 РФ, МПК С 14 С 1/04. Состав для отмоки мехового сырья / Лозневая Е. С., Григорьев Б. А., Назарова Т. П. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «НИИ меховой пром.-сти». – № 94024849/12 ; заявл. 1.07.1994 ; опубл. 10.01.1998.

2. Единая технология обработки шкурок кролика. – М. : ЦНИИТЭИлегпром. – 1990. – С. 10-11, 20-24.
3. Пат. 2126839 РФ, МПК С 14 С 1/08, С 14 С 3/06. Способ обработки овчин / Булгакова И. В., Приймак О. Р. ; заявитель и патентообладатель МГАЛП. – № 95101290/12 ; заявл. 30.01.1995 ; опубл. 27.02.1999.
4. Пат. 2149902 РФ, МПК С 14 С 3/06. Способ выделки меховых шкур / Зурабян К. М., Макаров-Зелянский Я. Я., Арифов Т. М. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Зурабян К. М. – № 99115933/12 ; заявл. 26.07.1999 ; опубл. 27.05.2000.
5. Обработка шубной и меховой овчины / [Симонов Е. А., Григорьев Б. С. и др.]. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – с. 39-41.
6. Barbara Dziùbek. Der Einfluß der Entfettung auf ausgewählte Eigenschaften fertiger Nutriafelle / Barbara Dziùbek, Ignacy Duda // Brühl. Fachzeitschrift für Rauchwarenechadel Pelzkleidung Rauchwarenveredlung und Pelztierzucht. – 1989. – Jg. 30. – № 6. – Р. 33.
7. Данилкович А. Г. Сучасне виробництво хутра : навч. посібник / Данилкович А. Г., Ліщук В. І., Стрембулевич Л. В. – К. : Фенікс, 2015. – 319, [1] с.
8. Лутфуллин Р. И. Совершенствование процессов обработки меховой овчины с использованием новых композиций ПАВ / Р. И. Лутфуллин, Г. Г. Лутфуллина, Л. М. Хайдарова // Сборник научных трудов : молодые ученые – промышленности, науке, технологии и профессиональному образованию : проблемы и новые решения : междунар. науч.-практ. конф., 17-19 ноября, 2009 г. – М., 2009. – С. 150-154.
9. Лутфуллина Г. Г. Синтезированный ПАВ как компонент составов для мойки и отмоки меховой овчины / Р. И. Лутфуллин, Г. Г. Лутфуллина, Л. М. Хайдарова // Новые технологии и материалы легкой промышленности. – Казань, 2010. – С. 71-77.
10. Лутфуллина Г. Г. О влиянии синтезированного аминоксодержащего ПАВ на процесс отмоки мехового сырья / Г. Г. Лутфуллина, Л. М. Хайдарова, А. В. Островская [и др.] // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 210-214.
11. Лутфуллина Г. Г. Разработка пенетрирующих составов для повышения качества выделки меховой овчины / Г. Г. Лутфуллина // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 2. – С. 476-481.
12. Лутфуллина Г. Г. Пенетрирующие системы различных составов и их влияние на жидкостные процессы мехового производства и свойства мехового полуфабриката / Г. Г. Лутфуллина // Кож.-обув. пром-сть. – 2010. – № 3. – С. 34-36.
13. Синтезированные неионогенные ПАВ в пенетрирующих составах для обработки шкурок кролика / [Г. Г. Лутфуллина, Д. И. Ахметова, Л. М. Хайдарова, Ю. Г. Наумова] // Новые технологии и материалы легкой промышленности : междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, 11-13 мая, 2010 г. : сборник статей. – Казань : КГТУ, 2010. – С. 100-104.
14. Лутфуллина Г. Г. Применение «Карделин Ун» в производстве лисы красной / Г. Г. Лутфуллина, Ю. Г. Наумова // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – №1. – С. 575-576.
15. Лутфуллина Г. Г. Разработка моющего состава на основе ПАВ различной природы и исследование влияния на подготовительные процессы производства одежды из сырья шубной овчины / Г. Г. Лутфуллина // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 1. – С. 573-574.

16. Пат. на КМ 60836 Україна: МПК С 14 С 1/00. Спосіб відмочування хутрової сировини / Савченко Г. В., Злотенко Б. М., Матвієнко О. А [та ін.] ; заявник та патентовласник КНУТД. – № u201015801 ; заявл. 27.12.2010 ; опубл. 25.06.2011, Бюл. №12.
17. Пат. на КМ 75108 Україна, МПК С 14 С 3/00. Спосіб обробки хутрової сировини / Стаценко Д. В., Романюк О. О., Данилкович А. Г. [та ін.] ; заявник та патентовласник КНУТД. – № u201204343 ; заявл. 06.04.2012 ; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
18. Пат. на КМ 86367 Україна, МПК С 14 С 3/00. Спосіб обробки хутрової сировини / Романюк О. О., Скідан В. В., Цимбаленко О. П. [та ін.] ; заявник та власник КНУТД. – № u201308633 ; заявл. 09.07.2013 ; опубл. 25.12.2013, Бюл. №24.
19. Пат. на КМ 12056 Україна, МПК С 14 С 1/00, С 14 С 1/04, С 14 С 1/08. Препарат для обробки шкіряної та хутрової сировини / Ліщук В. І., Бехарський В. В., Данилкович А. Г. ; заявник та власник КНУТД. – № u200507445 ; заявл. 26.07.05 ; опубл. 16.01.06, Бюл. № 1.
20. Шалбуев Д. В. Экобиотехнологический способ пикелевания овчинно-шубного сырья / Д. В. Шалбуев // Кож.-обув. пром-сть. – 2009. – № 1. – С. 36-39.
21. Пат. 2346054 РФ, МПК С 12 S 7/00, С 14 С 1/08. Способ обезжиривания овчинно-мехового сырья / Шалбуев Д. В. ; заявитель и патентообладатель Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Вост.-Сиб. гос. технол. ун-т. – № 2007117964/12 ; заявл. 14.05.2007 ; опубл. 10.02.2009.
22. Шалбуев Д. В. Разработка биотехнологического способа проведения отмоки и обезжиривания меховой овчины / Д. В. Шалбуев // Кож.-обув. пром-сть. – 2009. – № 2. – С. 34-37.
23. Шалбуев Д. В. Разработка биотехнологического метода пикелевания на основе кисломолочных композиций и продуктов растворения коллагена / Д. В. Шалбуев, Е. В. Жарникова // Кож.-обув. пром-сть. – 2010. – № 3. – С. 42-44.
24. Пат. 2399678 РФ, МПК С 14 С 1/08. Способ пикелевания мехового сырья / Медведева Е. Г, Шалбуев Д. В. Советкин Н. В. ; заявитель и патентообладатель Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Вост.-Сиб. гос. технол. ун-т. – № 2009113409/12 ; заявл. 09.04.2009 ; опубл. 20.09.2010.
25. Пат. на КМ 94750 Україна, МПК С 14 С 3/00. Спосіб обробки хутрової овчини / Скідан В. В., Романюк О. О., Данилкович А. Г. ; Мельник М. В. ; заявник та патенто-власник КНУТД. – № u201407232 ; заявл. 27.06.2014 ; опубл. 25.11.2014, Бюл. № 22.
26. Салимова А. И. Применение олигомеров в хромсберегающих технологиях дубления мехового полуфабриката / А. И. Салимова, И. Ш. Абдуллин, В. А. Сысоев // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 20. – С. 151-153.
27. Салимова А. И. Изучение свойств мехового полуфабриката, полученного с применением олигомеров / А. И. Салимова, А. И. Сысоев // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 21. – С. 58-60.
28. Гарифуллина А. Р. Получение уретангликоля на основе этилендиамина и его влияние на кожевенную ткань меховой овчины в процессе дубления / А. Р. Гарифуллина, В. А. Сысоев // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 21. – С. 541-545.
29. Пат. 36805 Україна, МПК С 14 С 3/00. Спосіб дублення хутрових шкур /

Данилкович А. Г., Сідляр Ю. Р. ; заявник та патентовласник КНУТД. – № 2000020740 ; заявл. 10.02.2000 ; опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3.

30. Пат. 36806 Україна, МПК С 14 С 3/00. Спосіб обробки хутрових шкур / Данилкович А. Г., Сідляр Ю. Р. ; заявник та патентовласник КНУТД. – № 2000020741 ; заявл. 10.02.2000 ; опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3.

31. Пат. 2125096 РФ, МПК С 14 С 3/00, С 14 С 3/04. Миниральный дубитель на основе соединения циркония / Данилкович А. Г., Журавский В. А., Мокроусова О. Р. [и др.] ; заявитель и патентообладатель ГАЛПУ ; АТ «ВОЗКО». – № 97121279/12 ; заявл. 03.12.1997 ; опубл. 20.01.1999.

32. Пат. 27610 Україна, МПК С 14 С 3/00. Мінеральний дубитель на основі сполуки цирконію / Данилкович А. Г., Журавський В. А., Мокроусова О. Р. [та ін.] ; заявник та патентовласник ДАЛПУ, АТ «ВОЗКО». – № 96124502 ; заявл. 02.12.96 ; опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4.

33. Пат. 29014 Україна, МПК С 14 С 3/04. Спосіб вичинки хутрових шкур / Мокроусова О. Р., Журавський В. А., Данилкович А. Г. [та ін.] ; заявник та патентовласник ДАЛПУ. – № 97125792 ; заявл. 03.12.97 ; опубл. 16.10.2000, Бюл. № 5.

34. Пат. на КМ 43603 Україна, МПК С 14 С 3/00. Спосіб обробки овчини / Плаван В. П., Данилкович А. Г. ; заявник та патентовласник КНУТД. – № u200902546 ; заявл. 23.03.2009 ; опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16.

35. А. с. 1507800 СССР, МКИ³ С 14 С 9/02. Состав для жирования меховых шкур / Т. Э. Гаджиев, А. Г. Данилкович, Б. С. Григорьев [и др.]. – № 4370861/31-12 ; заявл. 30.12.87 ; опубл. 15.09.89, Бюл. № 34.

36. Карпикова Е. М., Шулимович Д. Оптимизация процесса жирования пушно-мехового полуфабриката с использованием вторичных жирующих материалов / Е. М. Карпикова, Д. Шулимович // Сборник статей : «Дни науки – 2006» : Всероссийская науч.-техн. конф. студентов и аспирантов (2006, Санкт-Петербург). – СПб. : СПГУТД, 2006 (СПб.). – С. 305-306.

37. Пат. 45435 Україна, МПК D 06 P 3/30. Склад для фарбування волосяного покриву / Данилкович А. Г., Цимбаленко О. П., Журавский В. А., Волосковська М. П. ; заявник та патентовласник ДАЛПУ. – № 98074016 ; заявл. 22.07.1998 ; опубл. 15.04.2002, Бюл. № 4.

38. Пат. 30534 Україна, МПК C09 B61/00, C09 B69/00. Спосіб окислювального фарбування хутра / Цимбаленко О. П., Сідляр Ю. Р., Данилкович А. Г. [та ін.] ; заявник та патентовласник ТОВ ГВП «Хімматеріали». – № 98052677 ; заявл. 22.05.1998 ; опубл. 15.11.2000, Бюл. № 6.

39. Резвякова А. С. Разработка способа получения на пушно-меховом полуфабрикате многоцветных отделочных эффектов / А. С. Резвякова, Н. Шилкова // Сборник статей : «Дни науки – 2006» : Всероссийская науч.-техн. конф. студентов и аспирантов (2006; Санкт-Петербург). – СПб. : СПГУТД, 2006 (СПб.). – С. 303-304

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПУШНЫХ И ОВЧИННО-ШУБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ДАНИЛКОВИЧ А. Г., РОМАНЮК О. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Снижение энергозатрат благодаря усовершенствованию технологии обработки мехового сырья.

Методика. Сделано анализ существующих технологических процессов обработки мехового сырья, который позволил осуществить синтез факторов, что непосредственно определяют затраты рабочего времени, энергии, воды, дорогостоящих вредных химических реагентов, а также качество и объем сточных вод.

Результаты. Предложено разработанные способы обработки мехового сырья для отмоки, преддубильной процессов, в том числе обезжиривания и дубления шкурок полуфабриката, которые предусматривают использование активированных водных растворов низкой температуры, и сокращение продолжительности технологических процессов.

Научная новизна. Энергосберегающие обработки мехового сырья созданы путем использования активированных водных растворов.

Практическая значимость. Разработанные способы уменьшают затраты энергии, химических реагентов, повышают пластичность материала.

Ключевые слова: меховое сырье, активированная вода, энергосберегающая обработка.

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF FUR-BEARING AND SHEEPSKIN-FUR MATERIALS

DANYLKOYCH A. G., ROMANYUK O. O.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Reduction of power consumption due to the perfection of raw hair skin processing technology.

Methodology. The analysis of existing technological processes of raw hair skin, which allowed to synthesize the constituents which directly define the processing duration, energy consumption, water consumption, expensive harmful chemical reagents expenditure as well as the quality and volume of waste waters was carried out.

Findings. The developed raw hair skin processing techniques for soaking, pre-tanning, including degreasing, and tanning skins half-finished product, which provide for using of activated aqueous solutions low temperatures, and cutting down duration of technological processes.

Originality. Energy-saving technologies of raw hair skin processing with the use of activated solutions were developed.

Practical value. The developed techniques decrease energy and chemical reagent expenditure and increase the ductility of the material.

Key words: hair skin, activated water, energy-saving treatment.

УДК. 687.076:687.073

МОЙСЕЄНКО С.І.

Київський національний університет технологій і дизайну

НОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ПАКЕТУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СПАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

Мета. Поліпшення теплозахисних властивостей пакету спальних засобів.

Методика. Використаний загальновідомий метод створення пакетів матеріалів для одягу, який включає в себе матеріали підкладки, що контактують з тілом людини, матеріали прокладки, в даному випадку відбиваючи та теплозахисна прокладка складної конструкції та тканина верху з волого відштовхуючих матеріалів.

Результати. Розроблено конструкції верхнього та нижнього шарів пакету матеріалів для спальних засобів, які складаються: нижній - підкладочний матеріал, відбиваючий шар з алюфому, синтепон, пружна вкладка та тканина верху; верхній – підкладка, теплозахисний шар (синтепон або пір'я птахів, або інше) та тканина верху.

Наукова новизна. Розробка багатошарового спального засобу в якому пропонується різні пакети верхнього та нижнього шару, при чому нижній шар має пружні властивості завдяки яким підтримується його товщина при навантаженні тілом людини.

Практична значимість. При виготовленні спальних засобів з такими пакетами можливо прогнозувати пружність пакету завдяки підбору полімерних вкладинок різного модуля пружності.

Ключові слова: теплозахисні, пружні властивості, багатошаровий, відбиваючий матеріал, спінений полімер.

Вступ Сучасні теплозахисні спальні засоби (спальні мішки) як правило, виготовляються з утеплювачами на основі синтетичних штучних рідше натуральних волокон. Також в деяких випадках можуть виготовлятися утеплювачі з пір'я птахів.

У сучасних умови політичного життя України, а саме з присутністю АТО, на її території, коли військові дії відбуваються не традиційними методами, а саме гібридною війною, другі ешелони, тобто тилові підрозділи, найчастіше, не завжди встигають за авангардними лініями, які ведуть бої, у зв'язку з цим гостро виникає потреба у збереженні теплового стану бійців в польових умовах, особливо в період відпочинку. Використання надійних теплозахисних спальників максимально вирішує цю проблему.

Постановка завдання Основним недоліком сучасних теплозахисних засобів є те, що теплозахисні прокладки при навантаженні тіла людини значно зменшують свої геометричні розміри, тобто стають тонкіше.

Як відомо, термічний опір R пакету матеріалів залежить від кількості відносно нерухомого повітря, що знаходиться між волокнами утеплювальної прокладки, в даному випадку, його товщини. Зміна товщини пакета призводить до зменшення кількості повітря всередині пакета, що в свою чергу різко впливає на термічний опір.

Для збільшення термічного опору спальників застосовується синтетичні килимки-підстилки зі спінених полімерів. Використання таких килимків, додатково збільшує чималі об'єми спальників, що в польових умовах, є додатковою амуніцією до екіпіровки військовослужбовця.

Результати дослідження Нами пропонується новий підхід до формування пакету матеріалів для спальних засобів, як для туризму, так і для потреб військовослужбовців. А саме: нижній пакет матеріалів, на якому розташовується тіло людини виготовляти з прокладок теплозахисних з пружною деформацією, яка при навантаженні тіла людини практично не змінюватиме свою товщину, а верхній шар виготовляти у вигляді пакета для ковдр з полегшених і формостійких синтетичних або натуральних волокон. Іншими словами людина в спальнику буде розташовуватися на теплозахисному матраці, гнучкої конструкції, зі значним теплотермічним опором і формостійкістю, а верхня частина буде являти собою ковдру, з іншими властивостями, ніж нижня частина.

В якості нижньої частини спальника пропонується використовувати розроблені на кафедрі ТКШВ теплозахисне полотно коміркового типу з вкладишами зі спіненого полімеру, а між вкладишами для збереження непорушності повітря пропонується розташовувати волокнисті утеплювачі типу синтепону.

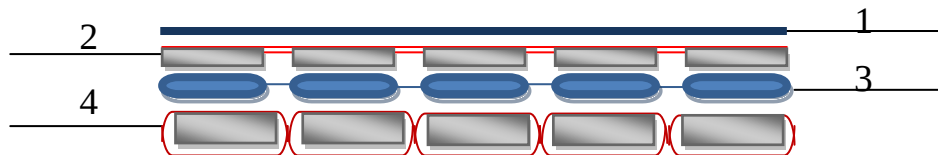


Рис. Конструкція пакету

1 – поверхня тіла людини; 2 – відбиваючий шар з алюфому; 3 – синтепон; 4 – пружна вкладка.

Така конструкція пакету буде гнучкою через пористого полотна, тобто може скручуватися і складатися, що не дозволяє монолітне полотно килимка. Відбиваючий шар з алюфому, відображає інфочервоне випромінювання від людини, яка в свою чергу повертається назад до тіла.

Висновки В пропонуємому спальному засобі розділяються пакети матеріалів нижній та верхній шари, при чому нижній шар виготовляється з теплозахисного полотна з комірками, в яких знаходиться спінений полімер. Відбиваючий шар з алюфому в свою чергу значно зменшує втрату тепла за рахунок випромінювання. При виробництві спальних засобів з таким пакетом можна прогнозувати пружність пакету завдяки підбору полімерних вкладинок різного модуля пружності.

Список використаних джерел

1. Омельченко С.В., Мойсеєнко С.І. Утеплююча прокладка нового типу/ С.В. Омельченко, С.І. Мойсеєнко. – К : Легка промисловість, 1999.- с. 45- 47
2. Делль Р.А. Гигиена одежды. /Рональд Арно Делль -М.: Лёгкая индустрия, 1979. - 144с.
3. Паченцева С. Г. Розробка та дослідження методики проектування одягу з об'ємними матеріалами/ Сергей Григорьевич Паченцев – К: Легка промисловість, 2004 - 199 с.

References

1. Omelchenko S. V., Moiseenko S.I. (1999). Uteplyuyucha prokladka novoho typu [New type of insulation lining]. Kiev: Light industry.

2. Dell R.A. (1979). Hyhyena odezhdy [Hygiene clothing]. - Moskow: Light industry, 1979. - 144с.
3. Pachentseva S. G. (2004) Rozrobka ta doslídzhennya metodiki proyektuvannya odyagu z ob'ëmnimi materíalami [Research and development of methods of designing clothes with volume materials]. – Kiev: Light industry.

НОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

МОЙСЕЕНКО С.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель: Улучшение теплозащитных свойств пакета спальных средств.

Методика: Использованный общеизвестный метод создания пакетов материалов для одежды, который включает в себя материалы подкладки, что контактируют с телом человека, материалы прокладки, в данном случае отражающая и теплозащитная прокладка сложной конструкции и ткань верха из водоотталкивающих материалов.

Результаты: Разработано конструкции верхнего и нижнего слоев пакета материалов для спальных средств, которые состоят: нижний – подкладочный материал, отражающий шар с алыуфома, синтепон, упругие вкладыши и ткань верха; верхний – подкладка, теплозащитный слой (синтепон или перо, или другое) и ткань верха.

Научная новизна: Разработка многослойного спального средства, в котором предлагаются разные пакеты верхнего и нижнего слоев, при чем нижний слой имеет упругие свойства благодаря которым поддерживается его толщина при нагрузке телом человека.

Практическое значение: При изготовлении спальных средств с такими пакетами можно прогнозировать упругость пакета благодаря подбору полимерных вкладышей с разным модулем упругости.

Ключевые слова: теплозащитные, упругие свойства, многослойный, отражающий материал, спененый полимер.

A NEW APPROACH TO A PACKAGE OF MATERIALS FOR THE SLEEPING MEANS

MOISEENKO S.I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Objective: Improvement of heat-shielding properties of the sleeping means package

Methods: using the well-known method of creating a clothing materials package which includes gasket materials that are in contact with the human body, gasket material, in this case reflecting and heat shielding gasket complex construction and the top fabric of water-repellent materials.

Results: Development of design of the upper and lower layers of the package materials for sleeping means. The composition of the lower layer - lining, reflective layer with alyufoma, padding polyester, elastic inserts and top fabric; the composition of the upper layer - lining, thermal barrier layer (sinтеpon or feather) or other) and the top fabric.

Scientific novelty: Development of multi-layer sleeping means, which proposes different packages of upper and lower layers, and the lower layer has elastic properties due to which it's thickness under a load of the human body remains the same.

Practical value: producing sleeping means with such packages allows to predict the elasticity of the package because of the selection of polymer inserts with different modulus of elasticity.

Keywords: thermal protection, the elastic properties, multi-layered, reflective material, a polymer foam.

УДК 677.075.6:
[677.12:620.17]

ГАЛАВСЬКА Л.Є.

Київський національний університет технологій і дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ КАПІЛЯРНОСТІ ДВОШАРОВОГО БІКОМПОНЕНТНОГО ТРИКОТАЖУ З ВМІСТОМ КОНОПЛЯНОЇ ПРЯЖІ

Мета. Розробка структури та дослідження вологопоглинаючих властивостей двошарового трикотажу, один з шарів якого вироблений з конопляної пряжі. Встановити вплив виду сировини для формування з'єднувальних елементів між шарами двошарового трикотажу на рівень капілярності полотна.

Методика. Використано методи аналізу та синтезу науково-технічної та патентної літератури у сфері виготовлення текстильних матеріалів з використанням конопляної пряжі, теорію структуроутворення кулірного двошарового трикотажу та стандартизовані методи дослідження капілярності текстильних матеріалів.

Результати. Розроблена структура й запропоновані заправні дані для вироблення трикотажного полотна, яке завдяки використанню для формування одного з шарів двошарового трикотажу конопляної пряжі може бути використане у якості текстильного матеріалу для виготовлення білизняних виробів лікувально-профілактичної дії, зокрема для натільної білизни поранених у зоні АТО бійців у період їх лікування та реабілітації. Розроблена структура являє собою двошарове полотно з пресовим з'єднанням шарів основними нитками. У полотні з'єднувальні пресові накиди розташовані у шаховому порядку. В місцях формування з'єднувальних накидів утворюються ненаскрізні отвори. Досліджено вплив виду сировини, з якого формуються з'єднувальні елементи, на рівень капілярності двошарового бікомпонентного трикотажу.

Наукова новизна. Розроблена структура двошарового подвійного трикотажу для виготовлення натільної білизни поранених у зоні АТО бійців, лікувально-профілактичний ефект якої забезпечується використанням у якості гідрофільного шару конопляної пряжі, у якості гідрофобного – поліефірних ниток. Встановлено оптимальні параметри в'язання, що забезпечують бездефектне в'язання трикотажу з конопляної пряжі. Досліджено капілярність розроблених зразків двошарового бікомпонентного трикотажу з вмістом конопляної пряжі.

Практична значимість. Налагодження вітчизняного виробництва поліфункціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни, що експлуатується у період лікувальної терапії та реабілітації.

Ключові слова: екотекстильний матеріал, конопляна пряжа, двошаровий трикотаж, поліфункціональний трикотаж, екобілизна.

Вступ. Широке застосування у трикотажному виробництві нових видів сировини та переплетень, що в результаті надають виробам нових властивостей, є передумовою для зростання обсягів виробництва, оптимізації структури видового та внутрішньовидового асортименту трикотажної продукції та докорінного поліпшення її споживних властивостей. В останні роки турбота про власне здоров'я та екологічність того, що ми не тільки їмо, а й одягаємо, стає все більш актуальними. Одним з популярних видів екологічно безпечної сировини не лише у текстильній та легкій, а й медичній, харчовій, паперовій, будівельній, авіаційній, паливній та інших галузях промисловості є конопля. Конопляна пряжа має цілу низку переваг перед іншими видами натуральних волокон та ниток [1]. Тому використання конопляної пряжі у трикотажному виробництві дозволить

не лише суттєво оновити асортимент трикотажної продукції та значно підвищити її якість, а й отримати високоякісні трикотажні вироби білизняного призначення з лікувально-профілактичним ефектом. Вченими-медиками встановлено, що обробка невеличких ран та рубців ватою з конопляних волокон втричі прискорює процес загоювання. Це пояснюється тим, що конопляне волокно зберігає у своєму складі до 20% олії, яка є ефективним ранозагоювальним засобом. Такий трикотаж може бути рекомендований для виготовлення натільної білизни для поранених у зоні АТО військовослужбовців. Тому розробка структури двошарового бікомпонентного трикотажу, один з шарів якого сформований з конопляної пряжі, та вивчення його споживних властивостей є актуальним науковим напрямом.

Постановка завдання. Метою даної роботи є розробка структури та заправних даних для вироблення на в'язальному обладнанні бікомпонентного трикотажного полотна з терапевтичним ефектом та дослідження його вологопоглинаючих властивостей. Основне цільове призначення полотна: виготовлення натільної білизни для експлуатації в період лікування та реабілітації бійців, що постраждали у зоні АТО. У якості сировини для формування одного з шарів двошарового трикотажу, що має антисептичні та ранозагоювальні властивості, пропонується використати конопляну пряжу.

Використання конопляної пряжі, як у чистому вигляді, так і в поєднанні з іншими видами волокон та ниток, сприяє не лише розширенню асортименту білизняних та верхніх трикотажних виробів, а покращенню їх споживних властивостей. Так трикотажне полотно з використанням конопляної пряжі має високу зносостійкість і практичність, не викликає алергії, створює температурний і енергетичний баланс, має антисептичні і ранозагоювальні функції. Гіпоалергенність конопляних волокон досягається завдяки відсутності у рослинній сировині токсичних хімікатів, що використовуються для боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами культурних рослин. З точки зору тактильних відчуттів, не подразнює шкіру та не електризується. Контакт полотна з залозами внутрішньої секреції має сприятливу дію на нервову та серцево-судинну систему. Текстильні матеріали з конопляних волокон здатні відображати ультрафіолетове випромінювання і тому можуть бути рекомендовані у якості матеріалу для літнього одягу онкохворих людей. Пориста структура конопляного волокна дає змогу трикотажному полотну краще відводити вологу і саме тому дає можливість тілу «дихати» під час спеки, зберігаючи прохолоду. Завдяки пористій структурі, у порівнянні з бавовняним, конопляне волокно краще зберігає тепло та поглинає вологу, створюючи температурний баланс у підодяговому просторі та відчуття затишку і комфорту. Використання трикотажних виробів з конопляної пряжі дозволяє уникнути перегріву тіла в спеку та переохолодження при низькій температурі навколишнього середовища [1, 2]. Вищезазначене дозволяє говорити про високу гігієнічність трикотажних полотен, вироблених з використанням конопляної пряжі. Однак конопляна пряжа у трикотажному виробництві не знайшла широкого використання внаслідок відсутності достатньої кількості науково-обґрунтованої інформації щодо особливостей її переробки на в'язальному обладнанні, не достатньо вивчені фізико-механічні властивості трикотажних полотен, що містять у своїй структурі конопляну пряжу, зокрема двошарових бікомпонентних полотен.

Результати та їх обговорення. Низька собівартість і можливість повної утилізації без шкоди для навколишнього середовища дають додаткові переваги текстильним матеріалам, в основі яких використовуються конопляні волокна [3]. Попри всі позитивні особливості, конопляне волокно дуже нерівномірне за товщиною та достатньо жорстке. Саме це ускладнює процес широкого використання конопляної пряжі у трикотажному виробництві. Майже унеможлиблює процес переробки конопель на в'язальному обладнанні їх велика засміченість. Вплив цих факторів зменшують шляхом багатократного перемотування пряжі на мотальному обладнанні, де завдяки парафінуванню вона стає більш менш рівномірною. Також для покращення в'язальної здатності конопляну пряжу необхідно попередньо зволожувати. Все це вказує на необхідність проведення досліджень умов переробки з метою виявлення параметрів, що забезпечують нормальне протікання процесу петлетворення.

Розроблена технологія вироблення на двофонтурному круглов'язальному обладнанні бікомпонентного двошарового трикотажу з пресовим з'єднанням шарів основними нитками. У якості сировини для вироблення одного з шарів двошарового трикотажу запропоновано використати конопляну пряжу, яка завдяки своїм особливостям забезпечує лікувально-профілактичні властивості трикотажного полотна. Для формування іншого шару пропонується використати поліефірні нитки. Основною функцією поліефірного шару в розробленій структурі двошарового трикотажу є відведення вологи від тіла людини у навколишнє середовище. Поліефірне волокно – новий антиалергенний матеріал, який можна назвати революційним матеріалом, що має пружність, властивості збереження форми і терморегулювання, які додають кінцевій продукції безліч переваг, здатних задовольнити вимогливого сучасного споживача. Крім того, з точки зору використання у білизняних виробах лікувально-профілактичної дії, зазначений вид сировини є інертним до розвитку патогенної мікрофлори внаслідок своєї гідрофобності, не вбирає сторонні запахи та забезпечує можливість легкого видалення забруднень під час прання.

На рис. 1 представлено графічний запис структури переплетення. Особливістю розробленої структури є формування ненаскрізних отворів в одному з шарів полотна в місцях утворення пресових з'єднувальних накидів. Слід зауважити, що на функціональні властивості має вплив вид сировини шару трикотажу, з якого утворюються пресові з'єднувальні накиди, оскільки саме цей шар матиме чарункоподібну структуру. У табл. 1 представлено заправні дані розроблених функціональних полотен лікувально-профілактичної дії для виготовлення натільної білизни військовослужбовців. У зразку полотна №1 з'єднувальні пресові накиди сформовані з поліефірних ниток, у зразку №2 – з конопляної пряжі.

Для виготовлення зразків запропоновано використати двофонтурну круглов'язальну машину 16-го класу з ластичним розташуванням голок. Для покращення в'язальної здатності конопляної пряжі пряжа підлягала трикратному перемотуванню. Перемотування конопляної пряжі дозволило ліквідувати засміченість пряжі та нерівномірність по товщині. З метою зменшення жорсткості конопляної пряжі на згин пряжу перед в'язанням зволожували.

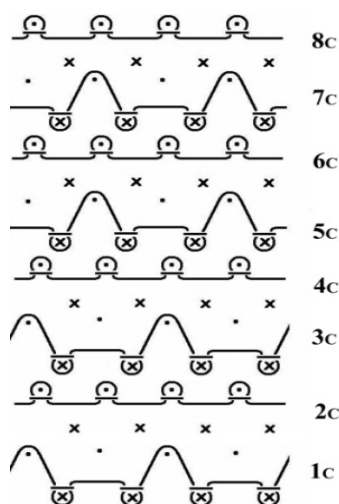


Рис. 1 Графічний запис переплетення

Таблиця 1. Заправні дані

№ зразка	Заправні дані по петлетвірним системам
1	1с – поліефірна нитка 16,7текс
	2с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	3с – поліефірна нитка 16,7текс
	4с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	5с – поліефірна нитка 16,7текс
	6с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	7с – поліефірна нитка 16,7текс
	8с – конопляна пряжа 25Х2 текс
2	1с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	2с – поліефірна нитка 16,7текс
	3с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	4с – поліефірна нитка 16,7текс
	5с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	6с – поліефірна нитка 16,7текс
	7с – конопляна пряжа 25Х2 текс
	8с – поліефірна нитка 16,7текс

Визначення капілярності, яке полягає у вимірюванні висоти капілярного підняття підфарбованої рідини за 60хв по вертикально розташованій пробі двошарового трикотажу проведено згідно стандартизованої методики [4]. Капілярність розроблених зразків трикотажних полотен визначено як вздовж петельних стовпчиків, так і вздовж петельних рядів. У табл.2 наведені середні значення підняття рідини вздовж петельних рядів та стовпчиків у разі формування конопляного шару у вигляді петель (зразок №1). Для кращої наглядності одержаних результатів досліджень та виявлення характеру залежності висоти підняття рідини від часу проведення дослідів побудовано відповідні графіки (рис. 2 та 3).

Як видно з графіків рівень підняття рідини зі сторони гідрофільного шару (конопляна пряжа) вищий ніж зі сторони гідрофобного (поліефірна нитка), що пояснюється капілярними властивостями сировини. Різниця у рівнях підняття рідини на 60-й хв. дослідів, що відповідає рівню капілярності, вздовж петельних рядів становить 3,9 мм, вздовж пет. рядів – 2.4 мм. Рівень капілярності вздовж пет. стовпчиків вищий, що пояснюється вищим ступенем орієнтації нитки в петлях у цьому напрямку.

Таблиця 2

Результати дослідження висоти підняття рідини у часі, зразок №1

Тривалість дослідів, хв	Підняття рідини зі сторони конопляного шару		Підняття рідини зі сторони поліефірного шару	
	вздовж пет. рядів	вздовж пет. стовпчиків	вздовж пет. рядів	вздовж пет. стовпчиків
5	6,1	6,7	2,7	5,0
10	7,6	7,9	3,7	5,0
15	8,7	9,3	4,8	6,3
20	9,5	10,2	6,02	7,3
25	10,2	11,0	6,5	7,3
30	10,7	11,5	7,0	8,4
35	11,2	12,1	7,3	9,2
40	11,7	12,6	7,8	9,9
45	12,1	13,1	8,2	10,5
50	12,5	13,5	8,5	11,1
55	12,5	13,6	8,6	11,2
60	12,5	13,6	8,6	11,2

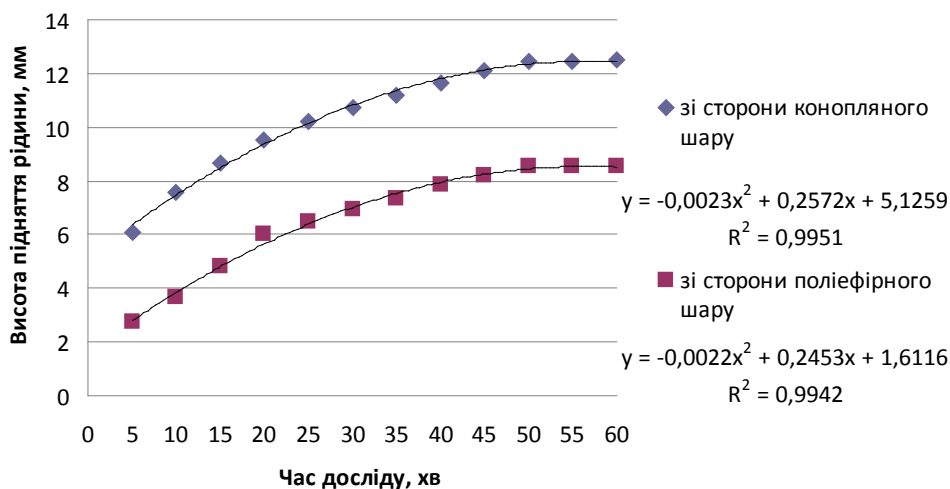


Рис. 2 Підняття рідини вздовж петельних рядів у разі формування конопляного шару у вигляді петель

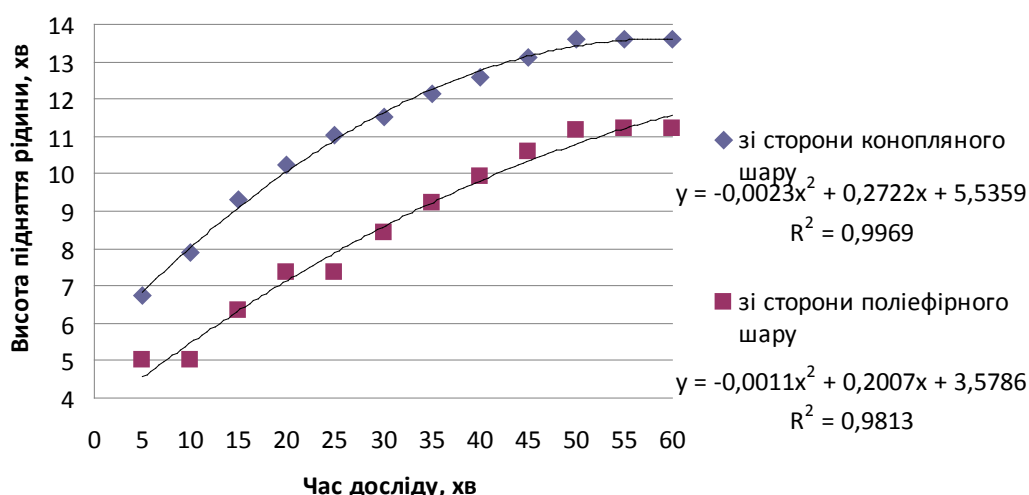


Рис. 3 Підняття рідини вздовж петельних стовпчиків у разі формування конопляного шару у вигляді петель

За час проведення дослідження рівень підняття рідини зі сторони гідрофільного (конопляного) шару вздовж пет. рядів зріс на 104,9%, вздовж пет. стовпчиків – на 102,9%; зі сторони гідрофобного шару (поліефірного) вздовж пет. рядів – на 218,5%, вздовж пет. стовпчиків – на 124,0%. Таким чином динаміка підняття рідини зі сторони конопляного шару в обох напрямках однакова. А от зі сторони гідрофільного шару вздовж петельного ряду швидкість майже у 2 рази більша, що можна пояснити напрямком орієнтації капілярів у синтетичному виді сировини при розташуванні сформованої в петлі нитки в структурі петельного ряду.

У табл.3 наведені середні значення підняття рідини вздовж петельних рядів та стовпчиків у разі формування конопляного шару у вигляді петель та накидів (зразок №2). На підставі даних табл.3 побудовані графіки (рис.4, 5), які наглядно ілюструють характер залежності висоти підняття рідини від часу проведення дослідження.

Таблиця 3

Результати дослідження висоти підняття рідини у часі, зразок №2

Тривалість досліду, хв	Підняття рідини зі сторони конопляного шару		Підняття рідини зі сторони поліефірного шару	
	вздовж пет. рядів	вздовж пет. стовпчиків	вздовж пет. рядів	вздовж пет. стовпчиків
5	6,6	6,6	6,6	6,4
10	8,6	8,3	8,6	8,1
15	10,2	9,7	10,2	9,5
20	10,8	10,6	11,4	10,4
25	11,6	11,2	12,2	11,0
30	12,3	12,0	12,9	11,9
35	12,9	12,7	13,5	12,5
40	13,7	13,1	14,3	12,9
45	14,2	13,6	14,6	13,4
50	14,7	14,0	15,1	13,9
55	14,8	14,1	15,2	13,9
60	14,8	14,1	15,2	13,9

З графіків видно, що рівень підняття рідини у разі формування з'єднувальних елементів з гідрофобної (поліефірної) сировини вздовж пет. стовпчиків майже однаковий з обох сторін двошарового бікомпонентного трикотажу, вздовж пет. рядів вищий зі сторони гідрофобного шару на 2,7%. Тому таку особливість структуроутворення двошарового бікомпонентного трикотажу, як вид сировини для формування з'єднувальних елементів, слід враховувати при розробці функціонального трикотажу з прогнозованими властивостями.

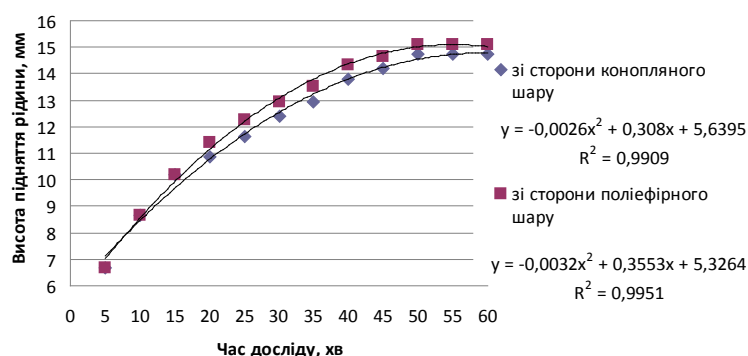


Рис. 4 Підняття рідини вздовж петельних рядів у разі формування конопляного шару у вигляді петель та накидів

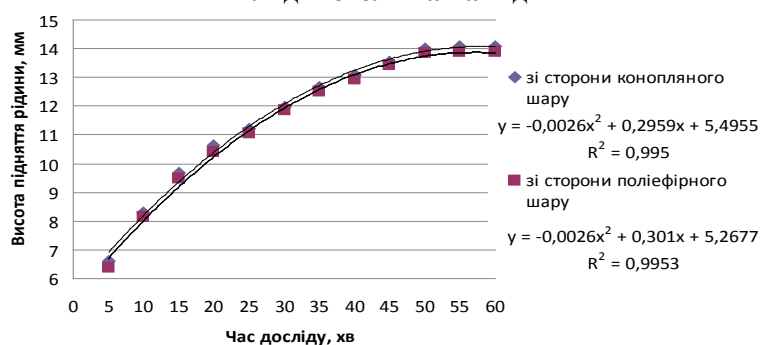


Рис. 5 Підняття рідини вздовж петельних стовпчиків у разі формування конопляного шару у вигляді петель та накидів

За час проведення дослідів рівень підняття рідини зі сторони гідрофільного (конопляного) шару вздовж пет. рядів зріс на 124,2%, вздовж пет. стовпчиків – на 113,6%; зі сторони гідрофобного шару (поліефірного) вздовж пет. рядів – на 130,3%, вздовж пет. стовпчиків – на 117,2%. Таким чином динаміка підняття рідини як вздовж пет. рядів, так і вздовж пет. стовпчиків з обох сторін трикотажу однакова, що пояснюється формуванням з'єднувальних елементів в структурі двошарового трикотажу з гідрофобного виду сировини.

Показником рівня капілярності текстильного матеріалу є значення висоти підняття рідини на 60-й хвилині дослідів. За одержаними у табл.2 та 3 даними побудовані відповідні діаграми капілярності вздовж пет. ряду та стовпчика (рис. 6, 7), які наглядно ілюструють вплив виду сировини, з якої сформовано з'єднувальні пресові накиди між шарами двошарового трикотажу на рівень капілярності. Як видно з діаграм, представлених на рис. 6 та рис. 7, як зі сторони гідрофільного, так і зі сторони гідрофобного шару у зразка №1 рівень капілярності вздовж пет. стовпчиків вищий ніж вздовж пет. рядів, що пояснюється використанням у якості з'єднувальних елементів гідрофобної сировини.

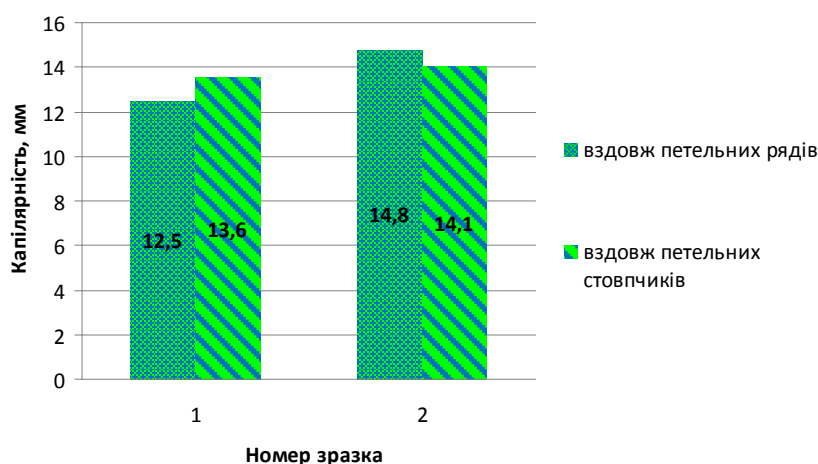


Рис. 6 Діаграми капілярності розроблених зразків двошарового бікомпонентного трикотажу зі сторони конопляного (гідрофільного) шару

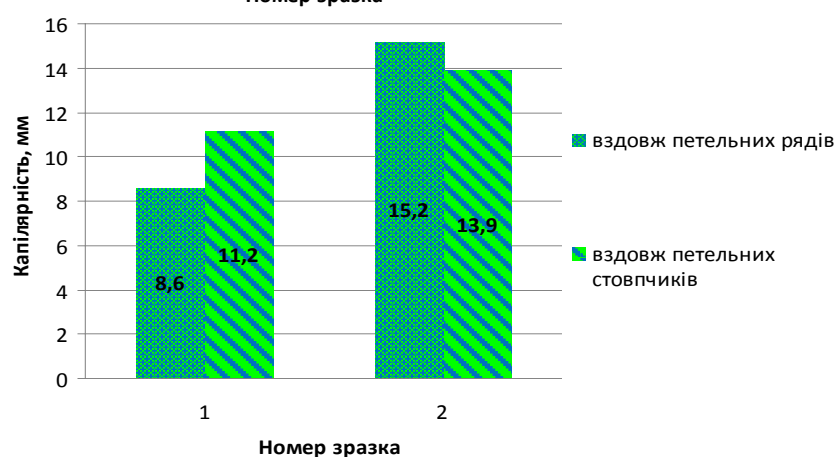


Рис. 7 Діаграми капілярності розроблених зразків двошарового бікомпонентного трикотажу зі сторони поліефірного (гідрофобного) шару

У зразку №2, саме наявність з'єднувальних пресових накидів, сформованих з конопляної пряжі, сприяє зростанню рівня капілярності вздовж пет. ряду, оскільки зростає масова частка гідрофільного виду сировини в одному пет. ряді, а саме у зразка №1 капілярність зі сторони гідрофільного шару вздовж пет. ряду нижча ніж вздовж пет. стовпчика на 8,1%, у зразка №2 – навпаки вища на 5,0%.

Наявність у структурі двохшарового трикотажу з'єднувальних елементів з гідрофільної сировини впливає на капілярність гідрофобного шару. Так у зразка №2 порівняно зі зразком №1 зі сторони гідрофобного шару рівень капілярності вздовж пет. рядів на 76,6% більше, вздовж пет. стовпчиків – на 24,1%.

Висновки. Переваги конопель перед бавовною і льоном є очевидними. Витрати на вирощування порівняно з іншими видами сировини рослинного походження доволі скромні, а ефект від використання конопляної пряжі у виробництві трикотажних полотен білизняного призначення величезний: і терапевтичний, і екологічний. При розробці бікомпонентних трикотажних полотен з метою формування функціональних властивостей слід звертати увагу на вид сировини, з якої формуються з'єднувальні накиди. У результаті дослідження вологопоглинаючих властивостей двохшарового бікомпонентного трикотажу, один шар якого сформовано з конопляної пряжі, виявлено, що капілярність у зразка №2 як зі сторони гідрофільного, так і зі сторони гідрофобного шару майже однакова. Це пояснюється тим, що з'єднувальні пресові накиди утворені з гідрофільної конопляної пряжі забезпечують підняття рідини зі сторони гідрофобного шару. У зразка №1, де гідрофільний конопляний шар сформований петлями гладі, помітна досить значна різниця у висоті підняття рідини зі сторони гідрофільного та гідрофобного шарів.

Список використаних джерел

1. Коноплі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/30385/>
2. Проблеми використання луб'яних волокон в текстильній промисловості. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.confcontact.com/2007nov/rastorgueva.php>
3. Галик І.С. Екологічна безпечність текстилю: проблеми і рішення. /І.С. Галик, Б.Д. Семак // Вісник ХНУ. Технічні науки. – 2014. – №6(219). – С. 88-90.
4. ДСТУ ГОСТ 3816:2009 (ІСО 811-81). Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОСТИ ДВУХСЛОЙНОГО БИКОМПОНЕНТНОГО ТРИКОТАЖА С СОДЕРЖАНИЕМ КОНОПЛЯНОЙ ПРЯЖИ

ГАЛАВСКАЯ Л.Е.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка структуры и исследования влапоглощающий свойств двухслойного трикотажа, один из слоев которого изготовлен из конопляной пряжи. Установить влияние вида сырья для формирования соединительных элементов между слоями двухслойного трикотажа на уровень капиллярности полотен.

Методика. использованы методы анализа и синтеза научно-технической и патентной литературы в сфере изготовления текстильных материалов с использованием конопляной пряжи, теория структурообразования кулирного двухслойного трикотажа и стандартизированные методы исследования капиллярности текстильных материалов.

Результаты. разработана структура и предложены справочные данные для выработки трикотажного полотна, которое благодаря использованию для формирования одного из слоев двухслойного трикотажа конопляной пряжи может быть использовано в качестве текстильного материала для изготовления бельевых изделий лечебно-профилактического действия, в частности для нательного белья раненых в зоне АТО бойцов в период их лечения и реабилитации. Разработанная структура представляет собой двухслойное полотно с пресовым соединением слоев основными нитями. В полотне

соединительные прессовые наброски расположены в шахматном порядке. В местах формирования соединительных набросков образуются несквозные отверстия. Исследовано влияние вида сырья, из которого формируются соединительные элементы, на уровень капиллярности двухслойного бикомпонентного трикотажа.

Научная новизна. разработана структура двухслойного двойного трикотажа для изготовления нательного белья раненых в зоне АТО бойцов, лечебно-профилактический эффект которой обеспечивается использованием в качестве гидрофильного слоя конопляной пряжи, в качестве гидрофобного - полиэфирных нитей. Установлены оптимальные параметры вязания, обеспечивающие бездефектное вязание трикотажа из конопляной пряжи. Исследована капиллярность разработанных образцов двухслойного бикомпонентного трикотажа с содержанием конопляного пряжи.

Практическая значимость. налаживание отечественного производства полифункциональных трикотажных полотен для изготовления нательного белья, которое эксплуатируется в период лечебной терапии и реабилитации.

Ключевые слова: *экотекстильный материал, конопляная пряжа, двухслойный трикотаж, полифункциональный трикотаж, экобелье.*

RESEARCH OF DOUBLE-LAYER BICOMPONENT KNIT CONTENT OF HEMP YARN ON THE CAPILLARITY

GALAVSKA L.Je.

The Kiev National University of Technologies and Design

Objective. Development of structure and research moisture absorbing properties of two-layer knit, one of which layers is made of a hemp yarn. To establish influence of a type of raw materials for formation of connecting elements between layers of two-layer knit on the level of a capillarity of fabrics.

Methodology. In research were used methods of the analysis and synthesis of scientific-technical and patent literature in the sphere of production of textile materials with use of a hemp yarn. Also was used the theory of formation of weft double-layer knitwear structure and the standardized methods of research of a capillarity of textile materials.

Findings. In research work the structure is developed and filling data for development of knitted fabrics are offered. The received double-layer knit, because of use of a hemp yarn in one of its layers, can be used as textile material for production of products of a special purpose. For example, for linen products of treatment-and-prophylactic action, in particular for underwear of wounded in the anti-terrorist operation zone of fighters during their treatment and rehabilitation. The developed structure represents a weft double-layer knit with press connection of layers the main threads. In a fabric connecting press tucks are located in chessboard order. In places of formation of connecting tucks not through openings are formed. Influence of a type of raw materials on the level of capillarity of double-layer bikomponent knit of which connecting elements are formed is investigated.

Originality. The structure of double-layer knit is developed for production of underwear of wounded in the anti-terrorist operation zone of fighters. Its treatment-and-prophylactic effect is provided with use as a hydrophilic layer of a hemp yarn, as the hydrophobic - polyester threads. Optimum parameters of knitting which provide faultless knitting of fabric from a hemp yarn are established. The capillarity of the developed samples of double-layer bikomponent knit with the contents hemp a yarn is investigated.

Practical Value. establish its own production of multifunctional knitted fabrics for the manufacture of underwear, which operated in the period of medical treatment and rehabilitation

Keywords: *ecotextiles, weft double-layer knit, hemp yarn, multifunctional knitted fabrics*

УДК 687.023

ЗАЩЕПКИНА Н.М.

Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут»

ОЦІНКА ТА КОНТРОЛЬ РІВНЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ

Мета. Розробити методика експертизи технологічних процесів виготовлення текстильних матеріалів.

Методика. Оцінка рівня приватних показників проводиться за допомогою комплексного методу з застосуванням функції бажаності, яка являє собою безрозмірну безперервну характеристику якості.

Результати. Найбільш значущими показниками є ступінь використання устаткування, прогресивність устаткування, нормативний термін служби і періодичність ремонту.

Наукова новизна. Дана методика дозволяє найбільш повно оцінити технологічний процес, виявити «слабкі місця» в роботі підприємств та розробити необхідні організаційно-технічні заходи щодо підвищення техніко - економічного рівня виробництва.

Практична значимість. Застосування методика дозволяє підвищити ефективність виробництва, якість послуг, які надаються та раціонально використовувати основні та виробничі фонди і трудові ресурси на підприємствах галузі.

Ключові слова: експертиза виробничого процесу, якість, показники, інтегральна оцінка.

Вступ. Якість виготовлення текстильних матеріалів залежить від стану технологічних процесів, а саме - багатьох факторів технологічного, технічного та організаційного характеру. Підвищення якості продукції вимагає цілеспрямованого впливу на технологічний процес, тому вивченню факторів, що впливають на нього, слід приділити особливу увагу.

Постановка завдання. Експертизу виробничого процесу необхідно здійснювати за всіма елементами і сукупністю факторів (показників науково - технічного рівня та якості) процесу [1]. Тому в статті технологічний процес розглядається та проводиться експертиза за трьома напрямками[1-3]: технологія; технічне оснащення і організація робочого місця; організація праці. Проводять експертизу по кожному з перерахованих напрямків по наступній схемі: виявлення переліку приватних показників; оцінка рівня приватних показників; комплексна оцінка напрямків. У підсумку отримують інтегральну оцінку технологічного процесу в усіх напрямках.

Результати дослідження. Виявлення переліку показників управління ґрунтується на норматив но-технічній документації. Перелік показників, що впливають на процеси, де проводиться експертиза, вибирається з урахуванням особливостей конкретного підприємства і може змінюватися в порівнянні з запропонованою методикою. Для експертизи напрямку дають чисельну оцінку кожного показника. Оцінка рівня приватних показників проводиться за допомогою комплексного методу з застосуванням функції бажаності, яка являє собою безрозмірну безперервну характеристику якості. Даний метод дозволяє проводити порівняльний аналіз різних за властивостями об'єктів при скороченні

обсягу цифрового матеріалу. Метод передбачає перетворення натуральних значень приватних відгуків в безрозмірну шкалу бажаності або перевагу. Для абсолютних значень показника K_{ij} встановлюють дві характеристики: початкову або кінцеву «погано» і початкову «відмінно». За цими двома точкам координат будується лінійна шкала. Всі проміжні значення показника K_{ij} будуть знаходитися на цій прямій. Рекомендується використовувати чотири градації якості: «відмінно», «добре», «задовільно» і «погано». Згідно стандартним відмітками на шкалі бажаності початок градації «відмінно» проходить по величині $y = 4,5$. Всі значення показників якості вправо від цього кордону будують належати відмінній якості полотна. Кордон між градаціями «задовільно» і «добре» проходить по величині безрозмірного показника $y = 2,5$. Кордон між градаціями «задовільно» і «погано» проходить за величиною безрозмірного показника $y = 1,0$. На підставі результатів експериментальних досліджень конкурують умови і вимоги, що пред'являються експерту по досліджуваним показниками, з використанням номограми бажаності складається таблиця рівнів показників по градаціях якості (табл. 1).

Таблиця 1

Рівні показників по градаціях якості

Розмірні показники якості	Градації якості			
	погано	задовільно	добре	відмінно
	0-1,0	1,0-2,5	2,5-4,5	4,5-5,0

Потім на номограмі будуються графічні закономірності безрозмірних показників якості у від розмірних. Графічне зображення показників на номограмі дозволяє визначити приналежність дослідженого варіанту до градації якості. Потім встановлюють рівень показників K_{ij} . Рівень приватних показників K_{ij} розраховується як відношення абсолютного значення показника P_{ij} до значення базового показника P_{0ij} :

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{0ij}} . \quad (1)$$

Базовим показником є оцінка «відмінно». Після проведеної оцінки рівней приватних показників виводиться комплексна оцінка за даним напрямку з урахуванням вагомості всіх показників. Комплексний показник рівня 1-го експортованого процесу визначається за формулою:

$$K_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} K_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} , \quad (2)$$

де: a_{ij} - ступінь впливу ij - го показника на рівень експортованого спрямування; n - кількість показників, що оцінюються. Вагомість показників визначається експертним методом ранжирування або приймається за рекомендаціями нормативно-технічної документації. На заключному етапі розробки методики проводиться інтегральна оцінка технологічного процесу за трьома основними напрямками з урахуванням вагомості кожного напрямку. Інтегральний показник розраховується по формулі:

$$K_i = \frac{\sum_{l=1}^m a_l K_l}{\sum_{l=1}^m a_l} , \quad (3)$$

де: a_i - ступінь впливу рівня i -го напрямки на рівень технологічного процесу в цілому (визначається експертним методом ранжирування); m - число експортованих напрямків. Орієнтовна матриця критеріїв експертизи виробничого процесу наводиться в табл. 2.

Таблиця 2

Матриця експертизи виробничого процесу

№п/п	Напрямок експертизи	Приватні показники							Комплексний показник
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Технологія	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{15}	K_{16}	K_{17}	K_1
2	Технічне оснащення та організація робочого місця	K_{21}	K_{22}	K_{23}	K_{24}	K_{25}	K_{26}	K_{27}	K_2
3	Організація праці	K_{31}	K_{32}	K_{33}	K_{34}	K_{35}	K_{36}	K_{37}	K_3
4	Комплексний показник	-	-	-	-	-	-	-	K

Таким чином, експертиза проводиться по всіх основних складових технологічного процесу. Експертиза прийнята на виробництві технології проводиться за показниками, представленими в нормативно-технічній документації [3]: відповідність вимогам нормативно-технічної документації; ступінь використання прогресивного методу обробки. Показники «відповідності технологічного процесу» оцінюються шляхом порівняння якості готового виробу з вимогами діючих стандартів. Для виробів, виготовлених на виробництві, встановлені відхилення від вимог діючої науково-технічної документації (НТД). Оцінку рівня показника по градаціям якості виконують за допомогою номограм бажаність. Значення «погано» присвоюється при наявності всіх відхилень в якості виготовлення виробів від вимог НТД. Початкова межа «відмінно» присвоюється за відсутності відхилень в якості виготовлення виробів від вимог діючої НТД. За цими двома точкам координат будується лінійна шкала. Всі проміжні значення показника знаходитимуться на цій прямій. Відповідно до цього будуть розроблені такі критерії: значення «добре» присвоюється при наявності від 3 до $n-5$ допустимих відхилень; значення «задовільно» - від $n-5$ до n допустимих відхилень. Оцінку відповідності виготовлення виробу вимогам нормативної документації встановлюють на підставі запропонованих критеріїв. Технологічний показник якості «Ступінь використання прогресивних методів обробки» також оцінюють по наявності допустимих відхилень згідно з інструкції аналогічно, спираючись на їх кількість. Потім встановлюють рівень приватних показників за формулою (1). Після проведеної оцінки рівнів приватних показників виводиться комплексна оцінка за даним на напрямку. Комплексну оцінку показників рівня технології встановлюють за формулою (2) з урахуванням вагомості показників. Вагомість показників приймаємо рівною 0,5 для показників, що оцінюються.

Експертиза технічного оснащення та організації робочих місць на виробництві проводиться за показниками, представленими в нормативно-технічній документації, прийнятої на цьому виробництві. Технічний рівень робочих місць на виробництві пропонується визначати за факторами: прогресивність устаткування: швидкісний режим; наявність і кількість елементів автоматики; технічний стан устаткування: нормативний термін служби устаткування; періодичність ремонту і технологічного обслуговування; технологічна оснащений робочого місця; забезпечення прогресивності технологічних операцій; ступінь завантаження устаткування.

Критерії оцінки кожного фактору встановлюється в ході досліджень відповідно до нормативної документації. Кожен з перерахованих них вище показників оцінюється за п'ятибальною шкалою. Показник «Прогресивність устаткування» розглядається тільки для машин. Критерії оцінки показника «прогресивність устаткування по швидкісному режиму» розробляються з урахуванням виду матеріалу, що обробляється. Критерії оцінки показника «Прогресивність устаткування по кількості елементів автоматики» розробляються на підставі наявності сучасного устаткування. Показник «Технічне стан устаткування» характеризується нормативним терміном служби устаткування та періодичністю його ремонту і технологічного обслуговування. Показник «Технічний стан устаткування» по нормативному терміну служби» характеризується терміном служби устаткування, як показником його фізичного зносу, і показником морального старіння. Показник «Технічний стан устаткування по періодичності ремонту і технологічному обслуговуванні» оцінюється відповідно до нормативної документації. Показник «Технологічна оснащеність робочого місця» оцінюється в залежності від наявності на робочому місці: спецпристроїв, відповідаючи вимогам якості операцій; інструментів; технологічних карт на особливо складні вузли обробки виробу відповідно до прогресивної технології; наявністю в цеху стенду з зі зразками обробки. Показник «Прогресивність технологічних операцій» характеризується наявністю на виробництві технологічної документації та технічного опису на виріб; на робочому місці - інструкційної карти. Показник «Ступінь завантаження устаткування» показує ступінь і причини зниження завантаження кожної одиниці устаткування. Комплексну оцінку показника технічного рівня робочих місць на виробництві визначають за формулою (2) з урахуванням вагомості показників. Встановлено, що вагомість показника «Прогресивність устаткування» для різних виробництв легкої промисловості склала 0,07-0,18; показника «Нормативно термін служби обладнання» 0,05 - 0,17; показника «Періодичність ремонту устаткування та технічного обслуговування» 0,03 - 0,16; показника «Технологічна оснащеність робочого місця» 0,03 - 0,15; показника «Забезпечення прогресивного рівня технологічних операцій » 0,04 - 0,15; показника «Ступінь користування устаткування» 0,09 - 0,19. Таким чином, найбільш значущими показниками є ступінь використання устаткування, прогресивність устаткування, нормативний термін служби і періодичність ремонту. Результати експертизи можуть бути використані для розробки програми підвищення науково-технічного рівня і якості виробничого процесу в інтересах виявлення резервів виробництва і стабільного випуску високо якісної продукції, розраховані на реалізацію найближчим часом; в інтересах планування пріоритетних напрямків технічного переозброєння та реконструкції виробництва, розраховані на реалізацію в перспективі; і для визначення умов і напрямів реконструкції виробництва, для виготовлення нових видів продукції, яка буде конкурентоздатною на внутрішньому і зовнішньому ринках..

Висновки. Дана методика дозволяє найбільш повно оцінити та контролювати технологічний процес, виявити «слабкі місця »в роботі підприємств та розробити необхідні організаційно-технічні заходи щодо підвищення техніко - економічного рівня виробництва. Застосування методики дозволяє підвищити ефективність виробництва, якість послуг, які надаються та раціонально використовувати основні та виробничі фонди і трудові ресурси на підприємствах галузі.

Список використаних джерел

1. Круглова Н.Ю. Справочное пособие. Система качества продукции: новые подходы. М.: Легпромбытиздат. – 1991.- 246с.
2. Лифиць И. М. Теория и практика оцінки конкурентности товаров и услуг. М.: Юрайт-М. – 2001.
3. Труевцева М.А., Шлык Т.М. Методика експеризы технико-экономических процессов. Техничко-економические проблемы сервиса. – №3(9). -2009. – С.23-30.

ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА

ЗАЩЕПКИНА Н.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Цель. Разработать методику експертизы оценки технологических процессов изготовления текстильных материалов.

Методики. Оценка уровня частных показателей производится с помощью комплексного метода с применением функции желательности, которая представляет собой безразмерную непрерывную характеристику качества.

Результаты. Наиболее значимыми показателями являются степень использования оборудования, прогрессивность оборудования, нормативный срок службы и периодичность ремонта.

Научная новизна. Данная методика позволяет наиболее полно оценить технологический процесс, выявить «слабые места» в работе предприятий и разработать необходимые организационно-технические мероприятия по повышению технико-экономического уровня производства.

Практическая значимость. Применение методики позволяет повысить эффективность производства, качество предоставляемых услуг и рационально использовать основные и производственные фонды и трудовые ресурсы на предприятиях отрасли.

Ключевые слова: експертиза производственного процесса, качество показатели, интегральная оценка.

EVALUATION AND CONTROL AS INDICATORS TECHNOLOGICAL PROCESS QUALITY CHARACTERISTICS

ZASCHEPKINA N.M.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic institute"

Purpose. To develop a methodology for determination of price assessment processes of manufacture of textile materials. The quality of the textile materials depend on the state of technological processes - namely, many factors of technological, technical and organizational.

Methodology. Improving the quality of products requires deliberate action on the process, so the study of the factors influencing it, should be given special attention.

Findings. This article examines the process and is examined in three areas: technology; technical equipment and organization of the workplace; Labour Organization. As a result, getting integrated assessment process in all areas.

Originality. The examination results can be used to develop programs to improve the scientific and technical level and quality of the production process in order to identify the reserves and production of the stable release high-quality products, design.

Keywords: examination of the production process, quality indicators, integral evaluation.

УДК 536.5:004.89

ЗУБРЕЦКАЯ И.С., ФЕДИН С.С., ЛАГОДА О.А.
Киевский национальный университет технологий и дизайна

ГРАДУИРОВКА NTC-ТЕРМИСТОРА МЕТОДОМ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ R/T- ХАРАКТЕРИСТИКИ

Цель. Разработка аппроксимационной модели R/T-характеристики на основе нечетких функций принадлежности для обеспечения точности градуировки NTC-термистора в рабочем диапазоне температуры.

Методика. Создание аппроксимационной модели R/T-характеристики NTC-термистора осуществляли на основе теории нечеткой логики с использованием модуля Rule Maker системы моделирования CubiCalc 2.0. По критериям среднеквадратической и относительной погрешности сравнивали точность аппроксимации разработанной модели с полиномиальной моделью Стейнхарта-Харта.

Результаты. Показано, что использование моделей на основе нечетких функций принадлежности позволяет по критерию среднеквадратической погрешности получить более точную аппроксимацию R/T-характеристики NTC-термистора по сравнению с моделью Стейнхарта-Харта.

Научная новизна. Научно обосновано использование нечетких функций принадлежности для повышения точности аппроксимации R/T-характеристики NTC-термистора.

Практическая значимость. Разработанная модель позволяет получить градуировочную таблицу термисторов типа NTC в рабочем диапазоне температуры.

Ключевые слова: градуировочная характеристика, NTC-термистор, точность аппроксимации, R/T-характеристика, полиномиальная модель, нечеткие функции принадлежности, нечеткое моделирование.

Введение. Выбор метода построения градуировочных характеристик (ГХ) первичных преобразователей является актуальной задачей обеспечения точности измерения физической величины. Существующие методы моделирования ГХ первичных преобразователей можно разделить на параметрические и непараметрические [1]. Использование параметрических методов предполагает аппроксимацию ГХ в рамках выбранного класса функций, адекватно описывающих искомую зависимость. Непараметрические методы обладают значительными преимуществами в случае построения ГХ в условиях априорной неопределенности о виде параметрической функции или ее неадекватности экспериментальным данным [2].

В [3] показано, что в условиях промышленного производства примерно половина контролируемых параметров связана с измерениями температуры. При этом широкое применение получили полупроводниковые терморезистивные преобразователи температуры с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления – термисторы типа NTC [4]. Несмотря на ряд преимуществ, существенным недостатком NTC-термисторов является нелинейность функции преобразования температуры T в электрическое сопротивление R , что требует обеспечения точности аппроксимации R/T-характеристики NTC-термисторов при выполнении индивидуальной градуировки.

В работах [5 – 7] показано, что обеспечение точности аппроксимации R/T-характеристики NTC-термистора является актуальной задачей, решение которой

зависит от выбора узловых точек внутри рабочего диапазона температуры и возможно на основе полиномиальной зависимости Стейнхарта-Харта и непараметрических методов нейросетевого и нечеткого моделирования. Целесообразность использования методов нечеткой логики (fuzzy logic) для аппроксимации нелинейной R/T -характеристики NTC-термистора обусловлена универсальностью нечетких алгоритмов обработки измерительной информации. В соответствии с теоремой Б. Коско [8] (FAT – Fuzzy Approximation Theorem) использование нечетких функций принадлежности позволяет с заданной точностью аппроксимировать любую математическую зависимость и получить эффективное решение задачи построения нелинейной ГХ NTC-термистора.

Постановка задачи. Целью исследования является разработка аппроксимационной модели R/T -характеристики на основе нечетких функций принадлежности для обеспечения точности градуировки NTC-термистора в рабочем диапазоне температуры.

Результаты исследования. Решение задачи построения ГХ NTC-термистора B57703M0103G017 осуществляли с использованием нечетких функций принадлежности на основе априорных данных нормализованной R/T -характеристики при номинальных значениях температуры $T_N=25^\circ\text{C}$ и сопротивления $R_N=R_{25}=10\text{ кОм}$ в рабочем диапазоне температуры $(-55\dots155)^\circ\text{C}$ (табл. 1) [9].

На первом этапе моделирования создавали базу нечетких продукционных правил типа «ЕСЛИ (условие), ТО (действие)» и осуществляли идентификацию нечетких функций принадлежности для входной переменной T и выходной переменной R на основе методов Data Points Rules, Sparse Interpolation, Correlation Analysis, Slice Interpolation модуля Rule Maker системы моделирования CubiCalc 2.0 (рис.1).

Оценку точности результатов нечеткого моделирования ГХ NTC-термистора выполняли для семи поддиапазонов температуры T , К: 218,15...243,15; 248,15...273,15; 278,15...303,15; 308,15...333,15; 338,15...363,15; 368,15...393,15; 398,15...428,15 на основе критериев среднеквадратической MSE (Mean Squared Error) и относительной MPE (Mean Percentage Error) погрешностей [7].

Таблица 1

Значения нормализованной R/T -характеристики NTC-термистора B57703M0103G017

$T, ^\circ\text{C}$	R_T/R_{25}	$T, ^\circ\text{C}$	R_T/R_{25}	$T, ^\circ\text{C}$	R_T/R_{25}	$T, ^\circ\text{C}$	R_T/R_{25}	$T, ^\circ\text{C}$	R_T/R_{25}
-55	96,30	-10	5,533	35	0,6531	80	0,1258	125	0,03417
-50	67,01	-5	4,232	40	0,5327	85	0,1072	130	0,03009
-45	47,17	0	3,265	45	0,4369	90	0,09177	135	0,02654
-40	33,65	5	2,539	50	0,3603	95	0,07885	140	0,02348
-35	24,26	10	1,990	55	0,2986	100	0,06800	145	0,02083
-30	17,70	15	1,571	60	0,2488	105	0,05886	150	0,01853
-25	13,04	20	1,249	65	0,2083	110	0,05112	155	0,01653
-20	9,707	25	1,000	70	0,1752	115	0,04454	-	-
-15	7,293	30	0,8057	75	0,1481	120	0,03893	-	-

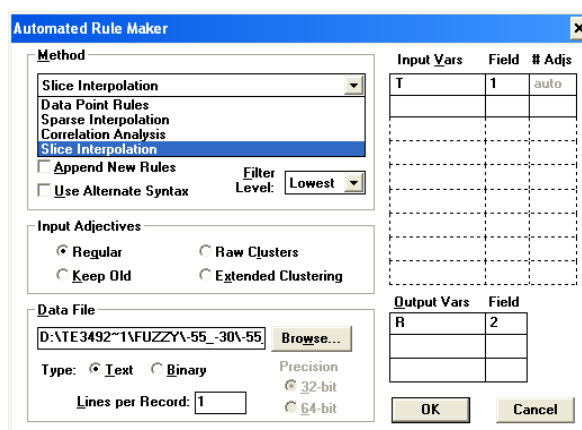


Рис. 1 Диалоговое окно автоматического конструктора нечетких продукционных правил Rule Maker

Анализ результатов моделирования для первого поддиапазона температуры (218,15...243,15) К показал, что наименьшие значения среднеквадратической (MSE) и относительной (MPE) погрешностей соответствуют нечеткой модели, полученной на основе метода кусочно-линейной интерполяции (Slice Interpolation).

На втором этапе нечеткого моделирования для каждого из семи выбранных поддиапазонов температуры с использованием метода Slice Interpolation определяли базу продукционных правил модели «вход $T \rightarrow$ выход R » и функций принадлежности нечетких переменных T и R (рис. 2).

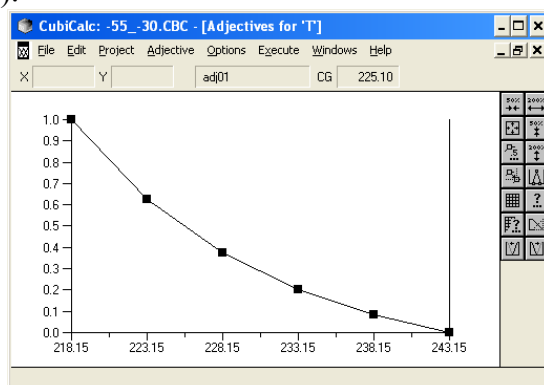


Рис. 2 Функция принадлежности входной нечеткой переменной T для поддиапазона (218,15...243,15) К

Результаты нечеткого моделирования для рабочего диапазона температуры NTC-термистора представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты аппроксимации R/T -характеристики NTC-термистора B57703M0103G017 на основе нечеткого моделирования

T, K	R_T	T, K	R_T	T, K	R_T	T, K	R_T	T, K	R_T
218,15	962,8243	263,15	55,3222	308,15	6,5303	353,15	1,2579	398,15	0,3417
223,15	669,9810	268,15	42,3142	313,15	5,3264	358,15	1,0719	403,15	0,2996
228,15	471,6189	273,15	32,6500	318,15	4,3685	363,15	0,9177	408,15	0,2667
233,15	336,4437	278,15	25,3867	323,15	3,6026	368,15	0,7884	413,15	0,2348
238,15	242,5606	283,15	19,8975	328,15	2,9857	373,15	0,6799	418,15	0,2074
243,15	177,0000	288,15	15,7081	333,15	2,4880	378,15	0,5886	423,15	0,1861
248,15	130,3800	293,15	12,4885	338,15	2,0828	383,15	0,5112	428,15	0,1653
253,15	97,0555	298,15	9,9988	343,15	1,7518	388,15	0,4454	-	-
258,15	72,9194	303,15	8,0570	348,15	1,4809	393,15	0,3893	-	-

Оценку точности разработанной модели выполняли путем ее сравнения по критериям MSE и MPE с точностью полиномиальной модели Стейнхарта-Харта

$$\frac{1}{T} = a + b \ln(R) + c(\ln(R))^3, \quad (1)$$

где a, b, c – параметры модели [10].

Результаты полиномиальной аппроксимации R/T -характеристики NTC-термистора на основе модели (1) для рабочего диапазона температуры (табл. 3).

Таблица 3

Результаты полиномиальной аппроксимации R/T -характеристики NTC-термистора B57703M0103G017

T, K	R_T	T, K	R_T	T, K	R_T	T, K	R_T	T, K	R_T
218,15	963,1609	263,15	55,3141	308,15	6,5315	353,15	1,2572	398,15	0,3417
223,15	669,8129	268,15	42,3108	313,15	5,3276	358,15	1,0719	403,15	0,3007
228,15	471,7738	273,15	32,6244	318,15	4,3694	363,15	0,9179	408,15	0,2654
233,15	336,3627	278,15	25,3889	323,15	3,6028	368,15	0,7885	413,15	0,2348
238,15	242,6355	283,15	19,8979	328,15	2,9862	373,15	0,6800	418,15	0,2083
243,15	176,9952	288,15	15,7093	333,15	2,4879	378,15	0,5886	423,15	0,1852
248,15	130,0103	293,15	12,4907	338,15	2,0829	383,15	0,5112	428,15	0,1650
253,15	96,6042	298,15	9,9996	343,15	1,7523	388,15	0,4454	-	-
258,15	72,9137	303,15	8,0584	348,15	1,4809	393,15	0,3892	-	-

Сравнительная оценка критериев MSE и MPE (табл. 4) показывает, что аппроксимация на основе нечетких функций принадлежности является более точной по сравнению с полиномиальной аппроксимацией, поскольку значения MSE и MPE и их стандартные отклонения для нечетких моделей меньше, чем для модели Стейнхарта-Харта.

Таблица 4

Сравнение точности аппроксимационных моделей на основе критериев MSE и MPE

Критерии	Вид аппроксимации	
	Модель Стейнхарта-Харта	Модель на основе нечетких функций принадлежности
MSE	0,011721	0,001330
Ст. откл. MSE	0,041428	0,005195
MPE	0,000306	0,000067
Ст. откл. MPE	0,000897	0,001382

Следует отметить, что данный результат не позволяет оценить значимость различий между полиномиальной моделью и нечеткими моделями по критериям MSE и MPE . Это возможно с использованием t -критерия для независимых выборок – исходных и аппроксимированных значений сопротивления R . Анализ результатов сравнения аппроксимационных моделей с использованием t -критерия и диаграмм размаха в системе STATISTICA 6.1, представленный на рис. 3, показывает значимое различие между разработанными нечеткими моделями и полиномиальной моделью (1) по критерию MSE при уровне значимости $p=0,11$, что подтверждается отсутствием пересечения интервалов стандартных ошибок (рис. 3, а). По критерию MPE результат незначим, что подтверждается пересечением интервалов стандартных ошибок (рис. 3, б).

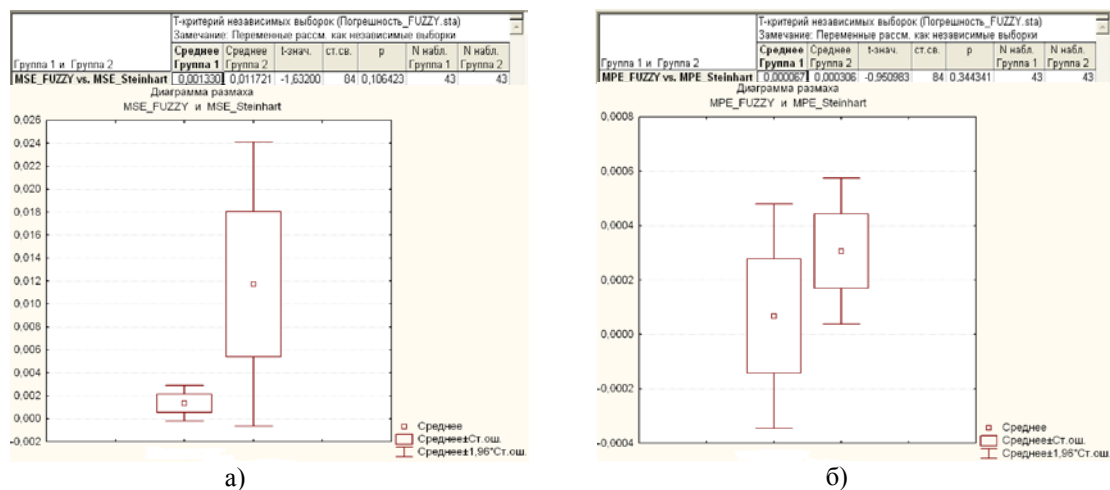


Рис. 3 Оценка значимости различий между нечеткими моделями и полиномиальной моделью по критериям *MSE* (а) и *MPE* (б)

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что использование моделей на основе нечеткой логики позволяет получить более точную аппроксимацию *R/T*-характеристики NTC-термистора в рабочем диапазоне температуры по сравнению с полиномиальной моделью Стейнхарта-Харта. Это подтверждается значимым различием среднеквадратической погрешности аппроксимации между разработанными нечеткими моделями и полиномиальной моделью.

Список использованной литературы

1. Семенов Л. А. Методы построения градуировочных характеристик средств измерения / Л. А. Семенов, Т. Н. Сирая. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 128 с.
2. Хробостов Д.А. Разработка нейросетевых методов построения градуировочных характеристик сенсоров и сенсорных систем: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Хробостов Дмитрий Александрович. – М., 2001. – 191 с.
3. Metrology in industry: the key for quality / edited by French College of Metrology. Paris, 2006. – 270 p.
4. Термисторы: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://temperatures.ru/pages/sravnitelnaya_tablica_temperaturnyh_datchikov
5. Зубрецкая Н. А., Федин С. С., Зубрецкая И. С. Построение градуировочных характеристик датчиков температуры с использованием нейронных сетей // Вестник Инженерной академии Украины. – 2015. – № 1 – С. 130–136.
6. Федин С.С., Зубрецкая Н.А., Зубрецкая И.С. Моделирование статических характеристик датчиков температуры на основе нечеткой логики // Системы обработки информации. – 2015. – Вып. 4(129). – С.75 – 79.
7. Федин С.С., Зубрецкая И.С. Обеспечение точности аппроксимации *R/T*-характеристики NTC-термистора на основе нейросетевого моделирования // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2015, № 4. – С. 28-35.
8. Kosko B. Fuzzy Systems as Universal Approximators // IEEE Trans. on Computers. 1994. Vol. 43. №11. P.1329. – 1333.
9. NTC thermistors for temperature measurement. Probe assemblies B57703M – EPCOS AG, 2013 – 9 p.
10. John S. Steinhart, Stanley R. Hart, Calibration curves for thermistors, Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts, Volume 15, Issue 4, August 1968, P. 497-503

ГРАДУЮВАННЯ NTC-ТЕРМІСТОРА МЕТОДОМ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ R/T-ХАРАКТЕРИСТИКИ

ЗУБРЕЦЬКА І.С., ФЕДІН С.С., ЛАГОДА О.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробка апроксимаційної моделі R/T-характеристики на основі нечітких функцій належності для забезпечення точності градуювання NTC-термістора в робочому діапазоні температури.

Методика. Створення апроксимаційних моделей R/T-характеристики NTC-термістора здійснювали на основі теорії нечіткої логіки з використанням модуля Rule Maker системи моделювання CubiCalc 2.0. За критеріями середньоквадратичної та відносної похибок порівнювали точність апроксимації розробленої моделі з поліноміальною моделлю Стейнхарта-Харта.

Результати. Показано, що використання моделей на основі нечітких функцій належності дозволяє за критерієм середньоквадратичної похибки отримати більш точну апроксимацію R/T-характеристики NTC-термістора в порівнянні з моделлю Стейнхарта-Харта.

Наукова новизна. Науково обґрунтовано використання нечітких функцій належності для підвищення точності апроксимації R/T-характеристики NTC-термістора.

Практична значимість. Розроблена модель дозволяє отримати градуювальну таблицю термісторів типу NTC в робочому діапазоні температури.

Ключові слова: градуювальна характеристика, NTC-термістор, точність апроксимації, R/T-характеристика, поліноміальна модель, нечіткі функції належності, нечітке моделювання.

NTC-THERMISTOR CALIBRATION BY METHOD FUZZY MODELING R/T CHARACTERISTIC

ZUBRETSKA I., FEDIN S., LAGODA O.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Development approximation model R/T-characteristics based on fuzzy membership functions to ensure the accuracy of the calibration NTC-thermistor in the operating temperature range.

Methodology. Create approximation model R/T-characteristics NTC-thermistor was carried out on the basis of fuzzy membership functions using the Rule Maker module simulator CubiCalc 2.0. According to the criteria and the relative mean square error of approximation accuracy compared with the developed model polynomial model Steinhart-Hart.

Findings. It is shown that the use of models based on fuzzy logic allows for a standard error criterion to obtain a more accurate approximation of the R / T-Specifications NTC-thermistor in comparison with the model of the Steinhart-Hart.

Originality. Scientifically justified the use of fuzzy membership functions to improve the accuracy of the approximation R/T-characteristics NTC-thermistor.

Practical value. The developed model allows to obtain the calibration table thermistors NTC type in the operating temperature range.

Keywords: the calibration characteristics, the NTC-thermistor, the accuracy of the approximation, R/T-characteristic, polynomial model, fuzzy functions, fuzzy modeling.

УДК 378.1

ХІМІЧЕВА Г. І., АНТОНЕНКО О.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

АНАЛІЗ КАТЕГОРІАЛЬНИХ ПОНЯТТЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВНЗ

Мета. Аналіз основних категоріальних понять терміну «якість освіти» з урахуванням вимог ДСТУ/ISO 9001.

Методика. Методологічною основою досліджень є методи систематизації, зіставлення аналізу та елімінування, що дали змогу проаналізувати розвиток категоріальних понять «якість освіти», «якість вищої освіти», «система управління якістю», «система забезпечення якості».

Результати. Проведено аналіз категоріальних понять терміну «якість освіти», показано шляхи його розвитку та обґрунтовано доцільність застосування для ВНЗ таких понять як «система управління якістю» та «система забезпечення якості», які регламентуються ДСТУ/ISO 9001.

Наукова новизна. Запропоновано термін «якість освіти» структурувати за категоріальними ознаками. Такий підхід дозволяє обґрунтовано застосувати поняття «якість освіти ВНЗ» при побудові системи управління за вимогами ДСТУ/ISO 9001.

Практична значимість. Надані рекомендації щодо застосування терміну «якість освіти» і доведено, що найбільш затребуваними є поняття «система управління якістю» та «системне забезпечення якістю».

Ключові слова. ВНЗ, якість освіти, категоріальні поняття, освітянські послуги, ДСТУ/ISO 9001.

Вступ. Поліпшення якості освіти та рівний доступ до неї є одним із головних завдань сучасної державної політики в галузі освіти, національним пріоритетом і передумовою національної безпеки держави, умовою реалізації права громадян на освіту [1]. Загалом воно віддзеркалює світову тенденцію інноваційного розвитку освітніх систем, адже світове співтовариство визнало, що освіта, добробут і здоров'я людини — основні чинники якості її життя, а якість освіти — головна мета, пріоритет розвитку громадянського суспільства. Європа сприймає якість освіти як об'єкт суспільного єднання й консолідації національних освітніх систем. Зокрема, в Угоді ЄС зазначено, що європейська спільнота сприятиме розвитку якісної освіти, заохочуючи співпрацю між країнами — членами ЄС і, якщо треба, підтримуючи й доповнюючи їхні дії, поважаючи одночасно їхню відповідальність за зміст навчання й організацію освітніх систем, культурну й мовну різноманітність.

Термін «якість освіти» послужив появі нових категоріальних понять таких, як «якість вищої освіти», «управління якістю», «забезпечення якості» та найсучасніші поняття «система управління якістю» та «система забезпечення якості».

У Європейській хартії якості, підписаній у Парижі на Європейському з'їзді з якості у 1998 р., зазначено, що якість є безсумнівним виміром ефективності, ціллю досконалості організації, ключем до її конкурентоспроможності. Для того щоб бути конкурентоспроможною, організація повинна точно відповідати потребам і очікуванням клієнтів і споживачів.

Відповідно до міжнародного стандарту ISO 8402:1994 (якому відповідає національний стандарт України ДСТУ 3230-95), *якість* — це сукупність характеристик

об'єкта (процесу, продукції, організації, системи або будь-якої комбінації з них), які визначають його здатність задовольняти визначеним і передбачуваним потребам [2].

Відповідно до ДСТУ/ISO 2925-94 «Якість продукції (послуги). Оцінювання якості. Терміни та визначення» якість продукції (послуги) тлумачиться як «сукупність характеристик продукції (процесу, послуги), які стосуються її здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби» [3].

Якщо розглядати поняття *якість з освітньої точки зору*, то якість — це сукупність властивостей та характеристик освітньої послуги, які надають здатність задовольняти потреби якості освіти.

Постановка завдань. Існує багато тлумачень поняття «якість освіти». Так, у інтерпретації філософів якість освіти визначається «засвоєнням необхідної суми знань», а також «оптимальною організацією життєдіяльності університетів», вмінням «знайти своє місце в системі виробничих і соціальних відносин»; здатністю «ефективно керувати технічними й соціальними системами».

У широкому сенсі під якістю освіти розуміють збалансовану відповідність процесу, результату і самої освітньої системи меті, потребам і соціальним нормам (стандартам) освіти; у вузькому розумінні — це перелік вимог щодо особистості, освітнього середовища й системи освіти, що реалізує їх на певних етапах навчання людини, якому відповідає певна сукупність показників. Таким чином якість освіти можна сприймати, *як узагальнений показник розвитку суспільства* в певному часовому вимірі, тому його треба розглядати в динаміці тих змін, що характеризують поступ держави в контексті світових тенденцій. Такий підхід до поняття якості освіти передбачає чітке визначення його процесів життєдіяльності (оцінювання, забезпечення, управління поліпшення тощо). Насамперед це стосується систем управління якістю ВНЗ побудованих на вимогах ДСТУ/ISO 9001. Тому метою даного дослідження є аналіз основних категоріальних понять терміну «якість освіти» з урахуванням вимог ДСТУ/ISO 9001. Для вирішення поставленої мети було сформовано завдання суть якого полягає визначені, обґрунтуванні і структуровані категорії понять «якість освіти» і «якість вищої освіти» з урахуванням вимог ДСТУ/ISO 9001 та навести механізми їх реалізації.

Результати дослідження. Сучасне розуміння вищої освіти, являє собою сукупність цілої низки ознак, які роблять її вирішальним чинником прогресу людства (рис 1). Як видно з рисунку узагальнена місія ВНЗ заключається у наданні якісної, доступної, безперервної, інноваційної, випереджальної вищої освіти, яка розвиватиме таланти й здібності людини, формуватиме гуманістичне світосприйняття, високу мотивацію до побудови демократичного суспільства та сприятиме творчій самореалізації особистості [4].

Забезпечення високоякісної освіти на всіх її етапах і рівнях, що наведені на рис. 1 одним з основних завдань сьогодення, яке має не лише педагогічний чи суто науковий контекст, але й соціальний, політичний та управлінський. У зв'язку з цим *якість* можна розглядати *як основу функціонування і розвитку сучасних систем освіти*.

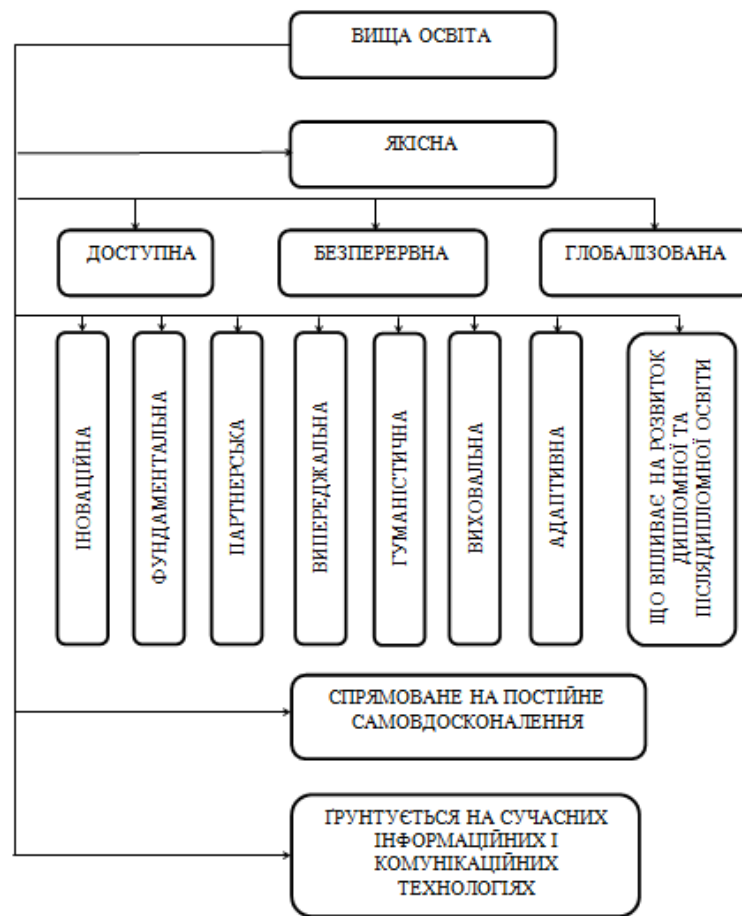


Рис. 1 Сукупність ознак якісної вищої освіти.

Зокрема, як **політична категорія** якість освіти акумулює засади освітньої політики держави на певному етапі її розвитку й головні стратегічні лінії розвитку національної системи освіти в контексті світових тенденцій.

Як **соціальна категорія** вона відображає суспільні ідеали освіченості та окреслює загальну мету освіти, законодавчо в значенні й нормативно закріплені в освітніх програмах підготовки.

Як **категорія управління** вона визначає стратегії впливу на певні показники функціонування системи освіти й вибирає можливі напрямки її змін та розвитку.

Як **педагогічна категорія** вона є квінтесенцією: сутності поняття, процедур діагностування, аналізу явищ і властивостей суб'єктів освітнього процесу. В цьому сенсі якість освіти має відповідати: приватній і суспільній меті освіти; політичній стратегії її розвитку в контексті вітчизняних і світових тенденцій; закономірностям менеджменту освіти на всіх рівнях управління: державному, регіональному, муніципальному, інституційному (локальному), особистісному тощо.

Отже, категорія «**якість освіти**» є складним полісмісловним поняттям. Якість освіти репрезентується і, відповідно, вимірюється через знання, уміння, навички, рівень морального і культурного розвитку особистості. Вона має подвійну детермінацію: по-перше, вона визначається потребами і власною діяльністю суб'єкта, що здобуває освіту;

по-друге, вона детермінується зовнішнім щодо потреб і діяльності суб'єкта навчання фактором — професійною діяльністю освітян.

Слід зазначити, що визначальною на сьогоднішній день стає категорія «**якість вищої освіти**», причому не в традиційному вузькому розумінні, а в більш широкому змістовному аспекті: при переході від здатності студента накопичувати певну інформацію до виховання вміння навчатись самостійно, навичок творчого мислення, продукування нових ідей і знань, прийняття науково обґрунтованих рішень, а також до конструктивної діяльності.

Якість вищої освіти, безумовно, є основою для створення Європейського простору вищої освіти. Не випадково на Берлінському саміті міністрів освіти європейських країн спеціально розглядалось питання про необхідність забезпечення високої якості освіти. Міністри підтримали подальший розвиток гарантій якості на рівні навчальних закладів, національному та європейському рівнях. Вони наголосили на потребі розвитку критеріїв і методологій для загального користування у сфері якості освіти [5].

Також сучасна вища освіта має бути інноваційною. Необхідно готувати людину, здатну ефективно працювати за умов змінюваності та невизначеності багатьох чинників, що впливають на результат, і спроможну при цьому приймати правильне рішення і добиватися його виконання.

Відповідно до Закону України «Про вищу освіту» **якість вищої освіти** являє собою сукупність якостей особи з вищою освітою, що відображають її професійну компетентність, ціннісні орієнтації, соціальну спрямованість та зумовлюють здатність задовольняти, з одного боку, особисті духовні та матеріальні потреби, а з іншого — потреби суспільства. **Якість освітньої діяльності** даним законом визначається як сукупність характеристик системи вищої освіти та її складових, що стосується її здатності задовольняти встановлені й передбачені потреби окремої особи та суспільства [6].

Отже сутність категорії «якість вищої освіти» слід розглядати з позиції її місця в пріоритетах розвитку національної системи вищої освіти та здійсненні освітньої політики держави, зокрема побудова і впровадження у ВНЗ систем управління якістю за вимогами ДСТУ/ISO 9001.

Проаналізуємо поняття «**система управління якістю**» виходячи із основоположного терміну «**система**».

Вихідна позиція системного підходу до забезпечення якості освітнього процесу вищого навчального закладу полягає в тому, що кожна система має свою структуру, тобто сукупність елементів і зв'язків між ними. Будь-яка система, як організаційна множина, що становить цілісну єдність, повинна:

- бути комплексом взаємопов'язаних елементів (соціальних, організаційних, технічних тощо);
- функціонувати в єдності з оточуючим середовищем;
- бути елементом системи більш високого порядку (тобто система управління якістю ВНЗ є елементом системи управління якістю галузі освіти)
- мати у своєму складі та керувати системою елементів нижчого порядку.

Згідно із ДСТУ 3230-95 під поняттям «управління якістю» розуміють «такі напрямки виконання функції загального управління, які визначають політику, цілі і

відповідальність у сфері якості, а також здійснюють їх за допомогою таких засобів, як: планування якості; оперативне управління якістю; забезпечення якості; поліпшення якості в межах системи якості» [2].

Згідно ДСТУ/ISO 9001-2009 менеджмент якості — це координована діяльність по керівництву й керуванню організацією стосовно до якості [7].

Тепер розглянемо поняття «*система якості ВНЗ*»

Система якості ВНЗ є основою для постійного поліпшення процесів освітнього закладу, адже вона призначена для практичної реалізації власної стратегії щодо поліпшення якості освіти. Вона є частиною системи менеджменту ВНЗ, що спрямована на досягнення результатів відповідно до мети в області якості, зокрема задовольняти потреби, очікування й вимоги споживачів і інших зацікавлених сторін.

Термін «*система управління якістю*» представляє собою сукупність управлінських органів та об'єктів управління, заходів, методів і засобів, спрямованих на встановлення, забезпечення та підтримку високого рівня якості освітніх послуг.

Система управління якістю ВНЗ являє собою сукупність: управлінських органів; об'єктів управління; організаційних заходів; факторів впливу (зовнішні, внутрішні); мети існування чи діяльності; принципів діяльності; критеріїв оцінки діяльності; методів діяльності; засобів діяльності; об'єктів та суб'єктів впливу; всі вищеперераховані взаємозалежні категорії управління мають бути спрямовані на встановлення, забезпечення й підтримку високого рівня якості діяльності ВНЗ, як організації та надання нею якісних освітніх послуг.

Шляхів удосконалення якості можна визначити безліч. Однак, як доводить практичний досвід розвинених країн, управління якістю вищої освіти за стандартом ДСТУ/ISO 9001:2009 — є найбільш дієвим із них [4].

Україні, перш за все, потрібні прозорі та зрозумілі всім методології, процедури, механізми *забезпечення якості* в системі вищої освіти, які базуються на сукупності запланованих і систематично виконуваних заходів, що надають необхідні умови для виконання кожного етапу «петлі якості», аби освітня послуга задовольняла потреби споживача (роботодавця та абітурієнта).

Для виконання цих завдань в Україні розроблено план з поліпшення та адаптації національної системи забезпечення якості вищої освіти відповідно до стандартів та норм Європейської мережі забезпечення якості, який стосується:

- 1) внутрішнього забезпечення якості у вищих навчальних закладах;
- 2) зовнішнього забезпечення якості вищої освіти;
- 3) забезпечення якості у діяльності агенцій/установ із зовнішнього забезпечення якості.

Процедура забезпечення якості вищої освіти здійснюється на трьох рівнях: на рівні вищого навчального закладу; на державному рівні (державна та державно-громадська система контролю); та на міжнародному рівні (рис. 2).

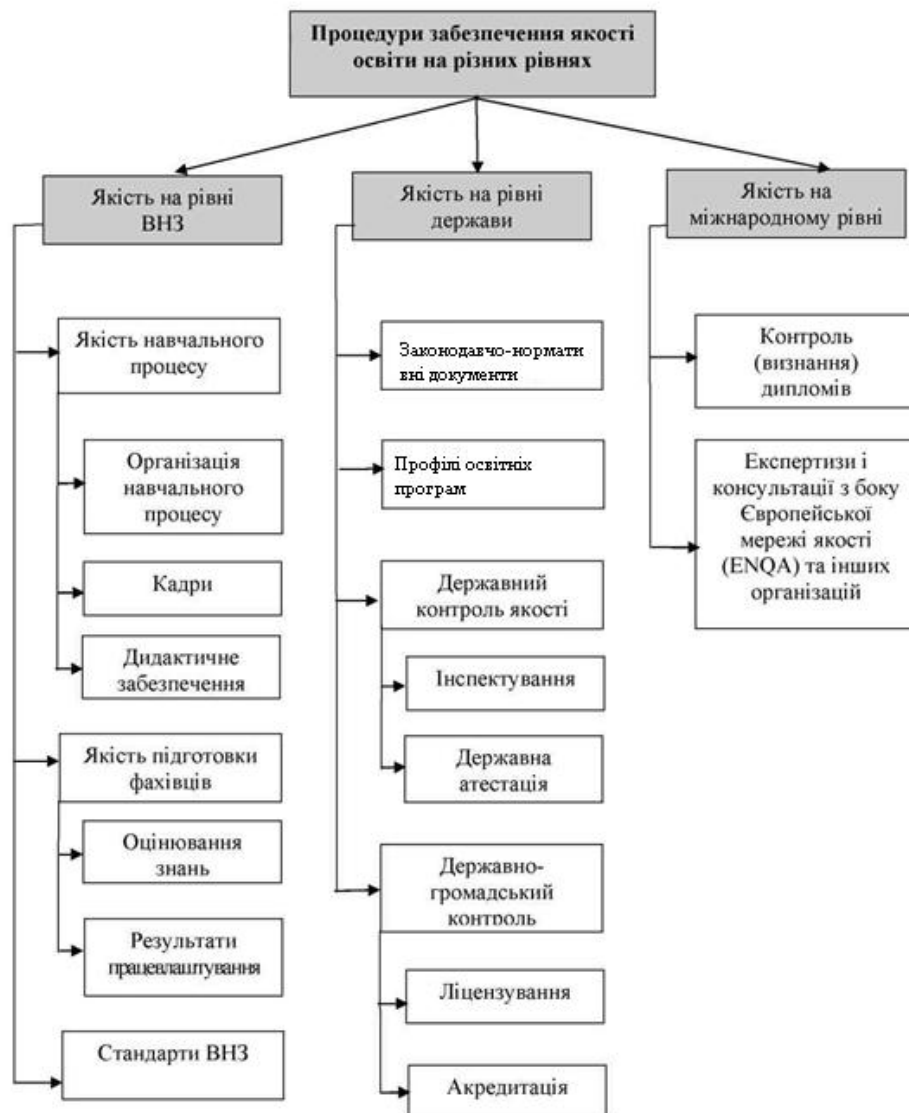


Рис. 2 Процес забезпечення якості вищої освіти

Таким чином, як доводять результати проведених досліджень для забезпечення якості навчання на рівні вищого навчального закладу необхідно:

1) створити систему забезпечення якості навчального процесу, яка включає формування профілів освітніх програм і робочих навчальних планів, зорієнтованих на кредитно-модульну систему організації навчального процесу; оптимізацію співвідношення видів занять; аудиту та самоатестації, впровадження дистанційної форми та інформаційних технологій;

2) удосконалити систему оцінювання знань, ввести рейтингову систему на основі єдиних вимог до змісту модулів;

3) організувати спеціальну службу моніторингу, а з часом — впровадити систему управління навчальним процесом на основі системи якості, наявність і ефективність роботи якої включити до критеріїв оцінки під час акредитації ВНЗ.

Висновки. Проведені дослідження доводять, що зміст основного категоріального поняття «управління якістю вищої освіти» можна розглядати у різноманітних аспектах: у

науковому та прикладному. При цьому для ВНЗ у практиці найчастіше застосовується терміни «Управління якістю» та «Забезпечення якості» які визначені стандартом ДСТУ/ISO 9001:2009.

Крім того встановлено, що процедура забезпечення якості вищої освіти здійснюється на трьох рівнях: на рівні ВНЗ; на державному та на міжнародному рівні.

Список використаних джерел

1. Указ Президента України Про Національну доктрину розвитку освіти: // Законодавчі акти України з питань освіти: 36. — К.: Парламент, вид-во, 2004.
2. ДСТУ/ISO 3230-95. Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення. — К.: Держстандарт України, 1995. — 38с., <http://www.iso.org>.
3. ДСТУ/ISO 2925-94 «Якість продукції (послуги). Оцінювання якості. Терміни та визначення» — К.: Держстандарт України, 1995., <http://www.iso.org>
4. Віткін Л.М. Система якості ВНЗ: теорія та практика. / [Віткін Л.М., Волков О.І., Хімічева Г.І., Зенкін А.С.] — К.: «Наукова думка», 2006. — 301 с.
5. Комюніке міністрів вищої освіти Європи. — // Берлін, 2003. — Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/main.php?query=education/higher/bolpr/Berl2003>.
6. Закон України «Про вищу освіту» №498-VIII від 2 червня 2015 року.
7. ДСТУ/ISO 9001-2009. Системи менеджменту якості. Вимоги.— К.: Держстандарт України, 2009., <http://www.iso.org>.

АНАЛИЗ КАТЕГОРИАЛЬНОГО ПОНЯТИЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВУЗ

ХИМИЧЕВА А. И., АНТОНЕНКО О.А.

Киевский национальный университет технологии и дизайна

Цель. Анализ категориальных понятий термина «качество образования» с учетом требований ДСТУ / ISO 9001.

Методика. Методологической основой исследований являются методы систематизации, сопоставления анализа и элиминирования, которые позволили проанализировать развитие категориальных понятий «качество образования», «качество высшего образования», «система управления качеством», «система обеспечения качества».

Результаты. Проведен анализ категориальных понятий термина «качество образования», показаны пути его развития и обоснована целесообразность применения для вузов таких понятий как «система управления качеством» и «система обеспечения качества», которые регламентируются ДСТУ / ISO 9001.

Научная новизна. Предложено термин «качество образования» структурировать по категорийным признакам. Такой подход позволяет обоснованно применить понятие «качество образования вуза» при построении системы управления по требованиям ДСТУ / ISO 9001.

Практическая значимость. Даны рекомендации по применению термина «качество образования» и доказано, что наиболее востребованными являются понятия «система управления качеством» и «системное обеспечение качества».

Ключевые слова. ВУЗ, качество образования, категориальные понятия, образовательные услуги, ДСТУ / ISO 9001.

ANALYSIS OF CATEGORICAL CONCEPTS OF UNIVERSITIES QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

KHIMICHEVA H. I., ANTONENKO A.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Analysis of categorical concepts of the term "quality of education" with the requirements of State Standard / ISO 9001.

Methods. The methodological basis of research are methods of collating, analyzing and comparing the elimination, which have allowed to analyze the development of categorical concepts of "quality education", "quality of higher education", "quality management system", "quality assurance system".

Results. The analysis of categorical concepts of the term "quality of education", the ways of its development and the expediency of applying for universities concepts such as "quality management system" and "quality assurance system", which are regulated by State Standard / ISO 9001.

Scientific innovation. It was coined the term "quality of education" structure of categorical attributes. Such an approach can reasonably apply the concept of "quality of education of the university" in the construction of the control system for the requirements of State Standard / ISO 9001.

The practical significance. It was recommended using the term "quality of education" and proved that the most popular are the concept of "Quality Management System" and "quality assurance system".

Keywords. *University, the quality of education, categorical concepts, educational services, DSTU / ISO 9001*

УДК 675.024.43

МАРУХЛЕНКО М.О., МОКРОУСОВА О.Р.
Київський національний університет технологій та дизайну

КОЛОЇДНО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ДИСПЕРСІЙ МОНТМОРИЛОНІТУ ДЛЯ ДУБЛЕННЯ ШКІР

Мета. Дослідження колоїдно-хімічних властивостей дисперсій модифікованого монтморилоніту для отримання дубильних матеріалів та ефективного формування структури дерми.

Методика. Модифіковані дисперсії монтморилоніту отримували постадійною модифікацією мінералу лужними пептизаторами та гідроксокомплексними сполуками хрому. Для досліджень колоїдно-хімічних властивостей модифікованих дисперсій монтморилоніту визначали кінематичну в'язкість, рН дисперсій, оцінювали рівень адсорбції сполук хрому (III) та її стійкість до зміни рН середовища. Для визначення ефективності формування структури дерми здійснювали технологічну обробку пікельованої голини ялівки легкої модифікованими сполуками хрому дисперсіями монтморилоніту та визначали показники хімічного складу та фізико-механічних властивостей отриманих шкір.

Результати. Застосування модифікованих сполуками хрому дисперсій монтморилоніту з урахуванням їх колоїдно-хімічних властивостей сприяє ефективному формуванню структури дерми.

Наукова новизна. Розробка модифікованих дисперсій монтморилоніту з необхідними колоїдно-хімічними властивостями для ефективного дублення шкір.

Практична значимість. Застосування модифікованих сполуками хрому дисперсій монтморилоніту сприяє отриманню шкір високої якості, дозволяє скоротити витрати хромового дубителя і підвищити ресурсоощадність та екологічність виробництва шкір.

Ключові слова: монтморилоніт, модифікація, сполуки хрому (III), дублення, колоїдно-хімічні властивості, в'язкість, адсорбція, структура дерми, формування структури.

Вступ. Основним технологічним процесом формування структури дерми є дублення. Протягом останніх десятиріч шкіряною галуззю найбільше застосовується хромовий спосіб дублення у виробництві шкір різноманітного призначення [1]. Однак даний спосіб характеризується рядом недоліків, а саме, високими витратами хромового дубителя, низьким ступенем поглинання та зв'язування сполук хрому в структурі дерми, що обумовлює великий залишок останніх у стічних водах шкіряних підприємств. В результаті, актуальним є пошук хімічних матеріалів чи їх композицій, які б дозволили скоротити або повністю замінити сполуки хрому у виробництві шкіри та підвищити ресурсоощадність і екологічність виробництва. Враховуючи, що будь-який технологічний процес починається з масоперенесення та дифузії частинок хімічної сполуки до активних центрів білка, після цього відбувається адсорбційна взаємодія та утворення хімічних зв'язків між функціональними групами колагену та хімічною сполукою, шляхом підбору хімічних матеріалів з відповідними колоїдно-хімічними властивостями можна сприяти підвищенню ефективності технологічних процесів та цілеспрямованому формуванню структури дерми [2].

Постановка завдання. Основна мета дослідження спрямована на аналіз колоїдно-хімічних властивостей дисперсій модифікованого монтморилоніту для отримання технологічно-ефективних дубильних матеріалів та ефективного формування структури дерми.

Мінерали групи монтморилоніту мають найбільш високу дисперсність і ємність обміну, їм властива здатність адсорбувати деякі аніони та катіони [3]. Враховуючи неупорядкованість кристалічної решітки монтморилоніту, високу здатність до диспергування агрегатів мінеральних частинок, добре розвинену адсорбційну поверхню, в результаті модифікації, дисперсії монтморилоніту можуть набути необхідних колоїдно-хімічних властивостей щодо ефективної дифузії та зв'язування в структурі дерми з активними центрами колагену. В цілому, це сприятиме позитивному ефекту у формуванні структури шкір, досягненні відповідних експлуатаційних властивостей та показників формування об'єму дерми [4].

Попередніми дослідженнями встановлено, що хімічно дисперсність природного мінералу змінюється у бік зменшення розміру частинок тільки при заміні природного обмінного комплексу на іон натрію [3]. Позитивну дію на дисперсність монтморилоніту створюють лужні пептизатори в кількості 4-6 % карбонату натрію або 8-10 % поліфосфату натрію. В результаті таких обробок заряд поверхні мінералу носить аніонний характер, що забезпечує можливість ефективної адсорбції катіонних сполук, наприклад гідроксохромових комплексів в складі хромового дубителя. В зв'язку з цим, передбачається катіонування поверхні частинок монтморилоніту та отримання модифікованих сполуками хрому дисперсій мінералу для ефективного дублення шкір [5].

Об'єкти та методи дослідження. Для досліджень використано бентонітову глину Дашуковського родовища (Черкаська обл.) з вмістом основного мінералу монтморилоніту 85 %. Модифікацію монтморилоніту виконували постадійно. Перша стадія передбачала диспергування частинок монтморилоніту шляхом модифікації лужними пептизаторами – карбонатом натрію (КН) та поліфосфатом натрію (ПФ) – через введення 10 %-го розчину натрієвої солі у водну дисперсію немодифікованого монтморилоніту концентрацією 100 г/л. Отримані дисперсії натрій-монтморилоніту (Na-ММТ) з урахуванням виду модифікатора (Na-ММТ_{кн}, Na-ММТ_{пф}) використано в подальшій модифікації. З метою цілеспрямованого коригування зарядом поверхні, рН та іншими колоїдно-хімічними властивостями до пептизованих дисперсій монтморилоніту додавали хромовий дубитель у вигляді 10 %-го розчину в перерахунку на Cr₂O₃ в кількості, передбаченої умовами досліджень кінематичної в'язкості та адсорбції. Таким чином, були отримані дисперсії модифікованого сполуками хрому монтморилоніту (Cr-ММТ) [6, 7].

Для аналізу колоїдно-хімічних властивостей модифікованих дисперсій визначали кінематичну в'язкість та рН. Для вимірювання в'язкості дисперсій використовували віскозиметр ВПЖ-2. Перед початком визначень дисперсії витримували при кімнатній температурі протягом 5 хвилин. РН отриманих дисперсій вимірювали з допомогою іономера ЭВ-74. Для точності отриманих результатів перед початком роботи та після кожного вимірювання різних концентрацій дисперсії промивали контактні провідники та електроди дистильованою водою.

Для визначень рівня адсорбції сполук хрому на поверхні Na-MMT застосовували лабораторний фотоелектричний адсорбціометр-нефелометр ЛМФ-69. Аналіз проводили шляхом вимірювання показника світлопропускання розчинів хромового дубителя різної концентрації. За показниками досліджень будували калібрувальні криві залежностей оптичної густини (D_0) від концентрації оксиду хрому (C_0) для вихідних розчинів. Після взаємодії сполук хрому з натрій-монтморилонітом визначали за калібрувальною кривою рівноважну концентрацію оксиду хрому у відпрацьованому розчині – C_p .

За отриманими даними розраховували адсорбцію сполук хрому на Na-MMT (г/г):

$$A = (C_0 - C_p) / H \times V_0 \times 1000 \quad (1)$$

де: C_0 – початкова концентрація оксиду хрому у розчині, г/л;

C_p – концентрація оксиду хрому у розчині після взаємодії з Na-MMT, г/л;

H – наважка монтморилоніту в перерахунку на суху речовину, г;

V_0 – об'єм розчину оксиду хрому, л.

Стійкість адсорбції Cr-MMT оцінювали в розчинах з різним рівнем pH, які готували шляхом змішування відповідних кількостей розчинів HCl 0,02 M, NaCl 0,02 M та NaOH 0,02 M. Рівноважну концентрацію Cr_2O_3 після адсорбції оцінювали за результатами вимірювань оптичної густини за допомогою ФЕК та калібрувальної кривої.

Для визначення ефективності формування структури дерми під час процесу дублення використовували дисперсію Cr-MMT з різним вмістом хромового дубителя. Витрати хромового дубителя склали 0,5–1,8 % Cr_2O_3 від маси голини.

Технологічні процеси такі як: відмочування, зоління, промивання і міздріння виконували у виробничих умовах підприємства «Чинбар» [8]; зневолошування, м'якшення, пікелювання та дублення виконували в лабораторії кафедри біотехнології, шкіри та хутра КНУТД. Для досліджень було сформовано 4 групи по 8 зразків голини ялівки легкої розміром 7×20 см в кожній. Загальні параметри процесу дублення представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Витрата реагентів для дублення та параметри процесу

Параметри процесу	Варіант обробки			
	1 (контроль)	2	3	4
РК	100	100	100	100
Хромовий дубитель, % Cr_2O_3	1,8	0,5	0,5	0,5
Монтморилоніт, %	–	2,5	2,5*	2,5**

* – додатково використовували полівінілацетат у кількості 2,0 % від маси голини

** – додатково додублювали зразки напівфабрикату при параметрах: РК=1; $t = 40^\circ C$; хромовим дубителем основністю 40 % при витраті від маси напівфабрикату 1,0 % Cr_2O_3 та 2,0 % модифікованого монтморилоніту; тривалість процесу – 4 години при періодичному перемішуванні

Після дублення і пролежування протягом 24 годин, зразки віджимали та зважували. Подальшу обробку виконували згідно технологічної схеми фарбувально-жирувальних та сушильно-зволожувальних процесів.

Після проведення технологічних процесів визначали фізико-механічні властивості та хімічний склад отриманих зразків шкір за традиційними методиками [9].

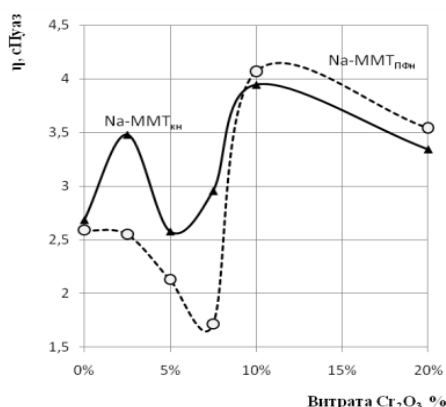


Рис. 1 Залежності кінематичної в'язкості від витрат сполук хрому для дисперсій монтморилоніту

Результати дослідження, їх обговорення. Успішне використання мінералів у виробництві шкір та ефективність формування структури дерми під час дублення обумовлено колоїдно-хімічними властивостями їх дисперсій після модифікації різнофункціональними сполуками. Особливості колоїдно-хімічних властивостей мінеральних дисперсій проявляються у зміні в'язкості та рівні рН від витрат модифікаторів.

Результати досліджень щодо впливу витрат хромового дубителя для модифікації дисперсій монтморилоніту шляхом оцінки характеру залежностей кінематичної в'язкості та рівня рН представлені на рис. 1 і 2. Криві залежностей кінематичної в'язкості дисперсій $\text{Na-MMT}_{\text{кн}}$ та $\text{Na-MMT}_{\text{пф}}$

від витрат основного сульфату хрому в перерахунку на Cr_2O_3 (рис. 1) носять ідентичний характер і характеризуються зонами падіння та зростання в'язкості. Для дисперсії $\text{Na-MMT}_{\text{кн}}$ спостерігається незначне підвищення кінематичної в'язкості при витратах Cr_2O_3 в межах від 0 до 3 % від маси мінералу. Підвищення витрат Cr_2O_3 до 5–6 % від маси мінералу призводить до різкого падіння в'язкості дисперсії монтморилоніту.

На відміну від дисперсій $\text{Na-MMT}_{\text{кн}}$ в результаті модифікації сполуками хрому для дисперсії $\text{Na-MMT}_{\text{пф}}$ (рис. 1) спостерігається поступове падіння в'язкості при витратах Cr_2O_3 в межах 0–7,5 % від маси мінералу. При цьому найменший рівень в'язкості для дисперсії $\text{Na-MMT}_{\text{пф}}$ складає 1,62 сПуаз, тоді як для дисперсії $\text{Na-MMT}_{\text{кн}}$ найменше значення в'язкості складає 2,53 сПуаз. Це може бути пов'язано з впливом виду лужного пептизатору на рівень дисперсності частинок монтморилоніту. Поліфосфати натрію створюють сильний диспергуючий ефект на дисперсії монтморилоніту порівняно з карбонатом натрію, вплив якого в більшій мірі проявляється як структуроутворення [10].

Зниження в'язкості дисперсій монтморилоніту від витрат сполук хрому вказує на розрідження дисперсій (рис. 1 та 2). В обох випадках розріджуючий ефект відбувається в результаті надеквівалентної адсорбції поліядерних комплексів хрому, повною перезарядкою поверхні частинок монтморилоніту з аніонної на катіонну та набуттям високої щільності позитивного заряду на рівні сотень $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ [5]. В результаті таких проявів ймовірно є взаємне відштовхування між мінеральними частинками дисперсії, що викликає посилення пептизації системи [2, 5]. Зі збільшенням витрат Cr_2O_3 до 10 % від маси мінералу як для дисперсії $\text{Na-MMT}_{\text{кн}}$ так і для $\text{Na-MMT}_{\text{пф}}$ спостерігається зона другого екстремального зростання кінематичної в'язкості модифікованих дисперсій. Слід вказати, що при цьому для дисперсії $\text{Na-MMT}_{\text{кн}}$ (рис. 2 а) та $\text{Na-MMT}_{\text{пф}}$ (рис. 2 б) в результаті модифікації їх сполуками хрому спостерігається отримання стабільного рівня рН.

В цілому, аналіз залежностей в'язкості від витрат хрому свідчить про отримання максимально розріджених дисперсій монтморилоніту при витратах сполук хрому 5–7,5 % Cr_2O_3 від маси мінералу, що є результатом пептизації мінеральних дисперсій. При цьому

модифіковані дисперсії характеризуються стабільним рівнем рН в межах 3–4 при відповідних витратах сполук хрому.

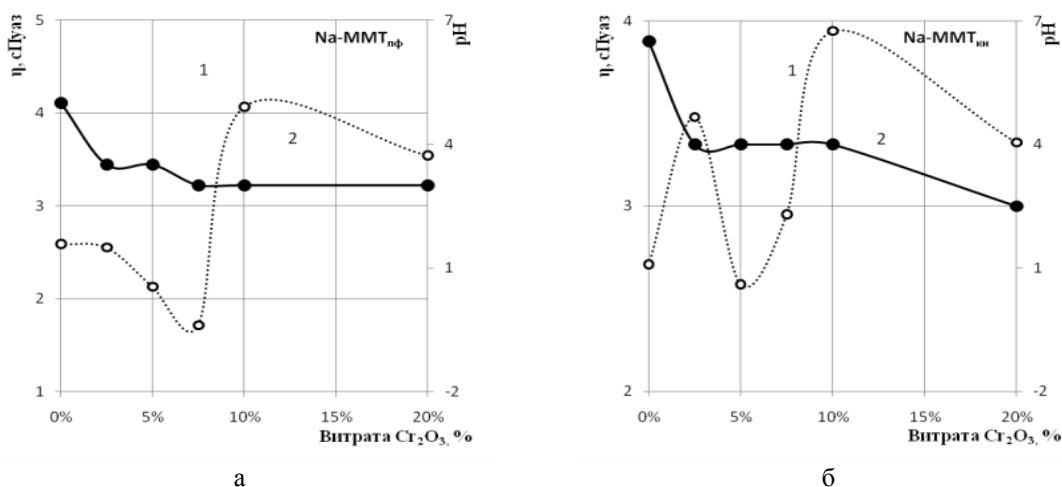


Рис. 2 Залежності кінематичної в'язкості (1) та рН (2) від витрат сполук хрому для обробки дисперсій монтморилоніту, модифікованих карбонатом натрію (а) та поліфосфатом натрію (б)

Модифікація дисперсій монтморилоніту сполуками хрому не тільки змінює кінематичну в'язкість дисперсій, але й також проявляється в характері адсорбції. За результатами досліджень (рис. 3) видно, що в розчинах з концентрацією Cr₂O₃ до 10 г/л спостерігається стрімке зростання адсорбції гідроксохромових комплексів на поверхні монтморилоніту. Характер адсорбції хромових сполук на поверхні Na-MMT відповідає кривій Ленгмюра. Ймовірно передбачити, що на початку відбувається адсорбція молекул гідроксохромових комплексів на поверхні частинок монтморилоніту за рахунок електростатичної взаємодії катіонів хрому з поверхнею мінералу, насичення поверхні мінералу, нейтралізація заряду поверхні монтморилоніту і подальша полімолекулярна адсорбція сполук хрому за рахунок сил Ван-дер-Ваальса [5].

Подальше підвищення концентрації сполук хрому в розчині в межах 20 – 40 г/л обумовлює незначне зниження адсорбції, що може бути обумовлено «конкуренцією» одноіменних зарядів гідроксохромових комплексів на поверхні модифікованого монтморилоніту і в розчині. Найбільший рівень адсорбції гідроксохромових комплексів спостерігається в розчинах з концентрацією Cr₂O₃ 10 до 20 г/л, що відповідає 10-15 % від маси мінералу.

Стійкість модифікованих гідроксохромовими комплексами дисперсій монтморилоніту при різних межах рН обумовлює високий рівень хімічних взаємодій між активними центрами мінералу і функціональними групами хромового дубителя [11]. Отримані результати (рис. 4) свідчать, що Cr-MMT проявляє високу стійкість в широких межах рН. Спостерігається незначний рівень десорбції при рН 2,5 та при рН 12. В останньому випадку, ймовірно, відбувається гідроліз хромових сполук, що підтверджено зміною забарвлення дисперсії

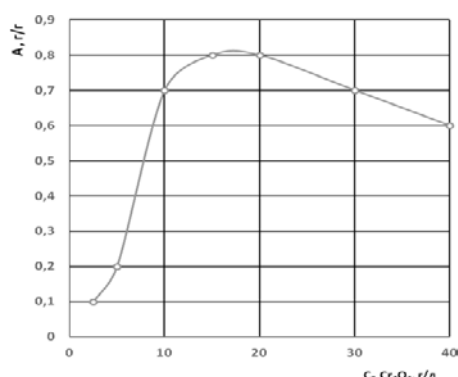


Рис. 3 Адсорбція сполук хрому на поверхні натрій модифікованого монтморилоніту



Рис. 4 Стійкість хром-модифікованих дисперсій монтморилоніту при різних рН

В цілому, слід відмітити, що модифікація гідроксохромовими комплексами дисперсій $\text{Na-MMT}_{\text{KH}}$ та $\text{Na-MMT}_{\text{PF}}$ сприяє отриманню хром-модифікованих дисперсій з високим рівнем розрідження, для яких характерним є одноіменний заряд поверхні та стійкість до різного рівня рН. Відповідно до технологічних процесів виробництва шкіри можна передбачити, що використання модифікованих дисперсій монтморилоніту буде характеризуватись дифузією частинок в структуру дерми, їх рівномірним розподіленням, взаємодією з активними центрами колагену і, в цілому, ефективним дубленням при рН робочого розчину 3,0–4,5. Аналіз показників дерми, дублення якої здійснено дисперсією Cr-MMT , вказує на позитивний вплив щодо ефективності поглинання і відпрацювання дубильних сполук, а також формування структури для дослідних шкір (табл. 2).

Таблиця 2

Показники відпрацьованих рідин та формування структури шкір

Варіант обробки	Вихід площі, % до контролю	Вихід товщини, % до контролю	Уявна питома вага, г/см ³	Об'ємний вихід, см ³ /100 г білка	Концентрація в відпрацьованій ванні Cr_2O_3 , г/л
Контроль 1	100,0	100,0	0,741	223,8	4,2
2	102,7	100,2	0,696	258,9	0,1
3	107,0	105,5	0,681	268,9	0,15
4	105,9	107,8	0,681	276,1	0,1

Результати досліджень вказують (табл. 2), що зразки дослідних груп характеризуються вищим виходом площі, уявної питомої ваги та об'ємного виходу. Використання хром-модифікованої дисперсії монтморилоніту суміщено з полівінілацетатом (варіант обробки 3) сприяє підвищенню показників виходу площі на 7 % порівняно з контролем. Зразки варіанту обробки 4 характеризуються підвищеним об'ємним виходом (на 18 % більше за контроль), що комплексно свідчить про ефективний рівень формування структури дерми. Відповідно до хімічного складу (табл. 3), як контрольні так і дослідні зразки за показниками вмісту вологи відповідають вимогам стандарту ДСТУ 2726-94 «Шкіра для верху взуття». Вміст оксиду хрому для дослідних зразків дещо нижчий порівняно з контролем, що обумовлено зменшеними витратами хрому під час виконання дублення. Більший вміст мінеральних речовин для дослідних шкір обумовлений присутністю мінералів в структурі зразків шкіри.

Таблиця 3

Показники хімічного складу шкір

Варіант обробки	Вміст, %:				pH хлоркалієвої витяжки	Т зварювання, °C
	Волога	Мінеральні речовини*	Голинна речовини*	Cr ₂ O ₃ *		
Контроль 1	11,3	5,9	68	4,1	4,1	104
2	12,0	6,4	63	2,0	4,0	94
3	12,0	6,3	62	1,8	4,0	92
4	12,1	7,2	60	3,9	4,1	104

*-в перерахунку на абсолютно суху речовину

При дубленні з обмеженими витратами хромового дубителя (варіант обробки 2) без подальшого додублювання зразків хромовим дубителем температура зварювання зразків склала 94 °C. Введення в дубильну систему полівінілацетату призвело до зниження даного показника до рівня 92 °C, що може бути обумовлено «конкуренцією» карбоксильних та ацетатних груп, відповідно, полівінілацетату та COO⁻ – груп колагену при входженні їх у внутрішню сферу хромових комплексів. Найбільші зміни показників проявляються в показниках фізико-механічних властивостей. За фізико-механічними властивостями (табл. 3) шкіри дослідного і контрольного варіантів відповідають вимогам стандарту ДСТУ 2726-94 «Шкіра для верху взуття», однак дослідні шкіри характеризується більшою пластичністю та еластичністю, що підтверджено показниками відносного видовження при 9,8 МПа та зменшеним показником жорсткості.

Таблиця 4

Фізико-механічні властивості шкір

Варіант обробки	Межа міцності при розриві, ×10 МПа	Відносне видовження при 9,8 МПа, %	Відносне видовження при розриві, %	Жорсткість, Н
Контроль 1	1,51	25	56	4,6
2	1,65	24	55	3,9
3	1,68	23	56	3,7
4	1,90	28	63	3,2

В цілому, слід вказати про можливість ефективної заміни сполук хрому для дублення на розроблені хром-модифіковані дисперсії монтморилоніту з метою зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище та розробки ресурсоощадних та екологічно орієнтованих технологій.

Висновки. Досліджено колоїдно-хімічні властивості дисперсій модифікованого монтморилоніту за показниками кінематичної в'язкості, pH та рівня адсорбції модифікатора. Встановлено, що отримання максимально розріджених дисперсій монтморилоніту можливо при витратах сполук хрому (III) в межах 5–7,5 % Cr₂O₃ від маси мінералу, що є результатом пептизації мінеральних дисперсій. При цьому модифіковані дисперсії характеризуються стабільним рівнем pH в межах 3–4 при відповідних витратах сполук хрому. В результаті модифікації дисперсій монтморилоніту спостерігається високий рівень адсорбції гідроксохромових комплексів на поверхні частинок мінералу при концентрації в межах 10–15 % Cr₂O₃. Дисперсія монтморилоніту, модифікована

гідроксохромовими комплексами, проявляє високу стійкість в широких межах рН, що обумовлено хімічними взаємодіями між активними центрами мінералу і функціональними групами хромового дубителя.

Встановлено позитивний вплив модифікованої дисперсії монтморилоніту на формування структури дерми та досягнення необхідних за вимогами стандарту показників хімічного складу та підвищених фізико-механічних властивостей. Ефективність використання мінеральних дисперсій виявляється у підвищенні виходу площі на 2,7-7,0 % та товщини на 5,5-7,8 %. Доведено, що використання модифікованих гідроксохромовими комплексами дисперсій монтморилоніту дозволяє досягти ідентичного з контрольним варіантом рівня температури зварювання 104 °С. При цьому витрати хромового дубителя в складі дисперсії монтморилоніту менші на 0,5 % Cr_2O_3 , що обумовлює можливість покращення екологічної ситуації на виробництві.

Список використаних джерел

1. Данилкович А. Г. Інноваційні технології виробництва шкіряних і хутрових матеріалів та виробів [Текст]: монографія / А. Г. Данилкович, І. М. Грищенко, В. І. Ліщук, В. П. Плавач, Е. Є. Касьян та ін.; за ред. А. Г. Данилковича. – К.: Фенікс, 2012. – 344 с.
2. Морару В. Н. Электроповерхностные явления в процессах формирования структуры кожи [Текст]: монографія / В. Н. Морару, Е. Р. Мокроусова. – Изд. дом: [Lap Lambert Academic Publishing](http://LapLambertAcademicPublishing.com). – 2013. – 160 р.
3. Тарасевич Ю. И. Строение и химия поверхности слоистых силикатов / Ю. И. Тарасевич – К. : Наук. думка, 1988. – 248 с.
4. Мокроусова О. Р. Використання поліфункціональних сполук на основі природних мінералів для вдосконалення експлуатаційних властивостей шкір / О. Р. Мокроусова, А. Г. Данилкович // Вісник КНУТД. – 2008. – № 5. – С. 212–217.
5. Мокроусова О. Р. Поліфункціональні матеріали для рідинного оздоблення шкір. Вплив модифікування монтморилоніту сполуками Cr (III) на електроповерхневі та структурні властивості дисперсій / О. Р. Мокроусова, В. Н. Морару // Вісник КНУТД. – 2011. – № 1. – С. 84–93.
6. Mokrousova O. Resources-saving Chromium Tanning of Leather with the Use of Modified Montmorillonite / O. Mokrousova, A. Danylkovich, V. Palamar // Revista de chimie. – Vol. 66, No. 3. – 2015. – P. 353-357.
7. Паламар В. А. Застосування хром-модифікованих дисперсій монтморилоніту для стабілізації колагенової структури дерми / В. А. Паламар, М. О. Марухленко, О. Р. Мокроусова // Східно-європейський журнал передових технологій. – № 3. – 2015.
8. ТМ-7.5-4 «Технологічна методика виробництва шкір різноманітного асортименту для верху взуття і підкладки взуття, галантерейних виробів із шкір великої рогатої худоби та кінських» [Текст] / К.: ЗАТ «Чинбар», 2003. – 11 с.
9. Данилкович, А. Г. Практикум по химии и технологи кожи и меха [Текст] / А. Г. Данилкович, В. И. Чурсин. – М.: ЦНИИКП, 2002. – 413 с.
10. Мокроусова, О. Р. Мінеральні наповнювачі для шкір. Реологічні властивості та дисперсність їх водних суспензій [Текст] / О. Р. Мокроусова, В. Н. Морару // Вісник КНУТД. – 2010. – № 4. – С. 256–264.
11. Maruhlenko M. O. Structuration of derma collagen by modified dispersions of montmorillonite / M.O. Maruhlenko, V.A. Palamar, O.R. Mokrousova // Programme and abstracts of Baltic Polymer Symposium – 2015, (Sigulda, Latvia, 16-18 September, 2015). – Sigulda: Riga Technical University, 2015. – P. 63.

References

1. Danylkovych, A.H. (2012) Innovatsiini tekhnolohiyi vyrobnytstva shkirianykh i khutrovykh materialiv ta vyrobiv : monohrafiia [*The innovative technology of leather and fur materials and products : Monograph*] / Kiev: Feniks [in Ukrainian].
2. Moraru, V.N. (2013) Elektropoverkhnostnye yavleniya v protsessakh formyrovaniya strukturu kozhy : monografyia [*Electrosurface the phenomenon in the formation of leather structure : Monograph*]. Yzd. dom: Lap Lambert Academic Publishing [in Russian].
3. Tarasevych, Ju.Y. (1988) Stroenie y khymiya poverkhnosti sloystukh sylykatov [*The structure and surface chemistry of layered silicates*]. / Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
4. Mokrousova, O.R. (2008) Vykorystannja polifunkcionalnykh spoluk na osnovi pryrodnykh mineraliv dlja vdoskonalennja ekspluatatsijnykh vlastyvostej shkir [*The use of multifunctional compounds based on natural minerals to improve operational properties of the leather*]. / Kyiv: Visnyk KNUVD [in Ukrainian].
5. Mokrousova, O.R. (2011) Polifunkcionalni materialy dlja ridynnogho ozdoblennja shkir. Vplyv modyfikuvannja montmorylonitu spolukamy Cr (III) na elektropoverkhnevi ta strukturni vlastyvosti dyspersij [*Polyfunctional materials for liquid finishing hides. Effect of montmorillonite modifying compounds Cr (III) to power superficial and structural properties of dispersions*] / Kyiv.: Visnyk KNUVD [in Ukrainian].
6. Mokrousova O. (2015) Resources-saving Chromium Tanning of Leather with the Use of Modified Montmorillonite. / O. Mokrousova, A. Danylkovich, V. Palamar // Revista de chemie.
7. Palamar, V.A. (2015) Zastosuvannja khrom-modyfikovanykh dyspersij montmorylonitu dlja stabilizaciji kolaghenovoji struktury dermy [*Chromium-modified montmorillonite dispersions in stabilizing derma collagen structure*]. / Skhidno-jevropejskyj zhurnalпередових технологій [in Ukrainian].
8. ТМ-7.5-4 (2003) «Технологична методика виробництва шкур різноманитного асортymentu dlja verkhu vzuttja i pidkladky vzuttja, ghalanterejnykh vyrobiv iz shkir velykoji roghatoji khudoby ta kinsjkykh» [*Technological methods of producing wide range of leather for the uppers and linings of footwear, leather leather goods of cattle and horses*] / Kyiv: AT «Chynbar» [in Ukrainian].
9. Danylkovych, A.H., Chursyn, V.Y. (2002) Praktykum po khymyy y tekhnolohyy kozhy y mekha [*Workshop on Chemistry and Technology of Leather and Fur*] / Moskva: CNYYPK [in Ukrainian].
10. Mokrousova, O.R., Moraru, V.N. (2010) Mineraljni napovnjuvachi dlja shkir. Reologichni vlastyvosti ta dyspersnistj jikh vodnykh suspensij [*The mineral fillers to leather. The rheological properties and dispersion of aqueous suspensions*] / Kyiv.: Visnyk KNUVD [in Ukrainian].
11. Maruhlenko M. O. (2015) Structuration of derma collagen by modified dispersions of montmorillonite / M.O. Maruhlenko, V.A. Palamar, O.R. Mokrousova // Programme and adstracts of Baltic Polymer Symposium – Sigulda, Latvia, 16-18 September – Sigulda: Riga Technical University.

КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИСПЕРСИЙ МОНТМОРИЛЛОНИТА ДЛЯ ДУБЛЕНИЯ КОЖИ

МАРУХЛЕНКО М. А., МОКРОУСОВА Е. Р.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование коллоидно-химических свойств дисперсий модифицированного монтмориллонита для получения дубильных материалов и эффективного формирования структуры дермы.

Методика. Модифицированные дисперсии монтмориллонита получали постадийной модификацией минерала щелочными пептизаторами и гидроксокомплексными соединениями хрома. Для исследований коллоидно-химических свойств модифицированных дисперсий монтмориллонита определяли кинематическую вязкость, pH дисперсий, оценивали уровень адсорбции соединений хрома (III) и ее устойчивость к изменению pH среды. Для определения эффективности формирования структуры дермы осуществляли технологическую обработку пикелеванного голя яловки легкой модифицированными соединениями хрома дисперсиями монтмориллонита и определяли показатели химического состава и физико-механических свойств полученных кож.

Результаты. Применение модифицированных соединениями хрома дисперсий монтмориллонита с учетом их коллоидно-химических свойств способствует эффективному формированию структуры дермы.

Научная новизна. Разработка модифицированных дисперсий монтмориллонита с необходимыми коллоидно-химическими свойствами для эффективного дубления кож.

Практическая значимость. Применение модифицированных соединений хрома дисперсий монтмориллонита способствует получению кож высокого качества, позволяет сократить расходы хромового дубителя и повысить ресурсосбережение и экологичность производства кож.

Ключевые слова: монтмориллонит, модификация, соединения хрома (III), дубление, коллоидно-химические свойства, вязкость, адсорбция, структура дермы, формирование структуры.

COLLOID-CHEMICAL PROPERTIES OF THE MODIFIED MONTMORILLONITE DISPERSIONS FOR LEATHER TANNING

MARUHLLENKO M., MOKROUSOVA O.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Study of colloid-chemical properties of the dispersions of the modified montmorillonite for tanning materials and the efficient formation of the structure of the dermis.

Methodology. Modified montmorillonite dispersion was prepared in a stepwise modification of the alkaline mineral hydroxycomplex chromium compounds. For studies of colloid-chemical properties of modified montmorillonite dispersions measured kinematic viscosity, pH of the dispersion was evaluated the level of adsorption of chromium compounds (III) and its resistance to change in pH. To determine the effectiveness of forming the structure of the dermis implementing technological processing pickled pelts heifers easily modified chromium compounds dispersion of montmorillonite and determined parameters of the chemical composition and physico-mechanical properties of the obtained leather.

Findings. The use of modified chromium compounds montmorillonite dispersions based on their colloid-chemical properties of the structure contributes to effective formation of the dermis.

Originality. Development of modified montmorillonite dispersions with necessary colloid-chemical properties for efficient tanning of leather.

Practical value. The use of modified chromium compounds montmorillonite dispersions contributes to obtaining high-quality leather, it can reduce costs and improve the chrome tanning agent resource conservation and ecological production of leather.

Keywords: montmorillonite, modification of the chromium compound (III), tanned colloid-chemical properties, viscosity, adsorption, the structure of the dermis, formation of the structure.

УДК 677.027

РЕДЬКО Я.В.¹, РОМАНКЕВИЧ О.В.²

¹Київський національний університет технологій та дизайну

²Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського

МОДИФІКАЦІЯ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ШЛЯХОМ СИНТЕЗУ НАНОЧАСТИНОК *IN SITU* ДЛЯ НАДАННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Мета. Розробка способу створення наноконпозиційного текстильного матеріалу з урахуванням структурних особливостей волокон та нанотехнологічних процесів.

Методика. Класичні методи хімічної технології текстильних матеріалів.

Результати. Експериментально визначені залежності кількості синтезованих наночастинок магнетиту і намагніченості насичення волокнистих матеріалів різного сировинного складу; встановлені умови та розроблено спосіб створення магнітного текстильного матеріалу в процесі його модифікації шляхом синтезу наночастинок *in situ* для надання магнітних властивостей.

Наукова новизна. Вперше створено магнітний текстильний матеріал, що містить наночастинок магнетиту із застосуванням нових підходів та методів.

Практична значимість полягає у забезпеченні комплексу властивостей, які включають магнетизм і екранування від електромагнітного випромінювання.

Ключові слова: текстильний матеріал, наночастинок, синтез *in situ*.

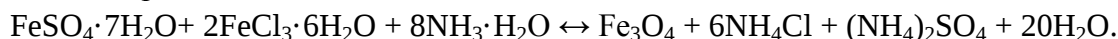
Вступ. За останні десятиліття спостерігається підвищений інтерес до багатофункціонального текстилю з потенційним технологічним застосуванням. Розробка текстильних виробів з магнітними наночастинами забезпечить нові властивості, включаючи магнетизм і екранування для захисту від електромагнітного випромінювання [1]. Пошук нових підходів та методів створення текстильних матеріалів, що містять наночастинок залізо-оксидних сполук, пов'язаний із можливим створенням наноконпозиційного феромісткого текстильного матеріалу із комплексом заданих властивостей (магнітних та захисних).

Отримання і властивості наночастинок залізо-оксидних сполук є предметом багатьох досліджень [2, 3] та створенню магнітних волокнистих матеріалів присвячені лише одиничні роботи [4, 5].

Постановка завдання. Розробка способу створення наноконпозиційного феромісткого (магнітного) текстильного матеріалу в процесі його модифікації шляхом синтезу наночастинок *in situ* з урахуванням структурних особливостей волокон та нанотехнологічних процесів.

Результати дослідження. Методом співосадження суміші солей заліза надлишком лугу при синтезі наночастинок *in situ* отримані магнітні текстильні матеріали. Раніше [6] теоретично обґрунтовано, що величина намагніченості насичення наноконпозиційного феромісткого текстильного матеріалу визначається кількістю наночастинок в зразках, що залежить від сировинного складу текстильного матеріалу та експериментальних умов, а саме від молярного співвідношення лугу і суміші солей заліза у вихідній ванні, рН середовища і температури реакції співосадження.

Формула магнетиту – $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, тому реакція вимагає 1 моль сполуки двовалентного заліза Fe^{2+} і 2 моля сполуки $\text{Fe}^{\text{Fe}3+}$ для стехіометричного перетворення у разі використання сполук типу FeSO_4 і FeCl_3 . Тому молярне співвідношення Fe(II):Fe(III) складало 1,1:2, тобто кількість FeSO_4 бралася у 10%-вому надлишку в порівнянні із стехіометричним:



Кількість синтезованих наночастинок магнетиту у волокнистому матеріалі може бути охарактеризована величиною оптичної густини (розчини волокнистих матеріалів, що містять наномagnetит підкоряються закону Ламберта-Буггера-Бера). У зв'язку з цим проводилися дослідження залежностей величин оптичної густини розчинів магнітних волокнистих матеріалів (D) від концентрації сірчаноокислого заліза у вихідній ванні (C, г/л), які описуються емпіричними рівняннями (наприклад, Quadratic Fit) з високими коефіцієнтами кореляції, отриманими з використанням програми CurveExpert 1.3: $y = a + bx + cx^2$, $a = -1,499\text{e-}005$, $b = 0,001$, $c = 6,094\text{e-}006$, $S = 0,001$, $R = 0,999$.

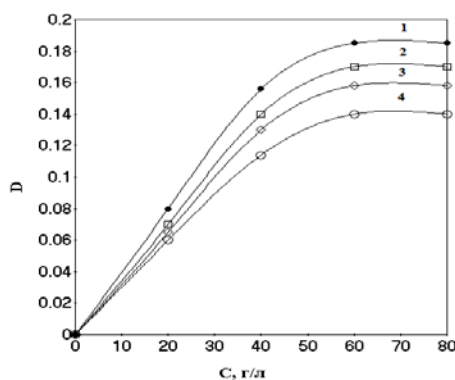


Рис. 1 Залежності величин оптичної густини розчинів волокнистих матеріалів, що містять наночастинок магнетиту (D), від концентрації сірчаноокислого заліза у вихідній ванні (C, г/л): 1 – віскозний; 2 – вовняний; 3 – поліамідний; 4 – бавовняний волокнисті матеріали.

Експериментальні дані (рис. 1) свідчать, що найменша кількість магнітних наночастинок була синтезована в зразках бавовняного матеріалу, найбільша – в зразках віскозного матеріалу. Це пояснюється особливостями надмолекулярної структури волокнистих матеріалів целюлозного походження, пов'язаними із співвідношенням аморфно-кристалічних областей, що добре узгоджується з числовим значенням ступеню кристалічності за Г.В. Урбанчіком [7]:

Вид волокнистого матеріалу	Ступінь кристалічності
Віскоза	0,35
Вовна	0,45
Поліамід	0,5
Бавовна	0,7

Вплив природи лугу має значення при утворенні магнетиту з точки зору магнітних властивостей і кристалічних структур. Намагніченість насичення збільшується в ряду: $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH} > \text{NH}_4\text{OH}$, проте використання таких сильних лугів як KOH і NaOH , що передбачає підвищення рН середовища до 14, призводить до утворення таких комплексів гідратів заліза, які не здатні до утворення магнетиту [8]. Тому в даній роботі

досліджувалося рН середовища, що регулювалося застосуванням водного розчину аміаку (25%), кількість якого залежала від стехіометричного співвідношення між Fe(II):Fe(III).

На рис. 2 та рис. 3 приведені криві потенціометричного титрування як розчину суміші солей заліза, так і розчину солі FeSO_4 розчином гідроксиду натрію окремо.

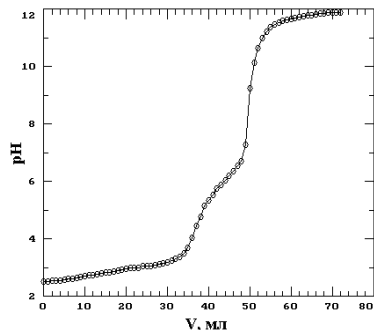


Рис. 2 Крива потенціометричного титрування розчину суміші солей заліза розчином гідроксиду натрію.

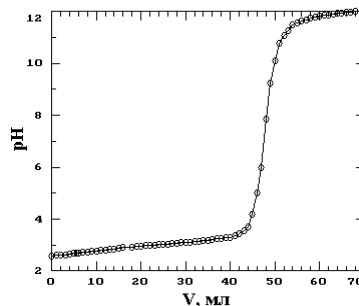


Рис. 3 Крива потенціометричного титрування розчину солі $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ розчином гідроксиду натрію.

Ступінчаті плато на кривих титрування відповідають процесу зникнення суміші солей двохвалентного і трьохвалентного заліза в розчині і переходу їх до погано розчинних у воді сполук – $\text{FeCl}(\text{OH})_2$, $\text{FeCl}_2(\text{OH})$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{FeCl}(\text{OH})$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ і відповідно магнетиту. Криві потенціометричного титрування показують, що процес взаємодії солей заліза з розчином гідроксиду амоніа з утворенням наночастинок магнетиту завершується в області рН 11 – 12. Отримані експериментальні дані (рис. 2, рис. 3) знаходять підтвердження при дослідженні залежності оптичної густини розчинів магнітних волокнистих матеріалів від рН середовища (рис. 4) і свідчать, що процес співосадження суміші солей заліза Fe(II) і Fe(III) із синтезом наночастинок магнетиту *in situ* доцільно проводити практично в тих самих межах рН 10 – 11, за яких досягається максимальне значення величини оптичної густини ($D = 0,14$), а отже і кількості наночастинок у волокнистому матеріалі (рис. 4).

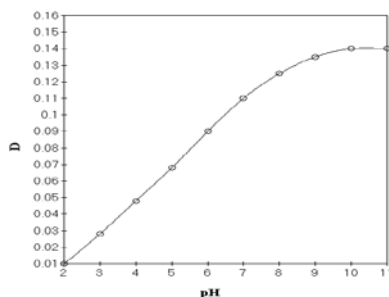


Рис. 4 Залежність оптичної густини розчинів волокнистих матеріалів, що містять продукти реакції суміші солей заліза з аміачним розчином, від рН середовища.

Також визначено, що синтез наночастинок магнетиту слід проводити з використанням підвищених температур реакції співосадження суміші солей заліза у волокнистому матеріалі ($t = 90 \div 98^\circ\text{C}$). Аналіз залежностей на графіку рис. 5 показує, що величина намагніченості насичення магнітних текстильних матеріалів, що містять наночастинок магнетиту, досягає граничної величини при концентрації сірчанокислого заліза в області 60 – 80 г/л, магнітні властивості текстильних матеріалів в даному випадку

визначають як кількість утворених наночастинок, так і характер розподілу їх в структурі волокнистого матеріалу, тому що максимальна кількість наночастинок магнетиту у волокні та намагніченість насичення при варіюванні вмісту солей заліза в фарбувальній ванні в цих межах досягаються за однакових умов (вихідні концентрації суміші солей заліза) та мають подібний характер кривих насичення (рис. 1, рис. 5).

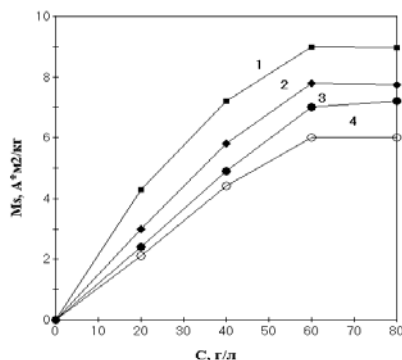


Рис. 5 Залежність намагніченості насичення волокнистого матеріалу (M_s) від концентрації солі заліза у вихідній ванні (C): 1 – віскозний; 2 – вовняний; 3 – поліамідний; 4 – бавовняний ВМ.

Встановлено, що магнітні властивості, які характеризуються величиною намагніченості насичення текстильних матеріалів, визначаються: 1) кількістю утворених наночастинок магнетиту у волокнистому матеріалі (величиною оптичної густини), що виконує роль нанореактора; 2) сировинним складом волокнистих матеріалів, які відрізняються надмолекулярною структурою, сприяючи утворенню наночастинок *in situ* при абсорбції у аморфних областях або при адсорбції на поверхні мікрофібрил волокнистих матеріалів [7]; 3) розподілом наночастинок в структурі волокнистого матеріалу, що буде визначати просторове розміщення, розміри та інші властивості наночастинок; 4) умовами створення магнітних текстильних матеріалів.

Висновки. Експериментально визначені залежності кількості синтезованих наночастинок магнетиту і намагніченості насичення волокнистих матеріалів різного сировинного складу; розроблено спосіб створення магнітного текстильного матеріалу в процесі його модифікації шляхом синтезу наночастинок *in situ* для надання магнітних властивостей.

Список використаних джерел

1. Козлов А.Н., Исследование магнитных полей биообъектов в условиях экранированного объема / А.Н. Козлов, Б.В. Авдеев // Биологическое действие электромагнитных полей: Тез. докл. Пушино, 1982. – 149 с.
2. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. – М.: Академкнига. – 2006. – 557 с.
3. Губин С.П. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства / С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков // Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук. – Москва: Успехи химии, 2005. – № 74 (6). – С. 539–574.
4. Романкевич О.В. Гетерокоагуляция дисперсии магнетита на полиамидном волокнистом материале / О.В. Романкевич, Я.В. Редько, А.Б. Брик // Дизайн. Материалы. Технологии. – Санкт-Петербург, 2012. – № 5 (25). – С. 45–49.

5. Байбуртский Ф.С. Коллоидно-химические закономерности взаимодействия частиц магнитных жидкостей с поверхностями натуральных волокон [Текст]: автореф. ... канд. техн. наук: 00.02.11 / Байбуртский Феликс Степанович. – М., 1999. – 13 с.

6. Редько Я.В. Дослідження можливості синтезу наночастинок *in situ* для створення наноконпозиційного текстильного матеріалу / Я.В. Редько, Я.О.Романкевич, Т.А.Чвертка, А.О.Таран. // Вісник КНУТД. – 2015. – № 2 (80). – С. 58–63.

7. Урбанчик Г. В. Химические волокна (исследования и свойства) / Урбанчик Г. В., Калиновски Е. – Изд. «Легкая индустрия». – М., 1966 г. – 317 с.

8. N. M. Gribanov, E. E. Bibik, O. V. Buzunov, V. N. Naumov, Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 1990. – V. 85. – P. 7.

МОДИФИКАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ *IN SITU* ДЛЯ ПРИДАНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ

РЕДЬКО Я.В.¹, РОМАНКЕВИЧ О.В.²

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Николаевский национальный университет им. В.А. Сухомлинского

Цель работы. Разработка способа создания наноконпозиционного текстильного материала с учетом структурных особенностей волокон и нанотехнологических процессов.

Методика. Классические методы химической технологии текстильных материалов.

Результаты. Экспериментально определены зависимости количества синтезированных наночастиц магнетита и намагниченности насыщения волокнистых материалов различного состава; установлены условия и разработан способ создания магнитного текстильного материала в процессе его модификации путем синтеза наночастиц *in situ* для придания магнитных свойств.

Научная новизна. Впервые создан магнитный текстильный материал, содержащий наночастицы магнетита с применением новых подходов и методов.

Практическая значимость заключается в обеспечении комплекса свойств, включающих магнетизм и экранирование от электромагнитного излучения.

Ключевые слова: *текстильный материал, наночастицы, синтез in situ.*

MODIFICATION OF TEXTILE MATERIALS BY *IN SITU* SYNTHESIS OF NANOPARTICLES FOR THE DEVOTION OF MAGNETIC PROPERTIES

REDKO YA¹, ROMANKEVICH O.V.²

¹*Kiev National University of Technology and Design*

²*Nicholas National University. VA Sukhomlinsky*

Purpose. Development of ways to create a nanocomposite based textile fibers and structural features of nanotechnology processes.

Methodology. The classical methods of chemical technology of textile materials.

Findings. Experimentally determined dependence of the amount of the synthesized nanoparticles of magnetite and the saturation magnetization of fibrous materials of different composition; set conditions and provides a method of creating a magnetic textile material during its modification by the synthesis of nanoparticles *in situ* to devotion to the magnetic properties.

Originality. For the first time provides a magnetic textile material containing magnetite nanoparticles with new approaches and methods.

Practical value is to provide a set of properties including magnetism and shielding from electromagnetic radiation.

Keywords: *textile material, nanoparticle, synthesis in situ.*

УДК 537.226.4:532.783

ШЕВЧУК О.Ф.

Вінницький національний аграрний університет

ДІЕЛЕКТРИЧНА СПЕКТРОСКОПІЯ, ЯК МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ SmC* ФАЗИ У РІДКОМУ КРИСТАЛІ

Мета. Запропонувати методи встановлення наявності SmC* фази сегнетоелектричного рідкого кристалу (чистого і допованого наночастинками).

Методика. Діелектрична спектроскопія. Аналіз частотних залежностей компонент комплексної діелектричної проникності та температурної залежності провідності при змінному струмі.

Результати. Показано, що діелектрична спектроскопія сегнетоелектричного рідкого кристалу (СЕРК) дозволяє встановити наявність SmC* фази, як у чистому СЕРК, так і при наявності домішки. Відзначено, що основними характеристиками SmC* фази є наявність відповідного релаксацийного процесу та стрибка провідності при зменшенні температури.

Наукова новизна. Показано, що комплексний аналіз діелектричного спектру та температурної залежності провідності дає можливість однозначно встановити наявність SmC* фази чистого СЕРК і при наявності домішок.

Практична значимість. Розроблено ефективну і просту в реалізації методику визначення наявності сегнетоелектричної SmC* фази в чистих рідких кристалах та при наявності домішки.

Ключові слова: сегнетоелектричний рідкий кристал, діелектрична проникність, діелектрична спектроскопія, SmC* фаза.

Вступ. Останні дослідження в області фізики рідких кристалів (РК) показують, що актуальними питаннями наразі є розширення кола можливих практичних застосувань РК та, відповідно, модифікація їх фізичних властивостей. Реалізувати поставлені задачі можна як за рахунок синтезу нових РК так і внаслідок введення нанодомішок у існуючі РК [1, 2]. Якщо синтез нових РК є тривалим та досить складним процесом, то при введенні нанодомішки основні питання стоять у підборі необхідної домішки, контролю впливу цієї домішки на властивості РК матриці та забезпечення стабільності в часі отриманої суспензії. Такий контроль необхідний і тому, що поряд із набуттям позитивних фізичних ефектів, можна отримати і негативні явища, аж до руйнування структури самої РК матриці.

У діелектричній спектроскопії найважливішою для теоретичного аналізу і формування певних припущень щодо особливостей релаксацийних процесів є та область частот, де спостерігається дисперсія ε' та ε'' . Така дисперсія пов'язана з динамікою поляризації матеріалів з некомпенсованим (у випадку рідин ефектом димеризації) дипольним моментом. В загальному випадку, як і для неорганічних сегнетоелектричних кристалів, динаміка поляризації у СЕРК описується рівняннями Ландау-Халатнікова [3]:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} = -\Gamma_1 \frac{\partial F}{\partial \Theta}, \quad (1)$$

та

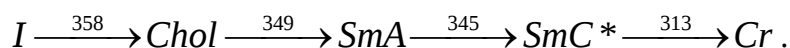
$$\frac{\partial P_c}{\partial t} = -\Gamma_2 \frac{\partial F}{\partial P_c}, \quad (2)$$

де Θ – кут нахилу молекул, P_c – спонтанна поляризація, F – густина вільної енергії, Γ_1 і Γ_2 – коефіцієнти, що визначають залежність вільної енергії відповідно від кута нахилу молекул та поляризації.

З теоретичного аналізу рівнянь (1) та (2) випливає, що можливі наступні флуктуаційні моди: голдстоунівська (у випадку СЕРК це зумовлено обертанням довгої осі молекули навколо осі гелікоїда) та м'які моди (поворот молекул у площині, перпендикулярній до смектичного шару).

Постановка завдання. Зазначимо, що лише аналіз наявності мод у СЕРК не у всіх випадках дає можливість однозначно встановити наявність SmC^* фази. Тому, мета роботи полягає у розробці ефективного методу встановлення наявності SmC^* фази сегнетоелектричного рідкого кристалу (чистого і допованого наночастинками).

Матеріали та методи. Для досліджень використовувався СЕРК, який являє собою евтектичну суміш (62,3 та 31,2 мас. %) складних ефірів 4-*n*-гексилоксифеніл-4-*n*-октилоксибензоату у 4-*n*-гексилоксифеніл-4-*n*-децилоксибензоаті. Хіральною домішкою був ЛУЧ-15 (6,5 мас. %). Для цієї концентрації домішки суміш має такі фазові стани та температури фазових переходів:



Вказана вище рідкокристалічна суміш виготовлена та протестована в Інституті монокристалів НТК "Інститут монокристалів" НАН України.

Експериментальні дослідження проводились за допомогою типових для електрооптичних досліджень РК сендвіч-структур. Як електроди використовували нанесені на скляні пластинки провідні шари ІТО (суміш In_2O_3 та SnO_2).

Для створення необхідної орієнтації на поверхню електрода наносили певну речовину. Нанесення відбувалось з розчину за допомогою центрифуги. Планарну орієнтацію молекул СЕРК отримували за допомогою полііміду. Після нанесення полімерної плівки та її відпалу при температурі 250° С упродовж однієї години, за допомогою оксамиту відбувалось натирання полімеру в певному напрямі.

Для створення гомеотропної орієнтації також використовували розчинений полімер. Після його нанесення за допомогою центрифуги на електрод, проводився відпал впродовж однієї години при температурі 250° С. Після відпалу на поверхні електрода утворювався тонкий шар полімеру (десятки нанометрів), достатній для створення необхідної орієнтації.

Товщина комірок задавалась за допомогою тefлонової стрічки і змінювалась в межах 10 – 30 мкм. Оскільки стрічка наносилась на охоронний електрод, вона не впливала на ємність вимірювальної комірки. Після того, як була визначена ємність порожньої комірки, в неї, як по капіляру, заповнювали досліджувану рідину. Як і виготовлення сумішей, заповнення проводилось при температурі $\approx 363 - 368$ К, що відповідало ізотропній фазі досліджуваного СЕРК. Після охолодження комірки до кімнатної температури вона герметизувалась по всьому периметру за допомогою епоксидного клею.

Для кожної з вибраних температур досліджувалась частотна залежність опору R та ємності C . R та C вимірювались осцилоскопічним методом за умови, що еквівалентною схемою зразка є паралельно з'єднані опір та ємність.

Дослідження діелектричних спектрів отриманих суспензій проводили у комплексі з аналізом температурної залежності провідності при змінному струмі.

Для знаходження самої величини провідності, проводився аналіз частотної залежності опору, враховуючи, що при відсутності нерівномірного розподілу електричного поля (наприклад, завдяки впливу приелектродних процесів [4]) опір рідини від частоти не залежить. Тому, величина ε'' повинна лінійно зменшуватись при зростанні частоти f . Як показали наші дослідження, такі ділянки прямолінійної залежності спостерігаються на всіх отриманих частотних залежностях ε'' . Отже, на такій ділянці частот величину провідності σ_{AC} знаходили на основі співвідношення:

$$\sigma_{AC} = \varepsilon_0 \omega \varepsilon'' . \quad (3)$$

Експериментальні результати та їх обговорення. Експериментальні дослідження діелектричних спектрів планарно та геометропно орієнтованого РК, проведені нами в роботі [5], виявили наявність двох ділянок дисперсій (I та II) уявної компоненти комплексної діелектричної проникності ε'' (рис. 1). Низькочастотна ділянка дисперсії (типу II) спостерігалась в усіх фазах планарно орієнтованого СЕРК та була зумовлена неоднорідністю розподілу електричного поля в зразку (при низьких частотах електричне поле прикладене до тонкого приелектродного шару зразка).

Завдяки значній напруженості електричного поля перенесення заряду через приелектродну ділянку зразка відбувається внаслідок коливання диполів молекул в межах кутів, які не перевищують флуктуації параметра порядку. У смектичних фазах це відбувається за рахунок голдстоунівської та м'якої моди, а у випадку холестеричної фази завдяки м'якої моди. В ізотропній фазі низькочастотний релаксаційний процес зумовлений наявністю упорядкованого шару у приелектродній ділянці.

При гомеотропній орієнтації молекул такий механізм перенесення заряду неможливий, а отже, і дана ділянка дисперсії не спостерігається (рис 1).

Зауважимо, що отриманий експериментальний результат має суттєве практичне значення, оскільки дозволяє, на основі діелектричних спектрів, дослідити переважну орієнтацію молекул СЕРК. Особливо це стосується тих випадків, при яких орієнтація молекул РК матриці задається (або змінюється) внаслідок введення різного типу нанодомішок. Так, у роботі [6] нами була визначена переважна орієнтація молекул композиту СЕРК – ($C_{60} + C_{70}$).

Дослідження частотних спектрів компоненти ε'' в широкому температурному інтервалі та їх аналіз показав [5], що високочастотна ділянка дисперсії властива як планарно так і гомеотропно орієнтованому зразку, але спостерігається лише у смектичних фазах. Цей релаксаційний процес описується рівнянням Дебая:

$$\varepsilon_1^* = \varepsilon_{\infty 1} + \frac{\varepsilon_{s1} - \varepsilon_{\infty 1}}{1 + i\omega\tau_1} , \quad (4)$$

де ε_{s1} та $\varepsilon_{\infty 1}$ – величина діелектричної проникності для частот $f = \infty$ та $f = 0$;

τ_1 – час діелектричної релаксації для релаксаційного процесу типу I.

На основі аналізу температурної залежності часу діелектричної релаксації в області фазового переходу SmA-SmC* встановлено природу високочастотного релаксаційного процесу, а саме: визначено, що у SmA фазі він зумовлений коливанням молекул у площині осі гелікоїда (м'якою модою), а у SmC* фазі – внаслідок повороту молекул навколо осі гелікоїда (голдстоунівською модою).

Отже, прояв високочастотного релаксаційного процесу є характерним саме для SmC* фази сегнетоелектричного рідкого кристалу.

Іншою характерною особливістю СЕРК, як показано в роботі [7], є різке збільшення провідності при змінному струмі σ_{AC} при переході від холестеричної до смектичних фаз. Нами також було показано (рис. 2), що величина стрибка провідності залежить як від орієнтації молекул СЕРК так і від наявності домішок. Якщо при планарній орієнтації провідність збільшується майже у 50 разів, то при гомеотропній лише у 4,5 рази.

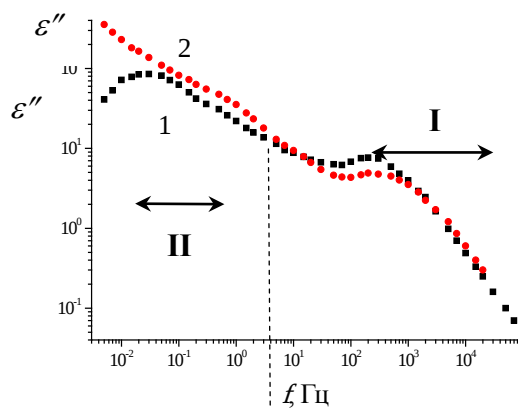


Рис. 1 Частотні залежності ε'' планарно орієнтованого СЕРК (крива 1) та гомеотропно орієнтованого СЕРК (крива 2)

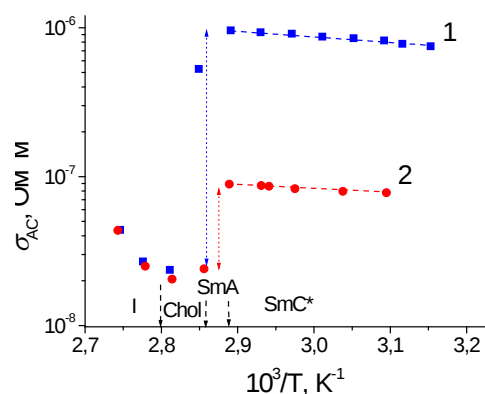


Рис. 2 Температурні залежності σ_{AC} планарно (крива 1) та гомеотропно (крива 2) орієнтованого СЕРК

Збільшення величини провідності пояснюється тим, що саме в смектичних фазах підключається додатковий канал перенесення заряду внаслідок коливання диполів молекул (струм зміщення). І ці зміни провідності безпосередньо залежать від орієнтації молекул СЕРК. У випадку «ідеальної» планарної орієнтації при повороті молекули навколо осі гелікоїда під дією зовнішнього електричного поля відбувається максимальна зміна величини поляризації. При «ідеальній» гомеотропній орієнтації зовнішнє електричне поле діє таким чином, що дипольний момент молекули взагалі не може повертатись навколо осі гелікоїда. Експериментально виявлена зміна провідності в околі фазового переходу Chol – SmA при гомеотропній орієнтації зумовлена саме негомогенністю орієнтації рідкого кристалу.

Отже, наявність стрибка провідності при змінному струмі (навіть незначного, викликаного дефектами структури РК) вказує на ще одну «особливу» ознаку SmC* фази.

Як відзначалось у вступі, введення нанодомішок у РК матрицю дозволяє отримувати нові композитні матеріали, які поєднують як властивості самої РК матриці так і властивості домішки. Але, введена домішка може призвести до суттєвих змін, як в структурі, так і прояві фізичних властивостей самого рідкого кристалу.

Розглянуті вище фізичні ефекти (високочастотний релаксацийний процес смектичних фаз та стрибок провідності при змінному струмі) дозволяють контролювати такий вплив з боку домішки на сегнетоелектричні властивості SmC^* фази. Відзначимо, що запропонований осцилоскопічний метод вимірювання є досить простим в реалізації та ефективним при дослідженні композитних матеріалів створених на базі СЕРК.

Наведена методика була нами опробована в роботах [5-10] при дослідженні впливу домішок барвників та фулеренів на діелектричні та фотодіелектричні властивості сегнетоелектричних рідких кристалів.

Окремо відмітимо результати статті [9], у якій показано, що введення хімічно модифікованого фулерена у СЕРК матрицю призводить до суттєвих змін діелектричних спектрів.

Як видно з рис. 3 та рис. 4, основних фізичних характеристик притаманних SmC^* фазі (високочастотний релаксацийний процес та стрибок провідності при змінному струмі) не спостерігалось.

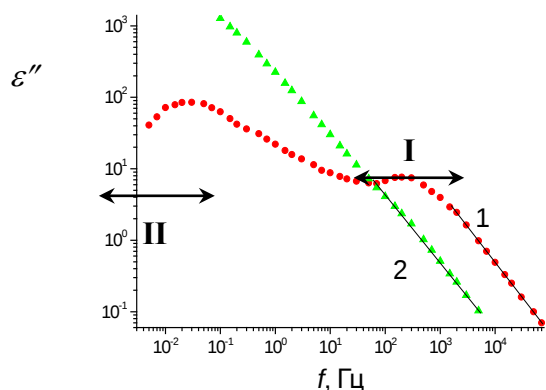


Рис. 3 Частотні залежності ε'' планарно орієнтованого СЕРК (крива 1) та СЕРК + 3,0 масових % C_{60} – OD (крива 2) [9]

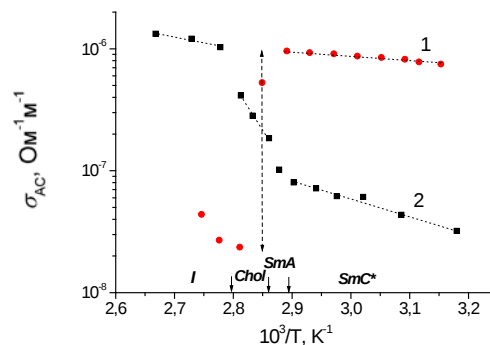


Рис. 4 Температурна залежність σ_{AC} планарно орієнтованого СЕРК (крива 1) та СЕРК + 3,0 мас. % C_{60} – OD (крива 2) [9]

Зникнення сегнетоелектричних властивостей композитного матеріалу в [9] пояснюється збільшенням обертальної в'язкості РК, внаслідок створення “полімерної” сітки за рахунок міжмолекулярної взаємодії між молекулами домішки.

Висновки. Розроблено нову ефективну і просту в реалізації методику визначення наявності сегнетоелектричної SmC^* фази в рідких кристалах з різними типами домішок за допомогою аналізу температурної залежності провідності при змінному струмі.

Список використаних джерел

1. Kurochkin O. Nano-colloids of $Sn_2P_2S_6$ in nematic liquid crystal pentyl-cianobiphenile / O. Kurochkin, H. Atkuri, O. Buchnev, A. Glushchenko, O. Grabar, R. Karapinar, V. Reshetnyak, J. West, Yu. Reznikov // Condensed Matter Physics. – 2010. – V.13. – No. 3. – 33701: P.1-9.
2. Manohar R. Dielectric and electro-optical study of ZnO nano rods doped ferroelectric liquid crystals / R. Manohar, A.K. Srivastava, P.K. Tripathi, D.P. Singh // J. Mater. Sci. – 2011. – V. 46. – P. 5969–5976.
3. Блинов Л.М. Сегнетоэлектрические жидкие кристаллы / Л.М. Блинов, Л.А. Береснев // УФН. – 1984. – Т.143. – №3. – С.391–428.

4. Koval'chuk A.V. Relaxation processes and charge transport across liquid crystal - electrode interface / A.V. Koval'chuk // J. Phys.: Condensed Matter. – 2001. – V.13. – N.24. – P.10333–10345.
5. Koval'chuk A.V. Low-frequency dielectric spectroscopy of ferroelectric liquid crystals: near-electrode and bulk processes / A.V. Koval'chuk, A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, M.N. Pivnenko // Functional Materials. – 2003. – V. 10. – № 3. – P. 412 – 418.
6. Koval'chuk A.V. Dielectric properties of ($C_{60} + C_{70}$) – ferroelectric liquid crystal composite / A.V. Koval'chuk, N.M. Golovataya, A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, E.V. Basiuk (Golovataya-Dzhymbeeva) // Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures. – 2004. – V.12. – No. 3. – P. 681 – 690.
7. Шевчук О.Ф. Вплив сильнодисоціюючої домішки на “аномальну” високочастотну провідність смектичних фаз / О.Ф. Шевчук, Д.А. Найко, М.М. Півненко, О.В. Ковальчук // Укр. фіз. журн. – 2002. – Т. 47. – № 10. – С. 947 – 952.
8. Shevchuk A.F. Photoconductivity and dielectric properties of ($C_{60} + C_{70}$) – ferroelectric liquid crystal composite / A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, A.V. Koval'chuk, E.V. Basiuk (Golovataya-Dzhymbeeva) // Ukr. J. Phys. – 2004. – V. 49. – № 12A. – P. A21 – A25.
9. Ковальчук О.В. Про один підхід до блокування голдстоунівської моди сегнетоелектричного рідкого кристалу / О.В. Ковальчук, О.Ф. Шевчук // Ж. нано- електрон. физ. – Том 6. – № 1. – 01027 (2014).
10. Шевчук О.Ф. Негативний фотодіелектричний ефект у структурах плівка фулерену-плівка сегнетоелектричного рідкого кристалу / О.Ф. Шевчук, О.В. Ковальчук // Ж. нано- електрон. физ. – Том 7. – № 1. – 01015(5cc) (2015).

References

1. Kurochkin O. Nano-colloids of $Sn_2P_2S_6$ in nematic liquid crystal pentyl-cianobiphenile / O. Kurochkin, H. Atkuri, O. Buchnev, A. Glushchenko, O. Grabar, R. Karapinar, V. Reshetnyak, J. West, Yu. Reznikov // Condensed Matter Physics. – 2010. – V.13. – No. 3. – 33701: P.1-9.
2. Manohar R. Dielectric and electro-optical study of ZnO nano rods doped ferroelectric liquid crystals / R. Manohar, A.K. Srivastava, P.K. Tripathi, D.P. Singh // J. Mater. Sci. – 2011. – V. 46. – P. 5969–5976.
3. Blinov L.M. Ferroelectric liquid crystals / L.M. Blinov, L.A. Beresnev // Sov. Phys. Usp. – 1984 – V.27. – P. 492–514.
4. Koval'chuk A.V. Relaxation processes and charge transport across liquid crystal - electrode interface / A.V. Koval'chuk // J. Phys.: Condensed Matter. – 2001. – V.13. – N.24. – P.10333–10345.
5. Koval'chuk A.V. Low-frequency dielectric spectroscopy of ferroelectric liquid crystals: near-electrode and bulk processes / A.V. Koval'chuk, A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, M.N. Pivnenko // Functional Materials. – 2003. – V. 10. – № 3. – P. 412 – 418.
6. Koval'chuk A.V. Dielectric properties of ($C_{60} + C_{70}$) – ferroelectric liquid crystal composite / A.V. Koval'chuk, N.M. Golovataya, A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, E.V. Basiuk (Golovataya-Dzhymbeeva) // Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures. – 2004. – V.12. – No. 3. – P. 681 – 690.
7. Shevchuk A.F. The Influence of Strongly Dissociative Impurity on "Anomalous" High-Frequency Conductivity of Smectic Phases / A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, M.N. Pivnenko, A.V. Koval'chuk // Ukr. J. Phys. – 2002. – Т. 47. – № 10. – С. 947 – 952.
8. Shevchuk A.F. Photoconductivity and dielectric properties of ($C_{60} + C_{70}$) – ferroelectric liquid crystal composite / A.F. Shevchuk, D.A. Naiko, A.V. Koval'chuk, E.V. Basiuk (Golovataya-Dzhymbeeva) // Ukr. J. Phys. – 2004. – V. 49. – № 12A. – P. A21 – A25.

9. Koval'chuk A.V. About one Approach to Blocking Goldstone Mode of Ferroelectric Liquid Crystal / A.V. Koval'chuk, A.F. Shevchuk // Journal of Nano-& Electronic Physics. – V. 6. – № 1. – 01027 (2014).

10. Shevchuk A.F. Negative Photodielectric Effect in Structures Fullerene Film/Film of Ferroelectric Liquid Crystal / A.F. Shevchuk, A.V. Koval'chuk // Journal of Nano-& Electronic Physics. – V.7. – № 1. – 01015(5cc) (2015).

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, КАК МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ SmC* ФАЗЫ В ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ

ШЕВЧУК А.Ф.

Винницький національний аграрний університет

Цель. Предложить методы определения наличия SmC* фазы сегнетоэлектрического жидкого кристалла (чистого и допированного наночастицами).

Методика. Диэлектрическая спектроскопия. Анализ частотных зависимостей компонент комплексной диэлектрической проницаемости и температурной зависимости проводимости при переменном токе.

Результаты. Показано, что диэлектрическая спектроскопия сегнетоэлектрического жидкого кристалла (СЖК) позволяет определить наличие SmC* фазы, как в чистом СЖК, так и при наличии примеси. Отмечено, что основными характеристиками SmC* фазы является наличие соответствующего релаксационного процесса и скачка проводимости при уменьшении температуры.

Научная новизна. Показано, что комплексный анализ диэлектрического спектра и температурной зависимости проводимости дает возможность однозначно определить наличие SmC* фазы чистого СЖК и при наличии примесей.

Практическая значимость. Разработана эффективная и простая в реализации методика определения наличия сегнетоэлектрической SmC* фазы в чистых жидких кристаллах и при наличии примеси.

Ключевые слова: сегнетоэлектрических жидкий кристалл, диэлектрическая проницаемость, диэлектрическая спектроскопия, SmC* фаза.

DIELECTRIC SPECTROSCOPY AS A METHOD OF SmC* PHASE IN LIQUID CRYSTAL IDENTIFICATION

SHEVCHUK A.F.

Vinnitsia National Agrarian University

Purpose. Suggest methods of establishing the presence of SmC* phase of ferroelectric liquid crystal (pure and doped with nanoparticles).

Methodology. Dielectric spectroscopy. Frequency dependencies analysis of complex dielectrical permittivity components and temperature dependence conductivity on alternating current.

Findings. It is shown that dielectric spectroscopy of ferroelectric liquid crystal (FLC) can establish the presence of SmC* phase, both in pure FLC and in the presence of impurities. It is noted that the main characteristics of SmC* phase are the availability of appropriate relaxation process and jump in conductivity with decreasing temperature.

Originality. It is shown that a comprehensive analysis of the dielectric spectrum and the temperature dependence of conductivity makes it possible to clearly establish the existence of SmC* phase of pure FLC and in the presence of impurities.

Practical value. An effective and easy-to-implement method for determining the presence of ferroelectric SmC* phase in clean liquid crystals and in the presence of impurities.

Keywords: ferroelectric liquid crystal, permittivity, dielectric spectroscopy, SmC* phase.

УДК 7.05:687.01

ЧУПРИНА Н.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЛЬ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДИЗАЙН-ДІЯЛЬНОСТІ У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ДИЗАЙНЕРА ОДЯГУ В СУЧАСНІЙ ІНДУСТРІЇ МОДИ

Мета. Визначення мети та значення впровадження сучасних технологій дизайн-діяльності у роботу дизайнера одягу в сучасній індустрії моди.

Методика. Застосовано системний підхід до визначення основних критеріїв формування професійної компетентності дизайнера одягу в контексті вимог сучасної індустрії моди. Здійснено класифікацію основних когнітивних та практичних компетенцій, якими має володіти дизайнер одягу для успішної діяльності суб'єкта індустрії моди, в структурі якого він працює. Обґрунтовано доцільність застосування сучасних технологій дизайн-діяльності для активізації та підвищення ефективності проектних розробок в індустрії моди, особливо в сегменті діяльності, орієнтованому на масове виробництво та споживання.

Результати. Визначено основні критерії проектної розробки нових моделей одягу, на основі визначення їх естетичних властивостей та функціонального призначення. Розглянуто питання формування професійних компетенцій дизайнера одягу, в умовах функціонування сучасної індустрії моди. Класифіковано систему компетентностей дизайнера одягу, що є актуальним при плануванні діяльності суб'єктів індустрії моди, в сегментів масового виробництва одягу.

Наукова новизна. Сформульовано систему компетентності, яким має володіти дизайнер одягу, що працює в структурі суб'єктів індустрії моди, націлених на різні цільові аудиторії масового споживання.

Практична значимість. Визначена система компетентностей є актуальною при підготовці дизайнерів одягу та костюма, оскільки формує критерії підготовки конкурентоспроможних фахівців, необхідних сучасному суспільству.

Ключові слова: індустрія моди, продукт індустрії моди, модний продукт, суб'єкт індустрії моди, модні тенденції, «mass market», сучасні технології дизайн-діяльності.

Вступ. Як відомо, повноцінна ефективна діяльність дизайнера в умовах, як індивідуального так і масового виробництва і розповсюдження модних продуктів, залежить від розуміння суті і основ комплексних передпроектних робіт з формування системи властивостей потенційного продукту для його адекватного сприйняття масовим споживачем. При цьому, в проектуванні будь-яких складно-структурованих об'єктів дизайну, зокрема модного одягу і аксесуарів як продуктів індустрії моди, особлива увага приділяється їх взаємоузгодженості з принципами розповсюдження модних тенденцій в споживацькому суспільстві, зі специфікою багатовекторного функціонування сучасного глобалізованого ринку модного одягу, а також з урахуванням впливу мас-медіа на формування модних тенденцій і стандартів серед широких шарів споживачів. [1, с. 103]

З іншого боку, предмети дизайну є суттєвою частиною кінцевого продукту виробництва, і від їх якості та асортименту залежить повнота задоволення особистих потреб населення. Аналіз літератури та досвіду галузей дизайну та промисловості показує, що якість продукту закладається при розробці проекту, забезпечується при його виготовленні та підтримується у процесі експлуатації. Проектування та його наукове

обґрунтування є, таким чином, найвідповідальнішим етапом у життєвому циклі виробу, який визначає якість майбутньої продукції та економічну ефективність її виробництва та споживання.

Постановка завдання. Відповідно до окресленого кола питань, метою даної статті можна назвати питання визначення впровадження сучасних технологій дизайн-діяльності у роботу дизайнера одягу в сучасній індустрії моди. Адже, зрозуміло, що комерційна ефективність суб'єктів індустрії моди, планування їх діяльності безпосередньо пов'язані з активним використанням результатів передпроектної і проектної діяльності, методик креативності та сучасних технологій дизайн-діяльності.

Основний матеріал. Виходячи із означеного, слід зауважити, що процесу проектування модного одягу, особливо масового виробництва, передують виконання ряду операцій, основна мета яких - визначити можливість і доцільність проектування нових виробів, зміни в ієрархії соціальних та естетичних цінностей, на основі ретельного вивчення попиту, процесів виробництва, розповсюдження і споживання модного одягу як продукту індустрії моди.

Багато з різновидів об'єктів та предметів дизайну поступаються місцем новим, доцільнішим та зручнішим у сучасних умовах. Вони створюються з урахуванням нових матеріалів, нової технології, нових засобів формоутворення, з урахуванням зростаючих художньо-естетичних вимог, бо все це, разом взяте, й визначає ті науково-дослідницькі, інженерно-технічні та художньо-естетичні задачі, які має бути розв'язано в процесі проектування. Ці задачі визначає основна мета – створення нових сучасних об'єктів дизайну, які за своїми якісними показниками перевершували б раніше створені моделі. З розвитком масового виробництва відбувається й розвиток принципів та методів вирішення задач для досягнення названої мети.

У контексті сказаного вище, при визначенні рівня кваліфікації дизайнера, який працює в структурі будь-якого суб'єкта індустрії моди, необхідно, в першу чергу, орієнтуватися на його вміння «...вивчення об'єкта проектування та закономірностей його розвитку, аналіз властивостей та якісних показників, вивчення давно існуючих та нових матеріалів, для визначення їх впливу на формоутворення, з урахуванням конкретних умов використання». [2, с. 232] З іншого боку, названі критерії підготовленості дизайнера до самостійної проектної діяльності в умовах сучасної індустрії моди, не є самоціллю професійної підготовки фахівця, а покликані розвивати в ньому компетенції розробки науково обґрунтованого дизайнерського проекту, призначеного для впровадження в масове виробництво і задоволення споживацьких побажань в модному продукті максимально можливої кількості покупців.

Загальновідомо, що вимоги до модного одягу, як до продукту індустрії моди, не є сталими, і залежать від багатьох чинників, що впливають, зрештою, на «...кругообіг модних змін в суспільстві». [3, с. 202] Серед таких чинників, зокрема, необхідно звернути увагу на зміну рівня життя і культури споживачів, технічний прогрес в промисловості тощо. Такі зміни вимог знаходять віддзеркалення у ряді властивостей та ознак одягу, якому віддається перевага на тому або іншому відрізку часу. У свою чергу, це призводить до зміни поняття естетичної якості, що обумовлює необхідність постійного вивчення вимог до якості модного одягу як продукту індустрії моди.

Виходячи з цього можна сказати, що аналіз естетичних аспектів будь-якого модного продукту є основним видом застосування основних критеріїв краси і гармонії на всіх етапах виробництва - від проектування до виконання в матеріалі. Адекватна і надійна оцінка показника і рівня естетичності дуже важлива, оскільки естетичні показники - невід'ємна частина проектування у виробництві модного одягу, пов'язаного зі значними матеріальними витратами і достатньо коротким циклом морального старіння модного продукту.

Відповідно, займаючись проектною діяльністю в умовах сучасної індустрії моди, фахівець повинен володіти комплексними програмними компетенціями у сфері дизайну, застосуванні яких спрямоване на формування у нього загальних і професійних компетентностей в галузі дизайну (зокрема, в індустрії моди), що направлені на володіння засобами змістового та соціального наповнення проекту проектними методиками теоретичної та практичної роботи, сутністю евристичних методів творчості, змістом етапів ескізної та проектної діяльності, вимогами до проектування модних продуктів для задоволення споживацьких потреб суспільства.

З іншого боку, вільне володіння названими компетентностями дозволяє дизайнеру, що працює в структурі будь-якого суб'єкта індустрії моди, для розробки, виробництва та розповсюдження актуального (з огляду на відповідність модним тенденціям) і комерційно ефективного модного продукту масового попиту, використовувати весь арсенал професійних знань і навичок, а саме:

1. Вміння:

- аналізувати ефективність використаних прийомів та засобів розробки, художні якості завершеного завдання;
- здійснювати технологічний аналіз на основі дослідження матеріалів для презентації дизайн-продукту;
- контролювати дотримання обраної технології реалізації авторського оригіналу;
- обґрунтовувати теоретичну доцільність та практичну ефективність впровадження результатів проектного аналізу в розробці дизайн-проектів та комплексних об'єктів дизайну;
- розробити технологічну концепцію дизайнерського процесу, обумовлену проектним завданням;

2. Володіння науково-практичними методами реалізації творчої інформації в дизайнерській діяльності;

3. Здатність:

- володіти прогресивними методиками та прийомами проектування, що враховують психологічні особливості;
- організації дослідно-методичного аналізу типології та асоціативності в тектоніці побудови форми;
- добирати і застосовувати різноманітні типи наукових методів обробки інформації, здійснювати обробку та аналітичну інтерпретацію інформації, узагальнювати результати дослідження проектної діяльності;
- застосовувати комплексний підхід при вирішенні концептуальних задач проектування;

- орієнтуватися в сучасних тенденціях та потребах суспільства з метою їх використання в галузі сучасного дизайну;
- розробки проектного завдання і мети, та їх експлікації, як ряду проектних завдань у створенні нових об'єктів дизайну;

4. Знання:

- основ прогнозування розвитку перспективних форм об'єктів дизайну;
- типології та методів організації дизайн-проектів;
- раціонального використання в професійній діяльності базові уявлення про існуючі матеріали та інструменти для дизайну, сучасних інформаційних технологій тощо;

5. Синтез проектних рішень на основі впровадження результатів передпроектного аналізу;

6. Створення оригінал-макетів синтетичних об'єктів дизайну як кінцевого дизайнерського продукту;

7. Сучасні уявлення про формування процесу дизайн-проекування, головні проектні етапи та методики виконання їх складових, що забезпечують послідовне та якісне виконання проекту;

8. Участь в організації, проведенні та впровадженні результатів дослідного процесу;

9. Формування естетичного та художнього смаку, соціальних поглядів населення.

Саме цій меті служить система сучасних технологій дизайн-діяльності, що покликана «...звужувати пошукове поле та перетворювати за допомогою методик креативності, евристики та засобів проектної творчості, складне завдання на просте. При цьому кінцевий результат – проектне рішення модного продукту – оцінюється суспільством та масовим споживачем як творче рішення високого рівня, а сам процес фактично проходить на нижчому рівні (як за стандартною схемою)». [2, с. 232] Таким чином, оволодіння дизайнерами модного одягу, особливо тими, хто працює в структурі суб'єктів різних сегментів індустрії моди, сучасних технологій дизайн-діяльності, дозволяє задовільнити потребу в прийнятті адекватних доцільних проектних рішень, до того ж, у терміни, визначені циклом виробництва та формування і розповсюдження відповідних модних тенденцій на ринку модного одягу. Іншими словами, повномасштабне впровадження сучасних технологій дизайн-діяльності в роботу дозволяє дизайнеру реалізувати свій творчий потенціал через такі компетенції:

1. Здатність продемонструвати знання принципів використання формалізованих методів проектування просторових структур комплексних дизайн-об'єктів;

2. Самостійно вирішувати питання та проводити дослідження проблем креативності як виду та методу дизайн-діяльності;

3. Володіти навичками, методами та знанням критеріїв характеристики основних евристичних методів дизайн-діяльності;

4. Вміти організовувати пошук інформації для вивчення дослідницької інформації в проектній роботі;

5. Володіти навичками науково-методологічної трансформації евристики, в залежності від поставленого проектно-дослідного завдання;

6. Вміти застосовувати методику науково-проектного аналізу в дизайнерській діяльності;

7. Формування висновків передпроектного та проектного дослідження, проведеного в рамках дизайн-діяльності.

Висновки. Відповідно, сучасні технології дизайн-діяльності, особливо в індустрії моди, «...озброюють дизайнера, так би мовити, алгоритмом, за допомогою якого можна одержувати нові, оригінальні проектні рішення. Поняття «проектна творчість», тим не менше, не є чимось не змінним: зміст, який вкладається в нього, постійно змінюється – творча діяльність піднімається на все вищий рівень, одночасно зростає кількість та складність невирішених проектно-дослідницьких завдань, особливо в дизайні модного одягу». [2, с. 232]

Список використаних джерел

1. Чуприна Н.В. Анализ роли масс-медиа в деятельности индустрии моды // Дизайн. Материалы. Технология. – СПб: СПбГУТД.- №3. – 2013. – с.103-107
2. Чуприна Н.В. Особливості сприйняття студентами мистецького напрямку курсів наукових досліджень з дизайну // Вісник КНУТД. - 2010. - №5. – С. 231 – 235
3. Анализ распространения модных тенденций в современной индустрии моды // XXXII Международная научно-практическая конференция. Сборник научных трудов. – Новосибирск (Россия), 2014. – С. 202 – 208

РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДИЗАЙН-ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ДИЗАЙНЕРА ОДЕЖДЫ В СОВРЕМЕННОЙ ИНДУСТРИИ МОДЫ

ЧУПРИНА Н.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определение цели и значения внедрения современных технологий дизайн-деятельности в работу дизайнера одежды в современной индустрии моды.

Методика. Применен системный подход к определению основных критериев формирования профессиональной компетентности дизайнера одежды в контексте требований современной индустрии моды. Осуществлена классификация основных когнитивных и практических компетенций, которыми должен обладать дизайнер одежды для успешной деятельности субъекта индустрии моды, в структуре которого он работает. Обоснована целесообразность применения современных технологий дизайн-деятельности для активизации и повышения эффективности проектных разработок в индустрии моды, особенно в сегменте деятельности, ориентированном на массовое производство и потребление.

Результаты. Определены основные критерии проектной разработки новых моделей одежды, на основе определения их эстетических свойств и функционального назначения. Рассмотрен вопрос формирования профессиональных компетенций дизайнера одежды, в условиях функционирования современной индустрии моды. Классифицирована система компетентностей дизайнера одежды, актуальная при планировании деятельности субъектов индустрии моды, в сегментах массового производства одежды.

Научная новизна. Сформулирована система компетентностей, которыми должен обладать дизайнер одежды, работающий в структуре субъектов индустрии моды, нацеленных на разные целевые аудитории массового потребления.

Практическая значимость. Определенная система компетентностей является актуальной при подготовке дизайнеров одежды и костюма, поскольку формирует критерии подготовки конкурентоспособных специалистов, необходимых современному обществу.

Ключевые слова: *индустрия моды, продукт индустрии моды, модный продукт, субъект индустрии моды, модные тенденции, «mass market», современные технологии деятельности дизайна.*

ROLE OF MODERN TECHNOLOGIES OF DESIGN-ACTIVITY IN THE FASHION DESIGNER'S COMPETENCE FORMING IN THE MODERN FASHION INDUSTRY

CHOUPRINA N.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Determination of purpose and value of introduction of modern technologies of design-activity in fashion designer's work in modern fashion industry.

Methodology. System's approach is applied to determine the basic criteria of professional competence forming of fashion designer in the context of requirements of modern fashion industry. Classification of basic cognitive and practical jurisdictions, which the fashion designer must possess for successful activity of subject of fashion industry in the structure of which he works, is carried out. Expedience of application of modern technologies of design-activity is grounded for activation and increase of efficiency of projects developments in fashion industry, especially in the segment of activity, oriented to mass production and consumption.

Findings. The basic criteria of project development of new models of clothes are certain, on the basis of determination of their aesthetically beautiful properties and functional setting. The question of forming of professional jurisdictions of fashion designer is considered, in the context of functioning of modern fashion industry. The system of competences of fashion designer, which is actual for planning of activity of subjects of fashion industry, in the segments of mass market, is classified.

Originality. The competence system, which the fashion designer, working in the structure of the subjects of fashion industry, aimed on the different special purpose audiences of mass market is formulated.

Practical value. The certain competence system is actual at training of fashion designers, as forms the criteria of training of competitive specialist, necessary to modern society.

Keywords: *fashion industry, product of fashion industry, fashion product, subject of fashion industry, fashion trend, «mass market», modern technologies of design-activity.*

УДК 7.012:001.891

ДЖАЛИЛИАН Ф.

Київський національний університет технологій та дизайну

ПРИНЦИПЫ ТРАНСФОРМАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ МОТИВОВ В СТИЛИСТИКЕ СОВРЕМЕННОГО ДИЗАЙНА ОДЕЖДЫ

Цель. Комплексное исследование развития национальных традиций в дизайне одежды и тенденций использования национальных мотивов в проектировании современных коллекций костюма.

Методика. В исследовательской работе использованы методы литературно-аналитического анализа, классификации структурных элементов и систематизации художественно-композиционных характеристик стиля.

Результаты. Выполнен анализ тенденций формирования стиля в работах современных иранских дизайнеров, на основе использования национальных и этнохудожественных традиций, а также принципов структурообразования современного национального костюма.

Научная новизна. В работе впервые представлен анализ особенностей развития национальных традиций моделирования костюма в работах иранских дизайнеров одежды, определен алгоритм трансформации художественно-композиционных элементов творческого источника – народного костюма, в современные формы одежды.

Практическое значение. На основе проведенного анализа, с учетом национальных и этнохудожественных традиций Ирана, разработаны рекомендации по проектированию современных форм костюма с использованием национального колорита, орнаментации и структуры комплекса одежды.

Ключевые слова: творческий источник, национальные традиции, эстетичность, функциональность, трансформация, стиль.

Вступление. Развитие современных форм костюма невозможно без обращения к богатым традициям формирования комплекса национальной одежды. Анализ характерных признаков костюма различных национальностей предопределяет изучение следующих важных характеристик: характера образного строя и манеры носки национального костюма; тектоники формообразования и построения структуры национального костюма; особенностей конструктивного построения формы национального костюма; характеристики колорита и фактуры материалов национального костюма; особенностей приемов декоративного оформления и орнаментации национального костюма.

Национальный колорит костюмных комплексов вносит свежую оригинальность в проектирование современных моделей одежды. Народные мотивы, трансформированные в формы современного костюма, способствуют обогащению художественной культуры и формированию нового стиля, представляемого дизайнерами в перспективных коллекциях одежды.

Национальные особенности костюма, в процессе их анализа не должны переноситься полностью в современные формы, не акцентироваться, а передаваться тонко, на уровне художественно-композиционных ощущений. Рассмотрение в качестве творческого источника национальных костюмов, требует от дизайнера формирования специфического алгоритма проектной деятельности.

Постановка задачі. Изучение и творческий анализ национального костюма, в качестве творческого источника, предоставляет дизайнеру богатый композиционный материал для создания современных форм одежды. Этот творческий источник придает современному костюму эмоциональную выразительность, своеобразный национальный колорит, новые приемы декорирования и художественной отделки.

В творческой проектной работе дизайнера национальный костюм занимает особое место, не только как образец художественной культуры определенного народа, но и как синтез новых типов декоративного искусства. Этнический стиль всегда остается в моде, поэтому национальный костюм является одним из наиболее интересных творческих источников, средством обмена национальными традициями, многовековыми культурными накоплениями и художественными идеями.

В своих проявлениях национальный костюм концентрирует многовековой культурный и эстетический опыт народа. Ценность национального костюма в его функциональности, рациональности форм и конструкций, совершенстве художественных образов. Искусство народа формируется на протяжении значительного периода времени, сохраняя все самое ценное и проверенное жизнью, формируя образно-художественные системы костюма, все разнообразие форм которого логично, функционально, воплощает идеалы красоты и эстетичности национальной культуры[1].

Использование национальных мотивов, в поиске новых образных, художественно-композиционных характеристик костюма дает возможность ассоциативно переосмыслить его важнейшие признаки: особенности формообразования народной одежды, художественные свойства материалов, колорит, декор, знаково-символическую функцию.

Результаты исследований. В развитии современной моды достаточно высоко ценится использование национальных традиций, не в чисто этнографическом воспроизведении, а в контексте современных тенденций моды и стиля. Проектирование современной одежды проходит по основным направлениям: выявления ценностей национальной культуры, воспроизведения в современных условиях ее наиболее ярких архетипов; развития интереса к художественным ценностям, изучение национальных особенностей, обогащения эстетических ценностей современной культуры.

Использование богатого опыта национальных традиций в дизайне современного костюма может включать в себя следующие направления: использование элементов национального костюма, для создания нового образа, связанного с традициями определенного народа; использование стилизованных декоративных решений национального костюма, цветовой гаммы, отделки, дополнений в формах современного костюма; использование различных элементов декоративно-прикладного искусства определенных народностей, обрядов, социальных и религиозных традиций; использование знаково-символической функции национального костюма, манеры носки, многослойности и сложной структуры; использование синтеза традиций различных народов и эстетических идеалов разных этнокультур, в представлении о современном идеале красоты, различных национальных культур.

Ассоциативное решение современного костюма на основе национального, определяется целым рядом факторов: социальными, национальными, религиозными, гендерными устоями, господствующими в определенных странах, слоях населения, культуре общества.

Современная одежда не должна превращаться в аутентичную копию народного костюма, а основываться на тонкой и деликатной ассоциативной связи, которая установлена дизайнером с избранным творческим источником, для совершенства и гармоничности проектируемой формы [2].

Основными элементами разработки современных моделей одежды, на основе национальных и этнохудожественных традиций, являются принципы формообразования, тектоническая структура формы, пропорции, ритмика, колорит, орнаментация, конструктивное построение, виды используемых материалов, традиционные технологии изготовления. Современные дизайнеры в своих работах часто обращаются к традициям национальной культуры. Украинский народный костюм стал источником вдохновения в работах многих современных дизайнеров: Лилии Пустовит, Оксаны Караванской, Роксоланы Богуцкой, Ирины Каравай, Виктории Красновой, Елены Бурениной и др.

Современные дизайнеры обогащают мировые тенденции моды использованием в своих коллекциях традиционных национальных компонентов, но в совершенно новой интерпретации. В основе современного этностиля заложены принципы композиционного построения украинского народного костюма, богатство его колорита, орнаментации, мистичность и таинственность. Украинская национальная культура отображается в современной одежде без этнографизма, с передачей традиционных художественно-композиционных элементов: вязания, вышивки, бисерного плетения, тканых вручную материалов, что придает одежде уникальность и исключительность. Использование элементов традиционного декоративно-прикладного искусства придает современным коллекциям одежды эстетическую выразительность, оригинальность, рукотворность, способствует развитию национальной художественной культуры.

Постоянно обращаются к истокам различных национальных культур и всемирно известные модельеры Джон Гальяно, Жан-Поль Готье, Вивьен Вествуд. Коллекции вдохновленные украинским народным костюмом, его стилем и манерой носки. отличаются широким использованием элементов декорирования, характерных для народной одежды (вышивка, мережка, плетение, ткачество, роспись по ткани, аппликации). Различные элементы декора и кроя национального украинского костюма вошли в историю мировой моды и активно применяются в создании современных коллекций многими известными модельерами.

Традиционные элементы Иранского национального костюма также отличаются высокой культурой творчества и оригинальностью. Современные модельеры (выходцы из Ирана) стремятся сохранить народные традиции в своих перспективных дизайнерских разработках. Часто эти коллекции создаются за пределами Ирана, в ведущих мировых домах моды и фирмах.

Европейский стиль пришел в иранскую моду в конце Каджарского периода, во времена правления Насреддина-шаха, под влиянием его дочери Тадж аль-Сальтанат, которая была достаточно высокообразованной и выступала за свободу иранских женщин.

Таким образом, Тадж аль-Сальтанах можно назвать первым дизайнером ирано-европейского стиля одежды. Она всегда говорила о необходимости создания удобной и стильной одежды свободных форм и светлых оттенков. В начале XX века в Иране была впервые спроектирована модель достаточно плотно прилегающей одежды европейского стиля, которая носилась с непокрытой головой. Мода того времени диктовалась в основном одеяниями придворных женщин, которые состояли из облегающего жакета (куртки) с длинными рукавами, сорочки и штанов-колокольчиков до колен. Эта одежда была пошита из шелка и вельвета, тканного золотом. Шаль обычно покрывала голову, лицо и под подбородком завязывалась в узел.

Изменения в традиционном стиле женской одежды происходили постепенно и включали добавление более коротких и разных по размеру и плотности юбок, которые одевались на узкие штаны. Знакомство иранских женщин с европейской модой происходит с начала XX века, но при обязательном соблюдении национальных традиций. Например, жакеты плотно до верха застегивались на пуговицы, линия воротника имела V-образную форму, одежда была длинной, с зауженной талией, плотные юбки одевали с пиджаком, плащ без рукавов одевали на пиджак, иногда плащ европейского дизайнера использовался вместо чадры (верхней одежды) [3].

Одним из первых достаточно известных дизайнеров одежды иранского происхождения стал Бижан Пакзад, который родился в 1944 г. в г. Тегеране. Он создавал одежду для таких известных людей, как Джордж Буш, Тони Блэр, Рональд Рейган, Арнольд Шварценеггер, Владимир Путин, и др.

Еще одним известным дизайнером является Нима Бехнуд – иранский дизайнер одежды, проживающий в Нью-Йорке. Он разрабатывает дизайн футболок и надписей на них на персидском языке, шрифтами, «насталик» и «шекасте». Вскоре после начала его деятельности такой вид футболок стал весьма популярным среди американцев и иранцев. Этот дизайнер окончил в Нью-Йорке Школу моды и работает в США.

Молодой дизайнер Борис Бижан Сабери, еще в подростковом возрасте пользовался швейной машинкой своего отца, чтобы осовременить традиционные модели одежды. Сейчас можно увидеть его дизайнерские работы, выполненные под влиянием хип-хоп культуры, в коллекциях одежды для молодежи. Сабери верит, что каждый эстетический вкус имеет свои истоки в прошлом человека. В его коллекциях проявляется особый интерес к использованию черного цвета, Сабери говорит: «В детстве мне всегда нравилось смотреть, как моя мама одевалась. Она имела в основном черную одежду, которую я ясно помню и которая сильно повлияла на меня и мой вкус».

Молодой дизайнер, Махла Замани, одна из первых, кто проводил показы одежды после революции в Иране. Во всех своих моделях она акцентировала внимание на традиционном стиле одежды и всегда пыталась выпускать на рынок современную одежду с элементами национальной культуры. Она тесно сотрудничает с правительством и меджлисом в области дизайна одежды отличающейся традиционными особенностями иранского костюма. В большинстве ее моделей используются веселые и яркие цвета. Замани провела 14 модных показов, девять из которых состоялись в Иране. Испания, Италия, Германия и США – страны, в которых она смогла провести показать одежду с национальными иранскими мотивами. Среди ее достижений можно назвать получение

Грамоты Университета Джавахарлала Неру и ООН. В 2004 году ей удалось получить от премьер-министра Италии премию за дизайн закрытой одежды по восточным мотивам. В 2011 году она была признана лучшей женщиной-дизайнером в Иране (рис.1).



Рис. 1 Творческие работы дизайнера Махла Замани

Сохаил Аббаси – иранский дизайнер, который преподает в иранских культурных центрах. Вначале он получил инженерную специальность в Тегеранском университете науки и промышленности. Интерес к такой сфере как дизайн одежды привел к тому, что он окончил 6-месячные курсы по дизайну одежды в Малазийском университете (UCSI University). С 2006 года стал принимать участие в Исламском фестивале моды (IFF), в качестве одного из модных дизайнеров этого направления. Он провел много модных показов одежды в Малайзии, Турции и Иране. Аббаси был первым, кто провел демонстрацию модной одежды в иранском университете «Аль-Захра» (рис.2).

Захра Ярахмади – молодой дизайнер, которая в начале своей карьеры училась на экономическом факультете. Некоторое время она работала в страховых компаниях, затем переселилась в Италию, где поступила на дизайнерский факультет. Ярахмади после окончания учебы в Международном институте дизайна и маркетинга в сфере моды (Италия) вернулась в Иран, где запустила свою первую торговую марку «Дежавю».



Рис. 2 Дизайнер Сохаил Аббаси за работой

Джани Шаффер (Janie Schaffer) – женщина, которая считается одним из самых известных дизайнеров нижнего белья в мире. Она пять лет работала в крупной компании по дизайну женского белья Victoria's Secret. Недавно она стала директором большой компании M&S, которая считается одним из самых крупных производителей нижнего белья. Ее имя очень часто встречается во всех модных изданиях, посвященных сфере дизайна.

Сара Мехдиян училась в одном из самых известных институтов дизайна в Великобритании – Центральном колледже искусства и дизайна им. Св. Мартина. Она смогла получить много ценного опыта и в 2012 году успешно защитила дипломную работу на тему восточной одежды. Продолжает успешно работать над созданием новых интересных коллекций, в которых присутствуют мотивы национальной культуры Ирана.

Пегах Анвариан было пять лет, когда вместе с родителями она эмигрировала в США. Сейчас она занимается дизайном одежды и имеет опыт работы в данной сфере в Голливуде. Во время создания одежды для одной из голливудских актрис, использовала в работе кашемир, традиционный для Ирана материал. Стиль и гибкость этой ткани помогли ей создать особую пластику модели. Она была настолько особенной, что Дженнифер Лопес, известная американская певица и актриса, тотчас же попросила Пегах пошить ей такую одежду. После этого имя Пегах Анвариан – стало известным брендом в США. Сейчас ее одежду носят Шарлиз Терон, Холли Берри, Мадонна, Шакира и многие голливудские звезды. Ее творчество стало обсуждаемым на модных телевизионных каналах. Так, иранский дизайнер одежды в моде стал символом американской мечты.

Бехназ Сарафпур со своими новыми идеями в области дизайна привлекает к себе большое внимание. Когда в 2001 году иранский дизайнер одежды, начала заниматься созданием модного костюма, она поступила на дизайнерский факультет Школы дизайна «Парсонс» в Вашингтоне. Ей удалось перед окончанием учебы поработать в доме моды Calvin Klein в качестве стажера. Этот период стажировки помог ей получить огромный опыт в сфере дизайна и моды, улучшить свой дизайнерский талант. В этот период Сарафпур сотрудничала с такими дизайнерами одежды, как Нарцисо Родригес, Луис Олив и Ричард Тейлор. Сарафпур, занимается созданием одежды под своим именем и ее продукция считается одной из самых престижных на рынке одежды. Изучая национальную художественную культуру Ирана, можно увидеть, насколько различны национальные традиции в дизайне одежды. Декоративное искусство обладает огромным художественно-эстетическим потенциалом, в нем наиболее ярко проявляется душа народа, его национальные особенности и традиции, представления об окружающем мире, художественные критерии идеалов красоты и общей культуры.

Актуальность исследования обусловлена обобщением опыта художников и дизайнеров, сумевших не только аккумулировать традиционное, самобытное искусство в современные арт-объекты, но и решить проблему новаторства в моде и стиле, сохранить ценностный ориентир в современной культуре в соответствии с социальными, религиозными и гендерными традициями.

Анализ развития декоративно-прикладного искусства Ирана дает возможность выявления национального своеобразия в творчестве художников-модельеров и дизайнеров современной одежды. Национальные традиции в данном случае не

протиставляються новаторству, а органічно вирастають одно з одного. Необхідність виявлення оптимальних факторів розвитку дизайну в його зв'язі з національною, традиційною культурою, дає можливість не тільки розвивати естетичне відношення до матеріальної культури, але й визначити роль національних традицій в сучасному мистецтві.

Важливість дослідження національного декоративно-прикладного мистецтва, як творчого джерела, самобутного і унікального, постійно підкреслюється в роботах сучасних дизайнерів.

Об'єктом дослідження в роботі обрані характеристики декоративно-прикладного мистецтва, особливості його розвитку на сучасному етапі, фактори інтеграції в сучасну моду і дизайн одягу. Важливим є збереження і розвиток традицій декоративно-прикладного мистецтва Ірану в сучасному суспільстві, використання традицій національного мистецтва в створенні об'єктів дизайну, специфіка формування сучасного дизайну одягу на основі традицій декоративно-прикладного мистецтва.

Використання високого потенціалу національної культури завжди сприяє формуванню самобутного дизайну, демонструючого органічне єдинство історичних художніх накопичень і їх використання в сучасному стилі життя і моді.

Концентруючи вікові національні традиції, декоративно-прикладне мистецтво є не тільки могутнім засобом естетичного розвитку художньої культури, але й невичерпним джерелом ідей для впровадження в проектну практику дизайнерів одягу [3].

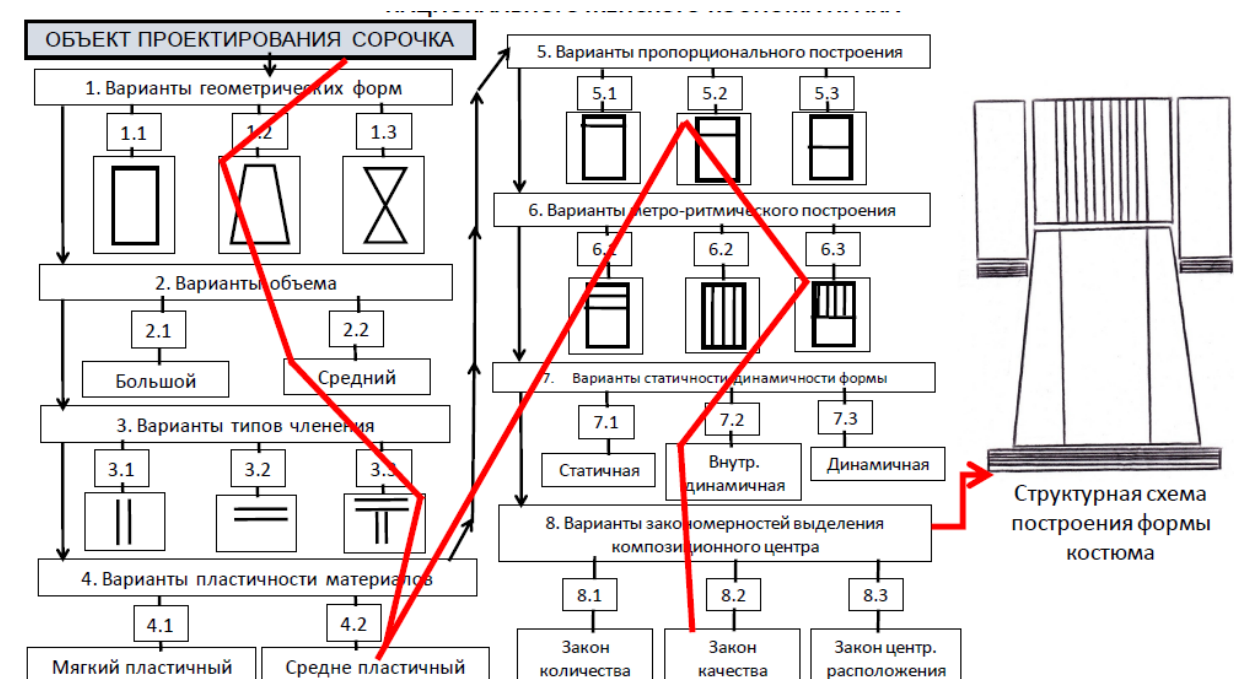


Рис. 3 Алгоритм анализа элементов творческого источника – иранского национального костюма

Развитие тенденций декоративно-прикладного искусства Ирана свидетельствует о высокой культуре жизни народа, его мировосприятии. История декоративно-прикладного искусства является не только основой стиля, но и исторической летописью, свидетельствующей о принадлежности к определенному этносу, его мировоззрению, культуре. В настоящее время традиции декоративно-прикладного искусства стали важнейшим элементом культуры, определили возможности развития современного этапа дизайна одежды [3].

В истории художественной культуры Ирана декоративно-прикладное искусство занимает особое место. Это историческая память, связь народа с национальными традициями, бытовым укладом, культурой. Именно национальные традиции в декоративно-прикладном искусстве стали основой для поисков этнической идентификации в период всеобщей глобализации культуры, формирования эстетических приоритетов, потребительских ценностей, влияющих на развитие искусства и дизайна.

Выводы. Необходимость эстетического анализа народного художественного творчества в наши дни обусловлена повышенным интересом к традиционному искусству Ирана. Интерес этот порождается процессами самоидентификации человека в многонациональном обществе, обращением к национальной истории, изучением культуры иранского народа, его быта. Культура и эстетика народного быта часто несут в себе отличный от современного понимания смысл, что является важным и интересным в развитии современных направлений в моде и дизайне перспективных форм костюма.

В связи с этим, в работе предложен алгоритм проведения анализа творческого источника – традиционного национального костюма Ирана, (рис.3) с целью применения его художественно-композиционных характеристик в дизайне современной женской одежды:

- выявление основных тектонических принципов формообразования;
- определение образного строя костюма в его связи с элементами декоративно-прикладного искусства;
- выявление композиционных принципов организации формы;
- определение структурно-конструктивной основы построения формы;
- выявление особенностей национального колорита, орнаментации;
- структуризация художественно-декоративных элементов костюма;
- выявление знаково-символических элементов национального костюма.

Список використаних джерел

1. Розробка колекцій одягу: Навчальний посібник/ А. М. Малинська, К. Л. Пашкевич, М. Р. Смирнова, О. В. Колосніченко – К.: ПП НВЦ ПРОфі, 2014. – 140 с.
2. Ніколаєва Т. В. Тектоніка формоутворення костюма. Навчальний посібник. 3-тє видання, доповнене. – К.: Арістей, 2011 – 340 с.
3. Джаліліан Ф., Ніколаєва Т. В. Дослідження художньо-композиційних характеристик традиційного жіночого костюма народів Ірану./ Вісник КНУТД, наукове фахове видання, №2 (76), 2014 – с. 63-68

ПРИНЦИПИ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНИХ МОТИВІВ У СТИЛІСТИЦІ СУЧАСНОГО ДИЗАЙНУ ОДЯГУ

ДЖАЛІЛІАН Ф.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Комплексне дослідження розвитку національних традицій у дизайні одягу і тенденцій використання національних мотивів у проектуванні сучасних колекцій костюма.

Методика. У дослідницькій роботі використані методи літературно-аналітичного аналізу, класифікації структурних елементів і систематизації художньо-композиційних характеристик стилю.

Результати. Виконано аналіз тенденцій формування стилю в роботах сучасних іранських дизайнерів, на основі використання національних і етнохудожніх традицій, а також принципів структуроутворення сучасного національного костюма.

Наукова новизна. У роботі вперше представлений аналіз особливостей розвитку національних традицій моделювання костюма в роботах іранських дизайнерів одягу, визначено алгоритм трансформації художньо-композиційних елементів творчого джерела - народного костюма, в сучасні форми одягу.

Практичне значення. На основі проведеного аналізу, з урахуванням національних і етнохудожніх традицій Ірану, розроблені рекомендації з проектування сучасних форм костюма з використанням національного колориту, орнаменталізації і структури комплексу одягу.

Ключові слова: *творче джерело, національні традиції, естетичність, функціональність, трансформація, стиль.*

PRINCIPLES OF TRANSFORMATION OF NATIONAL MOTIFS IN THE STYLE OF MODERN DESIGN CLOTHES

DZHALILIAN F.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. A comprehensive study of national traditions in fashion design and trends using national motifs in the design of modern collections of costume.

Methodology. The research used the methods of literary and analytical analysis, classification and systematization of the structural elements of the artistic and compositional characteristics of the style.

Findings. The analysis of trends shaping the style of the works of contemporary Iranian designers, using national and ethnoart traditions and principles of structure of modern national costume.

Scientific novelty. For the first time an analysis of the features of the national traditions in the work of costume modeling Iranian fashion designers, the algorithm determined the transformation of artistic and compositional elements of the creative source - folk costume, in modern attire.

Practical value. Based on this analysis, taking into account national traditions and ethnoart Iran, developed recommendations for the design of modern forms of costumes with national colors, ornamentation and structure of the complex clothing.

Keywords: *creative source, national traditions, aesthetics, functionality, transformation, style.*

УДК 725.4:725.75

САФРОНОВА О. О., ПУСТОВІТ Ю. С.

Київський національний університет технологій та дизайну

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОСТОРУ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ МОЛОДІ НА БАЗІ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ

Мета. Визначити принципи організації простору спортивно-оздоровчого комплексу для молоді на базі промислової будівлі.

Методика. Використано методи літературно-системного аналізу наукових публікацій, узагальнення аналізу світового досвіду проектування спортивно-оздоровчих комплексів для молоді, зокрема на базі реновації промислової будівлі; проведено соціологічне дослідження через мережу Інтернет.

Результати. Визначено доцільність та актуальність реновації промислових будівель під спортивно-оздоровчі комплекси для молоді, запропоновані принципи дизайну інтер'єру таких закладів

Наукова новизна. Виявлені принципи організації інтер'єру спортивно-оздоровчого комплексу для молоді з врахуванням вподобань молоді, а також сучасних тенденцій до адаптивності і поліфункціональності подібних комплексів.

Практична значимість. Отримані результати можуть бути впроваджені в учбові і реальне проектування.

Ключові слова. спорт, молодь, реновація, адаптація, здоров'я, принципи.

Вступ. На сьогоднішній день спорт є невід'ємною частиною життя кожної людини, яка підтримує здоровий образ життя. Заняття спортом задовольняють фізичні та духовні потреби людини, впливають на людські відносини, розвивають певні потреби особистості, забезпечуючи її всебічний гармонійний розвиток. Стимулом спорту є радість, яку приносить людині свідомість свого фізичного розвитку та прагнення до вдосконалення своїх спортивних досягнень. Розвиток сучасних спортивних комплексів, як засобів підвищення фізичного здоров'я нації, є необхідним у сучасному суспільстві, адже різноманітність видів спорту зростає, змінюються вимоги до планувальної структури закладу, його спеціального обладнання, тощо.

На сьогоднішній день в Україні, будівництво нових спортивних комплексів вимагає великих економічних витрат. Виходячи з цього, вартість послуг, що можуть бути запропоновані таким спортивним комплексом відвідувачам, будуть завищені. В той же час через спектр економічних і політичних проблем, багато промислових об'єктів в Україні, особливо останнім часом, припиняють своє існування, як наслідок перетворюючись на депресивну забудову, ізольовану від соціального середовища міста. Знесення об'єкту з будівництвом на його території нового - один з найчастіше використовуваних підходів. Мінусом такого підходу, є необхідність додаткових витрат на демонтаж будівлі. Тому з економічної точки зору, в умовах сучасної України реновація промислової будівлі має пріоритет.

Найбільш повно, з нашої точки зору, вивченням формування перспективних багатофункціональних спортивних комплексів на сучасному етапі займався Белоносов С.А. [2]. У його роботі проведений детальний аналіз формування простору спортивних комплексів, визначені їх основні композиційно-планувальні схеми, принципи

проектування в міському середовищі. Питання адаптивності архітектурних об'єктів різного функціонального призначення висвітлюється в роботах Р. Саксона, К. Слессора, М. Вігінтіна і в проектах архітекторів, які перебувають у руслі «зеленого руху», таких як Н. Фостер, Ж. Массо, Н. Гримшоу, Р. Роджерс, Р. Піано, Т. Херцог, Ж. Нувель, С. Калатрава та ін [4]. Дослідження типологічних особливостей спортивних об'єктів наведені у відомих роботах Г.В. Ясного [3].

Робота також спирається на результатах науково-дослідної праці Бадюл М.Г. [1], в якій на основі розглянутих питань психології сприйняття спорту, ролі спортивно-ігрової складової у вихованні молоді, запропоновані планувальні зв'язки приміщень і майданчиків фізкультурно-ігрової функції. Зазначено, що питання дизайну інтер'єру спортивно-оздоровчого комплексу на базі промислової споруди в науковій літературі не розглядалось. Хоча є великий досвід зарубіжних країн щодо реновації промислових будівель під спортивні заклади.

Постановка завдання. Цілями статті є: дослідження досвіду проектування спортивно-оздоровчих комплексів для молоді; наукових концепцій сучасного підходу до організації такого простору; визначення принципів дизайну інтер'єру спортивно-оздоровчих комплексів для молоді на базі промислової будівлі.

Результати дослідження. Види та дисципліни спорту, а також форми його організації розвиваються під безпосереднім впливом досягнень у галузі науки та виробництва, політичних та ідеологічних змін у суспільстві. У сфері спорту в специфічно конкретних формах представлені гра, праця, пізнання, спілкування.

Спортивні приміщення поділяються на дві категорії: відкриті і закриті. Закриті спортивні приміщення не залежні від зовнішніх кліматичних умов. Вони більш гнучкі і більш ефективні у використанні, не класифікуються залежно від пори року. За характером використання спортивні криті споруди поділяються на універсальні і спеціалізовані. В універсальних спортивних будівлях займаються відразу декількома видами спорту. Ця універсальність закладається ще на етапі проектування. Універсальні спортивні будівлі мають більшу функціональність, у таких спортивних установах цикл зміни виду спорту може бути різним – тривати кілька годин, а іноді протягом декількох днів.

На підставі аналізу сучасних наукових досліджень в області архітектурного проектування спортивно-оздоровчих закладів можна зробити висновок, що при створенні таких об'єктів, необхідно по-перше враховувати тенденції до зближення рівня професійного та любительського спорту; по-друге можливість адаптації таких закладів до змін у затребуваності тих чи інших видів спортивних занять, швидкої трансформації спортивного майданчика аж до зміни функціонального призначення трансформованої зони; по-третє передбачати полі функціональність таких об'єктів, навіть включення додаткових послуг. Так, в роботі [4] показано, що сучасні тенденції в розвитку суспільства та спорту не тільки визначили тенденції до зближення рівня об'єктів для професійного та аматорського спорту, а й об'єднання їх в єдині комплекси. Автор бачить перспективу в створенні багатофункціональних спортивних комплексів, де і професійна, і любительська складові будуть розкриті в повному обсязі, тобто поряд з просторами для різних видів змагань такі комплекси мають включати зали для спортсменів-аматорів та майданчики для мешканців міста, які бажають провести свій відпочинок зі спортивним ухилом, мережа

ресторанів швидкого харчування, різні спортивні і сувенірні магазини і т.д. Актуальність адаптивного підходу до формування спортивно-оздоровчих комплексів, пов'язана з різноманітністю сучасних видів спорту і потребує просторових організацій спортивного приміщення.

При проектуванні спортивного комплексу для молоді обов'язково необхідно враховувати також роль комунікативної складової спорту, що реалізується через впровадження спортивно-ігрової функції в приміщення закладу. В роботі Бадюл М.Г показано, що проблема недостатнього спілкування і фізичного розвитку молоді, цікавого і рухомого дозвілля для активної дитини є дуже актуальною, у зв'язку з чим важливим є організації об'єктів для молоді з фізкультурно-ігровою функцією, де спорт і фізкультура можуть бути представлені не тільки як основа тренувального процесу, але і у формі ігрових, змагальних, розважальних заходів [1].

Для фізичного розвитку людини сьогодні передбачені спортивні секції, клуби, де спорт представлено не в гральній формі, а у виснажливому тренуванні, що часто позбавляє молоду людину бажання займатися спортом та фізичними вправами взагалі. Існуючі ігрові майданчики біля будинку в більшості знаходяться в незадовільному стані, не мають навіть найпростішого спортивного обладнання.

З метою виявлення переваг та недоліків сучасних спортивно-оздоровчих комплексів, в тому числі і на базі промислових будівель, нами було проведено соціологічне дослідження за допомогою програми «Foursquare». Були досліджені відгуки відвідувачів, відомих спортивних клубів в Україні: «DOG & Grand CrossFit», «Crossfit BANDA», «5 ЕЛЕМЕНТ». Також були досліджені відгуки відвідувачів, відомих спортивних клубів в світі: «Galmarini Elite Training» (Швейцарія), «Gold's Gym» (Америка), «The Warehouse Gym» (Дубаї). На основі проведених досліджень, які були проведені в травні 2015 року і оброблені за допомогою відгуків та коментарів відвідувачів спортивних закладів (було проаналізовано приблизно 200 відгуків відвідувачів спортивних комплексів), були виявлені основні недоліки на які відвідувачі звертають увагу:

1. Недостатньо місця – 27%
2. Погана вентиляція – 29%
3. Невдале зонування – 19%
4. Маленькі роздягальні – 14%
5. Невідповідність санітарно-гігієнічних вимог – 11%

Також, були виявлені основні переваги:

1. Сучасний дизайн – 30%
2. Використання природнього освітлення (за рахунок великих вікон) – 35%
3. Достатньо інвентарю для виконання вправ – 35%

Висновки, які можна зробити з цього аналізу: при функціональному зонуванні і проектуванні приміщень центру необхідно приділяти особливу увагу ергономіці, а також забезпеченню санітарно-гігієнічних умов, ретельно підбирати технічні прилади для підтримки фізичних параметрів простору. При виборі промислової будівлі для реновації під спортивний комплекс необхідно враховувати можливість реалізації максимального

природного освітлення приміщення. Проведені дослідження світового і вітчизняного досвіду проектування спортивно-оздоровчих комплексів, дозволили виділити декілька найпопулярніших серед молоді спортивно-ігрових видів спорту. Це:, Кроссфіт, Сквош, Бокс. Відзначимо, що найбільш стрімко розвивається саме Кроссфіт («Cross Fit»). Відомі такі спортивні комплекси з ухилом на Кроссфіт, як: Galmarini Elite Training (Швейцарія), QDos Fitness (Америка), Warehouse Gym (Дубаї), City Fitness (Пенсильванія)(рис.1), Gotham Gym (Нью Йорк). Загалом в усьому світі є понад 4500 сертифікованих залів (дані за 2012 рік) для цього виду спорту.



Рис. 1 City Fitness (Пенсильванія)

Виходячи з проведеного аналізу, при проектуванні спортивного комплексу для молоді, особливу увагу варто приділити приміщенню для Кроссфіту, як найбільш популярному спортивно-ігровому виду спорту серед молоді. В Україні існує тільки один сертифікований зал для Кроссфіту під назвою "DOG" & "Grand CrossFit". Зазначимо, що не сертифікованих залів в Україні значно більше, адже є зали які створені молоддю добровільно. Оскільки вид спорту Кроссфіт досить молодий, для нього не існує ергономічних норм в проектуванні. Тому є актуальним впровадження ергономічних норм саме для Кроссфіту. За основу можна взяти існуючі ергономічні норми для легкої та важкої атлетики, спортивної гімнастики та гіршового спорту.

На основі вивченого матеріалу, можна зробити висновок, що на базі промислової споруди великої площі, доцільно проектувати універсальні спортивні приміщення - зали, які з легкістю можна переобладнати та перепланувати для нового виду спорту на майбутнє. Так, автор [2] пропонує використовувати зміщення в горизонтальній площині поле, що забезпечує проведення в спортивній споруді різних заходів. Зменшення або збільшення самого майданчика, можливість його переміщення по своїй осі як по вертикалі, так і по горизонталі, здатність повертатися - все це дозволяє оптимізувати функціонування спортивних закладів. Така трансформація спортивного ядра робить зал багатофункціональним і дає йому, зокрема, можливість замінити спортивні заходи культурно-розважальними. Означений підхід вимагає наявності великого простору, де можуть бути реалізовані подібні трансформації.

Саме такий простір можуть забезпечити промислові будівлі з їх високими стелями, великими прольотами, мінімумом несучих конструкцій. В структуру спортивно-

оздоровчого комплексу доцільно включати також кардіо-тренування та різні підвиди фітнесу. Оптимальне стилістичне рішення для такого комплексу – лофт у сполучення з сучасними інформаційними технологіями і обладнанням.

Висновки. Розробляючи спортивно-оздоровчий комплекс для молоді, необхідно враховувати як вподобання молоді, популярність окремих видів спорту, так і дані наукових досліджень щодо сучасних засобів підвищення фізичного стану молодої людини, згідно з якими одним з найбільш ефективних засобів не тільки фізичного виховання, але і соціалізації молоді є її залучення до ігрових видів спорту. На основі проведених досліджень визначені такі основні принципи організації простору спортивно-оздоровчих комплексів для молоді (рис.2):



Рис.2 Схематичне відображення принципів

Список використаних джерел

1. Бадюл М.Г. Функціонально-планувальна організація фізкультурно-ігрових закладів для дітей шкільного віку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. архітектури : спец. 18.00.02 — "Архітектура будівель та споруд" / М.Г. Бадюл. — Київ, 2015. — 21 с.
2. Белоносов С.А. Архитектурное формирование перспективных многофункциональных спортивных комплексов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. архітектури : спец. 18.00.02 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» / С.А. Белоносов. — Екатеринбург, 2009. — 165 с.
3. Ясный Г.В. Спортивные сооружения XXII Олимпиады. Москва., 1984. — 408 с.
4. Philip Jodidio (2009) Santiago Calatrava.: CompleteWorks, 2009. Koln, 2009. — 528с.

References

1. Badyul M.G.(2015) Funkcional`no-planuval`na organizaciya fizkul`turno-igrovy`x zakladiv dlya ditej shkil`nogo viku [*Functional-planning organization of sports and game facilities for children of school age*] (PhD Thesis). Kyiv: Architecture of buildings and structures. [in Ukrainian].
2. Belonosov S.A.(2009) Arhitekturnoe formirovanie perspektivnih mnogofunktsionalnyih sportivnih kompleksov [*Architectural formation of prospective multifunctional sports complex*] (PhD Thesis). Ekaterenburg: Architecture of buildings and structures. Creative concepts of architectural activity. [in Russian].
3. Yasnyi G.V.(1984) Sportivnyie sooruzheniya XXII Olimpiady. [*Sports facilities of the XXII Olympiad*]. Moscow: Stroyizdat. [in Russian].
4. Philip Jodidio (2009) Santiago Calatrava. America: CompleteWorks

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВА СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ САФРОНОВА Е.А., ПУСТОВИТ Ю.С.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определить принципы организации пространства спортивно-оздоровительного комплекса для молодежи на базе промышленного здания.

Методика. Использованы методы литературно-системного анализа научных публикаций, обобщение анализа мирового опыта проектирования спортивно-оздоровительных комплексов для молодежи, в частности на базе реновации промышленного здания; проведено социологическое исследование через Интернет.

Результаты. Определена целесообразность и актуальность реновации промышленных зданий под спортивно-оздоровительные комплексы для молодежи, предложены принципы дизайна интерьера таких заведений.

Научная новизна. Выявлены принципы организации интерьера спортивно-оздоровительного комплекса для молодежи с учетом предпочтений молодежи, а также современных тенденций к адаптивности и поли-функциональности подобных комплексов.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть внедрены в учебное и реальное проектирование.

Ключевые слова: спорт, молодежь, реновация, адаптация, здоровье, принципы.

PRINCIPLES OF SPACE ORGANIZING OF FITNESS CENTER FOR YOUTH BASED ON INDUSTRIAL BUILDINGS

SAFRONOVA E.A., PUSTOVIT I.S.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. To define the principles of fitness center for youth on the basis of industrial buildings.

Methodology. During this study the following methods were used: literary and scientific publication system analysis, synthesis analysis of international experience designing of sports and recreation facilities for young people, particularly at the basis of renovation of industrial buildings; a sociological study via the Internet.

Findings. Determined the feasibility and relevance of industrial buildings renovation for a sports complex for youth, proposed principles of interior design for relevant facilities.

Originality. Identified principles of space organizing of fitness center for youth including preferences of young people, as well as current trends of adaptability and poly functionality of such facilities.

Practical value. The results can be implemented in the educational and practical design.

Keywords: sports, youth, renovation, adaptation, health, principles.

УДК 75.03

СКАКАНДІ Ю.Ю.

Київський державний інститут декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені М. Бойчука

МИСТЕЦТВО ПЕЙЗАЖУ

Мета. У статті розглянуто становлення і просування пейзажного жанру.

Практична значимість. Автор визначає зміст, сутність феномена пейзажу і його вплив на культуру.

Ключові слова: пейзаж, живопис, художники, колір, колорит, композиція, стиль, напрямки, природа.

Перераховуючи жанри мистецтва, пейзаж згадують на одному з останніх місць. Часом йому приділяють другорядну роль по відношенню до сюжетної картини. Але сьогодні така точка зору, відповідаючи старовинній уяві, здається принаймні наївною.

В наш час неспокійних роздумів про кризу взаємовідносин людини і природи, пошуків шляхів зближення цивілізацій і оточуючого середовища пейзажне мистецтво постає часто мудрим наставником.

В творах минулих епох, в кращих полотнах минулих епох, в кращих полотнах сучасності воно демонструє як входить природа в людську свідомість, втілюючись в символ, ліричні роздуми або творчі попередження.

Важливіший і самий древній вид пейзажу – зображення первозданної природи, сільської місцевості. Таке початкове поняття французького слова «Paysage» і німецького «Landschaft» (образ села, образ землі), котрі за три століття міцно вкоренились в нашому лексиконі. Поняття пейзажу з'явилося в епоху неоліта в наскальних розписах, кераміці, різноманітних орнаментах, включаючи умовно-символічні позначення небесного поля, світил, сторін світу. Ландшафт, виражений узагальненими знаками, складає азбуку, яка складається в величавий світ міфологічних уявлень про світ.

Характерно, що більшість древньоєгипетських і китайських ієрогліфів зображають гори і дерева, воду і світила. В мистецтві Єгипту, з розвитком інтересу до сюжетної теми, складається сприймання природи, як середовища дії, зберігаючи казково-міфологічний сенс, але здобуваючи часом більш конкретний характер цікаві природні мотиви, зображені в художніх творах і пам'ятниках Древнього Криту.

В давньоримському живописі відчувається контраст міста і села, середовища-реальності й середовища-ідеала, попереджує самостійні пейзажі, які з'являються в ілюзійних розписах, які прикрашають житлові приміщення.

Плодоносні сади, наповнені птахами – це мотиви утопічного царства гармонії переважаючого інтер'єру.

Зовсім інше враження справляють пейзажі середньовічного мистецтва. На закаті середньовіччя живописне середовище включає в себе цілий ряд спостережень за реальним світом. Квіти «райських садів» детальною наочністю часом суперничають з таблицями ботанічних манускриптів. В картинах майстрів XV ст. золото самий фантастичний кольоровий відтінок – здобуває подобу цілком реального блиску. У ряді прославлених художників, замість умовного орнаментального тла виникають широкі панорами світоутворення.

Виключно важливе місце займає пейзаж в живописі середньовічного Китаю, де вічно відновлююча природа вважалась найбільш наочним втіленням світового закону «Дао» зосередження творчих енергій життя на землі.

Усе це знаходить втілення у величавих панорамах типу «Шань-шуй» (гори-води). В розумінні китайського пейзажу суттєву роль відіграють віршовані написи, символи, знаменуючи високі духовні якості (гірська сосна, бамбук), людські постаті, які здаються мікроскопічно малими із-за введення в композицію неосяжних просторів і туманної димки. Багате різноманіття європейського пейзажу XVII ст. Живописці бароко створюють стихійну, часом грізну міць природи. Класицизм розробляє тип «Ідеального пейзажу» героїчного або ідеалістичного, переповненого мрією про золоте століття. Голландські художники віртуозно використовуючи тональні якості колориту, об'єднують відчуття тонкої грані зміни світу з ідеєю зв'язку з обжитою, близькою людині сільського середовища і величавих, воістину безмежних просторів. Разом із тим, єдність, характерне для ренесансного пейзажу, розділяються на окремі різновиди ландшафту (морські, річні, гірські, сільські види) які збереглися в наступну епоху.

Пошуки світлоповітряної достовірності й театралізована умовність співіснують з протиріччям в пейзажі XVIII ст. епохи романтизму. Одним із кульмінаційних етапів його історії є епоха романтизму. Природа, втілена з хвилюючим ліризмом свідчить про безмежні можливості опануваного її людського духу. В зв'язку з посиленням реалістичного напрямку мистецтва XIX ст. пейзаж стає одним із найбільш популярних жанрів. Цей жанр здобуває вид якогось загадкового простору, де то сплітаються, то розходяться ідеї реалізму, вірності натурі, і авангардистською перевагою над реальністю. Так вид ранніх, реалістичних образів природи переходить до абстракцій російського художника В. Кандінського. Однак реалістичний метод продовжує займати в пейзажі XX ст. важливе місце (картина А. Рилова «В блакитному просторі»).

Імпресіонізм вносить в пейзаж світло сяючу свіжість колористичної гри, а символізм і модерн любов до декоративних узагальнень.

З модерном пов'язані зацікавленість до національно-романтичного початку, погляд на натурну композицію, як возвеличень «пісню Землі», яка складається з найбільш переконливих прикмет ландшафту. В Росії образи природи приваблюють художників «Мира искусства», «Голубой Розы» в картинах яких переважає тип символічного пейзажу-мрії і пейзажу-спогадів. В мистецтві пейзажу серед майстрів російського живопису слід назвати ім'я видатного російського художника Миколи Петровича Кимова. Учень Сірова, Микола Кримов проніс через довге творче життя традиції російського реалістичного мистецтва. Невеликі за розмірами, позбавлені зовнішніх ефектів пейзажі Кримова привертають тонкою задушевністю і глибокою поетичністю в передачі краси російської природи, радісним сприйняттям світу. Щоб не писав Микола Петрович – сільська вуличка, річка, далекі простори заплавлених лук, засніжені дахи московських будинків або затишні дворики провінційних містечок – все це не випадкові мотиви, а відчутий образ природи. Це справжня правда життя, у передачі якої він бачив сенс творчості, художня правда, якої він вчив численних учнів. Художник розвинув у своїй творчості багато знахідок і досягнень Сурікова, Рєпін, Серова, Левітана, Куїнджі. Величезний вплив на художника надав Левітан. Кримов вважав його своїм кумиром. Із

власних висловлювань М. П. Кримова – І.І. Левітан був щирим співцем російської природи в живописі, здатним як ніхто інший відтворювати найпростіші образи природи, звичайні мотиви в поетичні образи. М. П. Кримов не тільки успадкував у Левітана цю дорогоцінну якість, але ідучи по шляху творчих пошуків Левітана, створив струнку теорію світосильних співвідношень, яка дає можливість з майже науковою точністю знаходити загальний тон:... дозволяє художнику без зайвої деталізації точно передавати загальний стан природи, правильно виставляти предмети в просторі, переконливо передавати їх матеріальність, тобто передавати на полотні повну картину життя.

«В живописі як і в музиці, - любив повторювати художник – все повинно бути злагоджено і гармонійно, як у хорошому оркестрі. Якщо наприклад, ви слухаєте симфонію і будь який інструмент в оркестрі фальшивить то усе враження псується і ви вже не сприймаєте музику. Якщо у великій картині чи у маленькому етюді є фальш хоча б в одній деталі, то виявиться теж саме: фальшиве місце дратує і надає дивитися як смітинка в оці. Але якщо в картині багато фальші, то тут уже не смітинка, а ціла колода». Н. П. Кримов ніколи свідомо не прагнув до оригінальності вважаючи: «...усі ми люди різні і тому, чим правдивіше буде кожен з нас, тим оригінальніше буде його твір. Не художник приходить до його оригінальності, а вона сама приходить до нього». Дійсно оригінальність – це результат щирого відвертого стриміння сказати правду. Переконлива оригінальність майстра приходить тоді, коли художник багаторічною наполегливою працею пізнає таємниці мистецтва і здобуває свободу творчості, звільняючи його від підлаштовувань, що робить його дійсно оригінальним». Н. П. Кримова називають співцем світла і радості тому, що особливо охоче пише він спикотрі сонячні дні, дерева, сільські хати, занурені в полуденну дрімоту. Такий пейзаж «Біля Млена» (1927р) з його надзвичайною тишею і солодким спокоєм, з його могутніми кучерявими деревами, з прозорою прохолодою поволі протікаючу серед піщаних мілин («Спикотний день»). Неменьш виразно передано це враження яскравого сонячного дня в роботі того ж року «Купальщиці». Відчуваючи як вібрує розпечане спекою повітря. До числа шедеврів пейзажного живопису Н. П. Кримова слід віднести і картину «Літній вечір. Таруса» зі сяючим під променями сідаючого сонця, величними стовбурами дубів, з ніжно рожевими далями і глибоким прозорим небом. З великою вражаючою силою передано відчуття ясного літнього вечора, коли спадає спека і все в природі дихає спокоєм і тишею. Н. П. Кримов часто писав нібито нічим непримітні дахи будинків і створював хвилюючі художні твори. («Зима. Дахи»), («Взимку у провінції»), («Зимовий дворик»).

У російському та українському образотворчому мистецтві кінця XIX – на початку XX століття на ґрунті реалізму передвижників зростало покоління художників, які ставили за мету показати поетичність, багатство і своєрідність національних традицій пейзажного мистецтва, що сягають своїм корінням у далеке минуле. До таких митців належить і Ф. Кричевський. Місцем постійних щедрих вражень і безпосереднього зв'язку з природою стало для Ф. Кричевського село Шишаки на Полтавщині. Ці мальовничі місця понад Псолом він уподобав ще в середині 1900-х років. У Шишаках художник довго жив і працював. Саме цьому краю й судилося відіграти значну роль у житті й творчості Ф. Кричевського. Він став для нього ніби символом України. Зв'язок його з Шишаками ніколи не припинявся: де б художник не був, він завжди в думках звертався до своїх

пенатів. Характеризуючи живописну мову пейзажів, присвячених Україні треба відзначити творчість видатного українського живописця С.І. Світлицького. Творчість С.І. Світлицького посідає одне з чільних місць в образотворчому мистецтві України кінця XIX – початку XX століття. Він, як і В. Орловський, І. Похітонов, С. Васильківський, П. Левченко, належить до тих митців, твори яких визначили найвищі здобутки українського пейзажного живопису. Полотна Світлицького глибоко демократичні і за сюжетами і за ідейним змістом, вони захоплюють нас щирістю, одухотвореним зображенням природи, майстерністю виконання і в наш час зберігають, як свою художню цінність, так і значення для розвитку пейзажного мистецтва України. На пейзаж він дивиться ніби очима тих простих людей, які так часто присутні в його картинах. Їх радість і сум зливаються зі станом природи, підкреслюють його. У творах митця немає ніякої навмисної красивості. В них лише правда, правда життя, відображена вдумливим художником, зігріта його любов'ю до природи.

Місцем свого проживання Світлицький обрав Україну, красу і привілля природи якої запали йому в душу ще у дитячі і юнацькі роки, коли він щоліта приїздив на батьківщину писати етюди. Значне місце в мистецтві пейзажу займає творчість українського живописця Сергія Світославського. Українські пейзажі у творчості Світославського найчисленніші. В них відображено природу у всі пори року. Особливо любив художник писати зиму та початок весни. Світославський, як і інші українські художники кінця XIX – початку XX століття часто звертався до міських краєвидів. А пейзажів Києва він писав більше, ніж будь-хто з художників того часу. Зображував, переважно вулички Куренівки та Подолу, придніпровські слобідки, види на Київ з боку Дніпра. Усі ці твори – правдиві сторінки минулого міста. І водночас, у більшості з них тонко передано стан природи. Найзначнішим твором Світославського 1890-х років і одним з кращих у всьому доробку художника є полотно «Воли на оранці». У ньому на зміну інтимній ліричності, камерності приходить епічне відображення природи, зігріте теплою поетичністю. Неосяжні поля, характерні для степової України стеляться тут аж до обрію. На їх тлі величаво вимальовується упряжка волів, а над усім цим розкинулась широчінь неба. Поряд з цими славними іменами можна поставити ім'я Сергія Івановича Васильківського – одного з найвизначніших пейзажистів України.

Для нього найдорожчим у мистецтві були правда життя, гуманістичний пафос твору. Пейзажист, на його думку, повинна з'ясовувати, розкривати природу для того, щоб людина краще пізнала її, а через неї – і саму себе. Тим самим художник естетично збагачує людину, виховує в ній великі різнобічні почуття, допомагає їй піднятися над буденністю. Він глибоко переконаний у тому, що мистецтво повинно бути як найзмістовнішим і всією силою впливу на розум і душу, служити людині.

Вірний натурі, майже завжди оптимістичний, Васильківський був на вдивовижу чуйним до барв емоцій: його радість сяяла чистою блакиттю неба і смарагдовістю степу чи левад, призолочених сонячним теплом. У всій композиційно-колористичній структури краєвидів Васильківського багато від українських народних пісень. Це відчувається і в чудовій мелодиці їхньої побудови і в мелодійній гармонії барв. У природі Васильківський бачив бурі і передгрозя, неприступні гори і непрохідні ліси. Любив Васильківський ясні теплі далі, дзвінки весняні ранки, палахкотливі барвами осінні вечори, привільні степові

простори, затишні левади. «Козача левада », «Вечірня тиша », «Перед грозою », «Весна на Україні».

Одним з найвидатніших представників ліричної лінії Українського пейзажного живопису XIX – початку XX століття є талановитий Український художник Іван Труш. Пейзажі Івана Труша, як правило, безлюдні, але завжди і всюди відчувається незрима присутність людини, гаряче закохана в рідну природу, краса якої існує тільки для неї. Ця присутність виявляється не стільки в розкиданих то тут, то там, скільки в тому схвилюваному почутті художника, яке одухотворяє всі його твори. Труш завжди творчо і дуже своєрідно інтерпретує те, що він бачить і відтворює на полотні. Кожна його робота насичена живим почуттям, активним ставленням людини до природи. Його пейзажи пройняті хвилюючою любов'ю до природи рідного краю, поетичні сцени з гуцульського життя. До кращих пейзажів Івана Труша слід віднести його велике полотно «Захід сонця в лісі », «Кримський берег», «Пейзаж з кепарисами», «Травнева ніч», «Пейзаж з березою».

Серед видатних майстрів українського образотворчого мистецтва II половини XIX століття значне місце займає творчістю художника В. Д. Орловського. Вихований на найкращих традиціях українського мистецтва, він більшу частину своєї творчості присвятив зображенню природи рідної України. Розквіт творчості В. Д. Орловського припадає на 70-80 роки XIX століття. Саме в цей період художник виконав найкращі свої твори в яких відбилися нові естетичні настанови. Центральне місце в творчості займає українська тематика до якої він звернувся в середині 70 років. Це звернення врятувало його від згубного впливу академізму, спрямувало його пошуки в одне русло з головною лінією розвитку вітчизняного реалістичного пейзажу II половини XIX століття. У численних картинах Орловського, присвячених українському селянському побуту, а української природи відбилися ідейні зв'язки художника з передвижництвом. У цих творах немає присмаку «малоросійщини», що була така люба деяким прихильникам «української екзотики». Більшість його пейзажів так само правдива і приваблива як і натура. Художник завжди багато працював і встиг виконати за своє життя велику кількість робіт. Мастерність художника реаліста особливо виразно виступає в картині «Хати в літній день». Інша картина «Жнива» - побудована на сильному контрасті світла і тіні. У природі перед грозовий стан: небо синє, аж до чорного, останній промінь сонця упав на ниву, за сяяв золотом на пшениці. Що стоїть високою стіною. Цей мотив перед грозового стану природи вдало розвинув учень Орловського М. К. Плимоненко в картині «Перед грозою», створивши ще більш динамічний пейзажний образ.

Пройняті любов'ю до рідного краю, твори Р. П. Орловського поетично оспівують природу українського пейзажу. Його ім'я належить до кращих митців українського образотворчого мистецтва, що своєю творчістю збагатили скарбницю українського реалістичного мистецтва.

Останнім часом одна із важливих обставин забезпечує особливу популярність мотивів первозданної природи. Внаслідок науково-технічної революції, безжальний наступ техніки на природне середовище, надмірно зростаюча загроза знищення планети ядерною зброєю – все це висуває пейзаж на передній край боротьби за людину і її середовище існування. Протидіючи руйнівним силам сучасної цивілізації, він здобув гостроту сьогодення, часто надихаючи художників, стурбованих пошуками гармонійного

співіснування людини і природи. І якщо повернення до мирного добросусідства, до встановлення всього втраченого в безкомпромісній «боротьбі з природою» коли не буде стане невідворотнім пейзажне мистецтво, котре неодноразово буде згадано з вдячністю в якості проповідника такого світу. Тому що найдосконаліші з екологічної точки зору технології, очищаючи середовище, все ж таки змінюють лише зовнішню оболонку цивілізації. Пейзаж же міняє внутрішню суть людини, прагнучи до того, щоби ідея гармонії культури і природи, техніки й середовища перестала бути лише фантастичною утопією і здійснювалась насправді. Пейзаж не формальна, а змістовна категорія. Пейзажист повинен думати інакше ніж, наприклад, художник-жанрист, створюючи картину. Недарма виникнення самостійного пейзажу і історії мистецтв було наслідком нового погляду людини на оточуюче середовище. Якщо в натюрморті, портреті або багатофігурній композиції предмети і персонажі ставлять в залежність простір і середовище, нерідко існуючою тільки тлом, то в пейзажі навпаки, простір і середовище – головна частина образу. Дійсно в пейзажному живописі виникла проблема стану, конкретної світлової і атмосферної характеристики середовища, проблемою наповненого повітрям простору. Натюрморт – це «чаша» отримана ззовні. Пейзаж – це «чаша» вглиб якої ми дивимось. Типом середовища визначається і підхід пейзажиста у вирішенні своєї задачі.



Рис. 1 С. Світославський «Жнива»



Рис. 2 В. Орловський «Затишшя»



Рис. 3 Ю. Скаканді «Перевал»



Рис. 4 І. Труш «Пейзаж з березою»

Список використаних джерел

1. Український Радянський живопис. Державне видавництво образотворчого мистецтва і музичної літератури УРСР. Київ, 1957 р.
2. Українське образотворче мистецтво. Київ: Скульптура, графіка. Київ, 1956 р.
3. Український живопис. Київ. Мистецтво, 1989 р.
4. Костанді К.К. «Нарис про життя і творчість». Мистецтво. 1955. А. Афанасьєв. 8 – Я.П. Затеняцький. Життя і творчість. 1862-1912. Н.К. Пимоненко. Изд. Академии наук УССР. Київ. 1955 р.
5. О.О. Мурашко 1875-1919. Державне видавництво образотворчого мистецтва і музичної літератури УРСР. Київ. 1959 р.
6. Старый учитель (Мурашко) выставка картин Свитославского в пользу раненых воинов и их семейств/ Киевлянин. 29 апреля 1904 г.
7. Ертель А.Д. Выставка картин С.И. Свитославского. Киев. Газета. 1904-4 (17). Москва.

ИСКУССТВО ПЕЙЗАЖА

СКАКАНДИ Ю.Ю.

Киевский государственный институт декоративно-прикладного искусства и дизайна имени М. Бойчука

Цель. В статье рассмотрено становление и продвижение пейзажного жанра.

Практическая значимость. Автор определяет содержание, сущность феномена пейзажа и его влияние на культуру.

Ключевые слова: пейзаж, живопись, художники, цвет, колорит, композиция, стиль, направление, природа.

LANDSCAPE PAINTING

SKAKANDI Ju.

Kiev State Institute of Decorative and Applied Arts and Design named after M. Boychuk

Purpose. The article deals with the establishment and promotion of landscape painting.

Practical value. The author defines the content, the essence of the phenomenon of the landscape and its impact on culture.

Keywords: landscape, painting, artists, color, color, composition, style, direction, and nature.