



**АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ**  
**UKRAINE TECHNICAL SCIENCES ACADEMY**



**ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ ім. В. Стефаника**  
**VASYL STEFANYK PRECARPATHIAN NATIONAL UNIVERSITY**

---

**II Міжнародна науково-практична**  
**конференція**

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ**

**APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH**

**3 - 5 квітня**

*"Чим дотаміг би нам розум,  
коли б ми не могли висловити нашої думки?"*  
*Феофан Прокопович*

**Івано-Франківськ**  
**2018**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.СТЕФАНИКА  
CONNECTIVE TECHNOLOGIES LTD

# ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції  
( 3-5 квітня 2018 р.)

## Партнери конференції:

IT Компанія Yellow Leaf Software  
<https://www.facebook.com/yellowleaf2015/>



Інженерно-впровадницька фірма «Темпо»  
<http://tempo-temp.com.ua/>



Івано-Франківськ  
«Симфонія форте»  
2018

УДК 60  
ББК 30  
П 75

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**  
Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

**Голова оргкомітету:**

**Мельничук С.І.** – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, академік Академії технічних наук України.

**Співголова оргкомітету:**

**Кузь М.В.** – доктор технічних наук, доцент, академік Академії технічних наук України

**Члени оргкомітету:**

**Яцків В.В.** – доктор технічних наук, доцент, академік Академії технічних наук України, доцент кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління Тернопільського національного економічного університету;

**Ващишак С.П.** – кандидат технічних наук, доцент, член-кореспондент Академії технічних наук України, інженер Карпатської філії ДП "Український державний центр радіочастот";

**Лазарович І.М.** – кандидат технічних наук, доцент, член-кореспондент Академії технічних наук України, доцент кафедри інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ;

**Сорочак О.З.** – кандидат технічних наук, доцент, член-кореспондент Академії технічних наук України, доцент кафедри менеджменту організацій Національного університету "Львівська політехніка";

**Новак В.** – директор Connective technologies ltd, Великобританія;

**Руденко А.М.** – директор Інженерно-впровадницької фірми "Темпо" – Головної наукової установи Мінпромполітики України з питань науково-технічного забезпечення за напрямком: вимірювання об'єму і об'ємної витрати газу.

**Прикладні науково-технічні дослідження:** матеріали II міжнар.  
П 75 наук. - практ. конф., 3-5 квіт. 2018 р. – Академія технічних наук  
України. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – 191 с.  
ISBN 978-966-284-132-9

У збірнику надруковано матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження".

Для студентів, аспірантів, викладачів ВНЗ та наукових організацій.

УДК 60  
ББК 30

ISBN 978-966-284-132-9

© Авторський колектив, 2018

УДК 550.8.05

## МЕТОДИ ГЕОЛОГО-ГРАВІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗРІЗУ БЕРЕЗІВСЬКОЇ КІЛЬЦЕВОЇ СТРУКТУРИ)

к.з.н. *Анікеєв С.Г.*, к.з.н. *Габльовський Б.Б.*, *Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## METHODS OF GEOLOGY-GRAVITATIONAL MODELING (ON AN EXAMPLE OF A GEOLOGICAL SECTION OF THE BEREZIVSKA RING STRUCTURE)

*Ph.D. Anikeyev S.G., Ph.D. Gablovsky B.B., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** Викладено засади геолого-гравітаційного моделювання геологічних середовищ [1] та наведено результати дослідження глибинної будови Березівської структури у перетині Ворохта-Коломия за регіональним розрізом, який представлено на геологічній карті [2]. Інструментом моделювання є комп'ютерні технології рішення 2D/3D прямих та обернених задач гравірозвідки [3].

**Виклад матеріалу.** У морфології поля сили тяжіння між населеними пунктами Коломия-Яремче-Космач (Косівський район) простежується компактна зона інтенсивних аномалій [4], яка має ознаки кільцевої структури. Ця складна морфоструктура, діаметром > 30 км, названа Березівською (Х.Б. Заяць, 2008). Походження структури пов'язано з формуванням Коломийської палеодолини. Структура може мати ендегенне походження, або є астроблемою, що у обох випадках через вибухові процеси спричиняє кільцевий вал з уламків порід. Встановлено, що у цій зоні розвинуті потужні товщі неогенових (слобідських) конгломератів N1sb, які є наслідком руйнування основи із виступу кембрійських і докембрійських порід. Їм відповідають підвищені значення гравітаційного поля в смузі Слобода-Рунгурсько-Надвірнянська північно-західного простягання на 45÷50 км. У геологічному розрізі присутні олістоліти, складені породами переважно менілітової (P<sub>3ml</sub>) та бистрицької (P<sub>2bs</sub>) свит. Уточнення густин товщ та деталізації їхньої геометрії по розрізу [2] виконано за методами геолого-гравітаційного моделювання.

Кроки геолого-гравітаційне моделювання наступні: 1) аналіз геолого-геофізичних матеріалів та створення і формалізація апріорної моделі геологічного розрізу; 2) уточнення густин та геометрії товщ апріорної моделі за методами підбору; 3) деталізація уточненої моделі за допомогою комп'ютерних технологій рішення лінійної або структурної оберненої задачі гравірозвідки.

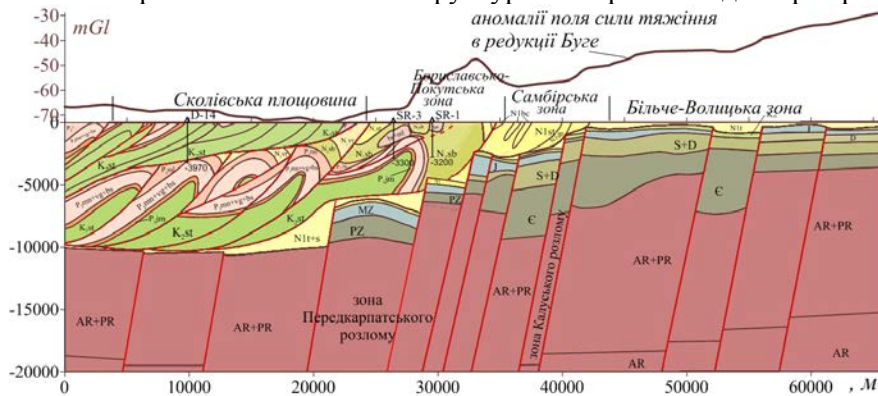


Рисунок 1 – Геолого-гравітаційна модель за регіональним профілем Ворохта-Коломия

**Висновки.** За результатами моделювання (рис. 1) уточнено геометрію поверхні фундаменту та його блокову будову у перехідній зоні поміж Передкарпатським та Калуським розломами; підтверджено розвиток потужних товщ ущільнених (до  $+0,15 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>) слобідських конгломератів. У цій же зоні крупні олістоліти виділяються значним розуцільненням (до  $-0,20 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>).

### Список посилань.

1. Анікеєв С.Г. Про методику моделювання складнопобудованих середовищ в гравірозвідці / С.Г. Анікеєв // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: зб. наук. пр. – Київ: 2008. – С. 67-72.
2. Геологическая карта Украинских Карпат и прилегающих прогибов М 1:200000 / гл. ред. Шакин В.А., – К.: УкрНИГРИ, 1976.
3. Анікеєв С.Г. Комп'ютерна система рішення прямих та обернених задач гравірозвідки для 2D/3D моделей складнопобудованих середовищ / С.Г. Анікеєв // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 1997. – Вип. 34. – С. 57-63.
4. Анікеєв С.Г. Відображення у гравімагнітних полях Березівської кільцевої структури (південний захід Коломийської палеодолини) / С.Г. Анікеєв, Л. С. Мончак, В. П. Степанюк // Геодинаміка. – Львів, 2013. №2 (15) – С. 78-82.

УДК 502.174.3:620.9

## ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

*д.т.н. Архипова Л.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна*

## ENVIRONMENTALLY SAFE IMPLEMENTATION OF RENOVED ENERGY SOURCES FOR TERRITORIAL COMMUNITIES

*Doct. Arkhypova L.M., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Introduction.** The result of the research was the decision of the actual fundamental problem of environmentally safe use of renewable energy sources in the sustainable tourist and recreational development of the Carpathian region by developing a scientific and methodological basis for a strategic assessment of the volume of environmentally safe potential for implementation of renewable energy sources [1].

**Presentation of the material.** New scientific knowledge was obtained, the result of which was the concept and cartographic models of environmentally safe location of objects RES. New methods and methodical recommendations for the development of renewable energy in the Carpathian region are presented as prospective for renewable energy territories and variants of technologies and installations of different types and different capacities taking into account the constraints on the parameters of environmental safety and tourist use of the territory. The methodology of the system of management of natural and technogenic safety of territories in the arrangement of objects of renewable energy is developed.

The functional properties of the recreational environment based on the application of the biosphere-ecological concept and the ecosystem-structural approach for the sustainable development of territorial recreational systems are substantiated. The combination of theoretical and methodological foundations of the theory of functional integral geosystems with the concept of the multifactor of the formation of a recreational environment has allowed to distinguish and justify territorial recreational systems that function in certain spatial boundaries and to offer a hierarchical classification of their size. In addition, the mathematical formalization of the sustainable development of the territorial recreational system functioning in the environment is carried out. The scientific and methodological bases of strategic assessment of the use of renewable energy in the region are substantiated. The methodology of ballroom environmental impact assessment of objects of renewable energy is improved. The methodological approach to ecological assessment of renewable energy objects on the environment is developed. The proposed methodological approach is based on the definition of three parameters of influence: spatial, temporal and intensity of influence. Each of the three parameters is calculated on a special scale using the criteria that are developed for the corresponding graduations of the scale. The obtained scientific and practical results are used to assess the impacts on tourism development and the environment that arise in connection with the implementation of scenarios for the development of renewable energy.

The estimation of the impacts of renewable energy projects on natural resources, the local community and the region's economy with the definition of environmental constraints and opportunities is made. For each type of renewable energy was identifying the range of technical and economic issues and benefits, technological environmentally safe priorities. The formation of an electronic database of the national and local nature reserve fund in four regions of the western region has been completed; an electronic database of the location of transmission lines of the Carpathian region, an electronic database of historical and cultural tourist resources as a restriction of the arrangement of renewable energy sources both in industrial value and within tourist destinations. The maps of GIS potential of solar power engineering, wind power engineering, and hydropower engineering have been constructed according to the calculations carried out for the Carpathian region. GIS maps of the results of modelling, forecasting and monitoring of environmental impacts associated with renewable energy projects in tourist zones, recreational complexes have been created; GIS maps with the results of retrospective analysis, impact assessment, tourism development in the Carpathian region, recreational load, recreational potential. The methodical recommendations for the development of renewable energy in the Carpathian region have been developed, provided that the nature of the use of different hierarchical levels within the Carpathian region is balanced.

**Conclusions.** The obtained scientific and practical results are the basis for development of new technologies, technical means and methodical bases for determination of the maximum permissible norms of implementation of RES in the region.

### References.

1. O. M. Mandryk, L M Arkhypova, O V Pobigun, O R Maniuk. Renewable energy sources for sustainable tourism in the Carpathian region// IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 144 (2016) 012007.

УДК 661.634

## ОСНОВНІ АСПЕКТИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

*к.т.н. Березюк О. В., Вінницький національний технічний університет, Україна*

## MAIN ASPECTS OF MANAGEMENT WITH SOLID INDUSTRIAL WASTE IN UKRAINE

*Ph.D. Bereziuk O.V., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Щорічно в Україні загальний обсяг промислових відходів збільшується на 175 млн. м<sup>3</sup>. Тому проблема утворення та раціонального використання промислових відходів, як складової екологізації та ресурсозбереження виробництва має важливе значення.

**Виклад матеріалу.** Тверді промислові відходи можуть бути широко застосовуватись у будівництві для одержання таких цінних матеріалів: як наповнювач [1] та в'язуче [2, 3] для виробництва бетонів, сухих будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів [4], для виробництва будівельних матеріалів із захисними властивостями від електромагнітних випромінювань [5-7]. Це пояснюється тим, в першу чергу тим, що багато мінеральних та органічних відходів за своїм хімічним складом і технічними властивостями близькі до природної сировини.

В статті [1] запропоновано використання дефлокулюючих добавок для вимивання кислот з фосфогіпсу. В роботах [2, 3] показано, що отримання фосфогіпсозолоцементних та металофосфатних в'язучих на основі відходів хімічної промисловості і металообробних виробництв дозволяють створювати нові будівельні матеріали поліфункціонального призначення. В статті [4] показано техніко-економічну доцільність більш широкого використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів.

В роботі [5] виявлено, що застосування бетел-м комірчастої, варіотропної і щільної структури дає можливість знизити рівень електромагнітних випромінювань і тим самим знизити небезпеку випромінювань. В статті [6] встановлено, що змінюючи вид електричного струму, його величину і тривалість протікання в електропровідних сумішах на основі відходів промисловості можна керувати електричними характеристиками бетелу в потрібному напрямку. В роботі [7] запропоновано ефективний спосіб виготовлення виробів із металонасичених бетонів, який полягає у формуванні структури електропровідного бетону в процесі твердіння під впливом електромагнітного поля.

**Висновки.** Враховуючи те, що виробництво будівельних матеріалів належить до числа найбільш матеріаломістких галузей промисловості, використання твердих промислових відходів як сировини при виготовленні будівельних матеріалів може бути використане для суттєвого зниження інтенсивності вичерпання природних ресурсів.

### Список посилань.

1. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. – С. 111-114.
2. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.
3. Лемешев М. С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М. С. Лемешев, О. В. Христюк, О. В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha : Education and Science, 2015. – Díl 7. – S. 60-62.
4. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця, 2014. – № 1 (16). – С. 35-40.
5. Лемешев М. С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М. С. Лемешев, А. В. Христюк // Инновационное развитие территорий : Матер. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.) – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
6. Лемешев М. С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк, О. В. Христюк // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. – С. 74-78.
7. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Тези доповідей II-ої міжнар. інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 12 листопада 2014 року. Ч. 1. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 21.

УДК 669.018.294:620.19

## ВПЛИВ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА УТВОРЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ В ПІДШИПНИКОВИХ СТАЛЯХ В АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

*д.т.н. Губенко С.І., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

## INFLUENCE OF NON-METALLIC INCLUSIONS ON THE FORMATION OF DAMAGES IN BEARING STEELS IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

*Doct. Gubenko S.I., National metallurgical academy of Ukraine, Dnipro*

The problem of influence of nonmetallic inclusions on the corrosion destruction of steels is actual [1, 2]. The goal of the work was to investigate the influence of the types of nonmetallic inclusions on their activity level in the origin of corrosion damage and the mechanical properties of bearing steels. Accelerated methods of corrosion testing of steels SHCH15 and SHCH15SG of specially obtained fusions, program contaminated with various types of nonmetallic inclusions, were used. Low fatigue tests were carried out in the air and in the various corrosive environments. An accelerated method was used to test the propensity of steels to stress corrosion cracking, as well as fatigue strength.

It was established that corrosion damages in bearing steels occur near nonmetallic inclusions of various types. The influence of non-metallic inclusions on the low-cycle fatigue and corrosive cracking in the air and in the various corrosive environments was shown. A sequential decreasing series has been established and justified, showing the degree of harmful influence of inclusions on the nucleation and development of corrosion damage in bearing steels. The most harmful effect of sulphides on the resistance of bearing steels in corrosive environments is substantiated. Under testing of low-cycle fatigue in the air of steels SHCH15 and SHCH15SG of experimental melts, the effect of the type of nonmetallic inclusions on fatigue characteristics is observed: the lowest value of N is obtained for steels contaminated with sulfides, then it increases with corundum and spinels, silicates and finally titanium carbonitrides. The corrosive medium led to a significant decrease in the durability of steels under low-cycle fatigue. The type of inclusions significantly influences this characteristic: increasing durability under low-cycle fatigue experienced melting lined in the same ascending series: the lowest value of N in steel, sulfide contaminated, then it increases in the presence of corundum and spinel respectively, silicates, and finally the titanium carbonitrides. The coefficients of influence of the medium  $\beta_c$ , which are the ratio of the durability of steel in air to a similar index in a corrosive environment, are determined. Obviously, the larger the value of this coefficient, the more nonmetallic inclusions decrease the low-cycle durability. A decreasing series is established showing the degree of harmful effects of inclusions on the nucleation and development of corrosion damage: sulphides (Fe,Mn)S, FeS-MnS  $\rightarrow$  corundum and spinels  $Al_2O_3$ ,  $MgO \cdot Al_2O_3$ ,  $MnO \cdot Al_2O_3$ , (Mn,Mg)O $\cdot$ Cr $_2$ O $_3$   $\rightarrow$  silicates SiO $_2$ , MnO $\cdot$ SiO $_2$ , FeO $\cdot$ SiO $_2$   $\rightarrow$  titanium carbonitrides TiCN.

Metallographic studies of steels of experimental melts after testing for low-cycle fatigue in different media showed that corrosion damage originated in nonmetallic inclusions of all types. Almost always, the corrosion process starts at the interphase boundaries of the inclusion-matrix, and then spreads into a steel matrix and into a nonmetallic inclusion. Interphase boundaries of the inclusion-matrix are ready "channels" for the penetration of atoms of the surfactant from the environment. Speed tests to determine the tendency to stress corrosion cracking showed that the mechanical properties of steels depended on the type of nonmetallic inclusions in air tests. Tests in corrosive environments led to a redistribution of the relative influence of the type of inclusion on the mechanical properties of wheeled steel. The tensile strength of steel  $\sigma_B$ , the breaking resistance  $S_k$ , the ductility characteristics  $\delta$  and  $\psi$  were most significantly decreased for steel with sulphides, for other types of inclusions, this decrease is less significant. At the same time, a decreasing series on the influence of the inclusion type on the properties of steel was clearly outlined: sulphides (Fe, Mn) S, FeS-MnS,  $\rightarrow$  corundum and spinels  $Al_2O_3$ ,  $MgO \cdot Al_2O_3$ ,  $MnO \cdot Al_2O_3$ , (Mn,Mg)O $\cdot$ Cr $_2$ O $_3$   $\rightarrow$  silicates SiO $_2$ , MnO $\cdot$ SiO $_2$ , FeO $\cdot$ SiO $_2$   $\rightarrow$  titanium carbonitride TiCN, which corresponds to the results given above when assessing the effect of inclusions on the durability of the steels under study at low-cycle fatigue.

**Conclusion.** The peculiarities of the influence of various types of nonmetallic inclusions on the corrosion destruction of bearing steels have been established. A sequential decreasing series has been established and justified, showing the degree of harmful influence of inclusions on the nucleation and development of corrosion damage in bearing steels.

### References.

1. Губенко С.И. Неметаллические включения и прочность сталей. / Губенко С.И. - Саарбрюкен (Saarbrücken): LAP LAMBERT. Palmarium academic publishing, 2015. - 476 с.
2. Губенко С.И. Неметаллические включения в стали / Губенко С.И., Ошкадеров С.П. - Київ: Наукова думка, 2016. - 528с.

УДК 620.9

**ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ "АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ" У  
НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"***к.т.н. Хомко Н.Ю., Національний університет "Львівська політехніка", Україна***STUDY OF THE DISCIPLINE "ALTERNATIVE ENERGY SOURCES" AT THE  
NATIONAL UNIVERSITY "LVIV POLYTECHNIC"***Ph.D. Khomko N.Y., Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

**Вступ.** Раціональне використання альтернативних джерел енергії (АДЕ) є одним із суттєвих і важливих компонентів сталого розвитку енергетики паливно-енергетичного балансу України, який сприяє поліпшенню використання і економії запасів традиційних видів енергетичної сировини, покращенню стану довкілля через зменшення кількості відходів виробництва і життєдіяльності людства. Широкий перехід на альтернативні джерела енергії не відбувається лише тому, що промисловість, обладнання та побут людей зорієнтовані на органічне паливо. А також деякі види АДЕ нестабільні, мають низьку щільність енергії, високу ціну з їх використання. Основним законом, що регулює правові відносини у сфері альтернативної енергетики в Україні є Закон України "Про альтернативні джерела енергії" (2003). Частка енергії, добутої за рахунок АДЕ становить на сьогодні близько 2 %. Згідно з українською енергетичною стратегією до 2030 року частку альтернативної енергетики буде доведено до 20 % [1]. Не впроваджуючи АДЕ і не вкладаючи кошти в енергоощадні технології, Україна консервує технологічну відсталість у впровадженні АДЕ у всю енергетику держави.

**Метою роботи** є висвітлення особливостей вивчення дисципліни "Альтернативні джерела енергії" у НУ "Львівська політехніка".

Дисципліна "Альтернативні джерела енергії" є обов'язковою в курсі підготовки студентів бакалаврів із спеціальності 101 "Екологія" і є одним із новітніх навчальних курсів. Курс має на меті формування базових знань з таких основних розділів дисципліни: сонячна енергія, вітрова енергія, геотермальна енергія, енергія біомаси. Результати навчання даної дисципліни полягають у вивченні та використанні практики застосування АДЕ у різноманітних сферах суспільного життя; шляхи використання їх для створення енергоощадних технологій і обладнання та використання їх у виробництві та побуті.

Програмою курсу передбачено п'ять розділів. Розділ 1. Загальна характеристика стану нетрадиційної енергетики, історія та перспективи розвитку: значення енергетики в розвитку економіки; потенціал АДЕ на території України; використання традиційних та альтернативних джерел енергії; ресурсна база АДЕ. Розділ 2. Сонячна енергетика: концепція розвитку сонячної енергетики; основні закони випромінювання; властивості електромагнітного випромінювання Сонця; фактори, що впливають на густину потоків випромінювання; аналіз сучасних геліосистем; аналіз конструкцій сонячних колекторів; аналіз геліосистем для тепlopостачання будинків. Розділ 3. Вітроенергетика: потенціал вітрової енергії на території України; вплив основних природних умов на ефективність роботи вітрових електростанцій; класифікація вітрових турбін та енергетичних установок; принцип роботи вітрових установок; екологічність вітроенергетики. Розділ 4. Геотермальна енергія: геотермальні ресурси України; способи використання геотермальної енергії; розрахунок геотермального тепlopостачання. Розділ 5. Енергія біомаси: енергетичний потенціал біомаси в Україні; властивості сировини для отримання біомаси; термохімічні способи перероблення біомаси; біохімічні способи перероблення біомаси.

На практичних заняттях даної дисципліни передбачено узагальнення теоретичного матеріалу; розглядаються технологічні схеми, основи побудови, методи розрахунку і практичне застосування АДЕ; наведено приклади задач з альтернативної енергетики та їх розв'язання. Складовою частиною навчального процесу є перевірка індивідуальних завдань та контрольних робіт, тестова перевірка і оцінювання знань. Загальний обсяг навчального навантаження становить 105 год: аудиторних годин – 48; в т.ч. лекції – 32 год, практичні заняття – 16 год. Підсумковий контроль проводиться у вигляді екзамену.

**Висновки.** Показано особливості вивчення дисципліни "Альтернативні джерела енергії" в Національному Університеті "Львівська політехніка".

**Список посилань.**

1. Мисак Й.С., Озарків І.М. і ін. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика: Навч. посібник. – Львів: НВФ "Українські технології", 2013. – 356 с.

УДК [551.332.56+556.557] (292.452)

**БАГАТОРІЧНА ЗМІНА ПЛОЩІ ГІРСЬКОГО ОЗЕРА МАРІЧЕЙКА  
(КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК)**

*к.т.н. Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б., Карпатський національний  
природний парк, м. Яремче*

**LONG-TERM CHANGES IN AREA OF MOUNTAIN LAKE MARICHEIKA  
(CARPATHIAN NATIONAL NATURE PARK)**

*Ph.D. Korchemlyuk M.V., Kravchinskiy R.L., Savchuk B.B., Carpathian National Nature Park, Yaremche*

**Вступ.** В еволюції будь-якого озера виділяється чотири основні стадії розвитку: юність, зрілість, старість та відмирання. Кожен з етапів супроводжується зміною певних морфометричних характеристик водойми [1]. Розвиток улоговин гірських водойм підпорядковуються законам, що й в інших фізико-географічних країнах. Особливу увагу ми приділили вивченню гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати, Карпатський національний природний парк). Проведені нами раніше дослідження [4] дозволили виявити зв'язок окремих морфометричних характеристик озер Чорногірського масиву з компонентами навколишнього природного середовища.

**Виклад матеріалу.** Основні результати вивчення морфометричних параметрів Марічейки висвітлено у працях професора Львівської політехніки Т. Вісьньовського (T. Wiśniowski, 1888) та науковців Львівського національного університету ім. Івана Франка – Г.П. Міллера (1964), Т.І. Микітчака (2010) [5], А.І. Кокіша (2010) [3], Й. Гера та А. Кишенюка (2013) [2].

У травні та жовтні 2017 р. у рамках проведення експедиційних досліджень на Чорногірському масиві фахівцями Карпатського національного природного парку було детально визначено контур водного дзеркала оз. Марічейка з використанням GPS-навігатора. Ширина, довжина та площа визначалась з використанням повнофункціональної геоінформаційної системи Mapinfo Professional.

Марічейка виникла шляхом заповнення талими льодовиками і сніговими водами западини на дніщі кару, закритого із зовнішнього боку стадіальною мореною [6]; озеро стічне, але заростає (особливо південна її частина). Довжина озера – 101 м (за нашими даними – 110 м), ширина – 62 м (за нашими даними – 0,056), максимальна глибина – 4,75 м, а площа водного дзеркала – 0,38 га [3]. Ще у 60-х рр. ХХ ст. за формою водойма була близька до овалу, повторювала обриси прилеглої схилу кара та морени, за якою знаходиться. Сьогодні водойма має неправильну прямокутну форму [3]. Аналіз сучасних космознімків та натурні обстеження території дозволили виявити, що площа озера в далекому минулому сягала близько 0,007 км<sup>2</sup> (0,7 га). Виходячи з даних Т. Вісьньовського, щодо довжини Марічейки у 80-х роках ХІХ ст. (125 м.) [5] нами було реконструйовано тодішню її площу, яка становила близько 0,005 км<sup>2</sup> (0,5 га). Такі ж показники відмічено у результаті проведених досліджень 2008 року [6]. За даними експедиційних робіт останніх років [2, 3] та наших вимірювань 2017 р. сучасна площа озера становить 0,0038- 0,0039 км<sup>2</sup> (0,38-0,39 га).

**Висновки.** За історію свого існування площа озера зменшилась майже удвічі; процес заростання продовжується і сьогодні (зокрема у південній частині), але менш інтенсивно. Незначна відмінність результатів досліджень останніх років різних авторів може бути пов'язана із зміною динамічних параметрів самої водойми (зміна рівнів води), використанням різних методик та методів. Перспективи подальших робіт пов'язані з вивченням озерної сплавини, а також детальним дослідженням інших морфометричних параметрів озера.

**Список посилань.**

1. Богословский Б.Б. Озероведение / Б.Б. Богословский. М.: Издательство Московского университета, 1960. – 335 с.
2. Гера Й. Морфометричні особливості озерних улоговин Чорногірсько-Свидовецького масиву Українських Карпат / Й. Гера, А. Кишенюк // Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії в Україні: Матеріали ХІV-студентської наукової конференції (Львів, 24 квітня 2013 р.). – С. 165-175.
3. Кокіш А.І. Рекреаційно-геоморфологічні дослідження озер Чорногори / А.І. Кокіш // Фізична географія та геоморфологія, 2010. – Вип. 1 (58). – С. 319-326.
4. Корчемлюк М. В. Основні закономірності поширення карових озер на території Українських Карпат. / М. В. Корчемлюк, Р.Л. Кравчинський, Б.Б. Савчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2017. – №1 (15). – С.81-89.
5. Микітчак Т.І. Трансформація екосистем льодовикових озер Українських Карпат / Т.І. Микітчак // Ecology and poospherology, 2017. – Vol. 28, no. 3-4 – С.28-36.
- Міллер Г.П. Льодовикові озера Чорногори / Г.П. Міллер // Вісник Ордена Леніна Державного університету ім. Ів. Франка. Серія : географічна. – 1964. – С. 44-52.

УДК 551.508.77

**МЕХАНІЧНИЙ ВИМІРНИК АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ***к.т.н. Мартиненко С.А., Мірзак Т.П., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький***MECHANICAL MEASURING DEVICE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION***Ph.D. Martinenko S.A., Mirsak T.P., Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy*

**Вступ.** Одним з параметрів контролю навколишнього середовища є кількість атмосферних опадів, які складаються з часток води як у рідкому, так і твердому виді, що надходять з атмосфери на земну поверхню. З цією метою використовують Опадомір Третьякова "О-1" [1] в якому зняття показників виконується, практично, після кожного дощу що потребує наявності постійного персоналу, або Сумарний опадомір М-70 [2], що застосовується у віддалених і важкодоступних місцях. Недоліком цього пристрою є наявність в резервуарі мінерального масла, бо для визначення кількості опадів треба його відокремити від маси опадів, а це складна операція, що потребує певного часу. Крім того, після вимірювання необхідно очистити резервуар від залишків масла та замінити його на нове.

**Виклад матеріалу.** Нами запропонована конструкція механічного опадоміру, який, на наш погляд, позбавлений цих незручностей. Механічний опадомір (рис. 1) складається з резервуара 1, вимірювального циліндру 2, поплавця 3, зубчастого штоку 4, зубчастого колеса 5, шкали 6, покажчика 7, храпового колеса 8, храповика 9, вісі 10 та кронштейна 11.

Опади збираються в резервуарі 1 і, відповідно до Закону про сполучених посудин, проходять до вимірювального циліндру 2. Поплавець 3 спливає і разом з ним піднімається зубчастий шток 4, який через зубчасте колесо 5 та храпове колесо 8, що встановлені на вісі 10, і храповик 9, встановлений на зубчастому колесі 5, повертає шкалу 6, біля якої встановлено покажчик 7. В міру випару води в резервуарі 1, її рівень падає. Відповідно падає рівень води в вимірювальному циліндрі 2. Поплавець 3 разом з зубчастим штоком 4, їде донизу, обертаючи зубчасте колесо 5 на якому встановлено храпове колесо 8, в зворотному напрямі. При цьому храпове колесо 8 завдяки храповику 9 стопориться та фіксує отримане положення шкали 6. При наступних опадах цикл вимірювання повторюється, при чому шкала 6 повертається далі, що дає можливість визначити сумарний покажчик усіх опадів за тривалий час.

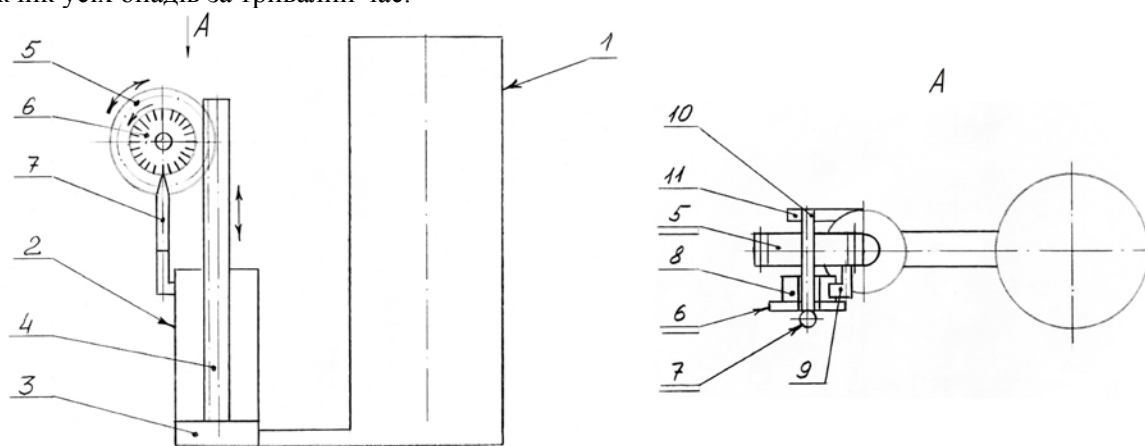


Рисунок 1 – Механічний опадомір

**Висновки.** Головним параметром конструкції, який підлягає практичному уточненню є об'єм резервуару. Він залежить від величини опадів що очікуються в даній місцевості та терміну перерв між відвідуваннями.

Новизна розробки підтверджується патентом на корисну модель UA №105645. Опубл. 25.03.2016, бюл. № 6.

**Список посилань.**

1. Осадкометр Третьякова О-1: [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту: <http://www.xn--80a1cmxhn.xn--p1ai/catalog/meteorologiya/osadkomery/o-1.htm>
2. Осадкомер сумарный М-70: [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту: <http://www.gidrometpribors.ru/M-70.html>

УДК 502.175 : 658.567.5 : 663.48

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД***д.пед.н. Мітрясова О.П., Степанова О.І., Чорноморський національний університет  
ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна***ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF TREATMENT FACILITIES***Doct. Mitryasova O., Stepanova O., Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine*

**Introduction.** Literary sources of the environmental aspects and impacts assessment of sewage treatment were analyzed on the basis of the enterprise method. Environmental aspects and impacts that may occur during normal and abnormal operation of treatment facilities in the enterprise were presented and justified. The object of research is the treatment facilities of the brewery.

**Results.** Methodology is in improving the method for assessing the environmental aspects and impacts on the environment through total calculation criteria on a scale of importance to the impact of follow-up [1; 2].

Procedure and especially the stages of the environmental aspects assessment and impacts were described. Division into two categories of operating modes allows calculating the "Importance of influence" in terms of the normal operation of treatment facilities and non-standard situations that may arise.

The analysis of aspects and impacts on the environment covers the following stages: identification of all aspects of activities, products and services and assessment of their importance. The general approach to assessing aspects and impacts is presented in table 1.

Table 1 – The general approach to assessing aspects and impacts

Criterion of importance	Scheme of assessment
Impacts on the environment (Does the aspect create a real impact?)	Low - low impact, no noticeable changes. Average - low, but potentially noticeable. High - strong influence, noticeable change through the place of influence.
Legal liability (How serious is this aspect regulated by local, state or company norms?)	Low - the question is not regulated. Average - violation or potential penalty. High - possible criminal liability.
Opinion of interested persons and complaints	Low - never. Average - sometimes. High - often.
Financial expenses (Will it exceed the cost of resolving the issue?)	Low - costs far exceed profits Average - neutral. High - profit exceeds costs.
Frequency (How often does the aspect affect?)	Low - occurs less than once a year. Average - occurs either once a month or once a year. High - occurs monthly or more often.

**Conclusion.** As a result, the most important "The importance of influence" is defined under abnormal operating conditions (risk), flooding pumps - 9 points, burst DPS - 9 points and aeration tank corrosion design - 9 points. These aspects are of high importance and must turn in a plan of action in case of emergency. The use of this technique will prevent environmentally hazardous risks to the environment or the occurrence of an emergency at the plant. Measures to reduce the risk of a dangerous situation or an accident during operation of treatment facilities are presented.

**References.**

1. Методика оценки экологических рисков. – Николаев, 2016. – 18 с. *Metodyka otsenky ekolohycheskykh ryskov. – Nykolaev, 2016. – 18 p. (in rush.)*
2. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. - Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. – 171 p.

УДК 550.462:622.363

**МОНІТОРИНГ ПРОЦЕСІВ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ОЗЕРА  
ЯВОРІВСЬКОГО СІРЧАНОГО КАР'ЄРУ***д.т.н. Мокрий В.І., д.т.н. Мороз О.І., д.т.н. Петрушка І.М., Бобуш О.А., Національний  
університет "Львівська політехніка", Україна;**док.хаб. Урбан Д., док. Сендер Дж., Природничий університет в Любліні, Польща***MONITORING THE REVITALIZATION PROCESSES OF THE TECHNOGENIC  
LAKE OF YAVORIV SULFUR QUARRY***Doct. Mokryi V., Doct. Moroz O., Doct. Petrushka I., Bobush O., Lviv Politechnic National University;  
Doct. Urban D., Ph.D. Sender J., University of Life Sciences in Lublin, Polish*

**Introduction.** Yavoriv Lake is a technogenic basin (maximum depth - 70 metres, area -1080 hectares) and it is created as a result of water filling the sulfur quarry. After the cessation of sulfur extracting, there was implemented the post – mining project for the quarry elimination, recovering of technogenic landscape, land reclamation. Natural processes of water quality self-healing of the lake by filling the notch by the Shklo river water, riverbanks self-landslides and reclining, natural phytomelioration, afforestation of technogenic landscapes are used. Therefore the monitoring of the natural-technogenic limosystem's functioning of Yavoriv Lake is necessary for the environmental sustainability of this territory.

**Materials presentation.** Revitalization processes of the technogenic lake, which is at the stage of formation, have began after the removal of mining equipment from the quarry and discontinuation of drainage. Monitoring of the sulfur quarry transformation into the lake includes studying the dynamics of hydrochemical parameters, the hydrophysical regime, exploring of coast morphological changes due to landslides, collapses, wave washouts, erosion, analysis of phytomelioration aspects of self-restoration of the coastal landscape. The experience of Machuw sulfur quarry transformation into a lake in Poland is expedient to use. The geological and hydrogeological conditions of our sulfur deposits are similar to those in Poland. Sulfur ore contains the aquifer of mineralized hydrogen sulphide water. Above it there is a powerful clay-marl thickness where there are many slides. The chemical composition of lake water formes gradually.

The main process of the first phase is the mixing of mineralized groundwater and fresh surface waters. As the water level increases, the influx of groundwater decreases. Groundwater share decreases in the mixture, the water becomes less mineralized. The deformations of the quarry sides are essential, as a result of which destruction products cover the output of chemically active rocks. A considerable amount of material is brought to the lake as a result of erosion processes. Water purifies itself, whereas mixing of water between groundwater and surface-water systems leads to hydrogen sulfide oxidizing. Photosynthetic activity of coastal aquatic vegetation improves the water quality. The upper oxygen zone's thickness is 20 m and it has a mineralization of about 1 g / l in the Yavoriv lake. Deeper water contains up to 20-30 mg / l of hydrogen sulfide, and the salt content is 1.5-2 g / l. The ratio between the surface and groundwater stabilizes and further water desalination is carried out after the pit flooding. The time of this stage is determined by the period of water exchange and by climatic factors. Mainly the upper zone participates in the water exchange process and it coincides with the mark of the tops of internal dumps. There are accumulations of groundwater in the recesses.

Abrazia shores due to landslides and wave erosion is actively developing at the beginning of flooding. Increasing the water level to alluvial deposits, that are easily blurred, has led to an intensification of coastal erosion. On some areas was formed a clip up to 6 m high. The coastal shallow has a width of 1-2 m and it is absent at all in some places, because products of the erosion have a fluid consistency and pop up to the bottom. In the past years after the flooding of a quarry (2007), the maximum depth of erosion in the areas of sandy loam and sand was 12-15 m. Clay coasts are blurred for about 3-4 m. The main delay erosion factor is shores overgrowing with reeds. Reed extinguishes waves and strengthens shores with rhizomes. There are no outbuildings on most of the Yavoriv Lake shores unlike there are a lot in Machuv Quarry in Poland. Landslides and erosion have beneficial effects because they provide material for the accumulation of sand-clay rocks at the bottom of the quarry, it isolates the exits of sulfur ore and gypsum. Nature creates a slightly penetrating screen itself at the bottom of the lake. The wave activity leads to the formation of shallow areas suitable for swimming.

**Summary.** Monitoring of the revitalization processes of Yavoriv Lake gives an opportunity to establish a water protection strip, which is measured from the real coastline. According to water legislation in this lane it is allowed to perform only afforestation and work that is necessary for the future recreational use of the lake.

УДК [551.506.8+551.583] (292.452)

## ФЕНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ У ВИВЧЕННІ КЛІМАТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

*Мотрук М.В., Петрашчук Я.В., Кравчинський Р.Л., Карпатський національний  
природний парк, м. Яремче*

## PHENOLOGICAL ASPECT IN THE STUDY OF CLIMATIC FEATURES OF THE CARPATHIAN NATIONAL NATURAL PARK

*Motruk M.V., Petrashchuk Ya.V., Kravchinskiy R.L., Carpathian National Nature Park, Yaremche*

**Вступ.** Рослинність є найважливішим компонентом природної екосистеми, найбільш чутливим до процесів глобальних кліматичних змін та екологічної ситуації у навколишньому середовищі (Seddonet al, 2016; Bachelet et al, 2001; Pudaset al, 2008; Варламова, Соловійов, 2012а, 2012b; Varlamova, Solovyev, 2015-го, 2016).

Карпатський національний природний парк (КНПП) є першим і одним із найбільших (площа 505 км<sup>2</sup>) природних парків у нашій країні [1]. Відповідно до закону "Про природно-заповідний фонд України" одним із основних завдань національних природних парків є збереження цінних природних комплексів і об'єктів, реалізація якого не можлива без вивчення регіональних та локальних метеорологічних особливостей територій. Розташування КНПП у трьох фізико-географічних областях провінції Східних Карпат Карпатської гірської країни та своєрідні ландшафтно-геоморфологічні відмінності у різних частинах парку обумовили регіональні та локальні особливості метеорологічних умов [1]. Існуюча мережа основних пунктів метеоспостережень, що знаходиться у м. Яремче та проводиться на СЛС Пожижевська (відомство Українського гідрометеорологічного центру ДСНС України) не здатна забезпечити достатньою інформацією щодо змін клімату на території КНПП. Тому слід використовувати усі інші доступні методи і засоби, серед яких фенологічні дослідження займають одне з пріоритетних місць.

**Виклад матеріалу.** В останні роки відмічається активізація впливу кліматогенних факторів на рослинний світ Українських Карпат [2]. Дослідженню зміни термінів фенологічних подій на фоні кліматичних змін присвячено низку наукових праць (Muneniet al, 1997; Tucker et al, 2001; Delbart et al, 2008; Eastman et al, 2013; Zhao et al., 2015).

Фенологічні спостереження на території КНПП проводяться працівниками наукового відділу та службою державної охорони на фенологічних пунктах і постійних комплексних фенологічних маршрутах відповідно до "Інструкції..." (від 06.003.1992 р.). Дослідження охоплюють різні висотні зони; результати записують у спеціальні картки та щоденники, складається «Календар природи».

За результатами статистичної обробки результатів фенологічних спостережень з метеорологічними показниками (на прикладі ялини європейської) виявлено значний взаємозв'язок річних опадів (пряма кореляційна залежність) та сонячною активністю (обернений зв'язок) зі зміною дати кінця цвітіння, початку та кінця дозрівання, а також початку розсіювання плодів. Зі зміною температурних показників пов'язані дати початку ( $R=0,57$ ) та кінця наростання пагонів ( $R=0,73$ ) на усіх висотних зонах, а також початок цвітіння *Picea abies* на висоті 800 м і більше ( $R=0,74$ ). Цікавим виявився результат дослідження зв'язку фенологічних явищ та річкового стоку : майже в усіх випадках спостерігалася чітка обернена залежність між сезонною ритмікою рослини та витратою води у р. Прут (м. Яремче) ( $R= -0,46 -0,94$ ).

**Висновки.** З усіх факторів середовища найбільший вплив на фенологічні явища здійснює клімат – опади, температура та сонячна активність. За результатами досліджень виявлено відносну стабільність у зміні сезонної ритміки фенологічних явищ за період 2012-2017 рр. (відхилення  $\pm 1-2$  дні). Зв'язок сезонної ритміки рослин з річковим стоком відкриває нові можливості досліджень при прогнозуванні кількісної оцінки водних ресурсів на території КНПП.

### Список посилань.

1. Карпатський національний природний парк: монографія / Киселюк О.І., Чернявський М.В., Приходько М.М. та ін. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. – 672 с.
2. Кліматогенні зміни рослинного світу Українських Карпат : монографія / М-во освіти і науки України, НАН України, Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного, Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича ; наук. ред.: Я. П. Дідух, І. І. Чорней. - Чернівці : Друк Арт, 2016. – 280 с.
3. Коробов Р. Уязвимость к изменению климата : Молдавская часть бассейна Днестра : Монография /Р. Коробов, И. Тромбицкий, Г. Сыродоев, А. Андреев. – Кишинев : Elan Poligraf, 2014. – 336 с.
4. Соколов Л.В. Климат в жизни растений и животных / Л.В. Соколов. – СПб., изд-во «ТЕССА», 2010. – 344 с.

УДК 544.726

**МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗШИРЕНОЇ ТРЬОХПРОВІДНОЇ МОДЕЛІ  
ПРОВІДНОСТІ ІОНООБМІННОЇ СМОЛИ КУ-2***к.т.н. Петрушка К.І., д.т.н. Мальований М.С., д.т.н. Петрушка І.М., Національний університет  
"Львівська політехніка", Україна***MODELING OF PARAMETERS OF EXTENDED THREE-WIRELESS MODEL OF  
CONDUCTIVITY OF ION-EXCHANGE BLOCK KU-2***Ph.D. Petrushka K.I., Doct. Malyovanyy M.S., Doct. Petrushka I.M., Lviv Polytechnic National  
University, Ukraine*

**Вступ.** Стічні та шахтні води у випадку їх недостатнього очищення потрапляючи в поверхневі водойми, ґрунтові води, водоносні пласти створюють загрозу забруднення цих середовищ, а оскільки гідросфера є однією із складових біосфери - відповідно і загрозу для довкілля в цілому.

Електродіаліз є одним із головних методів мембранних технологій, це комбінований метод, в якому суміщаються процеси електролізу та діалізу. Процес очищення стічних та шахтних вод електродіалізом базується на поділі іонізованих речовин під дією електрорушійної сили, яка створюється в розчині по обидві сторони мембран. Для того, щоб виключити процес дифузії, необхідно, щоб іонопроникні мембрани володіли селективністю, тобто здатністю пропускати іони із зарядом одного знаку.

Основною перевагою електродіалізу перед іонообмінною технологією є те, що у цьому методі не використовуються хімічні реактиви, процес можна проводити безперервно.

**Виклад матеріалу.** Для удосконалення процесу електродіалізу нами запропоновано заповнення міжмембранного простору гранульованими іонообмінними матеріалами. Основне значення цих іонообмінних матеріалів в тому, що на їх гетерополярних границях із іонообмінними мембранами проходить необоротна дисоціація води, в процесі якої генеруються водневі та гідроксильні іони, які беруть участь в безперервній електрохімічній регенерації іонообмінного матеріалу і виникає поєднаний транспорт із іонами мінеральних домішок води. Тому значний інтерес викликає використання іонітів у формі гранул як міжмембранної засипки.

Використання прокладок із електроізоляційних матеріалів приводить у електродіалізі до суттєвого збільшення падіння напруги і зменшення робочої поверхні мембран. Але для успішного застосування в електродіалізі прокладок із електроізоляційних матеріалів необхідною умовою є попереднє дослідження електропровідності матеріалів, які будуть застосовуватись для міжмембранної засипки.

Електрометричний метод визначення електропровідності дозволяє прискорити та збільшити точність її визначення в порівнянні з іншими методами.

Нами досліджувалась електропровідність іонообмінної смоли КУ-2 як міжмембранної засипки в системах "іонообмінна смола – розчин NaCl" та "іонообмінна смола – розчин NH<sub>4</sub>Cl".

Іоніт поміщався в вимірювальну комірку і приводився в рівновагу з досліджуваним розчином. Коміркою була іонообмінна колонка з пористим дном і двома зафіксованими в стінці колонки електродами. Рівноважний розчин видалявся центрифугуванням, комірку поміщали в гумовий футляр і витримували в термостаті за постійної температури 25<sup>0</sup>С. За допомогою моста змінного струму (1000 Гц) вимірювався опір комірки, з величини якого обчислювалась питома електропровідність іоніту.

Для розрахунку величини струму, що протікає через різні структурні фрагменти неоднорідної системи, може бути використана трьохпровідна модель, спочатку розроблена для іонообмінних колонок. Після доповнення цієї моделі рівняннями зв'язку між її параметрами та структурними параметрами двохфазної моделі з'явилася можливість використовувати таку розширену модель для опису електропровідності смол і мембран. Іонообмінні смоли, як і мембрани, є мікрогетерогенними матеріалами, що складаються з гелевої фази та включень рівноважного розчину.

**Висновки.** Аналіз параметрів розширеної трьохпровідної моделі провідності іонообмінної смоли КУ-2 в різній іонній формі показав, що, незалежно від природи протиіона, основна частка струму в іоніті переноситься через канал з послідовним розташуванням провідних фаз гелю та розчину. Виявлені відмінності в модельних параметрах для смоли в сольовій і протонній формі, пов'язані з особливим механізмом перенесення протона, підтверджують адекватність застосованого підходу для оцінки впливу природи протиіона на перенесення струму через структурні фрагменти сульфокатіонітової смоли.

УДК 504.064.3

## НОВІТНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

*д.т.н. Погребенник В.Д., Подольчак І.І., Національний університет "Львівська політехніка"*

### NEW INFORMATION TECHNOLOGIES OF MANAGEMENT SOLID WASTE

*Doct. Pohrebennyk V.D., Podolchak I.I., Lviv Polytechnic National University*

**Вступ.** Нині у багатьох країнах постала проблема накопичення відходів та неналежного поводження з ними [1]. Проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) має розглядатися, як один з основних чинників екологічної безпеки. У плані вибору пріоритетів необхідно виходити з оцінювання відходів як ресурсоцінного джерела, екологічно небезпечного чинника та чинника економічного піднесення.

Однак заходи, які вживаються для запобігання їх утворення, нині недостатні. Необхідно оптимізувати управління та утилізацію відходів. Тому потрібна інша альтернатива для ефективного управління ТПВ.

*Мета роботи* – висвітлення новітніх інформаційних технологій поводження з ТПВ.

**Виклад матеріалу.** Із розвитком світових інноваційних технологій неодмінному переорієнтуванню повинні також пройти системи та механізми управління ТПВ на радикально нові чи вдосконалені технології. Такими новітніми технологіями є: підземні та напівпідземні системи зберігання [2]. У цих технологіях сміттеві контейнери замінюють на підземні пункти збору. Ця технологія є корисною для умов теплого періоду року, оскільки відходи будуть зберігатися під землею за відносно низької температури, що дозволяє уникнути неприємних запахів від сміття. З іншого боку, технологія вимагає менше технічного обслуговування та більш естетично прийнятна.

Еволюція інформаційно-комунікаційних технологій започаткувала створення ефективних інтегрованих систем поводження з відходами. Це спосіб поєднання систем збору та сортування відходів і систем, орієнтованих на Web-GIS. Таке комплексне застосування полягає в управлінні всім циклом відходів, починаючи з місця їх утворення до утилізації шляхом автоматизації і оптимізації кожного етапу.

Поєднання технології ZigBee та GSM є найновішою тенденцією у сфері збору відходів. У цій технології сенсори розміщують у баках для відходів для виявлення їх наповнення. Як тільки досягнуто пороговий рівень у контейнерах, то сигнал від сенсора надходить на контролер. Це дасть водієві інформацію про необхідність термінового спорожнення контейнера. Інформація буде відправлена через СМС-повідомлення за допомогою системи визначення координат GSM [3].

Ще одним методом отримання такої інформації та який додатково надасть можливість здійснювати контроль, може служити створений у майбутньому, новий додаток до смартфона та планшета. Мета якого, також допомогти правильно відсортувати відходи, а також повідомити відповідну установу: підприємство, яке обслуговує ці баки чи міський департамент екології, про повні контейнери.

Існуватиме можливість зробити фотознімок та надіслати це фото до вище вказаних установ, які вживуть належних заходів у випадку виявлення безгосподарські відходів, стихійних звалищ чи переповнених контейнерів.

В Україні варто також створити систему для покращення інформаційного забезпечення про правильне сортування типів відходів. Вона має містити спеціальний електронно-інформаційний термінал.

**Висновки.** Подано особливості новітніх інформаційних технологій поводження з ТПВ з використанням технологій Web-GIS, ZigBee та GSM.

#### **Список посилань.**

1. Лункіна Т. І. Утилізація твердих побутових відходів в Україні як фактор економічного піднесення країни / Т. І. Лункіна, Т. М. Каратай // Наукові праці: науково-методичний журнал. – Економіка. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили – 2016. – № 273 (285) С. 118-123.
2. M. Hannan, M. Arebey, H. Abdullah, R. Begum, H. Basri. Journal of Applied Sciences Research, 1961-1964, 7(12) (2011).
3. W. Saleem, A. Zulfiqar, M. Tahir, F. Asif, G. Yaqub. A review. International Journal of Advanced Science and Research. 22-29, 10 (2016).

УДК 504.062.4

## АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*д.т.н. Погребенник В.Д., Джумеля Е.А., Національний університет "Львівська політехніка"*

### ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ENVIRONMENT DUE TO ACTIVITY OF THE MINING AND CHEMICAL ENTERPRISE

*Doct. Pohrebennyk V.D., Dzhumelia E.A., Lviv Polytechnic National University*

**Вступ.** Проблема рекультивації та раціонального використання земель у наш час надзвичайно актуальна, як у нашій країні, так і в усьому світі. При видобуванні корисних копалин, особливо відкритим способом, неминуче руйнується поверхня землі. У результаті відкритих розробок родовищ, порушується поверхня землі, утворюються відвали, кар'єри, шламонагромаджувачі і хвостосховища тощо.

**Виклад матеріалу.** Необхідною умовою діяльності гірничих підприємств згідно з гірничим кодексом України є повернення порушених кар'єром земель у стан, безпечний для людей і майна та придатний для використання в суспільному господарстві. Тому, головним питанням сьогодення залишається проблема відновлення відпрацьованих земель гірничодобувними підприємствами, тобто доведення їх до стану придатного до подальшого використання.

Важливим є виявлення і відокремлення техногенних порушень при діяльності підприємства для дієвої і точної рекультивації та реабілітації порушеної території.

*Метою роботи* є аналізування техногенних порушень стану довкілля при діяльності гірничо-хімічного підприємства.

Відкритий спосіб видобування корисних копалин супроводжується негативним впливом на природне середовище, передусім, на ландшафт та гідрогеологічний режим прилеглої території.

При розробленні корисних копалин існує декілька форм ландшафтних порушень земної поверхні: канали, траншеї, кар'єри, розрізи, полігони, відвали, хвостосховища. Відкриті розробки родовищ характеризуються найбільшими ландшафтними порушеннями, причому більша частина їх це є відвали розкривних порід, які розміщуються за межами кар'єрного поля. Крім того, кожна порушена при відкритій розробці родовищ ділянка землі шкідливо впливає на ділянку приблизно такої ж площі прилеглої території.

Діяльність гірничо-хімічного підприємства забруднює довкілля важкими металами, шкідливими речовинами. Особливо поширене забруднення ґрунтів та водного середовища (підземні та поверхневі води) за такими забрудниками: цинк, плумбум, свинець, стронцій, хром, манган та ін. Крім цього, в результаті хімічної діяльності можлива зміна кислотності ґрунтів.

Водне середовище забруднене за компонентами сольового складу, еколого-санітарними показниками, показниками токсичної та радіаційної дії. Так само, як важкі метали забруднюють ґрунтове середовище, вони впливають і на водне.

У випадку закриття гірничо-хімічного підприємства повинна проводитись ліквідація та рекультивація території, порушеної гірничими роботами. Рекультивація земель – це здійснення різноманітних робіт, метою яких є не тільки часткове перетворення природних територіальних комплексів, порушених промисловістю, але й створення на їх місці ще продуктивних і раціонально організованих елементів культурних антропогенних ландшафтів, тобто в кінцевому рахунку оптимізація техногенних ландшафтів, покращення умов довкілля. В останні роки рекультивація земель входить до програми "Людина і природа" і порушує досить складні питання медико-біологічного характеру, які пов'язані з розвитком і запобіганням різним захворювань, що призводять до інвалідності та передчасної смерті. Враховуючи це, в основу теорії рекультивації порушених земель необхідно покласти концепцію просторової локалізації та нейтралізації шкідливих впливів відкритих гірничих робіт на довкілля і створення умов для активного самовідновлення з використання родючих ґрунтів, попередньо знятих із земель гірничого відводу. Основний фундамент проведення рекультиваційних робіт – селективне і скероване формування оптимальних гірничопромислових ландшафтів для цільового народногосподарського призначення.

**Висновки.** Отже, діяльність гірничо-хімічного підприємства порушує ґрунтове та водне середовище. В зв'язку з цим, є необхідність проведення рекультиваційних робіт після припинення діяльності підприємства. Ефективність рекультивації значною мірою залежить від строків і якості її проведення. Повторне використання рекультивованих земель може бути раціональним та ефективним лише у разі правильного вибору напрямку відновлюваних робіт на порушених землях.

УДК 519.237.5

**ПОБУДОВА РІВНЯНЬ, ДОВІРЧИХ ІНТЕРВАЛІВ ТА ІНТЕРВАЛІВ  
ПЕРЕДБАЧЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ РЕГРЕСІЙ НА ОСНОВІ БАГАТОВИМІРНИХ  
НОРМАЛІЗУЮЧИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ**

*д.т.н. Приходько С.Б., к.е.н. Приходько Н.В., к.т.н. Пугаченко К.С., Національний університет  
кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна*

**BUILDING THE EQUATIONS, CONFIDENCE AND PREDICTION INTERVALS OF  
NON-LINEAR REGRESSIONS ON THE BASIS OF MULTIVARIATE NORMALIZING  
TRANSFORMATIONS**

*Doct. Prykhodko S.B., Ph.D. Prykhodko N.V., Ph.D. Pugachenko K.S., Admiral Makarov National  
University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine*

**Introduction.** A normalizing transformation is often a good way to build equations, confidence and prediction intervals of non-linear regressions [1-3], and it is often used for that purposes in empirical software engineering, information technology, biometry, ecology, finance, etc. However, well-known techniques for building the equations, confidence and prediction intervals of non-linear regressions are based on the univariate normalizing transformations, which do not take into account the correlation between random variables in the case of normalization of multivariate non-Gaussian data. This leads to the need to use the multivariate normalizing transformations, which take into account that correlation to build equations, confidence and prediction intervals of non-linear regressions. We consider the techniques based on the multivariate normalizing transformations to build the equations, confidence and prediction intervals of non-linear regressions for multivariate non-Gaussian data.

**Presentation of the material.** The non-linear regression equation will have the form  $\hat{Y} = \psi_1^{-1}[\bar{Z}_Y + (\mathbf{Z}_X^+) \hat{\mathbf{b}}]$ , where  $\hat{Y}$  is prediction non-linear regression equation result;  $\hat{Z}_Y$  is prediction linear regression equation result for values of components of vector  $\mathbf{z}_X = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_k\}$ ,  $\hat{Z}_Y = \bar{Z}_Y + (\mathbf{Z}_X^+) \hat{\mathbf{b}}$ ;  $\mathbf{Z}_X^+$  is the matrix of centered regressors that contains the values  $Z_{1i} - \bar{Z}_1, Z_{2i} - \bar{Z}_2, \dots, Z_{ki} - \bar{Z}_k$ ;  $\hat{\mathbf{b}}$  is estimator for vector of linear regression equation parameters,  $\mathbf{b} = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}^T$ ;  $\psi_1^{-1}$  is the first component of inverse transformation  $\mathbf{P} = \boldsymbol{\Psi}^{-1}(\mathbf{T})$  for multivariate normalizing transformation  $\mathbf{T} = \boldsymbol{\Psi}(\mathbf{P})$  of non-Gaussian random vector  $\mathbf{P} = \{Y, X_1, X_2, \dots, X_k\}^T$  to Gaussian random vector  $\mathbf{T} = \{Z_Y, Z_1, Z_2, \dots, Z_k\}^T$ .

The confidence interval for nonlinear regression is

$$\psi_1^{-1} \left( \hat{Z}_Y \pm t_{\alpha/2, v} S_{Z_Y} \left\{ \frac{1}{N} + (\mathbf{z}_X^+)^T \left[ (\mathbf{Z}_X^+)^T \mathbf{Z}_X^+ \right]^{-1} (\mathbf{z}_X^+) \right\}^{1/2} \right),$$

where  $t_{\alpha/2, v}$  is a quantile of student's  $t$ -distribution with  $v$  degrees of freedom and  $\alpha/2$  significance

level;  $(\mathbf{z}_X^+)^T$  is one of the rows of  $\mathbf{Z}_X^+$ ;  $S_{Z_Y}^2 = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^N (Z_{Yi} - \hat{Z}_{Yi})^2$ ;  $v = N - k - 1$ .

The prediction interval for non-linear regression is

$$\psi_1^{-1} \left( \hat{Z}_Y \pm t_{\alpha/2, v} S_{Z_Y} \left\{ 1 + \frac{1}{N} + (\mathbf{z}_X^+)^T \left[ (\mathbf{Z}_X^+)^T \mathbf{Z}_X^+ \right]^{-1} (\mathbf{z}_X^+) \right\}^{1/2} \right).$$

**Conclusion.** In general, when building the equations, confidence and prediction intervals of non-linear regressions for multivariate non-Gaussian data, one should use multivariate normalizing transformations. Usually poor normalization of multivariate non-Gaussian data or application of univariate transformations instead of multivariate ones to normalize such data may lead to increase of width of the confidence and prediction intervals of non-linear regression.

**References.**

1. D. M. Bates, D. G. Watts, Nonlinear Regression Analysis and Its Applications. Wiley, 1988. – 384 p.
2. T. P. Ryan, Modern regression methods. Wiley, 1997. – 529 p.
3. S. B. Prykhodko, Developing the software defect prediction models using regression analysis based on normalizing transformations in “Modern problems in testing of the applied software” (PTTAS-2016), Abstracts of the Research and Practice Seminar, Poltava, Ukraine, May 25-26, 2016. – P.6-7.

УДК 665.7

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ НГВУ "БОРИСЛАВНАФТОГАЗ" ПАТ "УКРНАФТА"  
НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ***к.т.н. Шибанова А.М., Юрків Х.І., Національний університет "Львівська політехніка", Україна***ANALYSIS OF THE INFLUENCE OIL AND GAS MINING DEPARTMENT  
"BORYSLAVNAFTOGAZ" PUBLIC STOCK COMPANY "UKRNAFTA"  
ON THE ENVIRONMENT***Ph.D. Shybanova A.M., Yurkiv Kh., Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

**Вступ.** Функціонування нафтогазової галузі пов'язане з такими основними екологічними проблемами [1, 2]:

- при видобутку нафти зустрічається попутний газ, який газопереробні заводи не встигають переробляти і він йде в "факела", в результаті горіння яких забруднюється атмосфера;
- при видобутку нафти і газу на великій глибині забруднюються підземні води, які впадають у річку, що згубно відбивається на її якості та негативно позначається на рибному господарстві - навіть незначні домішки нафтопродуктів у водоймах надають рибі неприємного присмаку і запаху, а у великій кількості призводять до її загибелі;
- в результаті інтенсивного видобутку нафти і газу відбувається виснаження ресурсів;
- порушується зовнішній вигляд природних ландшафтів.

*Метою роботи є оцінювання впливу НГВУ "Бориславнафтогаз" ПАТ "Укрнафта" на навколишнє середовище*

**Виклад матеріалу.** НГВУ "Бориславнафтогаз" здійснює промислову розробку на 10 нафтових родовищах. В діючому фонді станом на 01.01.2017р. знаходиться 537 нафтові, 17 нагнітальних та 62 дегазаційні свердловини. Видобуток нафти, в основному, ведеться механізованим способом і лише 1,9 % свердловин експлуатується фонтанним способом.

Об'єкти, що на сьогоднішній день знаходяться в прибережній захисній смузі, були збудовані до 1983 року та на сьогодні припинити видобуток нафти з старих родовищ – Бориславське, Східницьке та Стрільбицьке, які експлуатуються відповідно з 1810 р., 1859 р. та 1881 р. неможливо. На даний час вищевказані родовища гранично виснажені та обводнені. Свердловини на цих родовищах мають недосконалу конструкцію (багатоколонні, нецементовані), низькі дебіти нафти. Проте, припинити видобуток нафти з цих родовищ чи ліквідувати такі складні нафтогазоносні об'єкти неможливо, оскільки можуть загостритись екологічні проблеми (нафтогазопрояви, збільшення загазованості території, вплив на якість мінеральних вод і т.д.). Для забезпечення господарсько-побутових та питних потреб підприємства (м. Борислав) використовується міський водогін КП "Бориславводоканал". При обстеженні цехів та дільниць підприємства виявлені наступні порушення водоохоронного законодавства: відсутній контроль за якістю стічних вод після продувки котлів водопідготовки; відсутній первинний облік використаної води, яка постачається (привозна) до окремих цехів; порушення правил експлуатації водогосподарських споруд і пристроїв; нераціональне водокористування при роботі насосного обладнання; миття технологічного транспорту на необладнаній для цього площадці. Підприємство стоїть на державному обліку в галузі охорони атмосферного повітря за № 460211 від 04.03.03 року. У 2017 році викиди забруднюючих речовин становили 126,797 тонн. Перевищень встановлених величин викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря не виявлено. При видобуванні нафти та у вторинних процесах на підприємстві утворюються відходи виробництва, які відносяться до 1-4 класів небезпеки. Частина з цих відходів передається іншим підприємствам для подальшої переробки та утилізації, а частина раніше утворених відходів зберігається в спеціально організованих місцях, на території підприємства.

Виявлено перевищення вмісту нафтопродуктів в об'єднаних пробах ґрунтів в 1,13-30 разів згідно нормованого вмісту за фоном, що є порушенням вимог ст.164 Земельного кодексу України та ст.35 Закону України "Про охорону земель".

**Висновки.** Для зменшення негативного впливу НГВУ "Бориславнафтогаз" на довкілля необхідно: ліквідувати виявлені забруднення ґрунтів нафтопродуктами в межах впливу об'єктів підприємства та в подальшому не допускати забруднень, забезпечити вчасне відкачування нафтопродуктів з пригирлових шахт свердловин, при виникненні аварійних ситуацій забезпечити ліквідацію витоків нафтової суміші та не допускати забруднення земельних та водних ресурсів.

**Список посилань.**

1. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В.А. Баженов, В.М. Ісаєнко, Ю.М. Саталкін та ін. – К.: Книжне видавництво НАУ, 2006. – 492 с.

2. Клименко Л.П., Соловейов С.М., Норд Г.Л. Системи технологій: Навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2007. – 600 с.

УДК 541.183/183.7

## ВИКОРИСТАННЯ АКТИВОВАНИХ ЦЕОЛІТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД ІОНІВ ЗАЛІЗА

к.т.н. *Шибанова А.М.*, д.т.н. *Погребенник В.Д.*, *Національний університет "Львівська політехніка"*

## USE OF ACTIVATED ZEOLITES TO PURIFY DRINKING WATER FROM IRON IONS

*Ph.D. Shibanova A.M., Doct. Pohrebennyk V.D., Lviv Polytechnic National University*

**Introduction.** The composition and properties of drinking water supply systems Ukraine must meet STATE STANDARDS 2.2.4-171-10 "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption". According to them, the concentration of iron for drinking water should not exceed 0,2 mg/dm<sup>3</sup>. Increased concentrations of iron dramatically reduce its consumer qualities. Water gets an unpleasant taste, yellow-brown color and becomes unusable for use, it is a reason of the rejection in the textile, food, paper and cosmetic industry. Therefore, the issue of developing adsorbent materials that would effectively remove iron compounds from water and be easy to use is now very urgent.

To remove iron from drinking water, methods of chlorination and ozonation, ion exchange method, electrocoagulation, simplified aeration with subsequent filtration are used. Also widely used adsorption on natural zeolites [1-3]. The presence of a powerful Sokyrnytsky deposit of zeolites (clinoptilolite) in Ukraine determines the profitability of its use.

The purpose of this paper is the establishment of optimal conditions for the processes of thermal and chemical activation natural zeolite clinoptilolite of Sokyrnytsky deposit (Ukraine) and the possibilities of its use for the purification of drinking water from iron.

**Presentation of the material.** For research, natural zeolite was extracted from the deposit near the village of Sokyrnytsa (Ukraine). Clinoptilolite is an aluminosilicate mineral containing an aluminosilicate skeleton with alkaline earth metals of sodium, potassium and other elements.

Thermal modification of materials is the most effective method, which does not require expensive reagents and complex devices. Modified so materials are characterized by improved sorption properties.

The basic information on the processes occurring in natural sorbents during acid treatment is given by a chemical analysis, in particular, the ratio of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, the form and the quantitative ratio of exchange cations.

For testing of natural sorbents as purifiers of drinking water from iron ions, samples of thermally activated is used with a mixture of thermally activated clinoptilolite (K) and chemically (acid) activated clinoptilolite (K + HCl).

Thermogravimetric analysis was used to study the effect of thermal activation of zeolite samples on their adsorption capacity. It is established that sample of zeolite, thermally activated at a temperature of 300 °C characterized by the highest adsorption capacity. It can be used to clean drinking water from iron ions.

It is revealed that the activity of impact to zeolite is the most effective method of acid activation in the shuffle mode. 7% of HCl is selected for optimal activation conditions, processing time is 2 hours. It is advisable to use hydrochloric acid for treatment of zeolite in the ratio of solid phase: liquid = 1:2. Other ratios of solid phase: liquid provide incomplete development of the surface of zeolite as well as incomplete removal of cations. It was shown that decrease in the content of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O oxides leads to a decrease in the exchange capacity of clinoptilolite. The treatment of natural zeolite with sulfuric acid was less effective: the silica content increased slightly, and the content of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO and K<sub>2</sub>O oxides remained approximately the same, with only Na<sub>2</sub>O content in acid-activated zeolite decreased by almost 2,5 times.

**Conclusions.** It has been established that natural zeolites can successfully replace activated carbon to purify drinking water. Chemical activation of the natural sorbent contributed to an increase in the rates of water purification. In particular, in clinoptilolite chemically activated with 7% hydrochloric acid, the dynamic exchange capacity increased more than twice.

### References.

1. Barloková, D., Ilavský J. Polish J. of Environ. Stud., Poland, vol. 19/issue 6, pp 1117-1122, 2010.
2. Campos V., Environmental Earth Sciences, Germany, №5(4), pp 737-744, 2009.
3. Onthong U., Pungpo P., Thongnueakhaeng W. The applications of natural zeolites for cadmium removal from sample water: Models on laboratory scale, Advanced Materials Research, Switzerland, vol. 347-353, pp 1930-1933, 2012.

УДК 502.4 (477.86)

## СТАЦІОНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІСІВ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

*Белей Л.М., Куців Л.П., Карпатський національний природний парк, м. Яремче, Україна*

## STATIONARY FOREST RESEARCH OF CARPATHIAN NATIONAL NATURE PARK

*Beley L.M., Kutsiv L.P., Carpathian national Nature Park, Yaremche, Ukraine*

**Вступ.** Карпатський національний природний парк входить до складу природно-заповідного фонду України. Територіально знаходиться у межах двох найбільших геоморфологічних масивів Східних Карпат – Горгани (басейн верхнього Пруту) та Чорногора (верхів'я річки Прут та верхів'я лівих приток річки Чорний Черемош), що роз'єднані Верхньопрутським (Ворохтянським) низькогір'ям.

Загальна площа парку становить 50495 га, в т.ч. найбільшу площу – 37316,1 га (73,9%) – займають землі, вкриті лісом. В постійному користуванні парку є 33998,3 га (91,1%) площі лісів та 3317,8 га (8,9%) – на землях "інших користувачів" Верховинського районного лісгоспу та Яремчанської міської Ради [1, 2].

**Виклад матеріалу.** Лісові масиви є найважливішими природними об'єктами досліджень в парку. На даний час лісівничі дослідження проводяться на 73 стаціонарних ділянках (постійних пробних площах), які відмежовані в природі (площа 0,5-1,0 га) за допомогою геодезичних інструментів (бусоль, теодоліт) та GPS навігаційного приладу з прив'язкою до квартальної сітки. У межах відведеної постійної пробної площі взяті на облік та пронумеровані всі дерева олійною фарбою (найчастіше білого кольору). Довкола периметру постійної пробної площі встановлюється 30 м буферна зона. Постійні пробні площі закладені з метою вивчення структури, продуктивності, росту і розвитку, стійкості та динаміки лісів шляхом організації контролю за їх станом і проведення багаторічних наукових досліджень за типовими методиками інвентаризації лісів.

Дослідження проводяться в два етапи (польовий та камеральний). Головним етапом в проведенні польових робіт є отримання таких важливих показників: 1) площа об'єкта, лісової ділянки, тощо (га; м<sup>2</sup>); 2) вік дерева (років); 3) висота дерева (см; м); 4) діаметр дерева (см); 5) крутизна схилу (°); 6) експозиція схилу (по відношенню до сторін світу).

Головним етапом в проведенні камеральних робіт є отримання таких важливих лісівничо-таксаційних показників: 1) площа поперечного перетину дерева (см<sup>2</sup>); 2) об'єм дерева (м<sup>3</sup>); 3) запас деревостану (м<sup>3</sup>/га); 4) бонітет (клас); 5) повнота (0,1-1,0); 6) середній приріст деревостану (м<sup>3</sup>/га); 7) поточний приріст деревостану (м<sup>3</sup>/га); 8) середньоперіодична зміна запасу деревостану (м<sup>3</sup>/га).

Об'єми отриманої інформації періодично вносяться в комп'ютерну базу даних в середовищі 'Microsoft Excel'. Опрацювання результатів досліджень проводяться відповідно до вимог лісової таксації та математичної статистики [3].

Важливим лісівничим етапом в стаціонарних дослідженнях – є визначення віку деревостану, визначення видового складу деревостану (насадження); встановлення структурних елементів лісу: деревостан, з розподілом на яруси (I, II, III); підріст (молоде покоління деревних порід до 6 см в діаметрі); підлісок (чагарниковий ярус); напівчагарниковий ярус; багаторічні трави; однорічні трави; мохи; лишайники.

Отримані дані за періоди спостережень (через 5 років) аналізуються, що дозволяє оцінювати стан і прогнозувати динаміку лісів, а також надавати наукові рекомендації щодо оптимізації їх структури в природоохоронному і лісгосподарському аспектах та прогнозування змін.

**Висновки.** Стаціонарні дослідження лісів (шляхом закладки постійних пробних площ) – основний метод спостережень в Карпатському національному природному парку, за допомогою якого ми отримуємо дані про стан лісів, їх структуру, продуктивність та динаміку.

### Список посилань.

1. Белей Л.М. Лісові та земельні ресурси Карпатського національного природного парку // Регіон-2014: стратегія оптимального розвитку: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю кафедри соціально-економічної географії і регіонознавства Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (6 листопада 2014 р.) – Харків, 2014. – с. 310.
2. Проект організації території, охорони, відтворення та рекреаційного використання природних комплексів і об'єктів Карпатського національного природного парку. – Ірпінь, 2003. – 454 с.
3. Карпатський національний природний парк: монографія/ Киселюк О.І., Приходько М.М., Яворський А.І. [та ін.]; за ред. Приходька М.М., Киселюка О.І., Яворського А.І.. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. – 671 с. – ISBN 978-966-2988-19-2.

УДК 001.8:004.94

## ЕЛЕКТРОННИЙ ЗАСІБ НАВЧАННЯ "ЗМІНА МАРШРУТУ ПІД ЧАС ПОЛЬОТУ"

к.т.н. *Артеменко О.В.*, *Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький*

### E-LEARNING TOOL "CHANGING THE ROUT DURING FIGHT"

*Ph.D. Artemenko O.V., Flight Academy National Aviation University, Kropivnitskiy*

**Вступ.** На сьогоднішній день передпольотне обслуговування екіпажів здійснюють диспетчери із забезпечення польотів (ЗП), в обов'язки яких входить розрахунок рейсу та надання необхідної інформації [1]. Незважаючи на те, що проведення консультацій, забезпечення інформацією і надання допомоги екіпажу ПС необхідно при підготовці до польоту, трапляються й випадки, коли у дуже стислий термін потрібно забезпечити його інформацією про будь-яку зміни вже під час виконання польоту. Особливо це питання є актуальним при зміні маршруту під час виконання польоту. Відстеження польоту та сприяння його безпечному завершенню відноситься до оперативного контролю (ОК) [2]. Підготовку диспетчерів із ЗП здійснює ВСП НАУ "Льотна академія НАУ". На сьогоднішній час в процесі підготовки не приділяється достатньої уваги опрацюванню задач оперативного контролю за виконанням польотів, а саме не моделюється ситуація дій диспетчера із ЗП у випадку зміни маршруту під час виконання польоту. Тому актуальною є розробка електронного засобу навчання (ЕЗН) "Зміна маршруту під час виконання польоту".

**Виклад матеріалу.** Електронні засоби навчання, як правило, являють собою навчальні програми порівняно невеликого обсягу, що забезпечують знайомство студентів з теоретичним матеріалом, тренування та контроль рівня знань з предмету, що вивчається. На першому етапі моделювання ЕЗН важливим було розробити алгоритм дій диспетчера із ЗП у випадку зміни маршруту під час виконання польоту, який буде реалізовано у ЕЗН.

На основі аналізу роботи диспетчера із ЗП під час виконання функції оперативного контролю було визначено, що зміна маршруту під час виконання польоту потребує наступних дій:

1. Зробити нові розрахунки для польоту.

2. Подати новий (скорегований) план польоту у відповідні органи. Важливо пам'ятати, якщо змінений аеродром призначення не входить до зони відповідальності Євроконтролю, необхідно додати в поле адресації плану польоту відповідні дані (адреси) аеропорту призначення та державних авіаційних органів країни призначення (транзиту).

3. Отримати дозволи на використання повітряного простору за новим маршрутом.

4. Підібрати і надати нову аеронавігаційну та метеорологічну інформацію за маршрутом польоту, на аеродромі призначення та на запасних.

5. Координувати свої дії з відповідними підрозділами.

6. Координувати дії екіпажу та надавати необхідну консультацію.

На основі описаної послідовності операцій був розроблений алгоритм дій диспетчера із ЗП у випадку зміни маршруту під час виконання польоту, який буде реалізовано в ЕЗН.

Робота курсанта з ЕЗН буде виконуватися в наступній послідовності:

1. Вивчення теоретичного матеріалу, що складається з лекцій та нормативних документів, які використовуються у професійній діяльності диспетчера із ЗП.

2. Визначення траєкторії навчання (індивідуалізація навчання).

3. Закріплення навичок шляхом роботи з навчальними вправами.

4. Реєстрація персональних даних (прізвище, ім'я, № групи), для проходження тестових завдань.

5. Проходження тестових завдань.

6. Аналіз отриманих відповідей та отримання результату у вигляді оцінки та рекомендацій.

**Висновки.** На основі проведених досліджень було встановлено, що при підготовці диспетчерів із ЗП функції оперативного контролю приділяється недостатньо уваги. Розробка електронного засобу навчання дозволить змоделювати ситуацію зміни маршруту під час виконання польоту. Було визначено алгоритм дій диспетчера із ЗП під час зміни маршруту, який буде реалізовано в ЕЗН.

#### Список посилань.

1. Дос 7192 AN/857 «Руководство по обучению», Часть D-3 «Сотрудник по обеспечению полетов/диспетчер» – ИКАО, 1998. – 136 с.

2. Лебедев С.Б. Основы теоретической подготовки диспетчеров по обеспечению полетов авиакомпании «Международные авиалинии Украины». Издание второе, переработанное и дополненное / Лебедев С.Б. - Киев, 2005, 783 с.

УДК 004.942:65.011.56

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ВИДОБУТКУ НАФТИ І ГАЗУ

*Анікеєв М.С., Іванов О.О., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

### PERSPECTIVES IN USING 3D MODELING FOR SOLVING PROBLEMS OF EXTRACTION OF OIL AND GAS

*Anikeev M.S., Ivanov O.O., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Introduction.** In this article, we analyzed perspectives of using 3D modeling as new tool for the oil and gas equipment that direct to accelerate and increase process of building oil and gas equipment and make possible to predict some of the working conditions of equipment before it will use.

**Presentation of the material.** Production of oil and gas expects two considerable and important chapters, namely: stating oil-gas equipment and production activity. The correct stating of oil and gas equipment plays an important role in minerals production. For the correct stating is necessary to use a significant number of tech documents. One of the most important is schematic drawing.

Nowadays 3D modeling becomes more popular which allows seeing model in real-time mode, viewing model in 3D space, also observing and assign animation of different equipment skids [1]. It is much better end easier to learn than simple schematic drawing.

Also nowadays for the oil-gas equipment 3D graphics can play great role in economic solution because it makes easier projecting and developing the construction and also calculating the trajectory of movement becomes much clearer. With the help of this feature we can see full image of working cycle of the equipment – this can help to avoid some adverse incidents in production.

We have developed the interactive 3D model of pumping gear that based on 7CK8 schematic drawing [2] in development environment Autodesk 3D Studio Max 2017. All work was made according to technical requirements with all parameters of construction elements. This 3D model is layout of different separate blocks, which are corresponding to real setting. The general view of 3D modeled setting shown in figure 1.

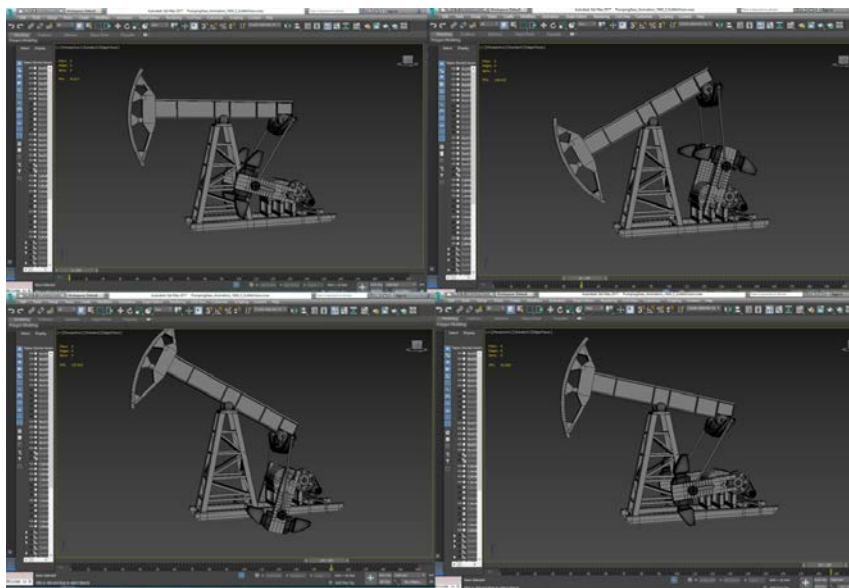


Figure 1 - Modeled setting 7CK8 in motion.

Also there was conducted a detailed analysis of the construction 7CK8 machine-tool and calculated trajectories of movement each movable component [2].

**Conclusion.** So, 3D modeling is perspective for implementation in oil-gas industry, specifically in the design of equipment as well as in the educational process. Thanks to the 3D modeling it is possible to simulate the design and equipment of varying complexity, define and edit various parameters of sizes and shapes, which greatly simplifies the development of new equipment and analysis of operating conditions of the working equipment. The ability to set the animation path can better understand and analyze the work of various units of equipment.

#### References.

1. K.L. Murdock Autodesk 3ds Max 2017 Complete Reference Guide: Perfect Paperback, 2016. 1270 p.
2. Станки-качалки. Технические условия: ГОСТ 5866-76. – [Чинний від 1976-07-01]. – М: Издательство стандартов 1986. – 14 с. – (Государственный стандарт).

УДК 004.896

## **СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ**

*к.т.н. Борукаєв З.Х., Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.С.Пухова НАН України, м. Київ; к.т.н. Остапченко К.Б., к.т.н. Лісовиченко О.І., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ*

## **DECISION SUPPORT SYSTEMS TO IMPROVE THE MECHANISMS OF FUNCTIONING OF THE ORGANIZATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS**

*Ph.D. Borukaev Z.H., Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv; Ph.D. Ostapchenko K.B., Ph.D. Lisovychenko O.I., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

Складні організаційно-технічні системи (ОТС), як правило, поєднують множини взаємозалежних людино-машинних об'єктів – підсистем, взаємодіючих як між собою, так і з іншими технічними системами в різних сферах життєдіяльності суспільства, які відрізняються своїм цільовим виробничим призначенням і продукцією, що випускається. Серед них чимало таких, які мають спільні характерні ознаки їх органів управління – систем організаційного управління (СОУ), як структурних підсистем ОТС. Основними з яких є: ієрархічний багаторівневий характер організаційної, технологічної та інформаційної взаємодії підсистем; мінливість зміни в часі власної структури та функцій; неповна відповідність структури цілям розвитку ОТС внаслідок змін у часі механізмів управління та функціонування; використання великих людино-машинних моделюючих систем, які створюються для підтримки прийняття рішень в СОУ, та які фактично самі функціонують як складні ОТС і потребують безперервного вдосконалення математичного та всебічного інформаційно-технологічного забезпечення.

Для реалізації функцій і завдань взаємопов'язаного організаційного, виробничо-технологічного та інформаційного управління в структурі ОТС створюються комп'ютерні моделюючі системи.

Основною метою їх створення є істотне підвищення продуктивності управління - організаційної ефективності, за рахунок скорочення чисельності обслуговуючого персоналу; оперативності, за рахунок скорочення часу обробки великих обсягів інформації; обґрунтованості прийнятих рішень, за рахунок можливості проведення багатоваріантного аналізу внесених змін в правила і процедури функціонування СОУ.

Процес прийняття рішень щодо вдосконалення механізмів функціонування СОУ включає постановку і комплексне вирішення наступних взаємопов'язаних завдань:

- формування обмежень у змінах компонентів стану управління для збереження його стійкості;
- розрахунок компонентів стану управління з урахуванням зміни цін на ринках ресурсів виробництва;
- прогнозування та планування (короткострокового, довгострокового) змін компонентів стану управління;
- контролю матеріального балансу ресурсів, обсягів виробництва та фінансового балансу отримання та розподілу доходів від реалізації продукції між суб'єктами;
- стимулювання суб'єктів СОУ.

На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що вдосконалення механізмів функціонування СОУ обумовлює необхідність адекватного розвитку та вдосконалення засобів створення систем підтримки прийняття рішень для процесів організаційного управління.

Природно припустити, що вирішення подібного класу завдань можливо тільки за допомогою комп'ютерної системи моделювання, яка стає середовищем проектування та побудови імітаційних комп'ютерних моделей об'єктів і процесів їх функціонування, та повинна включати:

- засоби математичного формального опису складних об'єктів і процесів взаємодії складових їх структурних елементів між собою і зовнішнім середовищем;
- єдиний інформаційний простір, що об'єднує засоби об'єктно-орієнтованого концептуального та інформаційного моделювання процесів взаємодії складових її структурних елементів між собою та зовнішнім середовищем;
- уніфіковану систему класифікаторів і довідників, структуру зберігання даних, єдину систему протоколів і інтерфейсів;
- єдині засоби програмування.

УДК 004.9:620.92

## МЕТОДИ АВТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ WEB-РЕСУРСІВ

*Галив В.М., АТ "Райффайзен Банк Аваль", м. Івано-Франківськ;  
д.т.н. Мельничук С.І., Академія технічних наук України, м. Івано-Франківськ*

## USERS AUTHENTICATION METHODS FOR ACCESS TO INFORMATION WEB-RESOURCES

*Galiv V.M., JSC Raiffeisen Bank Aval, Ivano-Frankivsk;  
Doct. Melnychuk S.I., Academy of Technical Sciences of Ukraine, Ivano-Frankivsk*

**Вступ.** З розвитком комунікаційних мереж та обчислювальних потужностей сучасних серверних платформ відбувається перехід від використання локальних до віддалених інформаційних систем. В такій ситуації актуальними стають задачі захисту та керування доступом до конфіденційних чи персональних даних користувачів. Практичні реалізації методів автентифікації користувача традиційно ґрунтуються на використанні одно- та двофакторних схем.

**Виклад матеріалу.** В залежності від складності інформаційної системи, важливості даних можуть застосовуватися різні типи автентифікації користувача.



Однофакторна автентифікація є найбільш поширеним методом через свою простоту. В більшості випадків це парольна система. Пароль повинен бути секретним і достатньо складним, щоб стороння особа не змогла догадатись а спроби дізнатись іншими способами були пов'язані зі значними обчислювальними чи матеріальними затратами.



Для підвищення безпеки на більш захищених ресурсах використовують для автентифікації одразу декілька чинників – багатофакторну автентифікацію. Цими чинниками може бути інформація яку знає суб'єкт (ПІН-код, код підтвердження, код відновлення тощо), річ, якою суб'єкт володіє (мобільний пристрій, електронна-картка, флеш накопичувач тощо) чи відмінні властивості суб'єкта (відбитки пальців, знімок сітківки ока і т.д.). Як один із чинників багатофакторної автентифікації набрав популярності метод використання одноразових паролів. Найчастіше для отримання одноразових паролів використовуються спеціальні апаратні пристрої (токени) або генерування пароля системою і відправки у вигляді короткого повідомлення користувачу.



Не зважаючи на методи автентифікації для захисту інформації що передається вимагається використання захищених каналів зв'язку, що не завжди є доцільним для невеликих систем. Використання багатофакторної автентифікації не завжди себе оправдує через необхідність додаткових затрат.

В якості вдосконалення одно-факторної автентифікації пропонується використовувати одноразовий пароль, який користувач отримує голосовим каналом зв'язку, зателефонувавши на заздалегідь відомий номер із свого мобільного пристрою. При цьому, система автентифікації інформаційного ресурсу, за номером телефона автентифікує користувача, створює одноразовий пароль, відтворює через аудіо-канал користувачу, після чого активує. При цьому одноразовий пароль активується на невеликий проміжок часу, достатній для його використання, після чого такий пароль втрачає актуальність і знищується системою. Перевагами запропонованого методу є простота, відсутність необхідності використовувати захищені канали зв'язку (до дзвінка користувача пароль в системі відсутній, його неможливо підібрати, важко перехопити оскільки одноразовий пароль надається голосовим каналом зв'язку), крім того нема необхідності користувачеві пам'ятати пароль до інформаційного ресурсу. Навіть якщо зловмиснику вдасться перехопити одноразовий пароль, він не зможе ним скористатись так як після автентифікації користувача він стане недійсним.

**Висновки.** В більшості випадків типові реалізації методів двофакторної авторизації ґрунтуються на використанні двох незалежних каналів обміну даними, що суттєво ускладнює процедуру перехоплення конфіденційної інформації. До спільних недоліків розглянутих реалізацій можна віднести використання цифрових каналів зв'язку із знаково-символьним представленням даних. Одним з перспективних варіантів вдосконалення може бути використання мобільного терміналу та аудіо каналу для авторизації.

### Список посилань.

1. Christofer Ericson. Two-factor Authentication in Smartphones: Implementations and Attacks / Christofer Ericson. – Sweden: Department of Electrical and Information Technology Lund University, 2015. – 69 с.
2. Paul A. Grassi. Authentication and Lifecycle Management / Paul A. Grassi, James L. Fenton, etc. – U.S. National Institute of Standards and Technology, 2017 - 78.

УДК 004.827:004.384

**ОБУЧАЕМЫЙ НЕЧЕТКИЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР**

к.т.н. Абабий В., к.т.н. Судачевски В., Бордиан Д., Калугарь Д., Мунтяну С., *Технический Университет Республики Молдова, г. Кишинев*

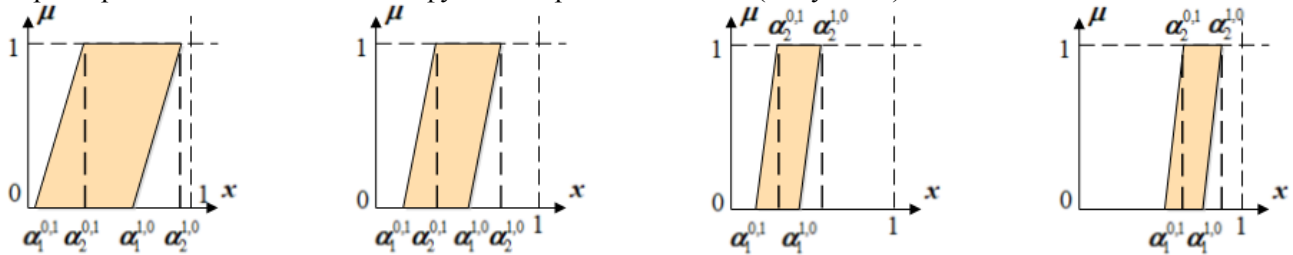
**TRAINED FUZZY LOGIC CONTROLLER**

Ph.D. Ababii V., Ph.D. Sudacevschi V., Bordian D., Calugari D., Munteanu S., *Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

**Введение.** Нечеткие контроллеры нашли широкое применение во многих областях науки и техники, как индивидуально, так и в комбинации с другими моделями и алгоритмами для принятия решений. Это обусловлено тем фактом, что они обеспечивают хорошие качества ожидаемых результатов и достаточное быстродействие их сходимости. Теоретические основы нечетких контроллеров основаны на теории множеств и операции над этими множествами [1,2]. Однако, качество ожидаемого результата зависит в первую очередь от функции принадлежности и возможности ее изменения в процессе принятия решений. Недостатком применения нечетких контроллеров является их алгоритмическая сложность и, следовательно, их техническая реализация. В работах [3,4] авторы предложили пример проектирования аппаратных нечетких контроллеров на базе ПЛИС с возможностью динамической реконфигурации их архитектуры. В данной работе рассмотрен пример синтеза обучаемых нечетких контроллеров за счет динамичности функции принадлежности в процессе принятия решений.

**Решение поставленной задачи.**

Процесс обучения нечеткого контроллера осуществляется за счет гистерезиса переходной характеристики и динамичности функции принадлежности (Рисунок 1).



а) исходное состояние б) сужение к центру в) смещение к области 0 г) смещение к области 1

Рисунок 1 – Процесс обучения нечеткого контроллера за счет гистерезиса переходной характеристики и динамичности функции принадлежности

На Рисунке 1 функция принадлежности определена следующими выражениями:

$$\mu^{0,1}(x) \leq \mu(x) \leq \mu^{1,0}(x), \forall \mu^{0,1}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq \alpha_1^{0,1}, \\ (x - \alpha_1^{0,1}) / (\alpha_2^{0,1} - \alpha_1^{0,1}), & \alpha_1^{0,1} \leq x \leq \alpha_2^{0,1}, \\ 1, & x > \alpha_2^{0,1}. \end{cases} \quad \mu^{1,0}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq \alpha_1^{1,0}, \\ (x - \alpha_1^{1,0}) / (\alpha_2^{1,0} - \alpha_1^{1,0}), & \alpha_1^{1,0} \leq x \leq \alpha_2^{1,0}, \\ 1, & x > \alpha_2^{1,0}. \end{cases}$$

где:  $\mu(x)$  - область принадлежности,  $\mu^{0,1}(x)$  - нижняя граница, и  $\mu^{1,0}(x)$  - верхняя граница.

Нечеткий контроллер реализован в виде ОЗУ, на базе ПЛИС, где  $x$  это вход адреса памяти, а  $\mu$  это содержимое памяти. Процесс обучения заключается в перезаписи содержимого памяти (т.е.  $\mu$ ).

**Выводы.** Полученные результаты могут быть использованы для проектирования систем принятия решений при распознавании формы сигналов или изображений.

**Источники информации.**

1. В.Г. Чернов, Нечеткие контроллеры. Основы теории и построения, Владимир, 2003. 148 с. ISBN: 5-89368-384-6.
2. L. Reznik, Fuzzy Controllers, Victoria University of Technology, Melbourne, Australia, NEWNES, 1997, 307p., ISBN: 0-7506-3429-4.
3. В. Абабий, В. Судачевски, М. Подубный, Е. Негарэ, Синтез нечеткого контроллера для принятия решений на базе гистерезисных характеристик. *In Proceedings of the Fifth International Conference on «INFORMATICS AND COMPUTER TECHNICS PROBLEMS» (PICT – 2016)*, Chernivtsi, Ukraine, 21–24 May, 2016, pp. 129-131.
4. В. Абабий, В. Судачевски, М. Подубный, Г. Сафонов, Е. Негарэ, Проектирование функциональных элементов для реализации основных операций нечеткой логики на базе ПЛИС. *In The Tenth International Scientific-Practical Conference Internet-Education-Science IES-2016*, Ukraine, Vinnytsia, VNTU, 11-14 October, 2016, pp. 17-19, ISBN 978-9666-641-646-2. UDC 62-2, 72.021

УДК 004.032.26

## ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ ГАЗОРОЗРЯДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВОДИ

*к.т.н. Глухова Н.В., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро;  
д.м.н. Пісоцька Л.А., ДЗ "Дніпропетровська медична академія МОЗ України", м. Дніпро*

## APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR ANALYSIS OF IMAGES OF GAS-DISCHARGE RADIATION OF WATER

*Ph.D. Glukhova N.V., State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipro;  
Doct. Pesotskaya L.A., State Institution "Dnipropetrovsk medical academy of the Ministry of Health of  
Ukraine", Dnipro*

**Introduction.** The gas-discharge radiation method is used for experimental study of the properties of water and biological fluids [1]. The method makes it possible to study the physical, chemical, biological properties of liquids. One of the problems of using it is the complexity of interpreting the results. One of the key problems of its use is the complexity of interpreting the results. Gas-discharge radiation around a liquid drop is fixed in the form of an image. In this work, the mathematical apparatus of artificial neural networks is used for analyzing image parameters.

**Presentation of the material.** The aim of the research these studies is the classification of water types. Four types of water with different degrees of mineralization were investigated. The image on the X-ray film is subjected to an analog-to-digital conversion. The radiation image is represented as a matrix. Elements of the matrix of pixels contain geometric and luminance parameters of the radiation. These parameters are associated with the physical, chemical and biological properties of the fluid.

To perform the classification it is necessary to choose the architecture of neural networks. "Classic" neural networks are fully connected. Usually, the algorithm for back propagation of the error is used to train such networks. A full-knit network has a large number of neurons and the algorithm of its training is complex. To eliminate this drawback, Convolutional Neural Networks are used [2].

Convolutional Neural Network consists of several layers. The layers of a neural network have different properties. A convolutional neural network contains: convolutional layers (C-layers), sub-sampling (S-layers). To them at the output are added fully connected layers. Algorithm of a convolutional layer is described as follows:

$$x^l = f(x^{l-1} * k^l + b^l),$$

where  $x^l$  – is the output of the layer with the number  $l$ ;

$f()$  - function of activation of neurons; an asterisk denotes the operation of convolution of the input  $x$  with the core  $k$ ;

$b$  - is the shear coefficient.

The structure of a Convolutional Network assumes that in training for each sample, not the entire radiation image matrix falls on the input, but only part of it. This part is called the core. The core moves along the input image. This method ensures that the Convolutional Network contains a fixed number of neurons in the input and output layers. Accordingly, the number of weight coefficients is set.

The task of learning is to adjust the weighting factors. In the framework of these studies, a Convolutional Neural Network was tested for the classification of images of gas discharge radiation of water with different mineralization. The recognition accuracy was 93%. Accuracy was calculated as part of correctly classified radiation images to the total number of images.

**Conclusion.** The article deals with the solution of the urgent problem of express classification of water types. This method is not based on the definition of specific physical or chemical parameters. The advantage of this method is the possibility of obtaining integral characteristics of water properties. The proposed approach can be used in environmental monitoring systems.

### References.

1. Povstyanyi V.A. Peculiarities of gas-discharge luminescence of biological fluid from the achilles tendon in the late postmortem period / V. A. Povstyanyi, L. A. Pesotskaya, N. V. Glukhova, N. M. Yevdokimenko, L. R. Nikogosyan, Ye. L. Koshelnik. // Journal of Education, Health and Sport. - Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland. - 2017;7(2), PP. 498-508. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.399324>.
2. Ciresan D. C. Flexible, high performance convolutional neural networks for image classification. / D. C. Ciresan, U. Meier, J. Masci, L. M. Gambardella, and J. Schmidhuber // In Artificial Intelligence, International Joint Conference, P. 1237–1242, - 2011.

УДК 004.9:371.3

## ПІДГОТОВКА СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

*к.т.н. Іванов В.О., к.т.н. Павленко І.В., Сумський державний університет, Україна;*

*к.т.н. Трояновська Ю., Познанський технологічний університет, Польща;*

*к.т.н. Пітель Я., Технічний університет м. Кошице, м. Прешов, Словаччина*

## TRAINING MODERN ENGINEERS WITH THE USE OF AUGMENTED REALITY

*Ph.D. Ivanov V.O., Ph.D. Pavlenko I.V., Sumy State University, Ukraine; Ph.D. Trojanowska J., Poznan University of Technology, Poland; Ph.D. Piteľ J., Technical University of Kosice, Presov, Slovak Republic*

**Introduction.** Training modern engineers, which are capable to solve the comprehensive problem of designing technical systems, requires implementing up-to-date approaches in the educational process. Since the ability to create drawings is the major skill of engineers, there is high importance of graphical disciplines for increasing the quality of training. Obviously, using the traditional approach in this process is strongly complicated due to limited time for understanding relationship between three-dimensional geometry and related plane projections [1]. Due to abovementioned, this research is aimed at providing close interdisciplinary relationships between graphical disciplines of the engineering direction, such as “Descriptive Geometry”, “Engineering Graphics” and “Computer Graphics in Engineering”. Application of Augmented Reality (AR) [2] is proposed to achieve this goal. The mobile application “Augmented Reality in Engineering Graphics” based on using AR-technology is proposed, that allows transforming 2D drawings to 3D models.

**Presentation of the material.** Nowadays wide possibilities of engineering education are realizing with the use of visualization tools, such as Virtual Reality (VR) and AR based on 3D-models. These technologies allow improving the perception of the professional environment. There are advantages of using AR-technology, such as interactivity, high performance and simplicity in contrast to traditional educational approaches. The main problem in training students in the engineering direction is the shortage of lecture courses for disciplines “Descriptive Geometry”, “Engineering Graphics” and “Computer Graphics in Engineering”. This fact leads to decrease time for gaining spatial skills and using theirs in practice. Therefore, creating new approaches for students training is needed. Given the abovementioned, it is evident that AR is the urgent inevitable step to improve the quality of engineering education.

The mobile application “Augmented Reality in Engineering Graphics” was developed and can be installed from the Google Play (<https://play.google.com/store/apps/details?id=arieg.unity3d.sumdu.edu.ua>). The proposed approach is realized based on “Vuforia” software as a flexible tool for creating AR. The visualization of learning materials was provided using Computer Vision Technology for tracking plane and spatial images by means of Program Application Interfaces C++, Java, Objective-C and their integration with Game Engines. This allows locating virtual objects in close interaction with real images by viewing through the camera of a mobile device using OS Android. After pointing camera to a drawing, the appropriate 3D model is appeared. The rotation of the drawing on the desktop allows to view a 3D model from all sides. As can be obtained, the proposed innovation significantly increases the quality of the educational process [3].

**Conclusion.** In modern educational environment, engineers should be experienced in using ICT tools for implementing their knowledge for solving interdisciplinary engineering problems, as well as for the improvement their scientific and practical competences. In this work, it has been proved that AR is the quite effective approach for transferring skills between students in the field of engineering. To overcome the existing challenges related to training of modern engineers, the mobile application “Augmented Reality in Engineering Graphics” was developed using AR-technology, and implementation into educational process was realized at Sumy State University (Ukraine), Poznan University of Technology (Poland) and Technical University of Kosice (Slovak Republic).

### References.

- 1 Ivanov V. O., Gusak, O. G., Kryvoruchko D. V. et al. Fundamentals of Formation of Modern Engineer. NTMT Publishing House, Kharkiv (2015) [in Ukrainian].
- 2 Židek K., Pavlenko I., Bernár S. Využitie rozšírenej reality pri montážnom procese v masovo kustomizovanej výrobe. Automatizácia a riadenie v teórii a praxi : 12 ročník konferencie odborníkov z univerzít, vysokých škôl a PRAXE (Slovak Republic). – 2018. – P. 35-1–35-8 [in Slovak].
- 4 Izemenko V. V., Pavlenko I. V., Ivanov V. O. Application of augmented reality in descriptive geometry // Proceedings of the 9th student conference “The first step in science” (Sumy State University). – 2018. – P. 116 [in Ukrainian].

УДК 674:658.011.54/56

## МОДЕЛЮВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВОВЕРСТАТНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛІНІЇ З ЖОРСТКИМ МІЖАГРЕГАТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

к.т.н. *Іванишин Т.В.*, *Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

### MODELING OF QUALITY INDICATORS OF AUTOMATED LINE WITH HARD CONNECTION OF TWO MACHINES

*Ph.D. Ivanyshyn T.V., Ukrainian National Forestry University, Lviv*

**Вступ.** Теорія проектування ефективних структур автоматизованих ліній потребує синтезу адекватних математичних моделей для розрахунку та прогнозування якісних показників роботи машинної системи в умовах стохастичної невизначеності варіювання її параметрів [1].

**Виклад матеріалу.** Якщо на автоматизованій лінії з жорстким агрегуванням двох послідовно працюючих машин характер поступлення вхідних заготовок відповідає потокам Пуассона, а тривалість операції на верстатах описується показниковим законом розподілу ймовірностей, то технологічний процес обслуговування предметів оброблення можна вважати марковським випадковим процесом [1]. У такому разі, для моделювання показників роботи машинної системи можна застосувати математичний апарат двофазної одноканальної системи масового обслуговування (СМО) з обмеженою чергою замовлень перед другою фазою [1-2], з інтенсивностями обслуговування  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  на першій та другій фазах та їх станами:  $S_0$  – верстат вільний;  $S_1$  – верстат зайнятий, черги немає;  $S_2$  – верстат зайнятий, одна заготовка в черзі;  $S_i$  – верстат зайнятий, в черзі знаходиться  $i - 1$  заготовка (рис. 1).

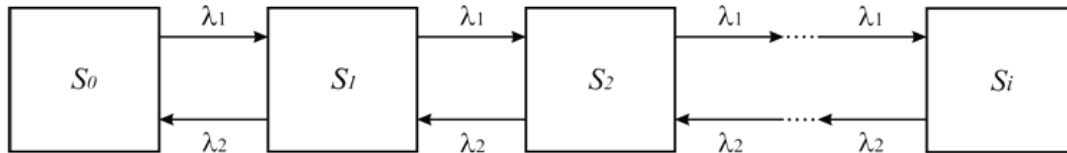


Рисунок 1 – Граф станів СМО

Формалізація та сумісний аналіз фінальних імовірностей  $p_0, p_1, p_2, \dots, p_i$  станів двофазної СМО дає змогу визначити коефіцієнти використання робочого часу  $\rho_1$  і  $\rho_2$  двох машин (рис. 1):

$$\rho_1 = \frac{1 - \mu^2}{1 - \mu^3} \quad \text{і} \quad \rho_2 = \mu \cdot \frac{1 - \mu^2}{1 - \mu^3}, \quad (1)$$

де  $\mu = P_1/P_2$  – співвідношення циклових продуктивностей верстатів  $P_i$  на лінії.

Тоді очікувана продуктивність лінії  $P_n$  визначається коефіцієнтом використання робочого часу  $\rho_i$  будь-якої машини та її пропускною здатністю  $P_i$  [1]:

$$P_n = \rho_1 P_2 = \rho_2 P_2, \quad (2)$$

а прогнозоване значення коефіцієнта використання робочого часу  $\rho_n$  машинної системи [2]:

$$\rho_n = \frac{1}{1 + \frac{1 - \rho_1}{\rho_1} + \frac{1 - \rho_2}{\rho_2}} = \frac{1}{\frac{1}{\rho_2} + \frac{1}{\rho_1} - 1} = \frac{\mu}{1 + \mu^2} = \frac{P_1 P_2}{P_1^2 + P_2^2}. \quad (3)$$

Звідси, накладені втрати робочого часу автоматизованої лінії можна визначити із співвідношення [2]:

$$H_n = 1 - \rho_n = 1 - \frac{\mu}{1 + \mu^2} = \frac{P_1^2 - P_1 P_2 + P_2^2}{P_1^2 + P_2^2}. \quad (4)$$

**Висновки.** У разі, коли всі потоки подій, які переводять двоверстатну лінію з одного стану в інший, не характеризуються властивостями стаціонарності, ординарності та відсутності післядії [1], то математичний апарат найпростішої марковської СМО можна використовувати тільки для наближеного аналізу процесу функціонування машинної системи.

#### Список посилань.

1. Елементи теорії автоматичних ліній / Д. Л. Дудюк, Л. Д. Загвойська, В. М. Максимів, Л. М. Сорока. – Київ-Львів, 1998. – 190 с. – ISBN 5-7763-2642-7.
2. Іванишин Т. В. Формализация качественных показателей работы двухстаночных автоматизированных линий с жестким агрегатированием оборудования / Т. В. Иванышин // Наука и мир: Международный научный журнал. – № 3 (7), Том 1. – Волгоград: Изд. «Научное обозрение», 2014. С. 174-176. - ISSN 2308-4804.

УДК 004.056.5

**СТЕГАНОАЛГОРИТМ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ СИНГУЛЯРНЕ РОЗКЛАДАННЯ МАТРИЦІ КОНТЕЙНЕРА***к.т.н. Козіна М.О., Одеський національний політехнічний університет;**к.п.н. Логінова Н.І., к.ф.-м.н. Козін О.Б., к.т.н. Трофіменко О.Г., Національний університет "Одеська юридична академія", Україна***STEGOALGORITHM WITH THE SINGULAR-VALUE DECOMPOSITION***Ph.D. Kozina M.O., Odessa National Polytechnic University;**Ph.D. Loginova N.I., Ph.D. Kozin O.B., Ph.D. Trofimenko O.G., National University "Odessa Law Academy", Ukraine*

**Вступ.** Сьогодні стеганографія дозволяє вирішувати цілий ряд актуальних завдань. Наприклад, вбудовування прихованої інформації з метою захисту авторських прав на інтелектуальну власність, представлена в цифровому вигляді. У зв'язку з цим до сучасних стеганографічних методів і алгоритмів пред'являється обов'язкова вимога стійкості до атак у каналі зв'язку.

Однією з найпоширеніших на сьогоднішній день атак, яким піддаються системи прихованої передачі цифрових даних в стеганографії, є атака стисненням. Цей тип атак спрямований на стеганоповідомлення і відноситься до атак проти вбудованого повідомлення. Таким чином, найбільший інтерес в області цифрових зображень представляють методи вбудовування інформації в зображення, де відбувається стиснення з втратами (популярний формат JPEG).

**Виклад матеріалу.** Авторами роботи [1] запропоновано загальний підхід до аналізу стану і технології функціонування інформаційних систем, заснований на матричному аналізі та теорії збурень, і адаптація його для вирішення завдань стеганографії. Результати робіт [1, 2], покладені в основу теоретичних розробок нового стеганометоду. На базі розробленого стеганометоду [3] пропонується стеганографічний алгоритм, ефективність якого оцінюється і аналізується.

В роботі матриця  $F$  – одна з кольорних складових кольорового цифрового зображення контейнера довільного формату, для зберігання якого використана схема RGB. Загальна схема запропонованого стеганографічного алгоритму складається з трьох етапів. Перш за все проходить розбиття матриці зображення  $F$  на непересічні блоки  $f$  стандартного розміру  $8 \times 8$ , після чого для кожного блока розбиття отримано сингулярне розкладання. Максимальні сингулярні числа отримують збурення у вигляді додаткової інформації залежно від значення біта додаткової інформації, що не призводять до порушення надійності сприйняття сформованого стеганоповідомлення. Ефективність розробленого стеганоалгоритма оцінювалася наступним чином: візуальною оцінкою якості; ступенем забезпечення надійності сприйняття сформованого стеганоповідомлення; ступенем забезпечення надійності сприйняття стеганоповідомлення після атаки стисненням з різним ступенем. Практичний експеримент проводився в такий спосіб: у вибране довільне зображення з вибірки більш за 50 зображень, різних за жанром, кольором і т.п. проводилася вбудова додаткової інформації запропонованим в роботі стеганоалгоритмом. Після цього отримане стеганоповідомлення зберігалось в форматі без втрат (TIF) або з втратами в форматі JPEG з різними коефіцієнтами стиснення  $Q$ . Після цього для усіх зображень, які були взяті з/без втрат, оцінювалася середня оцінка надійності сприйняття. Надійність сприйняття сформованого стеганоповідомлення чисельно оцінювалася стандартним чином за допомогою пікового відношення «сигнал-шум» PSNR. Вважається, надійність сприйняття не порушена, якщо  $PSNR > 37Db$ .

**Висновки.** Практичні експерименти показали високу надійність сприйняття сформованого стеганоповідомлення ( $PSNR > 39Db$ ) запропонованим в роботі стеганоалгоритмом навіть при значному стисненні зображення ( $Q \geq 70$ ). Проведено оцінки коефіцієнта надійності для даного алгоритму.

**Список посилань.**

- 1.Кобозева, А.А. Анализ чувствительности сингулярных векторов матрицы изображения как основа стеганоалгоритма, устойчивого к сжатию / А.А. Кобозева, М.А. Мельник // Захист інформації. – 2013. – Том 15, №2. – С. 88–96.
- 2.Кобозева, А.А. Стеганографический метод, обеспечивающий проверку целостности и аутентичности передаваемых данных / А.А. Кобозева, М.А. Козина // Проблемы региональной энергетики. Электронный журнал Академии наук Республики Молдова. – 2014. – №3(26). – С. 93 – 106.
- 3.Kozina M.O. Steganography method of embedding information with singular value decomposition / M.O. Kozina, S.M., Njike Amougou / Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні – 2016. – №2.

УДК 621.327

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ІЄРАРХІЧНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ У  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ**

*Мазіашвілі А.Р., к.т.н. Корольова Н.А., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

**RESEARCH OF USE OF INFOCOMMUNICATION SYSTEMS  
WITH USE OF IRRADIATION INTERPOLATION IN  
TELECOMMUNICATION NETWORKS**

*Maziashvili A.R., Ph.D. Korolyova N.A., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Вступ.** Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, які визначаються зростанням трафіку і потребою споживачів в появі нових послуг, призводить до необхідності постійного зростання і модернізації телекомунікаційних систем і мереж. Найбільш затребуваними в останні роки стають відео-інформаційні послуги, такі як IP-відеоспостереження, відео-телефонія, відео-конференц-зв'язок, on-line трансляції, відео "на вимогу" в дистанційних формах навчання.

Особливістю таких відео-інформаційних послуг є великі обсяги переданих відеоданих, чутливість до часу обробки і втрат пакетів при передачі по каналу зв'язку. З урахуванням наведених вимог необхідно особливу увагу приділяти якості надаваних відео-сервісів і рівню їх конфіденційності.

**Виклад матеріалу.** Геоінформаційна система (ГІС) - це програмно-технічні комплекси, що забезпечують автоматизований збір, обробку, зберігання, аналіз, відображення і розповсюдження просторово-координованої інформації. Ця сучасна комп'ютерна технологія забезпечує інтеграцію баз даних і операцій над ними, як запит і статистичний аналіз, з потужними засобами подання даних, а також використання процедур самонавчання в сучасних інформаційних технологіях.

При компресії на основі ієрархічної гратчастої інтерполяції (ІГ) пікселі зображення інтерполюються на основі проріджених версій того ж самого зображення, помилки інтерполяції (пост-інтерполяційні залишки) квантуються і кодується.

У всіх розглянутих випадках в кінцевому підсумку кодування піддається якийсь квантований сигнал. Природньо, етап декореляції у всіх методах компресії будується так, щоб квантований сигнал був якомога зручніше для кодування ("достискання").

Тому квантований сигнал має, як правило, специфічну (істотно нерівномірну) щільність розподілу ймовірностей. Щоб найкращим чином використовувати цю нерівномірність для підвищення коефіцієнта компресії, квантований сигнал зазвичай піддається статистичному (ентропійному) кодуванню, тобто кодуванню, що використовує нерівно-ймовірність відліків сигналу для скорочення обсягу даних.

Метод ієрархічної гратчастої інтерполяції (ІГ) заснований на ієрархічному поданні зображення, що піддається компресії. Зображення представляється у вигляді набору з  $L$  масштабних рівнів.

Старший масштабний рівень, тобто рівень номер  $(L-1)$ , являє собою двовимірний масив відліків вихідного зображення, зріджені в  $2L-1$  раз по кожній координаті.

Наступний масштабний рівень, тобто масштабний рівень номер  $(L-2)$ , являє собою вихідне зображення, зріджені з кроком  $2L-2$ , з якого виключені відліки попереднього масштабного рівня номер  $(L-1)$ , і так далі аж до рівня номер  $0$ .

**Висновок.** Розглянуто питання зниження ефективності алгоритмів статистичного кодування при компресії зображень з втратами. На прикладі ієрархічного методу компресії проведена розробка двопотокового алгоритму статистичного кодування, що входить до його складу.

Запропонований алгоритм статистичного кодування може використовуватися в будь-яких методах компресії, в яких потрібно кодувати декорельований сигнал з нерівномірним розподілом ймовірностей.

УДК 004.89: 355/359

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЙСЬКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ, ЯК ЗАПОРУКА ПРИЙНЯТТЯ ЕФЕКТИВНОГО КОМАНДИРСЬКОГО РІШЕННЯ

*к.т.н. Кубявка М.Б., Військовий інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка;*  
*к.т.н. Кубявка Л.Б., Київській національний університет ім. Т. Шевченка, Україна*

### INFORMATION TECHNOLOGIES OF MILITARY FORECASTING, AS A PREVENTION OF THE ADOPTION OF AN EFFECTIVE COMMANDER DECISION

*Ph.D. Kubiavka N.B., Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv;*  
*Ph.D. Kubiavka N.B., Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine*

**Вступ.** Ефективність дій військ у бою буде високою лише за умови чіткого визначення мети і завдань, які є наслідком аналізу реальних умов ведення бою, чіткому визначенні сил, засобів і способів дій військ (сил) щодо досягнення цієї мети, матеріально-технічним забезпеченням. Саме тому рішення командира є тим вирішальним фактором, який визначає ефективність дій підпорядкованих військ. Рішення командира є основою управління військами.

**Виклад матеріалу.** Будь-який інформаційний вплив на отримувача інформації призводить до змін ймовірностей його реакцій. Система підтримки прийняття рішень надає (впливає) командирю (начальнику) відповідну "підказку" в результаті якої формується саме те, найбільш оптимальне, його рішення. Відповідно оцінку впливу результату такого повідомлення можна представити як різницю між початковими (до впливу на командира) та кінцевими (після впливу) ймовірностями.

Тобто якщо інформованість (обізнаність) командира на поточний момент часу до надання йому результату від системи підтримки прийняття рішень представити матрицею його інформованості то після надання йому результатів роботи системи ми отримаємо іншу матрицю його реакцій після надання йому відповідної інформації.

Виходячи з цього запропоновано оцінити вплив на командира (начальника), через різницю в умовних та безумовних ймовірностях реакцій його на них.

Система підтримки прийняття рішень, в нашому випадку, є тим носієм інформаційного впливу, який визначає наповнення другої матриці. Зрозуміло, що вплив на начальника (командира) від системи призведе до змін в матриці його обізнаності. Доцільним будемо вважати той вплив, який призведе до збільшення ймовірностей оптимальних чи раціональних його рішень, і зменшенню ймовірностей прийняття рішень, які не підпадають під визначення доцільних.

Так, рішення будь якого командира (начальника) можна, з певною ймовірністю, передбачити за рахунок тих впливів, які на нього здійснюються та представити у вигляді ймовірності прийняття ним відповідного рішення:

$$p(R_i / A^+) = \frac{w(R_i / A^+) \cdot p(R_i)}{1 + p(R_i) \cdot (w(R_i / A^+) - 1)}, \quad (1)$$

де  $p(R_i / A^+)$  – ймовірності прийняття відповідного рішення  $R_i$  після всіх позитивних впливів  $A^+$  на командира (начальника).

**Висновки.** У роботі авторами висвітлено один із варіантів застосування теорії несилової взаємодії, а саме в цілях військового прогнозування, як засобу оцінки прийняття ефективних командирських рішень. Базуючись на проведених попередніх дослідженнях, вирішено задачу оцінки впливу системи на прийняття рішення командира (начальника) на основі представлення такої оцінки як різниці між початковими (до впливу на командира) та кінцевими (після впливу) ймовірностями.

Використання запропонованої моделі, на думку авторів, наближає нашу країну до створення ефективних інформаційних технологій підтримки прийняття рішень та військового прогнозування, що стане одним із вирішальних важелів щодо отримання інформаційної військової переваги над ворогами нашої Батьківщини.

#### Список посилань.

1. Братушка С.М., Новак С.М., Хайлук С.О. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посібник. Суми: ДВНЗ "УАБС НБУ", 2010. – 265 с.
2. Кубявка М.Б. Моделі та методи управління інформаційним супроводженням в умовах гібридної війни: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06, Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ, 2017. – 24 с.

УДК 681.3

## АНАЛІЗ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ПЕРВИННОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВИТРАТИ ГАЗУ

*Мануляк І.З., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна*

## ANALYSIS OF SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE MEASUREMENT SIGNS OF THE PRIMARY GAS COSTS CONVERSION

*Manulyak I.Z., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** При реалізації інформаційно-вимірювальних каналів витрати газових середовищ використання імпульсних сигналів, що є найпоширенішим варіантом представлення вимірюваної величини, забезпечує простоту схмотехнічних рішень, однак характеризується низькою стійкістю до впливу завад [1]. В такій ситуації, дослідження спектральних характеристик інформаційно-вимірювальних сигналів, що формуються при переміщенні мірного елемента, а також впливу можливих спотворень дозволить отримати обґрунтовану відповідь на ефективність застосування тих чи інших методів цифрового опрацювання.

### Виклад матеріалу.

В ході ряду експериментальних досліджень реалізованого прототипу первинного перетворювача, проведених в межах діапазону витрат  $0,078 - 1,014 \text{ м}^3/\text{год.}$  вставлено, що для витрат понад  $0,3 \text{ м}^3/\text{год.}$  спотворення практично не впливають на інформаційно-вимірювальні сигнали сенсорного елемента. За результатами спектральних характеристик, поданих встановлено, що використання апаратно реалізованих фільтрів забезпечує необхідний рівень виділення інформативних складових вимірювального сигналу для подальшого порогового опрацювання [2]. У випадку малих витрат  $Q < 0,3 \text{ м}^3/\text{год.}$ , за результатами експериментальних досліджень встановлено, що наявність імпульсних завад може приводити до спотворення вимірювальних даних, оскільки до 3,4% з них характеризуються більшою енергією спектру. Таким чином, використання аналогових фільтрів не дозволяє в повній мірі забезпечити виділення сигналу, особливо в області витрат порогу чутливості перетворювача [3].

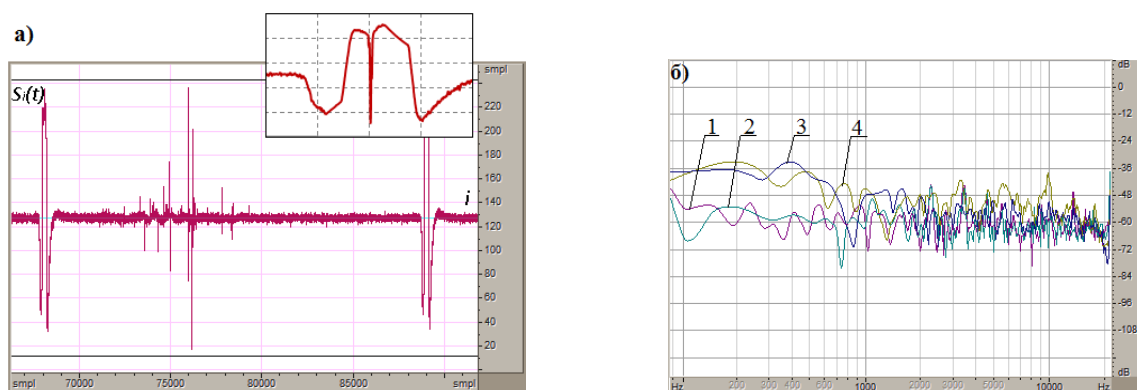


Рисунок 1 – а) Приклад реалізація сигналу  $S_i(t)$  в empl АЦП за витрати  $0,078 \text{ м}^3/\text{год.}$  із завадами; б) Спектральні характеристики: 1, 3 – сигналів; 2,4 – завад

В ході подальших досліджень для витрат в області порогу чутливості встановлено, що форма інформаційно-вимірювального сигналу зазнає значних змін (рис. 1 а), що фактично приводить до подвоєння імпульсів вимірювального сигналу. Приклад реалізації сигналів перетворювача та їх спектральних характеристик за  $Q = 0,078 \text{ м}^3/\text{год.}$  подано на рисунку 1.

**Висновки.** В ході дослідження спектрів вимірювальних сигналів та шумів, встановлено, що енергія спектру флукуаційних шумів, в більшості випадків, більша за енергію інформаційно-вимірювальних сигналів, що фактично унеможливає виділення інформативних складових на основі апаратних реалізацій фільтрів і зумовлює перехід до аналізу часових характеристик сигналу. Крім того, потужність завад збільшується, що пояснюється перехідними процесами, які виникають внаслідок перехідних процесів при переміщенні середовища та флукуацій мірного елемента.

### Список посилань.

1. Пістун Є. П. Нормування витратомірів змінного перепаду тиску. / Є.П. Пістун, Л.В. Лесовой – Львів: Видавництво ЗАТ «Інститут енергоаудиту та обліку енергоносіїв», 2006. – 576 с.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов./А.Б.Сергиенко – 2-е.– СПб.: Питер, 2007.–751 с.
3. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры./Р.В. Хемминг – М.: Недра, 1987. – 221 с.

УДК 004.05

## МОДЕЛЬ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*д.т.н. Кузь М.В., Академія технічних наук України, м. Івано-Франківськ; В. Новак, Connective Technologies LTD, м. Лондон, Великобританія; М. Новак, IT Brains s.r.o., м. Прага, Чеська Республіка; Reignhard Silva, Red Systems Plus, Spain*

### FORM EXAMPLE OF THE REPORT TO THE CONFERENCE "APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH"

*Doct. Kuz M.V., Academy of Technical Sciences of Ukraine, Ivano-Frankivsk; V. Novak, Connective Technologies LTD, London, United Kingdom of Great Britain; M. Novak, IT Brains s.r.o., Prague, Czech Republic; Reignhard Silva, Red Systems Plus, Spain*

**Вступ.** Програмне забезпечення знаходить все ширше застосування у прикладних галузях. На даному етапі розвитку інформаційних технологій воно має якщо не вирішальне, то принаймі, суттєве значення для виконання технологічних, освітніх, виробничих процесів.

**Виклад матеріалу.** Об'єктом дослідження в даній роботі є процес оцінки якості програмних продуктів. Найвищі вимоги до якості повинні ставитися до програм, що використовуються для забезпечення процесів, нечітке виконання яких може завдати шкоди здоров'ю, життю та майну людей. Всі якісні характеристики програм можна розділити на статичні і динамічні. Динамічними характеристиками програмних продуктів, в основному, є часові параметри, які найбільше впливають на правильне виконання описаних вище процесів.

Математична модель часових параметрів показників якості програмного забезпечення, запропонована авторами даної роботи, розроблена з врахуванням вимог [1, 2], наступна:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_i = \frac{N_i}{T_i}, \quad i = \{1.1; 1.2; 1.3; 2.1; 3.1; 7.1; 8.2; 9.1; 12.1\} \\ X_i = \frac{T_i}{N_i}, \quad i = \{4.1; 5.2; 10.1\} \\ X_i = \frac{T_i}{T_i + T_{ai}}, \quad i = \{5.1\} \\ X_i = T_i, \quad i = \{6.1; 6.2; 11.1; 13.1; 14.3; 21.1\} \\ X_i = \frac{T_{ai}}{T_i}, \quad i = \{11.2; 11.3; 13.2; 13.3; 13.4; 14.1; 16.1\} \\ X_i = \frac{\sum(T_i)}{N_i}, \quad i = \{5.3; 17.1; 18.1; 18.2; 18.3; 20.1\} \\ X_i = T_{ai} - T_i, \quad i = \{8.1\} \end{array} \right.$$

де  $X_i$  – атрибут якості за номером  $i$ ;  $N_i$  – кількісний параметр атрибута якості, який являє собою: у випадку, коли  $i = \{1.1\}$  – кількість неприйнятних відхилень результатів виконання функцій від очікуваних, виявлених користувачами,  $i = \{1.2\}$  – кількість неправильних обчислень, виявлених користувачем,  $i = \{1.3\}$  – кількість результатів виявлених користувачами, рівень точності яких відмінний від встановленого,  $i = \{2.1\}$  – кількість випадків, у яких користувач потерпів невдачу при обміні даними з іншими програмними засобами або системами,  $i = \{3.1\}$  – кількість моментів, коли відбулася подія значного або незначного псування даних,  $i = \{4.1; 17.1; 18.2; 20.1\}$  – загальна кількість реально виявлених відмов,  $i = \{5.2\}$  – кількість спостережуваних збоїв,  $i = \{5.3\}$  – кількість випадків, коли спостережувана система входить у стан відновлення,  $i = \{7.1\}$  – кількість операцій, які користувач вражає неприйнятно невідповідними його очікуванням,  $i = \{8.2\}$  – кількість разів, коли користувачеві вдалося усунути власну помилку оперування,  $i = \{9.1\}$  – кількість разів, коли користувач призупинився на тривалий період або послідовно неодноразово неправильно виконував

одну й ту саму дію через відсутність розуміння повідомлення,  $i = \{10.1\}$  – кількість появ помилкових дій користувача,  $i = \{12.1\}$  – кількість завершених задач,  $i = \{12.2; 12.3\}$  – кількість паралельних задач, що спостерігаються в заданому або встановленому періоді часу для кожного оцінювання,  $i = \{14.2\}$  – кількість попереджувальних повідомлень або відмов системи,  $i = \{15.1; 16.2\}$  – кількість повідомлень про помилки або системні відмови,  $i = \{18.2\}$  – кількість переглянутих версій,  $i = \{18.3\}$  – кількість змін,  $i = \{19.1\}$  – кількість випадків виявлення користувачем відмов під час експлуатації після внесення змін у ПЗ,  $i = \{22.1\}$  – кількість будь-яких обмежень чи неочікуваних відмов, з якими стикається користувач під час одночасної роботи з іншим ПЗ;  $T_i$  – часовий параметр атрибута якості, який являє собою: у випадку, коли  $i = \{1.1; 1.2; 1.3; 2.1; 3.1; 5.1; 7.1; 8.2; 9.1; 10.1; 12.1; 14.2; 15.1; 16.2; 19.1\}$  – час оперування,  $i = \{4.1\}$  – час експлуатації,  $i = \{5.2\}$  – загальний час простою,  $i = \{5.3\}$  – час до відновлення роботи системи у кожному випадку простою,  $i = \{6.1\}$  – середній час, необхідний для освоєння прийомів коректного використання функцій,  $i = \{6.2\}$  – сумарний час оперування продуктом, витрачений користувачем на те, щоб досягти виконання специфікованої задачі у стислий термін,  $i = \{8.1\}$  – час від початку виправлення помилок встановленого типу у виконаній задачі,  $i = \{11.1\}$  – час до отримання результату/час до повного завершення введення команди,  $i = \{11.2\}$  – потрібний середній час відгуку,  $i = \{11.3\}$  – необхідний максимальний час відгуку,  $i = \{12.2; 12.3\}$  – встановлений період часу кожного оцінювання,  $i = \{13.1\}$  – час між завершенням отримання результатів користувачем і завершенням формування запиту користувача,  $i = \{13.2\}$  – необхідний середній пропускний період,  $i = \{13.3\}$  – необхідний максимальний пропускний період,  $i = \{13.4\}$  – час на виконання задачі,  $i = \{14.1\}$  – специфікований проектний час зайнятості пристроїв В/В,  $i = \{14.3\}$  – час, витрачений на очікування завершення операції пристрою В/В,  $i = \{16.1\}$  – необхідний період часу, протягом якого очікується синхронізоване завершення задач різними медіа носіями,  $i = \{17.1\}$  – час, за який причини відмов з'ясовуються,  $i = \{18.1\}$  – час, коли користувач завершив передачу постачальнику запиту на супроводження у складі звіту з проблеми та коли користувач отримав оновлену редакцію версії (або звіт про стан),  $i = \{18.2\}$  – час, коли причини відмов усунені поряд із внесенням змін у ПЗ (або користувачем отримано звіт про стан) та коли причини відмов були знайдені,  $i = \{18.3\}$  – робочий час, витрачений на внесення змін,  $i = \{20.1\}$  – час вичерпаний на випробування з метою пересвідчитися чи усунена зафіксована відмова чи ні,  $i = \{21.1\}$  – сума часу роботи користувача, витраченого на завершення адаптації ПЗ до середовища користувача при його спробі інсталиувати чи змінити параметри запуску,  $i = \{22.1\}$  – тривалість часу одночасної роботи іншого ПЗ;  $T_{ai}$  – часовий параметр атрибута якості, який являє собою: у випадку, коли  $i = \{5.1\}$  – час до відновлення,  $i = \{8.1\}$  – час до завершення виправлення помилок встановленого типу, що були припущені при виконанні задачі,  $i = \{11.2; 11.3\}$  – час відгуку для кожного оцінювання (спроби),  $i = \{13.2; 13.3\}$  – пропускний період для кожного оцінювання (спроби),  $i = \{13.4\}$  – загальний час очікування,  $i = \{14.1\}$  – час зайнятості пристрою В/В,  $i = \{16.1\}$  – виділений час для неперервного використання ресурсу.

**Висновки.** Запропонована модель може бути основою для розроблення методичних документів з оцінки часових параметрів показників якості програмного забезпечення.

#### Список посилань.

- 1 Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 2. Зовнішні метрики (ISO/IEC TR 9126-2:2003, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-2:2008 – [Чинний від 2010-07-01]. – К: Держспоживстандарт України 2011. – 85 с. – (Національний стандарт України).
2. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 3. Внутрішні метрики (ISO/IEC TR 9126-3:2003, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-3:2012 – [Чинний від 2013-05-01]. – К: Мінекономрозвитку України 2013. – 46 с. – (Національний стандарт України).

УДК 004.415.2

## ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗСЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ

*к.т.н. Пашкевич О.П., ПВНЗ "Університет Короля Данила"; д.т.н. Мельничук С.І., Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна*

### PROS AND CONS OF SERVERLESS ARCHITECTURES

*Ph.D. Pashkevych O.P., PHEI "University of King Danylo"; Doct. Melnychuk S.I., Vasyl Stefanyk precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine*

**Вступ.** Безсерверна архітектура (Serverless Architecture) реалізує спосіб побудови додатків і служб без необхідності управління серверною інфраструктурою. Створене таким чином програмне забезпечення виконується на сервері, проте все керування цим сервером виконується сторонньою організацією – провайдером, що набуває все більшої популярності та стає поширеним підходом з великою кількістю доступних для розгортання варіантів для розробників "хмарних" додатків.

**Виклад матеріалу.** Говорячи про безсерверні технології найчастіше згадують дві відомі моделі хмарних обчислень, що виникли порівняно нещодавно:

1. BaaS (Backend as a Service) – модель організації програмних продів, які значно або повністю залежать від сторонніх програм чи служб (розміщених "у хмарі") для керування логікою та даними на стороні сервера;

2. FaaS (Function as a Service) - модель, де певна кількість логіки на стороні сервера все ще написана розробником програми, але, на відміну від традиційних архітектур, запускається в обчислювальних контейнерах, що створюються на вимогу (event-triggered), мають нетривалий час роботи (можуть створюватись для кожного виклику) і повністю керовані третьою стороною.

До лідерів послуг на ринку FaaS на даний час відносять AWS Lambda, Google Cloud Functions та Microsoft Azure Functions. Також ведеться активна розробка інших архітектурних рішень.

До переваг використання безсерверної архітектури відносять наступні: обидві платформи BaaS і FaaS дозволяють розробникам зосередити увагу на розробці нових функцій, а не на підтримці інфраструктури.

Наслідком цього є скорочення вартості розробки та зменшення складності програмного забезпечення, скорочення операційних витрати та спрощення операційного менеджменту через те, що велика частина цих процесів передається стороннім особам, зниження витрат на масштабування завдяки наявним функціям автоматичного масштабування.

Сумісність з технологіями мікросервісів, які можна реалізувати як функції FaaS. Зменшення енергоспоживання – завдяки оптимізації навантаження, сервери на AWS або Azure є енергоефективніші.

До недоліків можна віднести: відсутність контролю за виконанням операцій на серверній стороні, необхідність навчання при переході на нову технологію, складніше інтеграційне тестування, додаткові накладні витрати під час звертання до мікросервісів, проблема "холодного старту" для функцій, реалізованих на JVM. Крім того відзначають проблеми, що можуть виникнути через зберігання та обробку даних різних клієнтів на одному сервері, а також питання безпеки даних.

**Висновок.** Використовуючи безсерверну архітектуру, розробники можуть зосередити увагу на основному продукті і не займатись обслуговуванням серверів і управляти їх робочим навантаженням. Крім того, слід відзначити, що такі технології є новими. AWS Lambda, яка вважається провідною реалізацією FaaS анонсована в 2015 р.

Тобто, ряд переваг, які виділяють зараз, за 2-3 роки можуть стати менш привабливими, з іншого боку, частина недоліків за цей час будуть усунуті. Розвиток безсерверних системи перебуває на початковій стадії і буде інтенсивно розвиватись.

#### Список посилань.

1. Serverless Architectures [Електронний ресурс] / Mike Roberts // MartinFowler.com – 04.08.2016 – Режим доступу: <https://martinfowler.com/articles/serverless.html>
2. Serverless Architectures Comparison, Pros & Cons, And Case Studies [Електронний ресурс] / Ilya Goncharov // Agile Engine – 30.11.2017 – Режим доступу: <https://agileengine.com/why-should-consider-a-serverless-architecture-for-your-next-project/>
3. Building Applications with Serverless Architectures [Електронний ресурс] / Офіційна сторінка – Amazon AWS Lambda – Режим доступу: <https://aws.amazon.com/lambda/>

УДК 004.04

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ ОГЛЯДІВ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ НА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

*к.т.н. Портянко Т.М., Черкаський державний технологічний університет, Україна*

## FEATURES OF PERIODIC REVIEW OF COMPUTERIZED SYSTEMS ON PHARMACEUTICAL ENTERPRISES

*Ph.D. Portyanko T.M., Cherkasy State Technological University, Ukraine*

**Вступ.** Важливим елементом системи забезпечення якості фармацевтичної компанії, яка впровадила комп'ютеризовану систему (далі, КС) є періодичні огляди КС, які проводяться і документуються з метою підтвердження придатності КС, відповідності КС всім існуючим специфікаціям, а також удосконалення функціонування КС (оцінка змін, вплив невідповідностей, збоїв, тенденцій у виникненні слабких місць, змін відповідно з законодавчими нововведеннями і т.д.).

**Виклад матеріалу.** Відповідно до нормативних вимог періодичні огляди проводяться під час всього терміну експлуатації КС для того, щоб переконатися, що КС відповідає раніше встановленим нормативним вимогам, придатна для використання за призначенням, і відповідає вимогам бізнес-процесів компанії.

Проведення періодичного огляду повинно підтвердити, що для всіх компонентів КС створені необхідні процеси підтримки і обслуговування і що очікуване автоматичне регулювання бізнес-процесів встановлено і функціонує. Терміни проведення періодичних оглядів необхідно планувати. Планування періодичності проведення періодичних оглядів ґрунтується на:

- визначенні періоду огляду для КС в валідаційних звітах;
- матеріалах регулярного проведення огляду та аналізу записів;
- конкретні події, наслідком яких є планування проведення періодичного огляду;
- кількості запитів на внесення змін в КС;
- складності внесених змін.

Процес періодичного огляду повинен бути універсальним з можливістю застосовувати до всіх КС, що функціонують в компанії. У разі необхідності, періодичний огляд КС може бути завершений в рамках більш широкої діяльності, такої як періодичний огляд виробничого процесу. Методологія проведення періодичного огляду складається з наступних етапів:

- формування команди фахівців, що включає визначення персональної відповідальності за кожний з етапів проведення періодичного огляду, а також формалізацію відносин (наприклад, у форматі матриці відповідальності або деталізації в посадових інструкціях);
- підготовка до проведення періодичного огляду, яка включає вивчення відповідної документації, виявлення можливих джерел даних, складання графіка проведення періодичного огляду;
- визначення коректного методу візуалізації для кожного типу зібраних даних, документування результатів;
- експертна оцінка, яка включає обговорення попередніх результатів періодичного огляду в робочих групах і/або структурних підрозділах, напрацювання пропозицій щодо вдосконалення, включаючи пошук нових джерел даних;
- прийняття управлінських рішень, що включає в себе проведення аналізу з боку керівництва, розгляд узгоджених результатів періодичного огляду при аналізі вищим керівництвом, прийняття і оформлення управлінських рішень; формування програми поліпшень, ранжування пропозицій щодо поліпшення, обговорення потенційних помилок при підготовці періодичного огляду;
- використання результатів, отриманих під час проведення періодичного огляду для планування валідаційних робіт, самоінспекцій, аудиту постачальників і навчання персоналу;
- оцінка достатності впроваджених змін/поліпшень, що включає періодичну оцінку стану по реалізації управлінських рішень через певні проміжки часу (наприклад, при планових аудитах (самоінспекціях)).

**Висновки.** Результатом проведення періодичного огляду повинно бути задокументоване обґрунтування безперервної прийнятності для подальшого використання КС на підставі створеного підсумкового звіту.

УДК 004.412:519.237.5

## ПОБУДОВА РІВНЯННЯ НЕЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PHP-СИСТЕМ З ВІДКРИТИМ КОДОМ

д.т.н. Приходько С.Б., Спінов О.В., *Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

## CONSTRUCTING THE NON-LINEAR REGRESSION EQUATION FOR ESTIMATING THE SOFTWARE SIZE OF OPEN-SOURCE PHP-BASED SYSTEMS

Doct. Prykhodko S.B., Spinov A.V., *Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv*

**Вступ.** Зараз при оцінюванні трудомісткості розробки програмного забезпечення різноманітних систем, в тому числі і інформаційних систем з відкритим кодом, що базуються на мові PHP, часто використовуються нелінійні регресійні рівняння (зокрема СОСОМО II), які залежать в першу чергу від розміру програми. Але, як правило, розмір програми на початковому етапі її розробки не відомий, що потребує його оцінювання. В [1] для оцінювання кількості строк коду (LOC) PHP-систем з відкритим кодом було запропоновано лінійне регресійне рівняння в залежності від трьох факторів – метрик концептуальної моделі даних. Але, як відомо, при побудові лінійних регресійних рівнянь необхідно виконання певних умов, зокрема залишки (residuals) або залежна змінна повинні бути розподілені за нормальним законом, що для реальних даних має місце лише в поодиноких випадках. А це веде до необхідності побудови нелінійних регресійних рівнянь. Саме таке рівняння для оцінювання кількості строк коду PHP-систем з відкритим кодом в залежності від трьох метрик концептуальної моделі даних пропонується в роботі.

**Виклад матеріалу.** Для побудови рівняння нелінійної регресії для оцінювання розміру програмного забезпечення для PHP-систем з відкритим кодом були використані дані з метрик 32 таких систем [1]: перша метрика  $Y$  включає фактичний розмір програмного забезпечення в тисячах строк коду (KLOC), друга  $X_1$  та третя  $X_2$  метрики визначають відповідно загальну кількість класів і загальну кількість співвідношень у концептуальній моделі даних, а останньою четвертою метрикою  $X_3$  є середня кількість атрибутів на клас, тобто відношення загальної кількості атрибутів у концептуальній моделі даних до  $X_1$ . Для виявлення викидів у зазначених даних ми використовували метод на основі багатовимірних нормалізуючих перетворень та відстані квадрата Махаланобіса [2]. У цих даних не виявлено викидів для рівня значимості 0,005. У [1] також було припущено, що дані не містять викидів. За зазначеними даними на основі чотирьохмірного нормалізуючого перетворення Джонсона сім'ї  $S_B$  було побудовано наступне рівняння нелінійної регресії:

$$\hat{Y} = \hat{\phi}_Y + \hat{\lambda}_Y / \left[ 1 + e^{-(\hat{Z}_Y - \hat{\gamma}_Y) / \hat{\eta}_Y} \right], \quad (1)$$

де  $\hat{Z}_Y$  – результат оцінювання за лінійним регресійним рівнянням  $\hat{Z}_Y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 Z_1 + \hat{b}_2 Z_2 + \hat{b}_3 Z_3$ ;  $Z_1$ ,  $Z_2$  і  $Z_3$  – нормалізовані змінні метрик  $X_1$ ,  $X_2$  і  $X_3$ ,  $Z_j = \gamma_j + \eta_j \ln \left[ (X_j - \phi_j) / (\phi_j + \lambda_j - X_j) \right]$ ,  $\phi_j < X_j < \phi_j + \lambda_j$ ,  $j = 1, 2, 3$ ;  $\hat{b}_0 = 0,000158$ ;  $\hat{b}_1 = 0,48856$ ;  $\hat{b}_2 = 0,48502$ ;  $\hat{b}_3 = 0,08184$ ;  $\hat{\gamma}_Y = 0,89260$ ;  $\hat{\gamma}_1 = 0,83498$ ;  $\hat{\gamma}_2 = 0,76269$ ;  $\hat{\gamma}_3 = 0,70926$ ;  $\hat{\eta}_Y = 0,49965$ ;  $\hat{\eta}_1 = 0,59684$ ;  $\hat{\eta}_2 = 0,71099$ ;  $\hat{\eta}_3 = 0,51538$ ;  $\hat{\phi}_Y = 1,954$ ;  $\hat{\phi}_1 = 2,703$ ;  $\hat{\phi}_2 = 0,262$ ;  $\hat{\phi}_3 = 3,313$ ;  $\hat{\lambda}_Y = 86,887$ ;  $\hat{\lambda}_1 = 41,494$ ;  $\hat{\lambda}_2 = 26,647$ ;  $\hat{\lambda}_3 = 13,808$ .

Значення середньої величини відносної помилки (MMRE), відсотка прогнозування (PRED (0.25)) та множинного коефіцієнту детермінації для рівняння (1) кращі (0,2208, 0,6563 і 0,9745) в порівнянні з відповідними значеннями для лінійного рівняння (0,4919, 0,5313 і 0,9491).

**Висновки.** В роботі запропоновано нелінійне регресійне рівняння для оцінювання кількості строк коду PHP-систем з відкритим кодом в залежності від трьох метрик концептуальної моделі даних за рахунок використання нормалізуючого перетворення Джонсона сім'ї  $S_B$ , що дозволяє підвищити якість відповідного оцінювання в порівнянні з існуючими лінійними рівняннями.

### Список посилань.

1. Hee Beng Kuan Tan, Yuan Zhao and Hongyu Zhang, Estimating LOC for information systems from their conceptual data models, in Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering (ICSE '06), May 20-28, 2006, Shanghai, China. – P.321-330.
2. S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova, and K. Pugachenko, Detecting Outliers in Multivariate Non-Gaussian Data on the basis of Normalizing Transformations, in Proceedings of the 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) «Celebrating 25 Years of IEEE Ukraine Section», May 29 – June 2, 2017, Kyiv, Ukraine. – P.846-849.

УДК 004.627:519.216.2

## СТИСНЕННЯ З ВТРАТАМИ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

д.т.н. Приходько С.Б., Приходько А.С., *Національний університет кораблебудування імені адмірала  
Макарова, м. Миколаїв*

### LOSSY COMPRESSION OF RANDOM SIGNALS ON THE BASIS OF STOCHASTIC DIFFERENTIAL EQUATIONS

*Doct. Prykhodko S.B., Prykhodko A.S., Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv*

**Вступ.** Як відомо [1], методи стиснення з втратами призводять до деякої втрати інформації, а дані, які були стиснуті з використанням методів з втратами, як правило, не можуть бути точно відновлені. В обмін на прийняття цього спотворення при відновленні ми зазвичай отримуємо набагато більш високі коефіцієнти стиснення, ніж це можливо при стисненні без втрат. В [2] для стиснення звукових (аудіо) сигналів, які розглядалися як випадкові, було запропоновано застосувати стохастичні диференціальні рівняння (СДР). Суть представленого в [2] підходу полягає в наступному. Аудіо сигнал або його частина описуються СДР. В результаті рішення задачі параметричної ідентифікації знаходяться коефіцієнти СДР. Замість самого аудіо сигналу зберігається лише інформація про коефіцієнти СДР, часовому інтервалі, крок дискретизації за часом, початкових умовах, включаючи стартове значення генератора псевдовипадкових чисел з рівномірним законом розподілу. Відновлення аудіо сигналу виконується шляхом чисельного рішення СДР з відповідними коефіцієнтами і початковими умовами. Зауважимо, що розглянуте в [2] лінійне СДР 2-го порядку не завжди призводить до задовільних результатів відновлення аудіо сигналів, особливо при великих коефіцієнтах стиснення. Це в першу чергу пов'язано з тим, що розподіл ординат аудіо сигналу істотно відрізняється від нормального. Тому виникає потреба в удосконаленні зазначеного підходу.

**Виклад матеріалу.** Для поліпшення якості відновлення випадкових сигналів після стиснення пропонується застосувати попередню нормалізацію їх ординат так, як, наприклад, це робиться в [3]. Для цього використовується перетворення Джонсона сімейства  $S_U$ , яке є біективним і не призводить до додаткової втрати інформації. Для відновлення випадкових сигналів чисельне рішення СДР перетворюється за допомогою зворотного перетворення Джонсона сімейства  $S_U$ . Відзначимо, при реалізації зазначеного стиснення випадкових сигналів необхідний також метод моделювання значень випадкової величини з розподілом Гаусу за значеннями випадкової величини з рівномірним розподілом без відбраковування останніх. В якості такого методу застосовується метод запропонований в [4]. Розглянуто приклад стиснення випадкового сигналу  $x(t)$ , що описується СДР

$$\ddot{x} + 2\alpha_z \dot{x} + b_z^2 (\gamma + \eta \operatorname{Arsh}(\tilde{x})) \frac{\lambda}{\eta} \left( \sqrt{1 + \tilde{x}^2} \right) - x^2 \tilde{x} / [\lambda(1 + \tilde{x}^2)] = 2b_z \frac{\lambda}{\eta} \sqrt{D_z \alpha_z (1 + \tilde{x}^2)} n(t), \quad (1)$$

де  $\tilde{x} = (x - \varphi) / \lambda$ ;  $n(t)$  – білий шум;  $\gamma$ ,  $\eta$ ,  $\varphi$  та  $\lambda$  – параметри перетворення Джонсона сімейства  $S_U$ ;  $z = \gamma + \eta \operatorname{Arsh}(\tilde{x})$ ;  $D_z$  – дисперсія  $z(t)$ ;  $b_z^2 = \alpha_z^2 + \beta_z^2$ ;  $\alpha_z$  і  $\beta_z$  – відповідно коефіцієнт загасання і середня частота кореляційної функції нормалізованого випадкового процесу  $z(t)$ , що описується СДР  $\ddot{z} + 2\alpha_z \dot{z} + b_z^2 z = 2b_z \sqrt{D_z \alpha_z} n(t)$ .

Велике стиснення випадкового сигналу  $x(t)$  досягається за рахунок зберігання параметрів СДР (1) замість зберігання ординат сигналу  $x(t)$ . Поновлення випадкового сигналу  $x(t)$  відбувається шляхом чисельного рішення СДР (1) за методом Ейлера.

**Висновки.** В роботі удосконалено метод стиснення з втратами випадкових сигналів на основі застосування попередньої нормалізації їх ординат за допомогою біективного перетворення Джонсона сімейства  $S_U$ , що дозволяє підвищити якість їх відновлення при великих коефіцієнтах стиснення.

#### Список посилань.

1. Pu, I.M. Fundamental Data Compression / I. M. Pu. – Elsevier, 2006. – 246 p.
2. Приходько, С.Б. Сжатие звука на основе стохастических дифференциальных уравнений второго порядка / С. Б. Приходько // Вестник ХГТУ. – Херсон: ХГТУ. – 2002. – № 2 (15). – С.386-388.
3. Приходько, С.Б. Применение нормализующих преобразований для построения математических моделей нелинейных стохастических дифференциальных систем / С. Б. Приходько // Электронное моделирование. – 2011. – Т.33. – № 2. – С.13-23.
4. Приходько, С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин із використанням перетворення Джонсона із сім'ї  $S_U$  / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – т.5, №.1. – С.92-97.

УДК 342.951:351

## ІНФОРМАЦІЙНА СУТЬ КОНСОРЦІЙНИХ ЕКОТОНІВ ЗАХИСНОГО ТИПУ НА ШЛЯХАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

*Руда М.В., Національний університет "Львівська політехніка", Україна*

### INFORMATION PRINCIPLES OF THE FUNCTIONING OF CONSORTIVE PROTECTIVE ECOTONES

*Ruda M.V., Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

**Вступ.** Структура і склад інформаційних потоків системи погодження антропогенної дії повинні відповідати структурі та функціональним особливостям консорційних екотонів захисного типу (КЕЗТ) і узгоджуватися з режимами природокористування.

Діагностику об'єктів КЕЗТ слід проводити на основі відношення копроемності оточуючого середовища до природоємності КЕЗТ. Особливої уваги й аналізу в зв'язку з цим заслуговує інформаційна суть запропонованого підходу.

Інформаційна система (ІС) являє собою складну систему, яка об'єднує обчислення, комунікації та фізичні процеси. ІС для КЕЗТ має ієрархічний рівень структури, потоки інформації та систему прямих і зворотних зв'язків і ґрунтується на гіпотезі про те, що зміни у системі зумовлені цими зв'язками. Отримання кінцевого результату – є функцією параметрів окремих блоків системи, якими необхідно керуватися при обґрунтуванні та прийнятті управлінських рішень щодо еколого-економічного розвитку КЕЗТ на шляхах залізничного транспорту.

**Виклад матеріалу.** Зобразимо ІС КЕЗТ у вигляді трьох взаємопов'язаних модулів-блоків, де:

- Модуль екологічного аналізу КЕЗТ включатиме ідентифікацію; оцінку використання потенціалу КЕЗТ; виділення повнопрофільних та неповнопрофільних КЕЗТ.

- Модуль проектування КЕЗТ. Алгоритм застосування показників передбачає: оптимізацію структури КЕЗТ – знаходження екстремуму певної функції або вибору найкращого (оптимального) варіанту з безлічі можливих – найбільш надійним способом знаходження найкращого варіанту є порівняльна оцінка всіх можливих варіантів (альтернатив); комп'ютерно-модель КЕЗТ – метод аналізу статистичних даних КЕЗТ, як сукупності блоків, пов'язаних між собою вхідними і вихідними потоками речовини і енергії; фіторизоремедіація ґрунту – в основу методу поставлено задачу розробки нового ефективного, універсального, доступного, екологічно та економічно обґрунтованого способу ремедіації спрямованого на культивування комплексу ремедіатив: мікоризні гриби та асоційовані з ними рослинні мікроорганізми, що володіють потенціалом до високої ризосферної біоремедіації ґрунту *in situ*; біоінженерні споруди – склад і структура насаджень, які за умови інтенсифікації залізниці здатне зберігати/відновлювати біотичне та ландшафтне різноманіття, підвищувати продуктивність КЕЗТ і здатність їх до самовідновлення, забезпечувати екологічну безпеку території – такий стан, за якого не виникають екологічні ризики, зберігається здатність КЕЗТ виконувати тепер і в майбутньому економічні, екологічні і соціальні функції на шляхах залізничного транспорту.

- модуль екосистемного моніторингу і контролю якості КЕЗТ. Екосистемний моніторинг і контроль якості КЕЗТ доцільно проводити за наступними показниками: функціональна роль ЕЗТ; структурно-функціональні особливості КЕЗ.

**Висновки.** Для отримання достовірної інформації необхідно запропонований підхід реалізовувати в таких напрямках: застосування не тільки методів математичної статистики, а й інформації про механізми реакції екотонів на зовнішній вплив; виявлення ступеня впливу конкретних зовнішніх факторів на стан НПС; встановлення впливу взаємозв'язків різних параметрів; вивчення періодичності часової і просторової мінливості аналізованих параметрів у консорціях; отримання можливості роздільної оцінки кількісних параметрів розвитку природних і антропогенних процесів в консорціях і прогнозування тенденцій в екотонах при сукупному впливі природних і антропогенних факторів; визначення оптимального числа натурних вимірювань одного параметра в екотоні і рівня достатньої точності інструментальних засобів екологічного моніторингу.

Загальний алгоритм використання визначених показників поєднує встановлення і оцінку відповідних факторів навколишнього природного середовища (НПС) шляхом прямого або непрямого визначення за матеріалами моніторингу їх кількісних показників, а також створення на основі багатоспектральних даних просторової основи для оцінки впливу об'єкта залізниці на стан НПС.

УДК 004.236.13

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД КІБЕРАТАК

*д.т.н. Толіупа С.В., к.т.н. Браїловський М.М., Київській національній університет ім. Т. Шевченка;  
Толіупа Є.О., ДУТ, м.Київ, Україна*

## SECURITY OF INFORMATION SYSTEMS FROM CYBERNETIC ATTACK

*Doct. Toliupa S., Ph.D. Brailovsky M., Taras Shevchenko National University of Kyiv;  
Toliupa E., DUT, Kyiv, Ukraine*

**Вступ.** Кібербезпека являє собою стратегічну комплексну проблему будь-якої держави, яка передусім стосується економіки країни, особливо електронної промисловості, в тому числі питань розвитку інфраструктури електронних комунікацій, технологій кіберзахисту державних інформаційних ресурсів, об'єктів критичної інформаційної інфраструктури, визначення заходів щодо боротьби з кіберзлочинністю та кібертероризмом тощо.

**Виклад матеріалу.** Системи виявлення мережевих вторгнень і виявлення ознак кібератак на інформаційні системи вже давно застосовуються як один з необхідних рубежів оборони інформаційних систем. Розробниками систем захисту інформації та консультантами в цій галузі активно застосовуються такі поняття, як захист по периметру, стаціонарний і динамічний захист, стали з'являтися власні терміни, наприклад, проактивні засоби захисту.

На сьогодні системи виявлення вторгнень і кібератак зазвичай являють собою програмні або апаратно-програмні рішення, які автоматизують процес контролю подій, що відбуваються в інформаційній системі або мережі, а також самостійно аналізують ці події в пошуках ознак проблем кібербезпеки. Оскільки кількість різних типів і способів організації несанкціонованих проникнень в чужі мережі за останні роки значно збільшилася, системи виявлення кібератак (СВКБА) стали необхідним компонентом інфраструктури безпеки більшості організацій.

Системи виявлення атак, як і більшість сучасних програмних продуктів, повинні задовольняти ряду вимог. Це і сучасні технології розробки і орієнтування на особливості сучасних інформаційних мереж і сумісність з іншими програмами. Щоб зрозуміти, як правильно використовувати СВКБА, потрібно чітко представляти, як вони працюють і які їх вразливі місця.

Кібернетичні атаки на інформаційну систему реалізуються головним чином за рахунок даних кібератак: аналіз мережевого трафіку, сканування мережі, загроза виявлення пароля, підміна довіреного об'єкту мережі і передача по каналах зв'язку повідомлень від його імені з привласненням його прав доступу, нав'язування помилкового маршруту мережі, несанкціоноване введення об'єкту мережі, відмова в обслуговуванні, видалений запуск додатків. Ці загрози можуть проявлятися у вигляді як навмисних, так і ненавмисних помилок, збоїв і відмов техніки і програмного забезпечення, шкідливого впливу зі сторони злочинних структур і кримінальних елементів.

Отже, засоби виявлення кібернетичних атак забезпечують одержання даних з мережі про зловмисну активність в зрозумілу інформацію, яка може бути використаний для усунення підтверджених порушень безпеки і забезпечення відповідності нормативним документам. Набір зручних у використуванні апаратних засобів віддзеркалення загроз дозволяє адміністраторам централізований знаходити, визначати пріоритетність і відображати загрози за допомогою вже упроваджених в інфраструктуру мережних пристроїв і пристроїв захисту.

**Висновки.** Аналізуючи дані положення про здійснення кібернетичних атак, можна дійти висновку, що розглянуті вище можливості захисту даних не будуть у повній мірі ефективні якщо їх не використовувати у єдиному комплексі.

Засоби виявлення кібернетичних атак забезпечують одержання даних з мережі про зловмисну активність в зрозумілу інформацію, яка може бути використаний для усунення підтверджених порушень безпеки і забезпечення відповідності нормативним документам. Набір зручних у використуванні апаратних засобів віддзеркалення загроз дозволяє адміністраторам централізований знаходити, визначати пріоритетність і відображати загрози за допомогою вже упроваджених в інфраструктуру мережних пристроїв і пристроїв захисту.

### Список посилань.

1. Безрук В.М. Научные технологии в инфокоммуникациях: обработка информации, кибербезопасность, информационная борьба / Баранник В.В., Толіупа С.В. и др. Коллективная монография. Харьков – Компания СМІТ – 2017. – с. 620.
2. Toliupa. S. V. Nakonechny. V. S. , Brailovskyi. N. N. Building Cyber-Security Systems of Information Networks Based on Intellectual Technologies// Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) № 1. [Electronic journal]. URL: <http://journal.scsa.ge/issues/2017/09/432>.

УДК 681.121

## МОДЕЛЮВАННЯ ВТРАТ ТИСКУ В ТРУБОПРОВОДАХ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЙОГО ЗМІНИ

к.т.н. *Винничук А.Г., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## MODELING OF PRICING LOSS OF PIPES AND DEVELOPING SOFTWARE TO CALCULATE ITS CHANGE

*Ph.D. Vynnychuk A.G., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** При розрахунку трубопроводів головним завданням є визначення загального перепаду тиску на робочій ділянці. Відома наукова праця [1], в якій розглядаються прикладні питання вивчення гідродинамічних процесів в еталонних витратомірювальних установках. Наведені в ній залежності і результати розрахунків стосуються втрат тиску для різних видів місцевих опорів (згин, розширення або звуження, переходи при зміні діаметра труби).

Виконання гідравлічних розрахунків трубопровідних мереж вимагає багато роботи і тривалого часу. Створення програмного забезпечення для гідравлічного розрахунку трубопроводу значно спростить виконання цього завдання. Крім того, необхідним є розроблення узагальнених закономірностей для різних діапазонів чисел Рейнольдса з урахуванням ламінарного, перехідного і турбулентного режимів потоку газу.

**Метою роботи** є моделювання втрат тиску в трубопровідних мережах та розроблення програмного забезпечення для розрахунку його зміни.

**Виклад матеріалу.** Для побудови математичної моделі, яку покладено в основу розробленого програмного забезпечення було проаналізовані закономірності втрат тиску в трубопроводах. Зокрема, теоретичний аналіз залежностей втрат тиску газу за умов наявності в трубопроводі ламінарного, перехідного і турбулентного режимів течії. При цьому використовувалися відомі апроксимаційні залежності для різних видів гідравлічних опорів, а саме втрати тиску: на тертя в трубі, на опорі згину труби, при звуженні та розширенні потоку.

Для розроблення програмного забезпечення застосовано мову програмування «JavaScript». Розроблене програмне забезпечення дозволяє врахувати геометричну форму самого трубопроводу та параметри потоку в трубопроводі.

Для проведення апробації програмного забезпечення виконаємо розрахунки втрат тиску для потоку природного газу за малих значень витрати (до 5,5 м<sup>3</sup>/год) в трубопроводі діаметром 16 мм. Такі вхідні параметри моделюють будинкову мережу подачі природного газу споживачам. Робота з програмою відбувається наступним чином.

Введіть витрату робочого середовища, м<sup>3</sup>/с: 0.0001389

Введіть кінематичну в'язкість, м<sup>2</sup>/с: 0.000014

Введіть діаметр трубопроводу, м: 0.016

Введіть довжину трубопроводу, м: 1000

Введіть густину робочого середовища, кг/м<sup>3</sup>: 0.6

Коефіцієнт шорсткості стінок трубопроводу, м

Виберіть тип трубопроводу:

Введіть значення шорсткості: 0.000014

Рисунок 1 - Вхідні дані

Розрахувати

Режим Потоку	Laminar
Швидкість руху р.с в трубопроводі, м/с	0.69
Число Рейнольдса (Re)	789.92
Коефіцієнт тертя (λ)	0.081
Коефіцієнт гідравлічного опору (ξ)	5063.79
Втрата тиску (Дрлн), Па	725.741

Очистити

Рисунок 2 - Вихідні дані

**Висновки.** На основі проведених досліджень можна зробити висновок про доцільність застосування розробленого програмного забезпечення. За отриманими результатами очевидним є те, що програмне забезпечення з достатньою точністю описує гідравлічні втрати в трубопроводах і може застосовуватись для виконання проміжних розрахунків трубопровідних мереж. Також, дане програмне забезпечення може бути застосовано для віртуальних лабораторних робіт в навчальному процесі студентів профільних спеціальностей.

### Список посилань.

1. Середюк О.Є. Моделювання впливу параметрів газової мережі на точність перевірочних установок для побутових лічильників газу / О.Є. Середюк, А.Г. Винничук // Методи та прилади контролю якості – 2009. – №23. – С. 79-83.

УДК 004.428.4

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОБМЕЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ІНТЕРФЕЙСУ GOOGLE DRIVE

*Яковин С.В., д.т.н. Мельничук С.І., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## SPECIFIC AND LIMITATIONS OF GOOGLE DRIVE APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE

*Yakovyn S.V., Doct. Melnychuk S.I., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Introduction.** Google Drive as well as other Cloud storage platforms (One Drive from Microsoft, DropBox, and others) enables the collaborative work. It also allows that not only for Web users, but for the Internet applications. They can use it to share the results among users of the application or to deliver some files to other applications, for example, for post-processing. The amount of such applications grows rapidly. From the developer's view it's important to consider that the reference guide might not exactly match the exposed functionality. That's why it is important to verify the parts of an application programming interface (API) before starting the development of the module the depends on it.

### Presentation of the material.

One of the issue that was met during development of collaborative work via Google Drive was that a writer has rights not only edit but also share a document with others. That was against the feature specification of the developed module. The guide reference has documented the possibility to turn the ability to share for users with role writer, fig. 1a, off but unexpectedly that was a property of a shared document [1] and not a property the user permission we expected to be, see fig. 1b.

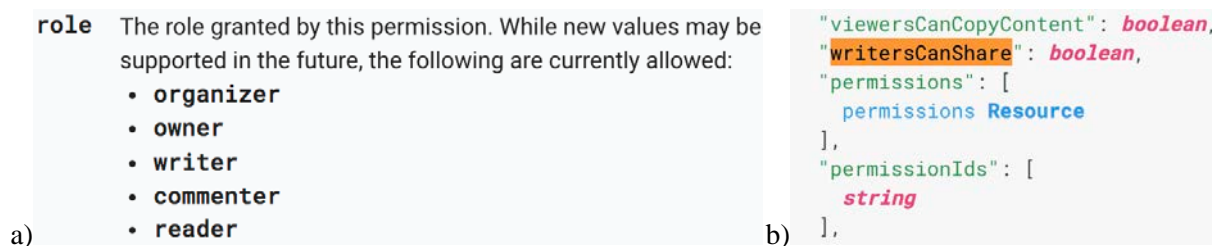


Figure 1 – a) Possible Google Drive user roles; b) A part of Google Drive resource properties

The other, the most critical issue, that required changes to the module architecture, was the ability to expire a user write permission after certain moment of time. The Google Drive application programming interface documented such an ability, see fig. 2, but it doesn't work, though [2] mentioned nothing about any limitations. Further investigation revealed that there is an issue about this property in Google bugs tracking system.

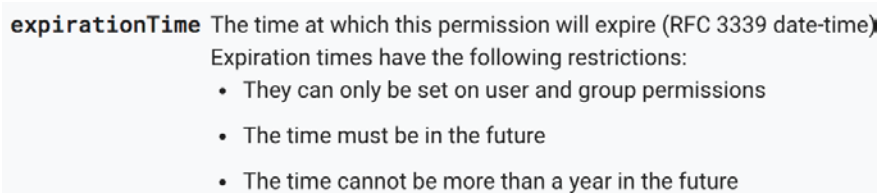


Figure 2 – A permission expiration time property

Also, we discovered the ability to use create permission method to update permissions but only to raise them. This allowed to simplify the module update permission code.

**Conclusion.** As shown our experience it is very important not to blindly believe the reference guides but prototype usage of all the API the developed module depends on. Neglecting that can lead to serious work in progress redo including changes to the module architecture.

### References.

1. Google Drive APIs. REST. Files. Overview - [Electronic resource] / Access mode: <https://developers.google.com/drive/v3/reference/files>.
2. Google Drive APIs. REST. Permissions. Overview - [Electronic resource] / Access mode: <https://developers.google.com/drive/v3/reference/permissions>.

УДК 004.042

**ДЕКОДУВАННЯ ГОЛОСОВОГО СИГНАЛУ НА ОСНОВІ  
ІМПУЛЬСНО-КОДОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ***к.ф.-м.н. Касянчук М.М., Оришчак Р.Т., Кладій Ю.М., Пекельна В.В. Тернопільський національний економічний університет, Україна***DECODING OF VOICE SIGNAL ON THE BASIS OF IMPULSE-CODED MODULATION***Ph.D. Kasianchuk M.M., Oryshchak R.T., Kladiy Yu.M., Pekel'na V.V. Ternopil National Economic University, Ukraine*

**Вступ.** В даний час спостерігається активний розвиток і впровадження нових засобів зв'язку і телекомунікацій, зокрема, сучасних цифрових телефонних мереж і відповідного абонентського устаткування, а також розвиток комп'ютерної телефонії і супутникових засобів зв'язку. Використання цифрових методів представлення, обробки і передачі приводить до багатократного збільшення займаної смуги частот і, як наслідок цього, до багатократного збільшення швидкості передачі інформаційних повідомлень. Крім того, інформація в переважній більшості випадків носить приватний, конфіденційний характер, тому все частіше до передаючої апаратури і каналів зв'язку пред'являється вимога забезпечення захисту передаваної інформації від несанкціонованого доступу. Вирішення проблеми лежить в області розробки ефективних методів цифрового перетворення – стиснення (кодування) різних повідомлень, є, як правило, нестационарними випадковими процесами. Оскільки найпоширеніше інформація представляється у вигляді мовних повідомлень, то питання стиснення (цифрового кодування) мови є актуальним.

**Виклад матеріалу.** Експериментально встановлено, що в мовних сигналах переважають низькочастотні компоненти, які повільно змінюються. Це означає, що різниця між сусідніми відліками сигналу набагато менша абсолютних величини самих відліків. Таким чином, оцифрований мовний сигнал можна представити не самими відліками, а різницями сусідніх відліків, менших по величині і, отже, вони вимагають менше біт для свого представлення. Щоб точніше передати скачки рівня гучності сигналів і усунути ефект пропорційного збільшення числа біт, необхідного для представлення різниці величин сусідніх відліків при збільшенні гучності низькочастотних компонент при незмінному спектральному складі, застосовується кодування (квантування) різниці сусідніх відліків проводиться з врахуванням рівня гучності і динаміки зміни рівня гучності (амплітуди) оцифрованого мовного сигналу і його спектрального складу. В найпростішому випадку крок квантування різниці величин сусідніх відліків пропорційний середній (чи максимальній) амплітуді сигналу на даному часовому відрізку. В іншому випадку крок квантування збільшується, якщо декілька разів підряд різниця досягала 16 (при виділенні 4 біт для різниці), і зменшується, якщо різниця декілька разів підряд була меншою, ніж 4. Всі методи цифрового кодування мови можна розділити на дві категорії: кодери форми сигналу і кодери джерела. У свою чергу, схеми кодування мови можуть бути розділені на три основні класи. Хоча існують і інші, три виділені класи є самими дослідженими. Основна задача і функція цих схем кодування – проаналізувати вхідний сигнал, видалити надмірність і відповідним чином закодувати інформативні частини сигналу. Для зниження швидкості цифрового потоку доводиться розробляти все більш складні методи усунення надмірності.

Внаслідок аналізу існуючих методів кодування голосового сигналу встановлено, що адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція (АДІКМ) є оптимальним методом кодування сигналу. Перевагами системи з АДІКМ є висока оцінка якості мовного сигналу, зниження швидкості імпульсно-кодової модуляції потоку до 32 кбіт/с, мала затримка сигналу, можлива відсутність аналогової попередньої обробки сигналу, існує можливість реалізації алгоритму на програмованих мікросхемах, підтримка цифрових протоколів передачі (модемний, факсимільний зв'язок). Основним недоліком є наявність додаткових пристроїв (спеціалізованих кодексів АДІКМ).

Розглянуто основні принципи побудови систем з АДІКМ, проаналізовано дискретизацію і квантування (як з рівномірним кроком, так і при логарифмічних законах квантування). Досліджено механізми адаптивного прогнозу і відновлення сигналу, адаптивне квантування та особливості побудови систем у разі багатократного кодування. Проаналізовано характеристики передачі даних з використанням високошвидкісних модемів. Розроблено алгоритм універсального декодера АДІКМ і створено на його основі програмний модуль кодування мовного сигналу в середовищі MatLab 6.5. Експериментально досліджено, що ефективнішим є алгоритм, адаптивний прогнозуючий пристрій якого здійснює прогноз за однією попередньою похибкою квантування і одному попередньо передбаченому відліку, оскільки в ньому менше фазових і амплітудних спотворень, невелика затримка сигналу, а також більша швидкість передачі по каналу.

УДК 519.688

**МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ***к.ф.-м.н. Касянчук М.М., Духницький Р.В., Гринчук А.М., Мачуляк М.В. Тернопільський національний економічний університет, Україна***MODEL OF GENERATOR OF PSEUDORANDOME ARRAY BASED ON STOCHASTIC CONVERGENCE***Ph.D. Kasianchuk M.M., Dukhnyts'kyj R.V., Hrynychuk A.M., Machuliak M.V. Ternopil National Economic University, Ukraine*

**Вступ.** Випадкові числа використовуються досить давно. До області їх застосування можна віднести соціологічні та наукові дослідження, комп'ютерне моделювання, криптографії та інформаційній безпеці, прийнятті рішень в автоматизованих експертних системах, оптимізації функціональних залежностей, розвагах та іграх. Однак ні табличний метод, ні апаратна генерація випадкових чисел не могли задовольнити потребу в надійних, швидких і ефективних генераторах випадкових чисел із-за властивих цим методам «вроджених» недоліків. Тому вже на зорі комп'ютерної ери увагу математиків було звернуто на алгоритмічні способи отримання псевдовипадкових чисел. В багатьох застосуваннях такої псевдовипадкової послідовності цілком достатньо, так як виглядає вона "цілком" випадковою. Послідовності псевдовипадкових чисел мають ряд істотних недоліків. Один з головних - циклічність. Іншим недоліком є очевидна залежність наступних чисел від попередніх. Це може бути непомітно для людського сприйняття, але згодом негативно проявиться в момент застосування таких чисел при вирішенні прикладної задачі. Алгоритмічні методи генерації можуть лише частково "замаскувати" таку залежність, але не можуть позбутися її. Проблема створення швидкого, ефективного генератора псевдовипадкових чисел гостро стоїть і зараз.

**Виклад матеріалу.** Розроблена програма може застосовуватися для генерації ключової послідовності, використовуючи криптографічно стійкий алгоритм нелінійного (стохастичного) перетворення. Програма може бути використана для генерації ключових послідовностей при кодуванні інформації. Для дослідження програми проведено тестування за декількома критеріями:

1) тест "Гістограма розподілу елементів" дозволяє оцінити рівномірність розподілу символів у досліджуваній послідовності, а також визначити частоту появи конкретного символу. У досліджуваній послідовності підраховується, скільки разів зустрічається кожен елемент, після чого будується графік залежності числа появ елементів від їх чисельного уявлення. Для того, щоб послідовність задовольняла властивостям випадковості, необхідно, щоб в ній були присутні всі можливі елементи даної розрядності, при цьому розкид частот появи символів наближався до нуля. В іншому випадку послідовність не є випадковою;

2) тест "Розподіл на площині" призначений для визначення залежностей між елементами досліджуваної послідовності. Якщо між елементами послідовності відсутні залежності, то точки на площині розташовані хаотично. Якщо на площині присутні залежності, то спостерігаються різноманітні "візерунки" - послідовність не є випадковою. Для послідовностей великої довжини хорошим результатом є абсолютно чорне поле;

3) тест "Перевірка на монотонність" дозволяє оцінити рівномірність розподілу символів у досліджуваній послідовності на основі аналізу довжин ділянок незростання і неспадання елементів послідовності. Досліджувана послідовність графічно представляється у вигляді послідовних ділянок незростання і неспадання елементів послідовності, які не перетинаються. У послідовності, чії статистичні властивості близькі до властивостей істинно випадкової послідовності, ймовірність появи ділянки незростання (неспадання) певного розміру залежить від його довжини: чим більша довжина, тим менша ймовірність. В іншому випадку послідовність не є випадковою;

4) тест "Перевірка серій" дозволяє оцінити рівномірність розподілу символів у досліджуваній послідовності на основі аналізу частоти появи нулів і одиниць, а також серій, що складаються з k-біт. Побудова здійснюється наступним чином. Підраховується, скільки разів зустрічаються нулі, одиниці, серії-двійки, серії-трійки в бітовому поданні досліджуваної послідовності. Отримані результати представляються в графічному вигляді. У послідовності, чії статистичні властивості близькі до властивостей істинно випадкової послідовності, розкид між числом появ нулів і одиниць, між числом появ серій пар кожного виду і між числом появ серій-трійок кожного виду повинні прямувати до нуля. В іншому випадку послідовність не є випадковою.

Отримані значення підтверджують гіпотезу про те, що згенерована ключова послідовність за своїми властивостями близька до істинно випадкової.

УДК 004.75

## АЛГОРИТМ ОБЧИСЛЕННЯ ПЕРЕВІРОЧНИХ СИМВОЛІВ В КОРИГУЮЧИХ КОДАХ СИСТЕМИ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

*д.т.н. Яцків В.В., Олексів В.М., Тернопільський національний економічний університет, Україна*

## ALGORITHM FOR CALCULATION OF THE CHECK SYMBOLS FOR CORRECTING CODES BASED ON RESIDUE NUMBER SYSTEM

*Doct. Yatskiv V.V., Oleksiv V.M., Ternopil National Economic University, Ukraine*

**Вступ.** Безпроводні технології передачі даних знаходять широке застосування, як в системах масового використання (Wi-Fi, Bluetooth) так і в промисловості (ZigBee, Z-Wave, LoRa, WirelessHART та інші). Враховуючи, що ряд безпроводних технологій використовують загальнодоступні діапазони частот (868/915 МГц, 2450 МГц) актуальною залишається задача підвищення достовірності передачі даних.

**Виклад матеріалу.** Серед великої кількості коригуючих кодів, які використовуються для підвищення достовірності передачі даних в безпроводних мережах необхідно виділити коригуючі коди системи залишкових класів. Важливою перевагою даних кодів є рівнозначність інформаційних і перевірочних символів та висока коригуюча здатність [1]. Недоліком, який значно звужує область їх застосування є необхідність перевodu вхідного повідомлення в систему залишкових класів в кодері та зворотного перетворення в декодері.

В [2] запропоновано метод формування перевірочних символів в коригуючих кодах системи залишкових класів, який дозволяє обчислювати перевірочні символи по вхідному повідомленні поданому у позиційній системі числення. Проте, невирішеною залишається задача вибору модулів та розробки ефективного алгоритму обчислення перевірочних символів.

Розроблений алгоритм формування перевірочних символів складається з наступних кроків:

1) вибір розрядності блоків ( $m$ ), кількості блоків ( $n$ ).

2) кожній частині двійкового коду ставляться у відповідність взаємно прості числа  $p_i$  (модулі) ( $p_1 < p_2 < \dots < p_i < \dots < p_n$ ) з яких перші  $k$  - модулів інформаційні,  $r = n - k$  - перевірочні модулів,  $n$  - загальна кількість модулів;

3) вибір значення інформаційних та перевірочних модулів  $p_i$ . Значення модулів вибираємо з умови  $p_i > 2^m$ ;

4) поділ повідомлення на  $n$  частин розрядністю  $m$ . В результаті повідомлення набуде вигляду:

( $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k$ ), де  $x_i$  - частини повідомлення, які є залишками за вибраними модулями  $p_i$ ;

5) перетворення повідомлення в позиційну систему числення за формулою:

$$X = \sum_{i=1}^k (x_i \cdot M_i \cdot \delta_i) \bmod P_k, \text{ де } M_i = \frac{P_k}{p_i}, P_k = \prod_{i=1}^k p_i, \delta_i = M_i^{-1} \bmod p_i;$$

6) обчислення перевірочних символів (залишків за перевірочними модулями) за формулою:

$$x_{k+i} = X \bmod p_{k+i}, i = 1, (n - k), \text{ де } X - \text{повідомлення в позиційній системі числення (крок 5).}$$

В результаті кодове слово має вигляд: ( $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k, x_{k+1}, \dots, x_n$ ).

**Висновки.** Перевагою розробленого алгоритму є те, що коригуючі коди системи залишкових класів формуються з вхідного повідомлення поданого в позиційній системі числення. Одним з шляхів підвищення швидкодії кодування є вибір системи модулів, яка б забезпечувала зменшення обчислювальної складності при виконанні кроків 5 і 6 даного алгоритму, що потребує додаткового дослідження.

### Список посилань.

1. Goh Vik Tor, Mohammad Umar Siddiqi. Multiple error detection and correction based on redundant residue number systems. *Communications, IEEE Transactions on*, 2008, 56.3, p.325-330.
2. Цаволик Т. Г. Метод формування корегувальних кодів у системі залишкових класів / Т. Г. Цаволик, В. В. Яцків // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Вип. 27(3). – С. 191–194.

УДК 004.75

## СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ РЕЖИМІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТОВАРІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

к.т.н. Яцків Н.Г., Яцків С.В., Ільків Ю.В., Тернопільський національний економічний університет

## MONITORING SYSTEM FOR THE GOODS TRANSPORTATION MODES CONTROL BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Ph.D. Yatskiv N.G., Yatskiv S.V., Ilkiv Yu.V., Ternopil National Economic University

**Вступ.** Важливою задачею при транспортуванні товарів від виробника до споживача є дотримання встановлених вимог. Розвиток технології Інтернет речей (Internet of Things, IoT) дозволяє контролювати дотримання режимів транспортування в реальному часі. Однак вказана технологія не вирішує проблему довіри між всіма зацікавленими учасниками даного процесу.

**Виклад матеріалу.** Технологія блокчейн (Blockchain) здатна вирішити деякі з ключових проблем контролю за дотриманням режимів транспортування товарів, зокрема в таких питаннях як видимість, довіра та оптимізація. Блокчейн - це розподілена захищена структура даних, яка складається з послідовності блоків, де кожний блок містить хеш попереднього блоку, утворюючи, таким чином, ланцюг блоків, який копіюється і розподіляється між всіма учасниками мережі. Першим і найбільш відомим прикладом використання технології Блокчейн є криптовалюта Bitcoin [1, 2]. Дана технологія здатна забезпечити належний контроль доступу до даних, які розподіляються між учасниками, задіяними в постачанні товарів: виробниками, перевізниками, торговими мережами, споживачами.

Для спрощення реалізації сервісів збору даних з пристроїв IoT на основі технології блокчейн компанія IBM пропонує платформу IBM Watson IoT [3]. Платформа IBM Watson IoT дозволяє пристроям IoT надсилати дані в приватний блокчейн для включення в загальні транзакції. Розподілена копія блокчейну дозволяє діловим партнерам отримувати доступ до пристроїв IoT. Всі ділові партнери можуть перевіряти кожну транзакцію, запобігаючи суперечкам і гарантуючи, що кожен партнер несе відповідальність за окремі дані в загальній базі транзакцій (рисунок 1). Доступ до захищених даних платформа надає лише діловим партнерами, які беруть участь у виконанні певного контракту.

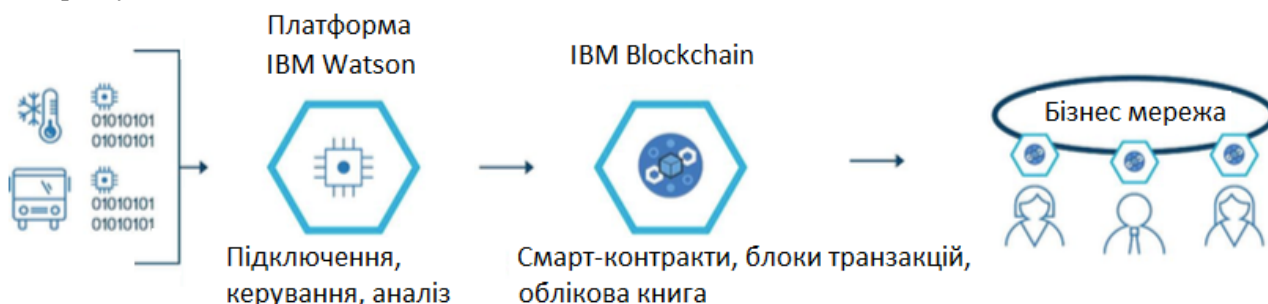


Рисунок 1.1 – Архітектура системи Інтернет речей з використанням платформи IBM Watson IoT

При виготовленні товарів інформацію про всі етапи, починаючи від сировини і до кінцевого продукту на полиці магазину, Watson IoT отримує з датчиків, ці дані збираються та зберігаються в блокчейні. Усі ці дані можуть бути отримані, перевірені або проаналізовані для будь-якої транзакції учасниками бізнес-процесів.

Використання технології блокчейн дозволяє підприємствам збирати, зберігати, обробляти отримувати доступ та поставляти дані з пристроїв IoT децентралізовано. Відповідно, децентралізований підхід базується на технології блокчейн є перспективним для використання в IoT.

**Висновки.** Інтеграція платформ IBM Watson IoT і IBM Blockchain дозволяє реалізувати захищену структуру даних в якій пристрої Інтернет речей зберігають дані в приватному блокчейні та використовуються для спільних транзакцій із захистом від несанкціонованого доступу.

### Список посилань.

1. S. Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System (2008). Режим доступу: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Яцків Н.Г., Яцків С.В. Перспективи використання технології блокчейн в мережі Інтернет речей. Науковий вісник НЛТУ України. - 2016. - Вип. 26.8. – С. 381-387
3. The Internet of Things becomes the Internet that thinks with Watson IoT. Режим доступу: <https://www.ibm.com/internet-of-things>

УДК 004.912

## НАВЧАННЯ БЕЗ ВЧИТЕЛЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СЕМАНТИЧНОГО ЗНАЧЕННЯ СЛОВА

експерт з аналітики тексту, *Галанжіна Г.А., IntraFind Software AG, м.Мюнхен, Німеччина*

### UNSUPERVISED TRAINING FOR DETERMINATION OF WORD MEANING

*text analytics expert, Galanžina H.A., IntraFind Software AG, München, Germany*

**Introduction.** In my work I explore the possibility of training language models to extract semantic information from text. The learning method is aimed to be unsupervised, language independent, based only on raw text data. One of the main goals of my experiments was to build a model which is predictive and in the same time readable and interpretable by a human.

**Presentation of the material.** Based on the nearest word context the semantically important contexts are identified and then used for word classification or prediction of the word meaning in the context. These trained contexts are formed to the semantic paradigms, which represent the meaning of the word also called word embedding. Semantic paradigms gained in this way are used as tokens in order to train a new language model, built using the same algorithm. The new semantic paradigms are less dimensional and easier to interpret.

Some examples of gained paradigms for prediction of:

**person name, ukr:** [[імператриці, княжни, Святої, святої, дружини, королеви], [пані, Дружина, святої, дочка, донька, дружини], [принцеси, графині, королеви, дружини, Святої, святої]] ,[доньки, святої, дружини, королеви, сестри, співачки], [дружини, Святої, святої, королеви, сестри, дочки], [королева, Королева, Принцеса, дружини, святої, дочки]] [[лікаря, письменника, Могила, нащадків], [костелі, костел, Собор, Храм, Костел, ордену]], [портрети, пензля, Картини], [поезії, віршів, творах, Могила, вірші, твори], [правління, синів, царювання, імператора, царя, фараона], [банда, рук, сані, приходу, папи, Могила], [ім'ям, нагоди, святкування, честь, відзначення, святого], [груди, голову, Образ, Святого, святого], [інструктором, інструктора, єпископа, архієпископа, митрополита, святого], [чоловіка, Могила, Святого, святого], [мати, Мати, донька, Дружина, дочка, Могила], [Вірші, вірші, творах, картин, преподобного, твори];

**desease, ukr:** [[симптомів, алкогольного, симптоми, лікуванні, лікування, збудник], [тривалої, нетривалої, випадків], [основну, ризик, рівень, вміст], [симптоми, симптомів, алкогольного, збудник, лікуванні, лікування], [синдром, синдромом, Синдром, синдрому, синдромі, симптомів], [Стадія, стадій, стадіях, первинного, Лікування, лікуванню], [хронічного, розвитком, лікування, лікуванні, розвитку, Лікування], [діагностиці, лікуванню, профілактики, епідемією, лікування, лікуванні]];

**person name, de:** [[übernahm, kaufte, kündigte, Brüdern, Söhne, Unternehmer], [Gräfin, Graf, Frau, Schwester, Ehefrau, Witwe], [Brüder, Brüdern, Architekten, König, gründete, Unternehmer], [Aufsichtsrat, Vorstand, Vorstandsvorsitzenden, Architekten, Geschäftsführer, Sohn], [Präsident, US-Präsident, Ministerpräsidenten, Brüdern, Architekten, Johann], [Milliardär, Präsidenten, Milliardärs, Ministerpräsidenten, Johann, Architekten]], [Amschel, Nathan, Bankhaus], [Jan, Firmengründers, Söhne, Bruder, Brüdern, Johann], [woraufhin, richtete, Christoph, Emil, Heinrich, Heinz], [Königin, Queen, heiratete, Prinzessin, Witwe, Ehefrau], [Kaufhaus, Kaufhauses, Warenhaus, Warenhauses, Ferdinand, Bernhard]];

**company, de:** [[wenn, weil, dass, investierte, kündigte, wollte], [verkündete, Konkurrenten, gab, kündigte, kaufte, übernahm], [Firmengruppe, Unternehmensgruppe, kündigte, übernahm, erwarb, verkaufte]], [Während, erzielte, übernahm, kündigte, erwarb, kaufte], [Medienkonzerns, Medienkonzern, kündigte, Mutterkonzern], [ehemals, Konzern, kündigte, Konkurrenten, gab, startete], [Ort, Mutterkonzern, kündigte, Konzerns, Konzern, erwarb], [verfügt, begann, stieg, Automobilhersteller, expandierte, stellte], [übernommen, verkauft, entwickelte, Automobilhersteller, stellt, kaufte], [Firmen, kaufte, kündigte, Unternehmen, erwarb, übernahm]];

**city, de:** [[Stadtteil, US-Bundesstaat, Kleinstadt, nach, Stadtteils, Bundesstaat], [Bezirk, Gemeindebezirk, Bezirks, Gaswerk, Wien, Kreissparkasse], [Besetzung, Nordosten, außerhalb, innerhalb, Norden, Süden], [Bis, bis, Seit, seit, Ab, Ende], [Teile, Teilen, Teil, Städten], [Flughäfen, Flughafen, Flughafens, Stadt], [ebenfalls, außerhalb, innerhalb, Norden, Süden, Westen], [Toren, außerhalb, innerhalb, Norden, Süden, Teilen], [Kanton, Kantonen, Kantone, Wirtschaftsstandort, Sparkasse, Klinikum], [bayerischen, badische, badischen, Kreissparkasse, Stadtparkasse, Kraftverkehr], [Industriepark, Industrieparks, Werk, Standorts, Werks, Stammwerk], [Regio, Regierungsbezirk, Kreissparkasse, Landkreis]], [Sparkassen, Sparkasse, Kreissparkasse, Kreises], [Werk, Standorts, Werks, Gemeinde, Industriepark, Stammwerk], [Ankauf, Zusammenschluss, innerhalb, Außerhalb, Innerhalb, Südosten],

[Westküste, außerhalb, innerhalb], [Norwegen, Süden, Südwesten], [Grenzen, außerhalb, innerhalb, Norden, Teilen, Süden], [Schloss, Schlosses, Gut, Landkreis, Landkreises, Landkreisen]];

**person, en:** [[member, astronomer, Hurricane, guitarist, owner, manager], [kill, colleague, professor, informs, Lady, marry], [starring, kicker, guitarist, executive, coach, actor], [Anna, starring, kicker, married, Queen, Empress], [followed, instructs, begs, confront, tells, asks], [born, actress, married, Princess, Queen, Empress], [confront, confronts, begs, instructs, tells, asks], [attended, attend, Saint, Laura, St, Pope], [psychologist, critic, Historian, Actor], [coach, linebacker, baseman, musician, owner, quarterback], [kills, killed, accuses, instructs, confronts, begs], [using, via, named, Princess, Lady, Maria], [featuring, guitarist, quarterback], [singer, co-founder, pitcher, Uncle, guitarist, Historian]], [critic, psychologist, Historian, Santa, Queen, Lady]];

**disease, en:** [[factors, factor, cascade, attribution, variables, variable]:8, [fungi, mushrooms, strain, parasites, pneumonia, virus]:32, [injuries, illness, dysfunction, diseases, disorder, cancer]:13, [glands, gland, cortex, gyrus, lobe, lobes]:8, [perception, lobe, cortex]:3, [variation, diversity, fauna, species, genus, animals]:9, [species, larvae, genus, organisms, organism, bacteria]:27, [disabilities, abnormalities, dysfunction, glands, tissues, function]:15, [hallucinations, nerve, nerves, nervous, neuropathy, neuritis]:11, [viruses, pathogens, cell, animals, animal, genome]:13, [projection, projections, neurotransmitter, neurons, pathways, pathway]:9, [donation, transplantation, cancer, stimulation, cancers, gland]:9, [problems, illness, disorders, disorder, diseases, disease]:12, [organ, organs, gland, glands, tract, hormones]:19, [adverse, diseases, disease, infections]:4, [cancer, malignancy, cancers, stimulation, ducts, gland]:7, [syphilis, infection, infections, diseases]:4, [artery, sinus, arteries, arterial, veins, vein]:19, [contraction, contractions, pains, cancer, gland, glands]:6, [cavity, sac, sacs, ultrasound, cancer, gland]:12, [variable, variables, arithmetic, multiplication, factors, factor]:9, [evolution, diversity, divergence, genus, fauna, species]:6, [landings, infections, infection]:3, [bones, bone, lobe, lobes, cortex, skeletons]:6], [pathway, pathways, neurons, cells, cell, tissue]:11, [problem, diseases, infections, infection, illness, disorders]:39, [vertebrae, vertebra, fins, fin, spine, spines]:9, [depression, illness, problems, symptoms, disorders, disorder]:9, [canal, cancer, cancers, stimulation, Canal, tumors]:10, [constant, constants, factors, cascade, variables, variable]:8, [reproduction, spores, infections, infection, diseases, species]:15, [attachment, tissue, cells, cell]:4, [issues, concerns, factors, disorders, disorder, problem]:8, [prey, fauna, species, genus, organisms, bacteria]:8, [flooding, infections, infection, diseases]:4, [canals, canal, Canal, tissue, cells, cell]:8, [birds, lifestyle, organisms, habits, animals, animal]:7] [[Tertiary, Primary, Secondary]:3, [congenital, Congenital, Chronic, Acute, chronic]:5, [severe, acute, chronic, Chronic, serious, treat]:7, [causes, causing, severe, acute, chronic, preventing]:7, [bacterial, Eukaryotic, eukaryotic, viral, RNA, DNA]:6], [contracted, treat, untreated, HIV, allergic, congenital]:9, [major, minor, serious, severe]:4, [HIV, bacterial, viral]:3, [Gene, gene, bacterial, Bacterial, ubiquitin, RNA]:10, [viral, Chronic, Acute, acute, chronic, allergic]:10];

**city, en:** [[Greater, Lesser, downtown, near, present-day, HMS], [near, downtown, Downtown, present-day, capital, HMS], [city's, island's, downtown, near, present-day], [reaching, certified, near, downtown, HMS, Downtown], [nearby, outlying, HMS, downtown, near]], [achieve, informal, reaches, reaching, near]]

**Conclusion.** The algorithm was tested on the following languages - English, German, Ukrainian, without any language-specific adjustments. The model can predict word classes of different named entities or find semantically related words to a given word. Types of classes depend on text input and vary in different textual domains. Gained semantic paradigms consist of semantically related words, grammatical forms of the same word, its synonyms and antonyms, broader and narrower terms etc.

#### References.

1. Turian J., Ratinov L., Bengio Y. Word representations: A simple and general method for semi-supervised learning, 2010 - [Electronic resource] / Access mode: <https://aclanthology.info/pdf/P/P10/P10-1040.pdf>
2. Doshi-Velez F., Kim B. Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning, 2017 - [Electronic resource] / Access mode: <https://arxiv.org/abs/1702.08608>

УДК 631.331.024.2

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НАРАЛЬНИКА СОШНИКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ

*к.т.н. Артеменко Д.Ю., к.т.н. Онопа В.В., Батраков О.Ю., Центральноукраїнський національний  
технічний університет, м. Кропивницький*

## ENHANCEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE WORKING ELEMENT OF THE PLOUGHARE SEED DRILL

*Ph.D. Artemenko D.U., Ph.D. Onopa V.A., Batrakov O.Y., Central Ukrainian National Technical  
University, Kropivnitskiy*

**Вступ.** На сьогоднішній день для вирощування просапних культур в Україні виробникам потрібно вкладати значні кошти. Основна стаття витрат це процес вирощування, тому важливим є забезпечення рентабельності виробництва. Оскільки якісний процес посіву насіння це запорука отриманих врожаїв то робота над підвищенням покращання процесу посіву є досить актуальною і потрібною для впровадження більш продуктивних технологічних процесів вирощування.

На основі експериментальних досліджень [1] було встановлено, що розміщення насіння по глибині і довжині рядка напряду впливає на швидкість його проростання і, як наслідок, на врожайність культури. Конструкція наральника сошника в значній мірі має вплив на якість розміщення насіння як по глибині так і по довжині рядка.

**Виклад матеріалу.** Проведені лабораторні дослідження [2] процесу утворення борозни сошником просапної сівалки дали можливість з'ясувати, що наральник сошника в значній мірі ущільнює стінки борозни, а найбільшому впливу підлягає дно насінневого ложа. Сучасні конструкції наральників не в повній мірі задовольняють вимогам по якості виконання технологічного процесу так і по формуванню тягового опору сошника.

Для усунення вказаних недоліків нами був розроблений удосконалений сошник (рис. 1) який має криволінійний наральник з гострим кутом входження в ґрунт на кінці якого горизонтально розміщена загострена пластина, яка забезпечує рівномірний рух сошника по глибині рядка та зменшує його тяговий опір, а при потраплянні на перешкоди і ущільнені ділянки ґрунту руйнує їх або відводить в бік, розміщена в задній частині наральника змінна п'ята клинового типу формує насіннєве ложе для рівномірного розміщення насіння по глибині.

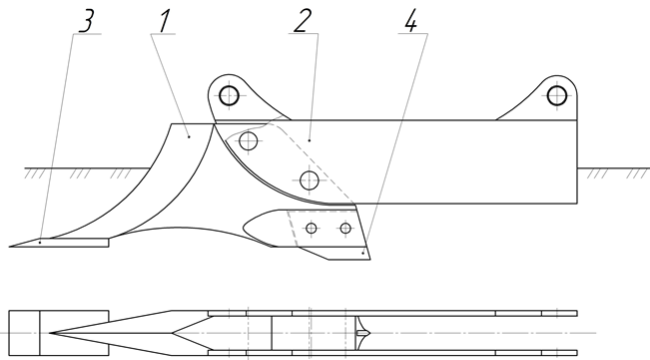


Рисунок 1 – Удосконалений сошник просапної сівалки: наральник 1, щоки 2, горизонтальна пластина 3, змінна п'ята 4.

Для усунення передсошникового пагорбу під час роботи сошника, наральник в передній частині загострений під кутом меншим за кут тертя ґрунту по сталі, що дає можливість відводити його в обидва боки від борозни. При підвищенні вологості ґрунту та забур'яненості конструкція сошника сприяє його самоочищенню.

**Висновки.** На основі проведених досліджень було встановлено: завдяки розміщеній в передній частині загостреній пластині та криволінійній конструкції наральника опір сошника мінімальний, а рух в вертикальній площині рівномірний; змінна п'ята клинового типу забезпечує формування насінневого ложа для рівномірного розміщення насіння по глибині; при підвищенні вологості ґрунту та забур'яненості конструкція сошника сприяє його самоочищенню.

### Список посилань.

1. Ковтун Ю.И. Исследование и разработка агротехнических основ создания и совершенствования свекловичных сеялок точного высева / Ю.И. Ковтун. Дис. ...канд. с.-х. наук: 05.538. – Харьков, 1970. – 174 с.

2. Артеменко Д.Ю. Дослідження і розробка удосконаленої конструкції сошника просапної сівалки / Д.Ю. Артеменко, О.С. Магопєць, П.М. Соломашенко // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. випуск 40, Ч. 1. - Кіровоград: КНТУ, 2010.– С. 136 – 142.

УДК 539.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ НА НДС ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК

*к.т.н. Алексейчук О.М., Національний технічний університет України  
"КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ*

## INVESTIGATION OF THE STRESS CONCENTRATORS INFLUENCE ON CYCLINDRICAL SHELLS TENSE-DEFORMED STATE

*Ph.D. Alekseychuk O.M., National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

**Вступ.** Циліндричні оболонки є одними з найбільш поширених геометричних форм елементів конструкцій в машинобудуванні, авіації, енергетиці, будівництві та ін. Таким чином, рішення задач по визначенню напружено-деформованого стану конструкцій циліндричної форми, при наявності зон концентрації напружень або при складному характері їх навантаження [1] має велике наукове і практичне значення.

*Метою дослідження є вивчення впливу фізико-механічних характеристик матеріалів на розподіл напружень в області дефектів для різних марок трубних сталей (Ст. 18К, Ст. 25, Ст. 45, Ст. 16К), а також вплив різного роду дефектів на напружено – деформований стан (НДС) циліндричних оболонок.*

**Постановка і розв'язання задачі.** Розглядається напружено-деформований стан циліндричної оболонки з двома бічними концентраторами круглої форми різних діаметрів. Ліва сторона оболонки жорстко закріплена, до правої прикладене змінне навантаження, величина якого може варіюватися. Проведення розрахунків задач динаміки тонкостінних конструкцій в більшості випадків виконується за методом скінченних елементів (МСЕ) в середовищі сертифікованих програмних комплексів. Використовується програмний комплекс ANSYS.

Реалізовано алгоритм створення скінченно-елементної (СЕ) сітки з розбивкою конструкції на кілька областей, для кожної з яких вибирається розмір елементів, ступінь згущення сітки поблизу границь і тип елементів. Згущення сітки поблизу границь вирізів обумовлено наявністю концентрації напружень в цій області. Далекі від концентратора, біля граней, на яких прикладається зусилля, можливе використання більш зрідженої СЕ сітки, оскільки тут спостерігається рівномірний напружений стан. Розрахунки показали, що в центральній області оболонки при наявності круглих концентраторів напружень відбувається перерозподіл напружень і змінюючи геометрію концентраторів (в даному випадку діаметр круглих вирізів), можна змінювати розміри області, в якій виконується двовісний напружений стан. Проведені чисельні розрахунки дозволяють вибрати необхідну геометрію, яка може бути використана в подальших експериментах на реальних зразках.

**Висновки.** Поставлена задача зміни геометрії циліндричного зразка вимагає багаторазове проведення чисельних експериментів, для кожного з яких потрібно будувати свою КЕ модель. Для досягнення поставлених цілей був розроблений алгоритм побудови СЕ сітки. Розроблена програмна реалізація дозволяє в автоматизованому режимі коректувати геометрію оболонки і проводити розрахунок відповідно до змін параметрів концентраторів.

Алгоритм дає можливість зміни геометрії концентраторів досить малими кроками (для різних форм концентраторів) і автоматизувати процес розрахунку та визначення залежності НДС від геометрії і форми концентраторів. Для виявлення залежностей розподілу напружень від параметрів форми геометрії концентратора в центральній області необхідно використання більш дрібних кроків зміни параметрів геометрії концентраторів.

### Список посилань.

1. Кушнір Р.М., Дмитрах І.М. Теорія і методи розрахунку напруженого стану та міцності твердих деформівних тіл з концентраторами напружень // Вісник НАН України. – 2013. – № 1. – С. 59-70.
2. ANSYS® 13.0 Release - 2013/ ANSYS, Inc.

УДК 539.4 : 622.276

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ВИСОКОАСИМЕТРИЧНОГО НИЗЬКОАМПЛІТУДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

*д.т.н. Артим В.І., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## FEATURES OF THE CALCULATION OF DURABILITY OF MACHINE PARTS AND STRUCTURAL ELEMENTS THAT OPERATE IN HIGHLY ASYMMETRIC LOW AMPLITUDE LOADING

*Doct. Artym V.I., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** Як відомо, процеси навантажування великої кількості елементів конструкцій і деталей машин характеризуються великим розкидом асиметрії циклів напруження як по своїй довжині, так і в часі. Наприклад, у повній мірі це стосується елементів бурильних колон, особливо при глибокому бурінні. У такому випадку під час розрахунку корозійно-втомної довговічності ми зіткнемося з проблемою оцінки пошкоджуючої дії циклів напруження за асиметричного навантажування з великим розкидом коефіцієнту асиметрії. У зв'язку з тим, що переважну більшість експериментів з визначення параметрів опору втоми проводять за симетричного циклу напружень, необхідним етапом розрахунків довговічності є приведення асиметричних циклів до еквівалентних за пошкоджуючою дією симетричних.

Проведений аналіз процесів навантажування, які виникають під час експлуатації елементів бурильних колон, свідчить, що в спектрі напружень найбільше місце займають низькоамплітудні напруження з параметрами, які не перевищують відповідну границю витривалості. У такому випадку необхідно враховувати закономірне зниження границі витривалості в процесі накопичення пошкоджень, спричинене дією саме низькоамплітудних циклів напружень. Тому приведення повинно поширюватися і на цикли напружень, які менші за відповідну границю витривалості. Це ще раз вказує на особливу важливість розроблення уточнених методів приведення низькоамплітудних циклів навантажування для оцінки довговічності бурильних колон.

Відтак метою роботи є розроблення рівнянь приведення асиметричних циклів напружень елементів конструкцій і деталей машин до симетричного циклу з урахуванням особливостей їх навантажування.

**Виклад матеріалу.** Для розроблення такого уточненого методу ми керувалися закономірностями низько амплітудного корозійно-втомного пошкодження й особливостями побудови ліній однакової пошкоженості на діаграмі Хейя.

Так, зменшення рівня навантаженості нижче границі витривалості зменшує чутливість до асиметрії навантаження. Накопичення пошкоджень відбувається в основному за дислокаційним механізмом, де основним чинником є амплітуда напруження. Ефект Баушінгера, який, імовірно, призводить до зміни коефіцієнта чутливості до асиметрії циклу навантаження за переходу до виключно розтягуючого навантаження, на цій стадії працює не повністю. Але накопичення корозійно-втомного пошкодження супроводжується зменшенням кінетичної границі витривалості, що призводить до інтенсифікації процесу і поступового збільшення чутливості до асиметрії циклу до рівня, характерного для області багаточислової втоми.

Таким чином, для циклів напружень, нижчих за границю витривалості, можна прийняти модель лінійного зменшення коефіцієнта чутливості залежно від рівня навантаження. Правомірність такої моделі підтверджується і тим, що за низьких амплітуд напружень лінія рівної пошкоженості на діаграмі Хейя повинна вироджуватися в вісь абсцис.

За допомогою розроблених рівнянь і програмного забезпечення можна будувати криві втоми з різною асиметрією циклів навантажування і визначати їх параметри з достатньою точністю. Для цього необхідно знати тільки параметри кривої втоми за симетричного навантажування і коефіцієнт чутливості до асиметрії навантаження. Це значно зменшує кількість дорогих і довготривалих експериментальних досліджень, необхідних для оцінки довговічності елементів конструкцій, які працюють в умовах асиметричного навантажування із середнім напруженням розтягу.

**Висновки.** Отже, під час аналізу процесу навантажування елементів конструкцій на етапі його приведення до еквівалентного симетричного процесу слід враховувати асиметричні напруження спектра навантажування. Таке врахування рекомендується проводити за допомогою розроблених рівнянь, які більш точно враховують чутливість до асиметрії навантажування.

УДК 630.377

**ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ В ПРИВОДІ ПІДВІСНОЇ КАНАТНОЇ ЛІСОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ***к.т.н. Бариляк В.В., к.т.н. Рудько І.М., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів***DYNAMIC LOADS OF DRIVE OF SUSPENDED TIMBERTRANSPORTING ROPE SYSTEM***Ph.D. Baryliak V.V., Ph.D. Rudko I.M., Ukrainian National Forestry University, Lviv*

**Вступ.** Підвісні канатні лісотransпортні установки для первинного транспортування деревини у гірській місцевості, порівняно з тракторним трелюванням, мають низку істотних переваг: зменшується потреба у будівництві доріг, є можливість використання в складних погодних та ґрунтових умовах, а також у недоступних для іншої техніки місцях, мінімізується кількість лісосічних решток та енергозатрати, знижується антропогенний вплив на довкілля. Приводи значною мірою визначають надійність та технологічні можливості канатних установок в цілому. Тому актуальним науково-технічним завданням є удосконалення методів розрахунку приводів та обґрунтування вибору їх основних конструкційних та експлуатаційних параметрів.

**Виклад матеріалу.** Канатні лісотransпортні установки є складними технічними системами, для яких характерний низький рівень уніфікації схем та конструкцій. Тому в процесі досліджень є потреба детально враховувати конструкційні та експлуатаційні параметри привода. З цією метою було розроблено математичну модель однобарабанного електромеханічного привода канатної лісотransпортної установки із пружною муфтою, яка враховує зміну обертового моменту приводного двигуна, багатошарове намотування каната на приводний барабан та дійсний характер зміни зовнішніх навантажень.

Однобарабанний привод змодельований еквівалентною йому зведеною трьохмасовою динамічною системою із трьома ступенями вільності [1]. Для визначення сили натягу тягово-вантажопідіймального каната технологічний цикл роботи підвісної канатної лісотransпортної установки поділено на такі основні чотири етапи: вибір слабини каната, підймання вантажу, стопоріння вантажу із вантажною кареткою, переміщення вантажної каретки із вантажем вздовж тримального каната. При цьому враховано зміну координат розташування вантажної каретки та ваги вантажу, технологічні параметри канатної установки та тривалість кожного з етапів циклу роботи [2].

Аналіз результатів дослідження з урахуванням даних [1] показав, що розгін приводної системи відбувається менш ніж за 0,2 с. Амплітуди та інтенсивність коливань зведеного динамічного моменту в передачах упродовж періоду пуску, порівняно із наступними етапами, є меншими.

Мала тривалість розгону обумовлена відсутністю технологічного навантаження в момент пуску та поступовим лінійним зростанням сили натягу тягово-вантажопідіймального каната від нуля до величини ваги вантажу. Тому для передач приводів канатних лісотransпортних установок етап пуску і розгону є менш небезпечним, порівняно із стопорінням вантажу та його відриванням від опорної поверхні, оскільки зведений динамічний момент в лінії передач привода сягає максимальних значень під час відривання вантажу від опорної поверхні та під час стопоріння вантажу із вантажною кареткою.

**Висновки.** 1. При великих значеннях ваги вантажу ( $Q = 32 \dots 64$  кН) потенційно небезпечним режимом роботи є момент відривання вантажу від опорної поверхні, а при малих значеннях ваги вантажу ( $Q = 8 \dots 16$  кН) – процес стопоріння вантажу із вантажною кареткою.

2. Динамічні навантаження є найменшими і наближаються до постійної величини в діапазоні значень зведених коефіцієнтів крутильної жорсткості передач  $100 \dots 125$  Н×м/рад. Тому геометричні та кінематичні параметри механічних передач і валів приводів канатних лісотransпортних установок рекомендовано приймати такими, щоб їх зведений коефіцієнт крутильної жорсткості передач перебував у вказаних межах.

**Список посилань.**

1. Lidiya Dzyuba. Dynamics of electromechanical drive of suspended timbertransporting rope system / Lidiya Dzyuba, Vasyi Baryliak // Technical Sciences. University of Warmia and Mazury in Olsztyn (Poland). – 2016. – no. 19 (3), pp. 245 – 256.
2. Lutyu Ye.M. Calculation features of variables process loads acting on the cable timbertransporting plants drive / Ye.M. Lutyu, V.V. Barylyak, O.M. Udovytskyu // Forestry. Forest, Paper and Woodworking Industry. Interdepartmental scientific and technical research collection. – 2015. – no. 41, pp. 29 – 39.

УДК 532.61

## БЕЗВІБРАЦІЙНИЙ МЕХАНІЧНИЙ ВУЗОЛ ПРИЛАДУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ РІДИН МЕТОДОМ ОБЕРТОВОЇ КРАПЛІ

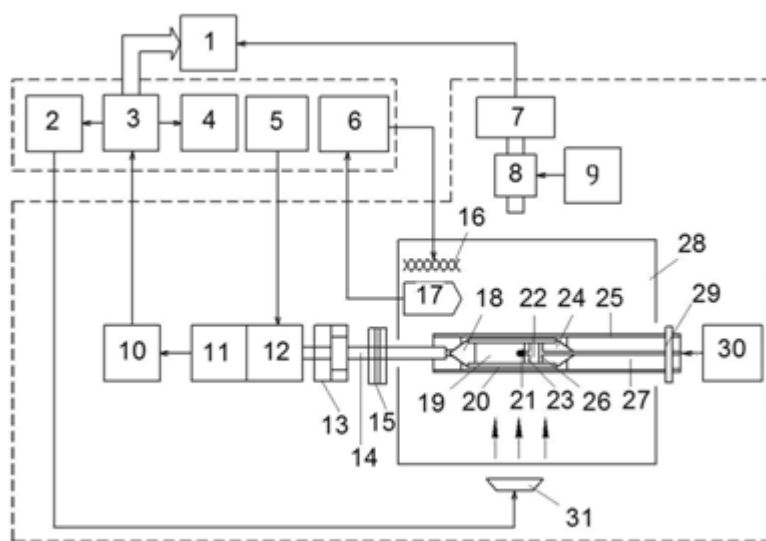
к.т.н. Білішчук В. Б., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

### VIBRATION-FREE MECHANICAL UNIT OF THE SPINNING-DROP APPARATUS FOR INTERFACIAL TENSION MEASUREMENT

Ph.D. Bilishchuk V. B., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**Вступ.** Для вимірювання міжфазного натягу (МН) рідин використовують метод обертової краплі, який полягає в тому, що трубку, заповнену прозорою важчою рідиною з краплею легшої рідини, приводять в обертання навколо горизонтальної осі за допомогою двигуна. Залежно від частоти обертання, різниці густин рідин і значення МН крапля легшої рідини набуває певної форми і розмірів, на основі яких визначають МН. Вібrazioї, джерелом яких є двигун негативно, впливають на процес обертання рідин, порушують гіростатичну рівновагу, що в свою чергу призводить до відхилення форми обертової краплі від рівноважної. Таким чином, однією із задач, яка виникає при розробленні приладів для вимірювання МН є зменшення вібрацій трубки із рідинами при обертанні. Джерелами вібрацій є двигун і деталі, які передають обертовий рух від вала двигуна до трубки з рідинами. Відомі способи, у яких зменшують вібрації за допомогою пасової передачі, магнітної муфти, повітряних підшипників, циліндричної муфти. Недоліком використання пасових передач є вищий рівень передачі вібрацій від вала двигуна до трубки порівняно із іншими способами. Магнітні муфти мають нежорстке зчеплення ведучого і веденого дисків, що призводить до виникнення різниці частот обертання вала двигуна і трубки з рідинами. Використання повітряних підшипників суттєво ускладнює будову приладу.

**Виклад матеріалу.** Пропонується використати пружну муфту із зіркою, яка дозволяє запобігати передаванню вібрацій від вала двигуна до трубки. Такий тип муфт забезпечує демпфування крутильних і зсувних вібрацій за рахунок внутрішнього демпфування (яке пов'язане із в'язкопружними властивостями еластомерів, з яких виготовлена вставка муфти) і зовнішнього демпфування (що викликано тертям контактуючих деталей муфти). Так при використанні еластичної муфти виробництва європейської фірми KTR з зіркоподібною вставкою, яка виготовлена з поліуретану досягається коефіцієнт демпфування 0,8, що є достатнім для вказаних цілей. Також зменшити вібрації в приладі можна розмістивши трубку на двох підшипниках. Один з них, двокутовий здвоєний радіально-упорний, знаходиться з одного боку трубки, а з іншого — радіальний, який дозволяє розширюватись деталям приладу при зміні температури. Використання запропонованих типів муфти і підшипників дозволяють побудувати безвібраційний механічний вузол приладу. Структурна схема такого приладу представлена на рис. 1.



- 1 – персональний комп'ютер; 2 – електронний ключ; 3 – мікроконтролер; 4 – блок індикації; 5 – блок керування двигуном; 6 – вузол керування температурою; 7 – фотоапарат; 8 – об'єктив; 9 – вузол фокусування; 10 – тригер Шмітта; 11 – давач обертів; 12 – двигун; 13 – еластична муфта; 14 – вал двигуна; 15 – двокутовий здвоєний радіально-упорний підшипник; 16 – нагрівальний елемент; 17 – датчик температури; 18, 24 – пробки; 19 – важча рідина; 20 – скляна трубка; 21 – крапля легшої рідини; 22 – легша рідина; 23 – пробка з отвором; 25 – патрон; 26 – поршень; 27 – гвинт; 28 – термокамера; 29 – радіальний підшипник; 30 – вузол переміщення штока поршня; 31 – освітлювач;

Рисунок 1 – Структурна схема приладу з безвібраційним вузлом обертання краплі

**Висновки.** Використання муфти зі вставкою з пружного матеріалу, а також двох підшипників, на яких обертається трубка з рідинами, дозволяють усунути вібрації до рівня, при якому можливе проведення вимірювань міжфазного натягу рідин.

УДК 62-23+519.863

## АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСМІСІЇ ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА-ТЯГАЧА МТ-ЛБ ЗА МАСОЮ

*к.т.н. Бондаренко О.В., Ключков І.Є., к.т.н. Устиненко О.В., Національний технічний університет  
"Харківський політехнічний інститут", Україна*

## ALGORITHM OF OPTIMAL DESIGN FOR TRANSMISSION OF TRACKED LOAD-CARRIER/PRIME MOVER MT-LB BY MASS

*Ph.D. Bondarenko O.V., Klochkov I.E., Ph.D. Ustynenko O.V., National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine*

**Вступ.** Одна із найбільш поширених в Україні військових гусеничних машин – легкий багатоцільовий гусеничний транспортер-тягач МТ-ЛБ. Під час його модернізації виникає проблема перевантаження трансмісії, але підвищення її навантажувальної здатності шляхом збільшення габаритів неможливо. Це пов'язано з обмеженістю об'єму моторно-трансмісійного відділення. Вихід полягає в оптимальному проектуванні за масою нової трансмісії при забезпеченні її навантажувальної здатності, довговічності та розміщення в існуюче моторно-трансмісійне відділення.

**Виклад матеріалу.** Авторами розроблено алгоритм процесу оптимального проектування трансмісії транспортера-тягача МТ-ЛБ. Він об'єднує математичну модель задачі (цільова функція та обмеження на змінні проектування), методи розв'язання та раціональні логічні послідовності операцій. Основним методом розв'язання обрано зондування простору параметрів проектування, де у якості пробних точок в одиничному багатомірному кубі використовуються точки ЛПт-послідовності. Метод дозволяє оперувати значною кількістю параметрів (до 51), але має обмеження на кількість рівномірно-розподілених пробних точок (до  $20^{20}$ ). Цієї кількості точок для розв'язання нашої задачі недостатньо, тому алгоритм доповнено послідовним звуженням  $n$ -вимірного паралелепіпеду параметрів. Це дозволяє знайти більш точне рішення, паралелепіпед зменшується на кожному наступному кроці дослідження, а кількість пробних точок залишається максимально можливою.

Алгоритм складається із наступних етапів.

1. В першу чергу проектувальником задаються вхідні данні, а саме, параметри навантажень, конструкторські та технологічні вимоги, числові обмеження на змінні проектування.

2. Генерування ЛПт-послідовності для зондування двовимірного простору у координатах  $\Omega_1$ ,  $\Omega_2$  – коефіцієнтів звуження околів параметрів проектування.

3. Генерування ЛПт-послідовності для зондування простору змінних проектування – модулів зачеплень  $m_i$  та чисел зубців коліс  $z_{i,j}$ .

4. Перевірка обмежень на змінні проектування (пробні точки). Пробна точка проходить послідовно перевірку за числовими та функціональними обмеженнями рівності та нерівності, і, якщо вона не задовольняє на певному етапі якійсь вимозі, то відкидається, а послідовну перевірку починає наступна точка. Послідовність проходження перевірки обмежень пробною точкою обрано з урахуванням об'єму математичних обчислень. Якщо точка не задовольняє малим за об'ємом математичних обчислень умовам, то вона відкидається і не витрачається час на перевірку великих за об'ємом математичних обчислень умов. Якщо пробна точка проходить всі умови, то вона потрапляє до таблиці можливих варіантів. Таблиця являє собою двовимірний масив, у якому кожному номеру точки відповідає набір параметрів проектування та значення цільової функції.

5. Пошук найкращого варіанта (пробної точки, що відповідає мінімальному значенню цільової функції). Здійснюється методом сортування вставками. Наприкінці маємо впорядкований масив, що очолюється мінімальним значенням цільової функції та відповідним набором параметрів.

6. Якщо точності розрахунків недостатньо, проводиться зміння крайніх значень параметрів (звуження околів простору параметрів). У якості точок, відносно яких звужуються околи на кожному кроці, беруться точки з попереднього кроку, що відповідають мінімальному значенню цільової функції. Як результат, на кожному кроці внутрішнього кола алгоритму граничні значення для деяких параметрів проектування звужуються, об'єм  $n$ -вимірного паралелепіпеду зменшується. З урахуванням того, що кількість пробних точок залишається постійною, це призводить до максимально можливого наближення до абсолютного мінімуму цільової функції.

**Висновки.** Запропонований алгоритм оптимального проектування трансмісії транспортера-тягача МТ-ЛБ поєднує методи ЛПт-пошуку та звуження околів, що дозволило збільшити кількість пробних точок для більш точного результату. Особлива послідовність алгоритму дозволила скоротити час розрахунків.

УДК 620.178

**ВПЛИВ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЙОННО-ПЛАЗМОВОГО  
НАПИЛЕННЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ КОНДЕНСАТІВ***к.т.н. Гасій О. Б., к.т.н. Степанишин В. І., к.т.н. Гончар І. М., Національний лісотехнічний  
університет України, м. Львів***INFLUENCE OF MODIFIED PARAMETERS OF THE ION-PLASMA SPUTTERING  
PROCESS ON CONDENSATES WEAR RESISTANCE***Ph.D. Hasiy O. B., Ph.D. Stepanyshyn V. I., Ph.D. Honchar I. M., Ukrainian National Forestry  
University, Lviv*

**Вступ.** Мета роботи полягала в аналізі впливу сили струму дуги, кута падіння плазмового потоку, вмісту крапельної фази, застосування сепарації плазмового потоку на геометричні та триботехнічні характеристики одношарових покриттів на основі систем Ti-N і Ti-Ni-N і двошарових покриттів на основі систем (Ti-N + Ti) і (Ti-N + Ti-Ni-N), нанесених методом конденсації речовини з плазмової фази в умовах іонного бомбардування (КІБ).

**Виклад матеріалу.** Дослідження впливу сили струму дуги на товщину і шорсткість покриттів проводили з використанням катодів з Ni, Ti, Ti (без реактивного газу та у середовищі Ar). Встановлено, що зі збільшенням сили струму майже пропорційно зростає товщина покриттів як з чистих металів, так і з нітридів. Найбільше зростання товщини спостерігається у покриттів, отриманих з Ti і Ni (у середовищі Ar) – в 2,1 і 2,7 рази.

В зв'язку з тим, що при йонно-плазмовому напиленні осадження іонів відбувається не тільки на поверхні, що розташовані фронтально до випаровувачів, досліджено характер зміни товщини покриття в залежності від кута падіння плазмового потоку. З його зростанням товщина істотно (у 3,5-4 рази) зменшується. Причому, незважаючи на те, що товщина покриттів, одержаних з Ni, стабільно менше титанових при всіх досліджуваних значеннях кута, її відносне зменшення відбувається приблизно в 1,1 рази повільніше, що пояснюється більшим вмістом парової фази в плазмовому потоці при випаровуванні Ni.

Відомо, що осадження покриттів з чистих металів, а також при підвищених струмах дуги характеризується збільшенням вмісту крапельної фази, що підвищує шорсткість поверхні за рахунок утворення на ній великої кількості мікрочлукочень у виді крапель розмірами від десятих долей до 10...20 мкм [1]. Наявність таких включень особливо небажана при одержанні зносостійких покриттів. Для відокремлення мікрочлукочень застосовували сепарацію шляхом напилювання з-за екрану [2]. Це дозволяє майже повністю виключити можливість потрапляння мікрочлукочень на поверхню, в результаті чого шорсткість зразка з покриттям дорівнює шорсткості зразка без покриття і у три рази менше, ніж при напилюванні зразка без застосування сепарації плазмового потоку.

**Висновки.** Результати трибологічних досліджень пари тертя „сталь Р6М5 – суха деревина (сосна)” засвідчили, що сила тертя зразка з покриттям із TiN в 2 рази менша, ніж непокритого зразка при терті як вздовж, так і поперек волокон. При граничному терті значення моментів тертя для покриттів Ti-Ni-N різного складу суттєво не відрізняються.

Покриття з TiN мають найнижчий коефіцієнт тертя при різних навантаженнях і швидкостях ковзання. Визначення величини зносу гравіметричним методом показало, що найкращою стійкістю володіють покриття TiN і Ti-Ni-N, особливо з підвищенням вмісту нікелю до 7 % і 45,2%, при цьому значно менше зношується і контртіло. В умовах моделювання процесу різання найбільшою стійкістю володіє покриття (Ti-Ni-N + TiN), інтенсивність зношування якого в 1,75 ÷ 23 рази менша від інших, що досліджувались. Це покриття найбільш ефективно для зміцнення інструменту, що працює в умовах безперервного різання і зазнає адгезійно-втомного зношування. Основним матеріалом робочого шару є TiN, який має задовільні фізико-механічні і зносостійкі властивості, зменшує коефіцієнт тертя за рахунок формуванні щільної вторинної структури. Підшар Ti-Ni-N служить для міцного зчеплення покриття з основою, зокрема, за рахунок утворення перехідних дифузійних шарів на основі твердих розчинів Ni (Fe) і Fe (Ni), забезпечує еластичність і узгоджує теплофізичні характеристики з матеріалом робочого шару.

**Список посилань.**

1. Лунев В.М., Овчаренко В.Д., Хороших В.М. Исследование некоторых характеристик плазмы вакуумной металлической дуги // ЖТФ, 1977.-Т.4, № 7, - С. 1486 – 1490.
2. Голубець В.М., Гасій О.Б. Вплив технологічних параметрів на деякі характеристики йонно-плазмових покриттів // Проблеми трибології. – 2004. - № 1. – С. 67 – 71

УДК 621.74: 669.131.7

## ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ЧАВУННОГО ПРОКАТНОГО ВАЛКА

*д.т.н. Іванова Л.Х., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

## SELECTION OF THE RATIONAL TECHNOLOGICAL PROCESS CASTING OF THE ROLLING ROLL

*Doct. Ivanova L. Kh., National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro*

**Introduction.** Improve product quality foundry, increased its district and reliability and durability is an urgent requirement of our time. The overwhelming majority of castings are made of cast iron, so the improvement of its physical and mechanical properties and performance characteristics is an important reserve in the matter of saving energy and material resources and intensive development of industry.

**Presentation of the material.** The aim of the work was to select the optimal technological solutions before the stage of production of the test casting – the rolling roll of the ЛІІІ-57 version with the working surface of its barrel of alloyed and modified cast iron and the necks and core of gray cast iron filled by semi-washing. A feature of the production of rolling rolls is that the working surfaces of their barrels must have a high hardness, and the core and neck, sufficient plasticity. To ensure high speed of crystallization of the roll barrel and to obtain the required hardness for its formation, a cast iron mold with a thin layer of non-stick coating of up to 0.5 mm thickness is used. Cast iron has a high thermal conductivity of 35...45 W/m°C, therefore the chill ensures intensive heat removal from liquid metal. A computer simulation method was used to study the change in the temperature of a cast metal, depending on the distance from the working surface of the mold. An analysis of temperature changes was carried out at the ends of the roll barrel and in its central part. It is shown that the heat transfer to the casting decreases with the removal from the working surface of the die, which indicates a decrease in the rate of crystallization and, accordingly, a change in the properties of the material. In addition, the temperature change at the ends of the drum roll is the same, so in further calculations, measurements were made in the central part of the barrel and in its upper end part. Since the structure and properties of cast iron depend on the rate of its crystallization, for comparison, the dependences of the speed of crystallization of the cast iron of the working layer of the roll with the distance from the working surface of the die were constructed. The rate of crystallization in the central part of the roll drum is different from its end part, which is explained by the effect of the end effect on the crystallization of the metal. The maximum rate of crystallization of the metal occurs at the boundary between the liquid metal and the chill mold and at a distance of 2 mm from the working surface of the die it is 106 °C/min (at the end of the drum roll) and 74 °C/min (in the central part of the roll barrel). At a distance of 25 mm from the working surface of the chill mold, the rate of crystallization is 26 °C/min (at the end of the drum roll) and 19 °C/min (in the central part of the roll barrel). At the same time, the structure of the cast iron will also differ in the length of the roll barrel. If we assume that the structure of the cast iron directly depends on the rate of crystallization, then its structure at a depth of 10 mm in the end part of the roll drum will correspond to the structure at a depth of 5 mm in its central part, since the crystallization rates at these points will be the same. With the removal from the surface of the chill, the structure will be aligned along the length of the roll drum. The curves of temperature changes of the liquid metal in the core of the roll showed that the heat sink in the liquid metal is leveled with the distance from the working surface of the die. Thus, the rate of crystallization of molten iron in the axial region of the roll drum must be the same in height, while the rate of crystallization in the central part of the roll drum is slightly higher than at the ends. Constructed dependencies indicated that the rate of crystallization decreases sharply in the range 45...155 mm from the surface of the die and is 18 and 2.5 °C/min, respectively. In the central part of the roll, the rate of crystallization is minimal and is 1.6 °C/min at the end of the drum roll and 1.8 °C/min in its central part. In contrast to the rate of crystallization, the rate of advance of the crystallization front decreases at a distance of 45...200 mm from the surface of the die from 7.8 to 3.2 mm/min, and then increases and becomes maximum (28 mm/min) in the axial part of the roll drum, then there are prerequisites for the crystallization of cementite in the axial part of the roll, therefore, it is proposed to introduce graphitizing elements into the semi-washable metal: silicon, copper, titanium or hafnium, which provides the necessary properties of the core of the rolling roll.

**Conclusions.** 1. The structure of cast iron directly depends on the rate of its crystallization. With the removal from the surface of the chill, the structure will be aligned along the length of the roll drum. 2. The rate of crystallization of the liquid metal decreases when it is removed from the working surface of the die, while in the central part of the roll drum it is slightly higher than at the ends. 3. The temperature fields in the casting and the roll form at different times are constructed. 4. Preconditions for the crystallization of cementite structures are created in the axial part of the roll, therefore it is proposed to introduce graphitizing elements into the semi-washable metal: silicon, copper, titanium or hafnium, which provides the necessary properties of the core of the rolling roll.

УДК 669.295:620.171

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕГОВАНИХ Мо ІНТЕРМЕТАЛІДІВ ТiAl

к.т.н. Холявко В.В., Прокопчук М.Д., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"; Ремез М.В., Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ, м. Київ

### TEMPERATURE INFLUENCE ON MECHANICAL CHARACTERISTICS OF DOPED Mo ALLOYS BASED ON INTERMETALLIC TiAl

Ph.D. Kholiavko V.V., Prokopchuk M.D., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"; Remez M.V., Frantsevich Institute for Problems of Materials Science National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

**Вступ.** Для повноцінного використання у авіа- та космічній промисловості жаростійкі сплави з високою питомою міцністю на основі TiAl на разі потребують оптимізації рівня пластичності. Це може бути досягнуто не лише формуванням двофазної ( $\alpha_2+\gamma$ ) ламельної структури, але й стабілізацією високотемпературної  $\beta$ -фази за рахунок легування, наприклад молібденом. Встановлено, що легування  $\alpha_2+\gamma$  сплавів молібденом призводить до збільшення пластичності та границі текучості при кімнатній температурі, підвищенню тріщиностійкості та жаростійкості.

Проте, оскільки титан-алюмінідні сплави викликають інтерес саме для високотемпературних інженерних застосувань, метою роботи було визначення оптимального складу легovanого 2% Мо сплаву на основі TiAl шляхом проведення випробування б на стиснення в діапазоні температур від кімнатної до 750 °С.

**Виклад матеріалу.** Для досліджень використали сплави  $Ti_{54}Mo_2Al_{44}$ ,  $Ti_{52}Mo_2Al_{46}$ ,  $Ti_{50}Mo_2Al_{48}$  та  $Ti_{48}Mo_2Al_{50}$ , отримані методом дугової плавки з йодидного титану (99,9 мас.% Ti), алюмінію (99,99 мас. % Al) та лігатури  $Mo_{47,3}Al_{52,7}$ . Результати випробувань на стиснення при температурах 20°C, 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C та 750°C наведено на рисунку.

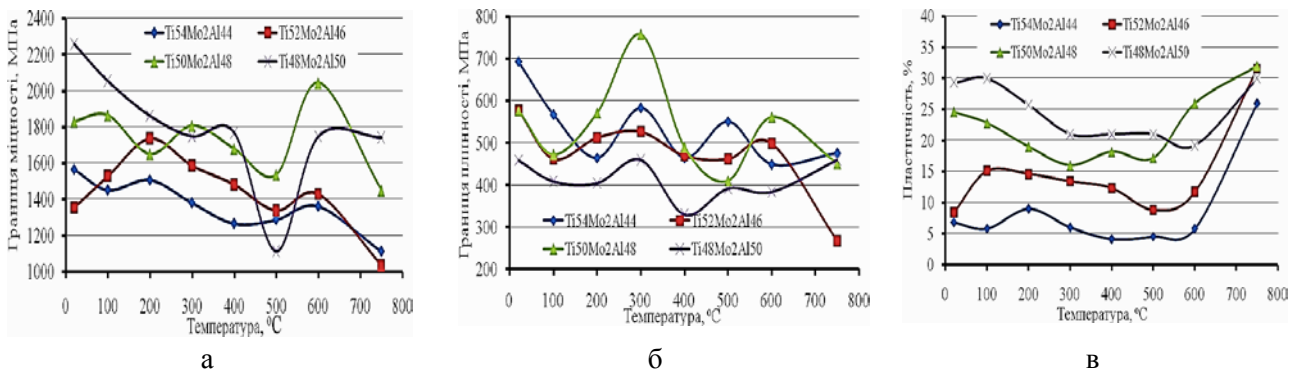


Рисунок 1 – Температурна залежність механічних характеристик легованих Мо алюмінідів титану: а – границя міцності, б – границя текучості; в – пластичність

Отже, аналізуючи результати можна сказати, що високу міцність у всьому температурному інтервалі зберігають сплави з 48-50 ат.% Al.

Сплави з високим вмістом крихкої та нежаростійкої кубічної  $\beta$ -фази (44 ат.% та 46 ат.% Al) – показали найменші значення міцності серед усього дослідженого діапазону температур. Деяке збільшення міцності сплавів при температурах 300°C та 600°C пояснюється ефектами динамічного деформаційного старіння.

Значення границі текучості при всіх температурах залишається стабільно високим і для всіх сплавів лише незначно (на 10–20%) зменшується в порівнянні з кімнатною температурою. Значення пластичності виразно розподілилися у відповідності з вмістом алюмінію, зростаючи при температурі 750°C.

**Висновки.** Проведений порівняльний аналіз отриманих результатів вказує на те, що найбільш збалансовані механічні властивості має сплав з вмістом алюмінію 48% (ат.). За кімнатної температури він має одну з найвищих серед титан-алюмінідних матеріалів тріщиностійкість, міцність та пластичність, зберігаючи високі показники протягом усього температурного інтервалу випробувань.

УДК 669.01

**МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ В ПРОЦЕСІ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ***к.т.н. Холявко В.В., Івашук Т.О., Коваленко М.В., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"***MECHANICAL PROPERTIES OF THE BAINITIC CAST IRON DURING PROCESS OF PLASTIC DEFORMATION IN DIFFERENT TEMPERATURES***Ph.D. Kholiavko V.V., Ivashchuk T.O., Kovalenko M.V., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Вступ.** Розробка матеріалів з високим рівнем механічних та експлуатаційних властивостей для використання в змінних деталях сільськогосподарської техніки є дуже актуальним прикладним завданням матеріалознавства.

Поведінка більшості матеріалів в процесі навантаження описується в термінах розвитку дислокаційної структури. Але в ряді матеріалів на границі плинності починає реалізовуватися TRIP-ефект (TRansformation-Induced-Plasticity) – фазове перетворення залишкового аустеніту в мартенсит під дією пластичної деформації.

В такому випадку виникає додаткове деформаційне зміцнення не дислокаційної природи. Абсолютні значення зміцнення залежать від кількості перетвореного на мартенсит залишкового аустеніту, а характер кривої "напруження - деформація" – від того, як змінюється з деформацією інтенсивність цього процесу.

Найбільша увага при описі TRIP-ефекту приділяється величині рівномірної деформації, яку найточніше можна визначити з умови Консидера, згідно якої в момент шийкоутворення швидкість зміцнення дорівнює істинному напруженню деформації. Реалізація в матеріалі TRIP-ефекту означає, що локальне перетворення метастабільного аустеніту в мартенсит супроводжується збільшенням твердості частини матеріалу, де це перетворення відбувається, таким чином, запобігаючи подальшій локалізації деформації в цій області. Це забезпечує дуже високу швидкість деформаційного зміцнення, що полегшує виникнення високого рівномірного видовження в матеріалі.

На відміну від сталей, в чавунах руйнування при розтязі, зазвичай, відбувається до шийкоутворення, тому критеріальним параметром, який визначає ефективність TRIP-ефекту величина рівномірної деформації бути не може, але зростання швидкості зміцнення призводить до різкого покращення механічних характеристик: твердості в деформованому прошарку, границі втоми, схильності до розтріскування та опору зношуванню.

Метою даної роботи було вивчити механічні характеристики бейнітного високоміцного чавуну із кулястим графітом (далі ВЧКГ) за умови реалізації в процесі деформування TRIP-ефекту.

**Виклад матеріалу.** За результатами попередніх досліджень було визначено [1], що найповніше TRIP-ефект протікає в високомодифікованому ВЧКГ ізотермічно загартованому протягом двох годин при температурі 350 °С в процесі деформування при кімнатній температурі та закінчується при 100 °С. Дослідження механічних характеристик деформованого ВЧКГ підтвердило наявність рівномірної пластичної деформації при всіх досліджуваних температурах (20 °С, 50 °С, 100 °С) на рівні ~ 20%, що перевищує значення для недеформованих зразків.

Визначена зносостійкість як в динамічному (удари), так і в статичному (тертя) режимі продемонструвала зростання цієї характеристики порівняно з недеформованим матеріалом вдвічі при кімнатній температурі та до 1,5 рази при підвищених температурах.

Зростання швидкості зміцнення матеріалу контактної поверхні забезпечувало збереження міцностних характеристик протягом експлуатації, що збільшує термін використання виробів з ВЧКГ (лемішів плугів та лап культиваторів) в декілька разів, порівняно зі сталевими аналогами.

**Висновки.** Бейнітний чавун завдяки реалізації TRIP-ефекту має достатньо високі міцнісні та експлуатаційні характеристики, що дозволяє рекомендувати його в якості перспективного матеріалу для змінних деталей сільськогосподарської рільничої техніки.

**Список посилань.**

1. Волощенко С.М. Деформаційне зміцнення бейнітного чавуну при підвищених температурах / С.М. Волощенко, Ю.М. Подрезов, В.В. Холявко, Т.О. Івашук // Металознавство та обробка металів. – №1, 2017. – С. 17-22.

УДК 631.331.022.6.001.2

**ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИК ПНЕВМОМЕХАНІЧНОЇ ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ***к.т.н. Осипов І.М., к.т.н. Сисоліна І.П., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький***AIR DISTRIBUTOR OF PNEUMOMECHANICAL TILLED DRILL***Ph.D. Osipov I.M., Ph.D. Sysolina I.P., Central Ukrainian national technical university, Kropyvnytskyi*

**Вступ.** Виконання вимог агротехніки по рівномірності розподілу насіння по площі живлення цілком залежить від правильного вибору конструкції пневматичної висівної системи.

**Виклад матеріалу.** В останні роки в конструкціях більшості пневматичних висівних систем вітчизняних та закордонних сівалок використано повітророзподільник (рис. 1). Застосування повітророзподільника спрощує конструкцію пневматичної висівної системи, дозволяє ліквідувати різницю в довжинах повітроводів і зменшує їх довжину, що виключає їх перегини.

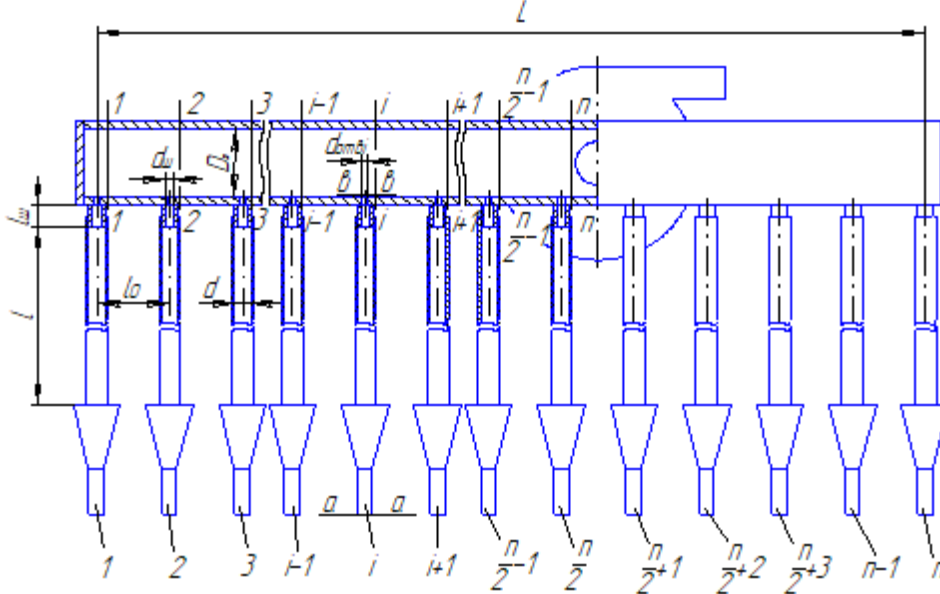


Рисунок 1 - Схема пневматичної висівної системи з повітророзподільником

Проведені дослідження дозволили пояснити причину нерівномірності розподілу повітря по ширині захвату сівалки, яка обумовлена нерівномірністю статичного тиску, зменшення якого відбувається в напрямку від периферії повітророзподільника до його центру [1]. Також було встановлено, що рівномірне відсмоктування повітря з висівних апаратів можна здійснити зміною площі входних отворів повітророзподільника [2]:

$$\left[ 1 + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei}}{f_u} \right)^{3/4} \right] \frac{1}{f_{omei}^2} - \left[ 1 + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei-1}}{f_u} \right)^{3/4} \right] \frac{1}{f_{omei-1}^2} - \frac{32}{\pi^2 D} \left[ i^2 - (i-1)^2 + \frac{\lambda_{i-1} L}{2(n-1)D} (i-1)^2 \right] = 0,$$

де  $i=2, 3, 4, \dots, n/2, n$  – рядність сівалки;

$f_{omei}$  – площа прохідного перетину  $i$ -го входного отвору повітророзподільника,  $m^2$ ;

$f_u$  – площа прохідного перетину штуцера,  $m^2$ ;

$D$  – діаметр повітророзподільника,  $m$ ;

$\lambda_{i-1}$  – коефіцієнт гідравлічного опору в перетині  $i-1$  повітророзподільника;

$L$  – робоча довжина повітророзподільника,  $m$ .

**Висновки.** Використовуючи дане рівняння можна одним з чисельних методів, задавши площу  $f_{ome1}$ , визначити площі решти входних отворів, приймаючи  $i=2, 3, 4, \dots, n/2$ . Отримані результати пройшли лабораторну перевірку, яка повністю підтвердила результати теоретичних досліджень.

**Список посилань.**

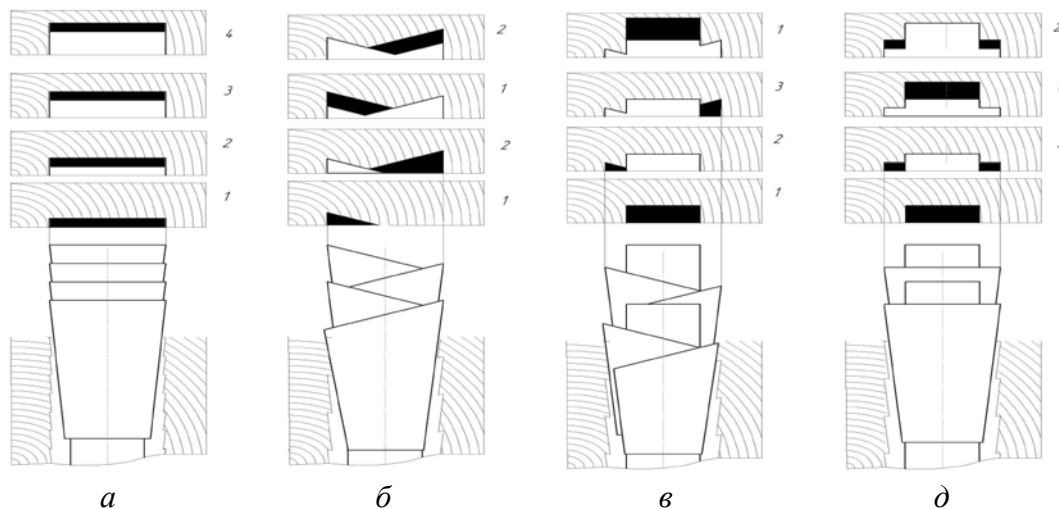
- Осипов І.М. Обґрунтування параметрів повітророзподільника просапних сівалок / І.М. Осипов, І.П. Сисоліна // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Вип. 3. – Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2015. – С. 40-44.
- Пат. 24480 Україна, МКВ А 01 С 7/04. Повітророзподільник пневматичної сівалки [Текст] / Осипов І.М., Коваленко Р.Б., Васильковський О.М.; заявник та патентовласник Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. - №97010091; заяв.09.01.97; опуб.30.10.98, Бюл. №5. – 7 с.

УДК 674.053:621.934

**КРУГЛІ ПИЛКИ ДЛЯ ПОЗДОВЖНЬОГО РОЗПИЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ***к.т.н. Пилипчук М.І., Тарас В.І., Національний Лісотехнічний Університет України, м. Львів***CIRCULAR SAWS FOR LONGITUDINAL WOOD SAWING***Ph.D. Pylypchuk M.I., Taras V.I., National Forestry University of Ukraine, Lviv*

**Вступ.** На основі аналізу відомих конструкцій та параметрів круглих пилок для поздовжнього розпилювання деревини [1], зубчастий вінець яких складається із зубців з пластинами твердого сплаву прямої  $FZ$  або косої  $WZ$  форми (рис.1 *а, б*), встановлено необхідність їх подальшого вдосконалення, з метою підвищення точності та зниження енергоємності даного процесу.

**Виклад матеріалу.** Розроблено конструкцію круглої пилки [2], зубчастий вінець якої складається з трьох видів зубців  $FZ / 2WZ$  (рис.1, *в*): одні з яких мають правостороннє косо загострення, другі – лівостороннє косо загострення, треті – пряму грань, яка на 1,0 – 1,5 мм виступає над двома попередніми, і має ширину, що становить  $2/3$  від найбільшої ширини зубців із косим загостренням. Чергування косих і прямих зубців поліпшує умови різання внаслідок збільшення частки поперечного різання, що зменшує зусилля різання та поліпшує якість обробленої поверхні. Виступ грані прямого зубця забезпечує прямолінійність різу та стійкість інструмента у пропилі, за рахунок перерозподілу зусиль різання. Ширина пластини прямого зубця забезпечує зменшення зусилля на різання й дає змогу знизити потужність на різання. Розроблено також конструкцію круглої пилки [3], зубчастий вінець якої виконується з двох типорозмірів прямо загострених зубців  $FZ_1 / FZ_2$  (рис.1, *д*), що чергуються через один: одні (прорізні) мають товщину рівну товщині тіла пилки, а другі (формувальні) – менші за висотою на 1,0 – 2,0 мм і мають товщину рівну ширині пропилю. Пряме загострення прорізних і формувальних зубців забезпечує спрощення конструкції та зменшення трудомісткості підготовки пилки до роботи.



*а* – прямі  $FZ$ ; *б* – косої  $WZ$ ; *в* – комбіновані  $FZ / 2WZ$ ; *д* – прямі різновеликі  $FZ_1 / FZ_2$   
Рисунок 1 – Схеми конструкцій зубців твердосплавних пилок та формування пропилів

**Висновки.** Запропоновані конструкції пилок дозволяють підвищити точність процесу поздовжнього пиляння деревини та забезпечують зниження енергоємності процесу, а конструкція пилки  $FZ_1 / FZ_2$  дозволяє зменшити трудомісткість підготовки до роботи. Застосування нових конструкцій твердосплавних пилок дозволить підвищити точність розпилювання деревини в межах  $\pm 0,5$  мм та відмовитись від подальшого чистового оброблення виготовлених заготовок.

**Список посилань.**

1. Кірик, М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів / М.Д. Кірик. – Львів: Кольорове небо, 2006. – 412 с.
2. Пат. №40481 Україна, МПК В27 В33/00. Кругла пилка / М.Д. Кірик, В.І. Тарас; заяв. і влас. НЛТУ України; опубл. 10.04. 2009, Бюл. № 7.
3. Пат. №117606 Україна, МПК В27 В33/08. Твердосплавна кругла пилка для поздовжнього розпилювання деревини / М.І. Пилипчук, В.І. Тарас, Б.В. Воронюк, Б.В. Пихней; заяв. і влас. НЛТУ України; опубл. 26.06. 2017, Бюл. № 12.

УДК 539.3: 517.3

## МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ПЛАСТИНИ ТА ХРЕСТОПОДІБНОГО ВКЛЮЧЕННЯ

*д.т.н. Усов А.В., к.ф.-м.н. Папковська О.Б., Одеський національний політехнічний університет;  
к.ф.-м.н. Козін О.Б., Національний університет "Одеська юридична академія", Україна*

## MODELLING OF CONTACT PROBLEM FOR PLATE AND CROSS-SHAPED INCLUSION

*Doct. Usov A.V., Ph.D. Papkovska O.B., Odessa National Polytechnic University;  
Ph.D. Kozin O.B., National University "Odessa Law Academy", Ukraine*

**Вступ.** Розробка ефективних методів математичного моделювання для визначення напружено-деформованого стану тонкостінних конструкцій з включеннями, підкріпленнями і іншими концентраторами напружень є важливим завданням, як з теоретичної, так і з практичної точки зору, враховуючи їх велике практичне застосування.

У роботах [1-2] дано математичні моделі для розв'язання контактних задач згину смугових ортотропних тонких пластин і оболонок з тонкими жорсткими включеннями і підкріпленнями, орієнтованими довільно. Математична модель і точне рішення крайової задачі згину смуговий пологої оболонки, з підкріпленням в вигляді полунескінченої проміжної опори типу вінклеровського підстави отримано в [3].

Метою даної роботи є розробка математичної моделі розрахунку напружено-деформованого стану нескінченної пластини з хрестоподібним жорстким включенням при вигині.

**Виклад матеріалу.** Розглядається задача про вигин нескінченної пластини, моделі Кірхгофа-Лява що містить хрестоподібне кінцеве абсолютно тонке, жорстке включення. До включенню прикладена сила  $P$ . Пластина оперта в  $4N$  точках. Потрібно знайти просідання включення  $W_0$  і контактні зусилля взаємодії включення з пластиною  $\psi_1(\xi), \psi_2(\xi)$ .

Базуючись на результатах робіт [2-3], дано математичне формулювання завдання відносно прогинів пластини  $w(x, y)$  і контактних зусиль взаємодії включення з пластиною  $\psi_1(\xi), \psi_2(\xi)$ . Далі використовуючи фундаментальне рішення бігармонічного рівняння і умови на включенні, отримана система двох інтегральних рівнянь, відносно зусиль взаємодії включення з пластиною. Використовуючи симетрію задачі відносно змінних  $x$  і  $y$ , і парність шуканих функцій  $\psi_1(\xi), \psi_2(\xi)$ , поставлена задача, за допомогою заміни змінних в результаті зведена до одного інтегрального рівняння першого роду з гладким ядром.

Запропоновано метод розв'язання даного рівняння, а саме. Виконавши диференціювання даного рівняння з гладким ядром три рази по зовнішньої змінної, одержано сингулярне інтегральне рівняння. Зрозуміло, що рішення даного рівняння при підстановці в ліву частину рівняння з гладким ядром, може, взагалі кажучи, дати функцію, що відрізняється від початкової на парний многочлен другого ступеня.

Отримані необхідні та достатні умови перетворення цього многочлена в нуль. Ці умови отримано шляхом початкового диференціювання рівняння першого роду з гладким ядром два рази по зовнішньої змінної. Потім треба покласти значення зовнішньої змінної  $0$  в цьому рівнянні та в його отриманої другої похідної.

**Висновки.** Виконано математичну постановку крайової задачі. Отримано система інтегральних рівнянь, що описує напружено-деформований стан тонкої пружної пластини з жорстким хрестоподібним включенням. Запропоновано метод розв'язання даної крайової задачі, що базується на зведенні його до сингулярному інтегральному рівнянню.

### Список посилань.

1. Красный Ю.П. Изгиб бесконечной пологой оболочки при наличии винклеровской полубесконечной опоры / Ю.П. Красный, А.Б. Козин, О.Б. Папковская // Наук. вісн. Міжнар. гуманіт. ун-ту. Серія: Інформаційні технології та управління проектами. – 2012. – № 4. – С. 29 - 32.
2. Козин А.Б. О решении краевых задач изгиба композитных пологих оболочек / А.Б. Козин, О.Б. Папковская // Сб. науч. тр. SWorld. – 2013 – Вып. 4., Том 4. – С. 33 - 37.
3. Папковская О.Б. Математическая модель изгиба ортотропной пластины с криволинейной произвольно ориентированной неоднородностью / О. Б. Папковская, А. Б. Козин, Д. Камара // Пр. Одес. політехн. ун-ту. – 2008. – Вип. 1 (29). – С. 237-241.

УДК 621.85

## МЕТОДИКА АНАЛІЗУ РЕСУРСУ ЛАНЦЮГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗА КРИТЕРІЄМ ЗНОСУ ПРОФІЛЮ ЗУБЦЯ ЗІРОЧКИ

*к.т.н. Устиненко О.В., Протасов Р.В., Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"; Андрієнко С.В., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна*

## METHOD OF ANALYSIS THE RESOURCE CHAIN DRIVE ON THE CRITERION OF WEAR OF THE SPROCKET TOOTH PROFILE

*Ph.D. Ustynenko O.V., Protasov R.V., National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"; Andrienko S.V., Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine*

**Вступ.** Загальновідомо, що головною причиною виходу із експлуатації ланцюгових втулково-роликкових передач є абразивний знос шарнірів ланцюга. Однак у багатьох випадках на перший план виходить проблема прискореного абразивного зносу робочих профілів зубців зірочок. Це зірочки ведучих коліс гусеничної техніки, передачі із втулковими ланцюгами без роликів, а також передачі сільськогосподарського та гірничого машинобудування. Тому розробка методики дослідження зносостійкості профілів зубців зірочок та ведучих коліс є актуальною науково-практичною задачею сучасного машинобудування. Її розв'язання забезпечує підвищення навантажувальної здатності та довговічності ланцюгових передач і гусеничного рушія.

**Виклад матеріалу.** Авторами розроблено комплексну методику аналізу ресурсу ланцюгової передачі за критерієм зносу профілю зубця зірочки, яка може бути застосована для дослідження ланцюгового зачеплення як зі стандартним профілем, так і з нестандартним, наприклад з еволютним (це сімейство профілів для зубчастих та ланцюгових передач із опукло-увігнутих контактом, що розроблене українським вченим А. І. Павловим).

Методика складається із наступних етапів.

1. Математичне моделювання зубця зірочки. Розраховуються координати точок профіля зубця  $x_{1j}, y_{1j}$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ ; тут  $k$  – кількість розрахункових точок профілю, що задається дослідником), після чого виконується апроксимація профілю за допомогою кривих Безьє третього порядку.

2. Моделювання процесу зношування зубця зірочки. Спочатку визначаємо швидкості ковзання в ланцюговому зачепленні  $V_{ki,j}$  ( $i$  – номер циклу навантаження, що відповідає 1 оберту зірочки). Після цього знаходимо радіуси кривизни профілю зубця зірочки  $\rho_{1i,j}$  та визначаємо контактні напруження в  $j$ -х точках профілю на  $i$ -х циклах навантаження  $\sigma_{Hi,j}$  за формулою Г. Герца. На завершення цього етапу за допомогою математичної моделі процесу зношування активних профілів зубців визначаємо величини зносу  $I_{z1i,j}$ .

3. Оцінка ресурсу ланцюгової передачі за критерієм зносостійкості зубців. Після визначення величин зносу обчислюємо координати точок зношеного профілю  $x_{i+1,j}, y_{i+1,j}$ . Далі обчислюємо нові значення  $\rho_{Hi+1,j}, V_{ki+1,j}$  та  $\sigma_{Hi+1,j}$ , після чого знаходимо значення зносу на  $i+1$ -му циклі навантаження  $I_{z1i+1,j}$ , координати точок зношеного профілю  $x_{i+2,j}, y_{i+2,j}$  і так далі. Одночасно на кожному циклі обчислюється сумарний знос профілю зубця в кожній  $j$ -й точці та знаходиться максимальна величина зносу за формулами

$$I_{z\Sigma j} = \sum_i I_{zi,j}; \quad I_{z\max} = \max_{1 \leq j \leq k} I_{z\Sigma j}.$$

Таким чином, ми отримали ітераційний процес, який зупиняється при досягненні величини критичного зносу  $I_{z\text{кр}}$ , тобто при виконанні умови

$$I_{z\max} \geq I_{z\text{кр}}.$$

Тоді ресурс ланцюгової передачі за критерієм зносу профілю зубця,  $L_h$ , годин,

$$L_h = \frac{N_{\text{ц}}}{60 \cdot n},$$

де  $N_{\text{ц}}$  – кількість циклів навантаження до досягнення величини критичного зносу  $I_{z\text{кр}}$ ;  $n$  – частота обертання зірочки.

**Висновки.** Розроблено методику аналізу ресурсу ланцюгової передачі за критерієм зносу профілю зуба зірочки. Вона є достатньо універсальною – може бути застосована (за винятком етапу синтезу еволютного профіля) для дослідження зносу зубців зірочок ланцюгових втулкових передач або гусеничного рушія з будь-яким стандартним та нестандартним профілем. Запропонована методика дозволить призначати раціональні параметри ланцюгового зачеплення на етапі його проектування.

УДК 621.22:534.1

**ЯВИЩЕ НЕСТАЦІОНАРНИХ КОЛИВАНЬ В ЕЛЕМЕНТАХ  
ВІДЦЕНТРОВИХ МАШИН***Вашист Б.В., к.т.н. Павленко І.В., Сумський державний університет, Україна***PHENOMENA OF NON-STATIONARY OSCILLATIONS IN  
ELEMENTS OF CENTRIFUGAL MACHINES***Vashyst B.V., Ph.D. Pavlenko I.V., Sumy State University, Ukraine*

**Introduction.** During the operation of the pumps, vibrations always occur, which when exceeding the permissible level become one of the main factors of reduction and deterioration of pumping equipment reliability and efficiency. The increased level of vibration is caused by the reasons of mechanical, hydrodynamic and electrotechnical origin. The causes of mechanical and electrotechnical origin are well known and predicted; usually they emerge because of malfunctioning of the mechanical part of the aggregates, or as a result of the electric drives operation.

The most difficult problem is to predict oscillations of hydrodynamic origin, which cause the most devastating impact on the elements of a pump, especially when working in non-rated modes. Excessive levels of vibration of this type result in beating of shafts, destruction of bearings, sealings, elements of a flow part which can cause complete failure of the pumping equipment.

The emergence of hydrodynamic vibration can lead not only to significant material losses because of the equipment destruction and the temporary cessation of liquid transportation, but also to the pouring of environmentally aggressive substances into the environment. The staff serving the equipment is also negatively affected by excessive vibration and increased noise that exceed the sanitary and hygienic standards.

**Presentation of the material.** The emergence of hydrodynamic oscillations of centrifugal machines is determined by the processes occurring in the flow part. These include non-stationary hydrodynamic phenomena such as cavitation, heterogeneity of flow, uneven pressure distribution at the output of the impeller, fluctuations in fluid volume, and flow pulsations. The most significant factor of emergence of this fluctuation type is cavitation in the regions of low pressure. At cavitation, it is impossible to predict neither the moment of occurrence of accompanying vibration nor its value. The components of the corresponding fluctuations are in the middle and high frequencies depending on the stage of cavitation. When the frequencies of these fluctuations coincide with the fluctuation frequencies of the pump elements, including the ones of the impeller blades, self-excitatory oscillations of the corresponding units emerge.

In general, there are four main stages of cavitation. The first stage is initial cavitation in which there are several single bubbles that form non-sustained cavitation. The occurrence of this process almost does not affect the operation of the pump because the formed bubbles are transferred in the liquid without collapse, but the process is accompanied by weak noise.

The second stage is partly developed cavitation. Unlike the initial cavitation, there is a large number of bubbles that form a cavitation zone. In such zones the liquid flow is accelerated and there are local deviations from the trajectory of its movement, increasing the pressure and temperature of the liquid which leads to its dissociation.

The third stage is developed cavitation. It is characterized by the continuous formation of cavitation zones which periodically clog fluid supply. Disruption of the stream, which arises at the same time, worsens the characteristics of the pump and can lead to its failure. The fourth stage is super-cavitation. It occurs when the cavitation zones are combined forming a cavity which extends along the entire flow part resulting in a failure of the pump.

**Conclusion.** The dynamic influence of non-stationary phenomena on the elements of the flow part and, consequently, on the pump units has a random character, in contrast to mechanical or electrotechnical vibrations, where the source of occurrence can be quite accurately identified by vibration diagnosing. Due to abovementioned, the phenomenon of cavitation requires a more profound study of its influence on the dynamics of the centrifugal machine rotor; and identification of the reasons of non-stationary hydrodynamic fluctuations requires a more detailed consideration. That is why it is necessary to create an accurate mathematical model of the centrifugal pump rotor dynamics taking into account the interaction of the flow with the impeller at the cavitation regime. To solve this problem in non-stationary statement it is proper to use numerical simulation, particularly up-to-date ANSYS Workbench software.

УДК 631.33.02

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРИФЕРІЙНО РОЗТАШОВАНИХ КОМІРОК ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА

*к.т.н. Васильківська К., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

## CHARACTERIZATION OF PERIPHERALLY BASED CELLS OF THE PNEUMATIC-MECHANICAL SEEDING MACHINE

*Ph.D. Vasylykivska K., Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky*

**Introduction.** The quality of seed dosage to the furrow depends on the uniformity of seeds layout on the seeding disc. That is why the approach for selection the form of the holes on the disc is the determinant initial condition for equal dosage [1].

**Presentation of the material.** The main characteristic of the new seeding machine is the usage of the seeding disc with peripheral location of the cells. Behind them, on the disc internal surface, there are blades for the forced taking of the seeds by the disc in the working chamber and their further transportation to the release zone [2].

The main parameter of the cell of the experimental disc is the bending radius of generatrix which influences not only the hole area and seeds' suction process but also the capability of a suctioned seed to leave the cell at release location right in time without any delay or wedging.

Characterization of rational parameters of the cells of seeding disc was done through calculation of the necessary coefficient value of filling the cells with seeds of various sizes. For that purpose, the sort seeds of sugar beetroot "Bilotserkivsky odnonasinnyy 45" were divided into four sub-fractions with the help of sieves with round holes (3.5-4.0 mm; 4.0-4.5 mm; 4.5- 5.0 mm; 5.0-5.5 mm).

The experiments were carried out using discs with radiuses of tangent cells 5,0 mm and 6.0 mm, which correspond to their areas 9.6 mm<sup>2</sup> and 16.3 mm<sup>2</sup> correspondently. Dilution  $\Delta P$  in the vacuum chamber was 0.2 кPa, and peripheral speed of the cells  $V_K - 2$  m/s.

The criterion for definition of rational parameters of sowing disc is the coefficient of filling cells by the seeds of corresponding sub-fractions (first – 3.5-4.0 mm; second – 4.0-4.5 mm; third – 4.5-5.0 mm; fourth – 5.0-5.5 mm).

According to the results of the research we got the dependence of the coefficient of filling of cells of the sowing disc  $K$  for corresponding sub-fractions of sugar beets seeds for discs with radiuses of generatrix cells 5.0 mm and 6.0 mm [2].

As seen from the diagram of the dependence of the coefficient of filling of cells of the dilution in the vacuum chamber with the radius of generatrix cell according to 5 mm and 6 mm, both discs are characterised by the presence of duplicates for the first sub-fraction (3.5-4.0 mm).

**Conclusion.** The disc with the radius of generatrix cell of 5 mm is characterised by nearly 100% of filling cells for the second sub-fraction (4.0-4.5 mm) and decrease of the filling coefficient for the third sub-fraction (4.5-5.0 mm) and the fourth sub-fraction (5.0-5.5 mm).

The disc with the radius of generatrix cell of 6 mm is characterized by the presence of duplicates for the second sub-fractions (4.0-4.5 mm), almost 100% of cell filling for the third sub-fraction (4.5-5.0 mm) and the decrease of the filling coefficient for the fourth sub-fraction (5.0-5.5 mm).

Taking into account the experiments it is possible to state that in order to provide sowing of sugar beetroot, the bending radiuses of generatrix cells should be allocated within 5...6 mm, which generally corresponds to the results of theoretical research with the defined generatrix radius of 5.7 mm [2].

### References.

1. Васильковська К.В. Обґрунтування параметрів універсального пневмомеханічного висівного апарата точного висіву: дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / К.В. Васильковська. – Кіровоград, 2014.
2. Васильковська, К.В. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський // Східноєвропейський журнал новітніх технологій. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Харків: Технологічний центр, 2014. С. 33-36.

УДК 678.029.43

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОГО ПРИСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ ТРУБЧАСТОЇ ФОРМИ З ДОРНОМ В НАГРІВНОМУ КАНАЛІ

к.т.н. *Сокольський О.Л., Герасименко Ю.Ю., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"*

## INVESTIGATIONS OF TUBULAR POLYMER MATERIAL MELTING IN HEATER CHANNEL WITH A DORN

*Ph.D. Sokolskiy O.L., Herasimenko Y.Y., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

На даний час гнучкі пакувальні матеріали широко застосовується в пакувальній індустрії для виготовлення м'якої та напівжорсткої упаковки. Щоб підвищити конкурентоспроможність даного виду упаковки з іншими необхідно:

1. підвищити продуктивність та безпечність процесу формування та закупорювання упаковки;
2. забезпечити необхідну міцність з'єднаних елементів упаковки.

Для з'єднання елементів гнучкої упаковки найчастіше використовується два методи: склеювання та термозварювання. Проте ці методи мають ряд недоліків. При склеюванні з'єднання потребує значного часу для набуття необхідної міцності, а також під час процесу склеювання відбувається випаровування розчинників, що в свою чергу несе екологічну загрозу. Методом термозварювання можна користуватися лише для з'єднання полімерних елементів гнучкої упаковки.

Перелічені вади відсутні у разі використання методу зварювання з присадковим полімерним матеріалом. Метод зварювання присадковим полімерним матеріалом полягає у використанні тепла від розплавленого полімерного присадкового матеріалу, який розплавляється в циліндричному нагрівному каналі, видавлюється крізь сопло та подається між поверхнями, що сполучаються. Розплавлений полімер передає з'єднуваним поверхням частину свого тепла й застигає, утворюючи нероз'ємне герметичне з'єднання. Щоб забезпечити процес зварювання, необхідно, щоб полімерний присадковий матеріал мав температуру на 40-80° С вищу за температуру текучості полімеру [1]. Для підвищення ефективності плавлення присадкового матеріалу було запропоновано виконувати його трубчастої форми, а сопло комплектувати внутрішнім дорном [2].

Щоб дослідити ефективність плавлення прутка присадкового полімерного матеріалу трубчастої форми з дорном у соплі, була проведена серія числових експериментів за різних значень швидкості подачі прутка (в діапазоні 3-10 мм/с) та різного діаметру дорна за постійного зовнішнього діаметру прутка 11 мм. Доцільною швидкістю для досягнення необхідних значень температури присадкового матеріалу визначено 4-7 мм/с.

При числовому дослідженні процесу плавлення присадкового полімерного матеріалу з урахуванням неізотермічних граничних умов була використана система рівнянь, що включає в себе рівняння нерозривності, нестационарні рівняння збереження кількості руху та енергії [3].

Приклад розподілу тиску (а) та температури (б) від діаметру дорна в соплі й внутрішнього отвору присадкового матеріалу за вхідної швидкості 4 мм/с показано на рис. 1, а залежність тиску (а) та температури (б) від діаметру дорна – на рис. 2.

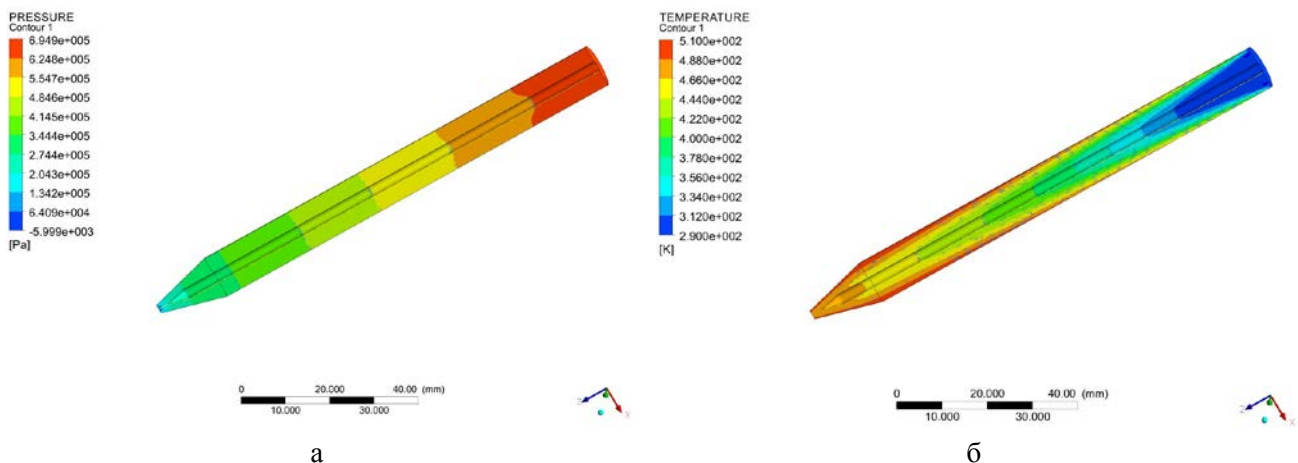


Рисунок 1 – Розподіл тиску (а) та температури (б) у присадковому матеріалі за діаметру дорна 2 мм

З рис. 1 а видно, що градієнт тиску майже постійний по довжині каналу й рівномірний по радіусу, в той час як плавлення матеріалу в основному відбувається ззовні (рис. 1 б), а його температурна гомогенізація – в проміжку між дорном та виходом із сопла.

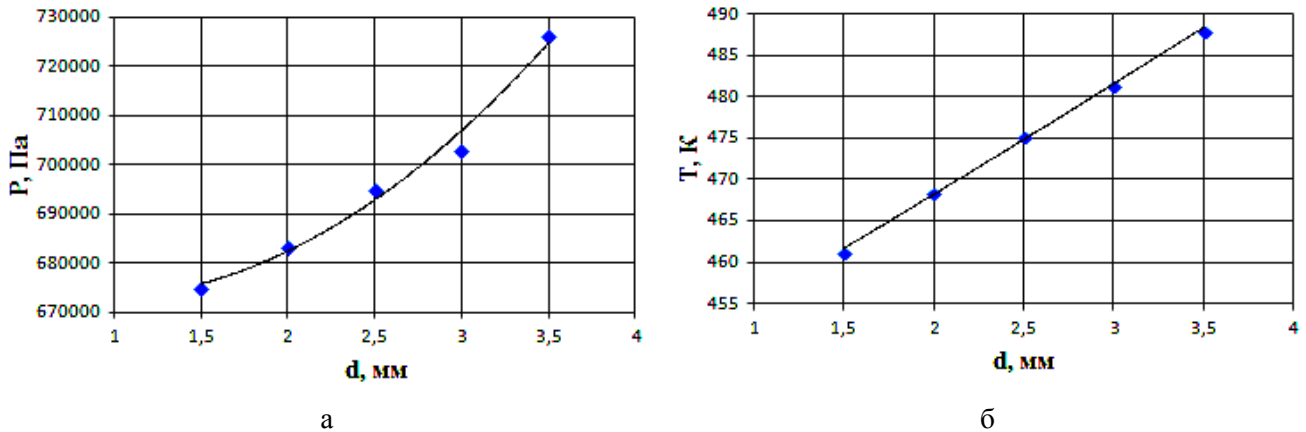


Рисунок 2 – Залежність тиску на вході в нагрівний канал (а) та температури на виході із сопла (б) від діаметру дорна

Рис. 2 а, б показує майже лінійне зростання необхідного тиску для просування присадкового матеріалу та температури на виході із сопла зі збільшенням діаметру дорна. Причому зі збільшенням внутрішнього діаметру від 1,5 мм до 3,5 мм збільшення тиску є незначним (7,5 %), а підвищення температури розплаву становить майже 25 °С, що показує вищу ефективність плавлення за цієї геометрії. Подальше збільшення внутрішнього діаметру отвору може бути недоцільним внаслідок зменшення жорсткості полімерного стрижня при його просуванні в нагрівному каналі.

**Висновки.** Отже, проведені числові дослідження підтвердили ефективність запропонованого виконання присадкового матеріалу й сопла зварювального пристрою і дають змогу визначити потрібну геометричні та технологічні параметри процесу підготовки присадкового матеріалу.

#### Список посилань.

1. Лебедев Г.А. Напыление. Сварка. Склеивание / Г. А. Лебедев, Г. А. Кракович, К. Г. Безкорвайный. – Л.: «Химия», 1973. – 104 с.
2. Патент № 117252 U Україна, МПК (2006/01) В29С 65/40. Пристрій для нанесення термоклею / Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Олексишен В.О., Герасименко Ю.Ю. – Опубл. 26.06.2017
3. Карвацький А.Я. Механіка суцільних середовищ – Київ : «Політехніка», 2017. – 292 с.

УДК 621.313:536.2.24:539.2

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ТИПІВ КОМБІНОВАНИХ ЛІНІЙНИХ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

*д.т.н. Болюх В.Ф., Кочерга О.І., Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"*

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE TYPES OF COMBINED LINEAR PULMONARY ELECTROMECHANICAL CONVERTERS

*Doct. Bolyukh V.F., Kocherga O.I., National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*

**Introduction.** To create powerful power pulses, the most widely used are linear pulse electromechanical converters (LPEC) of electrodynamic and inductive types [1]. The main element of the LPEC is a stationary inductor, excited by a capacitive energy storage. The inductor by means of a magnetic field interacts with the armature, which acts on the impact actuator. In the inductive-type LPEC, the electrically conducting armature (CA) is a relatively thin copper disc in which eddy currents are induced from the inductor, which causes electrodynamic forces (EDF) of repulsion between them. In the LPEC of the electrodynamic type, the winding armature (WA) is a movable multi-turn coil that is electrically connected to the inductor. Since the inductor and the WA are wound around the magnetic field, an EDF of repulsion also occurs between them. Since the efficiency of converters of electrodynamic and inductive types is not high enough [2], then constructive types of combined LPEC are proposed, which combine the best properties of the indicated converters.

**Presentation of the material.** The design types of combined LPEC are considered, containing a stationary inductor, WA, anterior and posterior CA. The inductor and WA are connected in series or in parallel by means of movable (flexible or contact) current leads. In order to carry out a comparative analysis of the design types of combined LPEC, an efficiency criterion is introduced that takes into account in a relative way the electrical, force and field (induction of the magnetic scattering field) parameters:

$$K^* = \beta \left( \frac{\alpha_1}{j_{1m}^*} + \alpha_2 f_{zm}^* + \alpha_3 F_z^* + \frac{\alpha_4}{B_{ex}^*} \right); \quad \sum_{n=1}^4 \alpha_n = 1,$$

where  $j_{1m}$  – maximum current density in the inductor;  $f_{zm}, F_z$  – the maximum value and the pulse of the EDF, respectively, acting on the impact actuator;  $B_{ex}$  – averaged value of the induction of the magnetic field of scattering on the design contour;  $\beta$  – armature reliability factor;  $\alpha_j$  – weight coefficients of the corresponding LPEC indicators.

All LPEC indicators are normalized with respect to the induction type LPEC of the traditional design with one anterior CA and marked with asterisks. Assuming that the reliability factor for LPEC without WA is  $\beta = 1$ , based on expert estimates, we assume the reliability factor  $\beta = 0.75$  for the LPEC with WA. The lower reliability of the LPEC with the WA is due to the presence of a movable contact between the inductor and the WA, and also its execution in the form of a multi-turn coil impregnated with an epoxy compound. Several variants of the strategy for evaluating the effectiveness of constructive types of LPEC are considered. The priority of the LPEC indicator is estimated by the value of the corresponding dimensionless weighting coefficient  $\alpha_n$ . In all variants of the assessment, the most effective constructive types of LPEC with anterior CA, posterior CA and with WA are the most effective. The efficiency of this type of LPEC is largely due to the smallest values of the induction of the magnetic field of the  $B_{ex}$  scattering. Least effective are the constructive type of LPEC with anterior and posterior CAs and WA connected in parallel with the inductor, for which the smallest value of the maximum EDF value is  $f_{zm}$ . The largest EDF value  $f_{zm}$  is realized in constructive types of LPEC with anterior and posterior CAs, and the largest EDF pulse value  $F_z$  is in LPEC with WA connected in parallel with the inductor.

**Conclusion.** Using the criterion of effectiveness, which in a relative form allows for electrical power and field performance and reliability, it is shown that in all embodiments strategies evaluate the most effective is the constructive type LPEC with anterior and posterior electrically conductive armatures and the coil armature, which is connected in series with the inductor.

### References.

1. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Rassokha M.A., Shchukin I.S. High-efficiency impact electromechanical converter // Russian Electrical Engineering. – 2011. – Vol. 82. – № 2. – P. 104-110.
2. Болюх В.Ф., Олексенко С.В., Шукин И.С. Сравнительный анализ линейных импульсных электромеханических преобразователей электромагнитного и индукционного типов // Техн. електродинаміка. – № 5. – 2016. – С. 46-48.

УДК 621.314.572

## ШЕСТИФАЗНАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ГИБКИМ СИНХРОННЫМ ШИМ-РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЧЕТЫРЕХ ИНВЕРТОРОВ

д.т.н. Олещук В.И., *Институт энергетики Академии наук Молдовы, г. Кишинёв*

## SIX-PHASE POWER CONVERSION SYSTEM WITH FLEXIBLE AND SMART PWM-ADJUSTMENT OF FOUR INVERTERS

Doct. Oleschuk V.I., *Institute of Power Engineering of the Academy of Sciences of Moldova, Kishinev*

**Введение.** Многофазные и многоинверторные преобразовательные системы привлекают в последнее время повышенное внимание исследователей и разработчиков. На рис. 1 представлена топология системы шестифазного электропривода на базе четырех инверторов, питающих асимметричный асинхронный электродвигатель с двумя комплектами обмоток [1]. Данная структура является перспективной для использования в электроприводах повышенной мощности, характеризующихся относительно низкими частотами переключения силовых вентилях инверторов.

**Синхронное регулирование системы на базе четырёх ШИМ-инверторов.** Метод синхронной векторной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) позволяет обеспечить синхронизацию и симметрию форм выходного напряжения инверторов для систем регулируемого электропривода [2]. При этом модифицированные алгоритмы синхронной модуляции позволяют обеспечить симметричные, с улучшенным спектральным составом, формы напряжения на обмотках электродвигателя при регулировании частоты коммутации вентилях каждого инвертора системы в функции амплитуды напряжений источников постоянного тока ( $V_{dc1}$ - $V_{dc4}$  на рис. 1).

На рис. 2 представлены результаты определения взвешенного коэффициента искажения  $WTHD$  [2] фазного напряжения  $V_{as}$  на выходе первой инверторной группы **INV1+INV2** системы в функции коэффициента модуляции  $m$ , при разных значениях средней частоты коммутации вентилях инверторов  $F_{s1}$ - $F_{s4}$ . Анализировался режим управления при неодинаковых амплитудах питающих напряжений двух групп инверторов (рис. 1,  $V_{dc1}=V_{dc2}=0.8V_{dc3}=0.8V_{dc4}$ ), коэффициенты модуляции соответствующих инверторов при этом равны  $m_1=m_2=0.9$ ,  $m_3=m_4=0.72$ . Приведенные на диаграмме рис. 2 данные свидетельствуют о том, что пропорциональное повышение частоты коммутации вентилях инверторов с меньшими амплитудами питающего напряжения приводит к заметному улучшению интегральных спектральных характеристик фазного напряжения в системе.

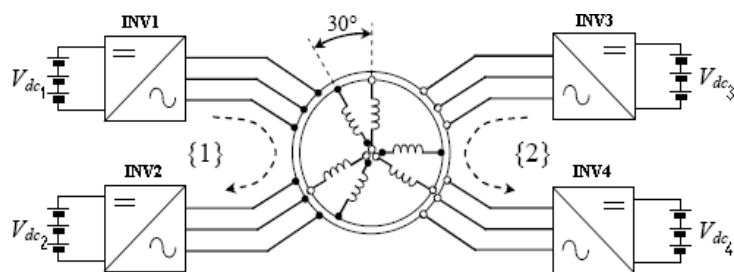


Рис. 1 - Топология преобразовательной системы на базе четырех инверторов

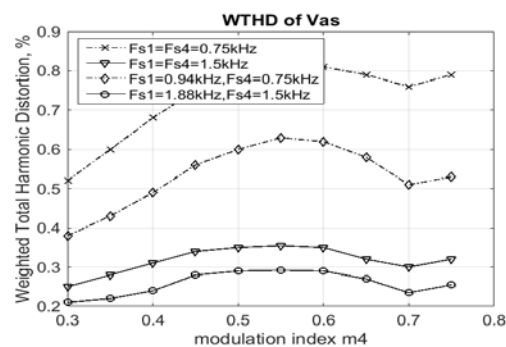


Рис. 2 - Коэффициент искажения  $WTHD$

**Выводы.** Модернизированные схемы и алгоритмы синхронной векторной модуляции позволяют обеспечить улучшение гармонического состава фазного напряжения и тока в шестифазной системе на базе четырёх ШИМ-инверторов за счет специального регулирования частоты коммутации вентилях инверторов в функции амплитуд напряжений источников постоянного тока.

В спектрах фазных и линейных напряжений в системе при этом при всех режимах управления и регулирования отсутствуют четные гармоники и субгармоники (основной частоты).

### Список использованной литературы.

- Grandi G., Tani, A., Sanjeevkumar, P., Ostojic, D. Multi-phase multi-level AC motor drive based on four three-phase two-level inverters. Proc. of IEEE Int'l Symp. on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM'2010), 2010, Pp. 1768-1775.
- Oleschuk, V., Barrero, F. Standard and non-standard approaches for voltage synchronization of drive inverters with space-vector PWM: A survey. International Review of Electrical Engineering, 9(4). – 2014. – Pp. 688-707.

УДК 621.44 + 621.577

## ПРИНЦИПИ ВИБОРУ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ПІКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОТИ

*к.т.н. Остапенко О.П., Вінницький національний технічний університет, Україна*

## PRINCIPLES FOR SELECTION OF HIGHLY EFFECTIVE OPERATION MODES OF ENERGY SUPPLY SYSTEMS WITH COGENERATION HEAT PUMP INSTALLATIONS AND PEAK SOURCES OF HEAT

*Ph.D. Ostapenko O.P., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** В дослідженні запропоновано обґрунтування принципів вибору високоефективних режимів роботи для систем енергозабезпечення (СЕ) з когенераційно-теплонасосними установками (КТНУ) та піковими джерелами теплоти (ПДТ). Зазначені СЕ мають високу енергоефективність, що відображено у низці наших вітчизняних та закордонних публікацій [1 – 7]; енергоефективність цих СЕ може до двох разів перевищувати енергоефективність традиційних джерел енергозабезпечення з високоефективними електричними або паливними котлами.

**Виклад матеріалу.** В дослідженні [1] запропоновані методичні основи з визначення областей енергоефективної роботи СЕ з КТНУ та ПДТ з використанням запропонованого комплексного безрозмірного критерію енергоефективності СЕ  $K_{CE}$ . Запропоновані в [1] методичні основи враховують рівні потужностей та рівні енергоефективності КТНУ та ПДТ в СЕ, розподіл теплового навантаження між елементами СЕ та змінні режими роботи КТНУ та СЕ. Безрозмірний критерій енергоефективності КТНУ  $K_{КТНУ}$  обґрунтовано в дослідженні [1]. В дослідженнях [2 – 7] області високої енергоефективності та високоефективні режими роботи СЕ з КТНУ та ПДТ були визначені за умов  $K_{КТНУ} > 1,1$  та  $K_{CE} > 1$  та режимів енергоефективної роботи КТНУ на основі дослідження [1] для різних рівнів потужностей та енергоефективності КТНУ та ПДТ в СЕ. Із використанням запропонованих принципів та методичних основ з [1 – 7] в дослідженнях [2 – 7] здійснено вибір високоефективних режимів роботи СЕ з КТНУ та ПДТ для різних рівнів потужностей та енергоефективності КТНУ та ПДТ в СЕ, визначено оптимальний діапазон розподілу теплового навантаження між елементами СЕ за умов змінних високоефективних режимів роботи КТНУ та СЕ.

**Висновки.** Запропоновані принципи забезпечать обґрунтований вибір високоефективних режимів роботи СЕ з КТНУ та ПДТ для систем тепlopостачання та енергозабезпечення.

### Список посилань.

1. Остапенко О. П. Области энергоефективной работы систем энергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками та піковими джерелами теплоти [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – № 3. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/479/478>.
2. Остапенко О. П. Области високої енергоефективності систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками малої потужності та паливними котлами в системах тепlopостачання [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2017. – № 1. – Режим доступу до журн.: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/499/496>.
3. Ostapenko O. P. Spheres of high energy efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations of large power and peak fuel-fired boilers / O. P. Ostapenko // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – IV (12). – Issue 110. – 2016. – P. 64-67.
4. Ostapenko O. P. Areas of high energy efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations of small power and peak electric boilers in heat supply systems / O. P. Ostapenko // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – V (13). – Issue 121. – 2017. – P. 77-80.
5. Ostapenko O. P. Areas of high energy efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations of large power and peak fuel-fired boilers for heat supply systems / O. P. Ostapenko // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – V (14). – Issue 132. – 2017. – P. 70-74.
6. Ostapenko O. P. Areas of high energy efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations of small power and peak fuel-fired boilers / O. P. Ostapenko // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – V (15). – Issue 140. – 2017. – P. 64-68.
7. Ostapenko O. P. Areas of high energy efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations of small power and peak electric boilers / O. P. Ostapenko // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – V (16). – Issue 148. – 2017. – P. 85-89.

УДК 621.44 + 621.577

## ПРИНЦИПИ ВИБОРУ ОБЛАСТЕЙ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ПІКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОТИ

*к.т.н. Остапенко О.П., Вінницький національний технічний університет, Україна*

## PRINCIPLES FOR SELECTION OF THE AREAS OF ENERGY-ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF ENERGY SUPPLY SYSTEMS WITH COGENERATION HEAT PUMP INSTALLATIONS AND PEAK SOURCES OF HEAT

*Ph.D. Ostapenko O.P., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Introduction.** In this paper the reasoning of principles for selection of the areas of energy-ecological-economic efficiency of energy supply systems (ESS) with cogeneration heat pump installations (CHPI) and peak sources of heat (PSH) is carried out, that will allow to provide reasonable determination of energy efficient, ecologically safe and economically reasonable operation modes of ESS with CHPI and PSH.

**Presentation of the material.** The principles and methodical fundamentals for energy efficiency, energy-economic efficiency and energy-economic-ecological efficiency assessment of ESS with CHPI and PSH are presented in our studies [1 – 6]. As it is noted in the study [1], energy efficient operation modes of ESS with CHPI and PSH will be provided if the indexes of energy efficiency of CHPI and ESS will be  $K_{CHPI} > 1$  and  $K_{ESS} > 1$ . As it is noted in studies [4 – 5] economically efficient operation modes of ESS with CHPI and PSH will be provided if the index of economic efficiency of ESS will be  $\Delta E_i^{ESS} > 0$ . In research [6] it is determined that ecologically safe and efficient operation modes of ESS with CHPI and PSH will be provided if the index of ecological efficiency of ESS will be  $\Delta EC_i^{ESS} > 0$ .

As it is noted in the study [6], ecologically safe, energy efficient and economically substantiated operation modes of ESS with CHPI and PSH will be provided on condition of complex generalized dimensionless criterion of energy-ecological-economic efficiency of ESS with CHPI and PSH will be  $K_{ESS}^{compl.} > 1$ . In research [6] it is determined that the greater is the value of  $K_{ESS}^{compl.}$  index, the more energy efficient, ecologically safe, economically efficient and competitive ESS with CHPI and PSH will be.

Such indices of various aspects of the efficiency of ESS with CHPI and PSH and complex generalized dimensionless criterion of energy-ecological-economic efficiency of ESS with CHPI and PSH are used for the selection of the areas of energy-ecologically-economic efficiency of the above-mentioned ESS.

### Conclusion.

The suggested reasoning of principles for selection of the areas of energy-economic-ecological efficiency of ESS with CHPI and PSH allows providing reasonable determination of energy efficient, ecologically safe and economically reasonable operation modes of ESS with CHPI and PSH.

### References.

1. Ostapenko O. P. Energy efficiency of energy supply systems, based on combined cogeneration heat pump installations and peak sources of heat, Scientific Works of Vinnytsia National Technical University, 2016, № 1. URL: <https://works.vntu.edu.ua/index.php/works/article/view/462/464>.
2. Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of heat pump plants: monograph. – Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. 64 p.
3. Ostapenko O. P. Methodical fundamentals of complex assessment of energy efficiency of steam compressor heat pump plants with electric and cogeneration drive, Scientific Works of Odesa National Academy of Food Technologies, 2015, vol. 47, part 2, p. 157 – 162. (Ukr.)
4. Ostapenko O. P., Portnov V. M., Voloshyn A. D. Indices of energy-economic efficiency of energy supply systems on the base of cogeneration-heat-pump installations and peak sources of heat, Electronic scientific edition of the materials of XLVI scientific-engineering conference, held in Vinnytsia National Technical University (March 22 – 24, 2017, Vinnytsia). URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2875/2248>. (Ukr.)
5. Ostapenko O. P. Methodical fundamentals of energy economical efficiency assessment of energy supply systems with cogeneration heat pump installations and peak sources of heat, Scientific Works of Odesa National Academy of Food Technologies, 2017, vol. 81, part 1, p. 136 – 141. (Ukr.)
6. Ostapenko O. P. Methodical fundamentals of complex assessment of energy-ecological-economic efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations and peak sources of heat, Scientific Works of Vinnytsia National Technical University, 2017, № 3. URL: <https://works.vntu.edu.ua/index.php/works/article/view/510/509>.

УДК 621.577.22

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ НА ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ГРУНТОВОГО  
МАСИВУ З УРАХУВАННЯМ БІОКЛІМАТИЧНОГО РАЙОНУВАННЯ**

*к.т.н. Плешков П.Г., Стець П.Г., Центральноукраїнський національний технічний  
університет, м. Кропивницький*

**COMPARATIVE EVALUATION OF THE LONG TERM OPERATION INFLUENCE OF  
THE HEAT-BASED INSTALLATION ON THE THERMAL MODEL OF SOIL MASSIVE  
WITH THE CONSIDERATION OF BIOCLIMATIC REGIONING DISTRIBUTION**

*Ph.D. Pleshkov P.G., Stets P.G., Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky*

**Вступ.** У даному дослідженні теплонасосна установка розглядається, - як складова комбінованої енергоустановки для забезпечення споживача електроенергією та теплом - у віддалених від традиційної енергосистеми районах, або як резервне джерело теплової енергії.

**Виклад матеріалу.** Дане дослідження є продовженням досліджень наведених у роботах [1] та [2]. Для розгляду обрано чотири ділянки розміщені відносно осі північ-південь – вздовж течії річки Вись у Новомиргородському, Маловисківському та Кіровоградському районах. Для обраних ділянок розглядалися дані метеоспостережень за п'ять років (2009-2014 р.р.), та розрахункові параметри ґрунтового масиву, що розраховувалися за методиками наведеними в [3,4,5]. Розглянуто тришаровий ґрунтовий покрив для кожної ділянки, для якого товщина окремих шарів дорівнює  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ , а їх коефіцієнти теплопровідності відповідно  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ . Температури зовнішніх поверхонь  $t_{ст'}$  і  $t_{ст''}$ ; температури між шарами  $t'$  шар і  $t''$  шар. Тоді тепловіддача для кожного шару визначається за формулою аналогічною наступній [3]:

$$Q = \lambda_1 / \delta_1 \cdot (F \cdot (t'_{шар} - t''_{шар})), \quad (1)$$

$$\lambda = -(Q / F (dt / dn)), \text{ Вт/(м} \cdot \text{C}^\circ) \quad (2)$$

Вирішуємо ці рівняння відносно різниці температур і складаючи, отримуємо - сумарна тепловіддача тришарового ґрунтового покриву:

$$Q = F \cdot (t'_{шар} - t''_{шар}) / (\delta_1 / \lambda_1) \cdot (\delta_2 / \lambda_2) \cdot (\delta_3 / \lambda_3) \quad (3)$$

Обрані місця установки мають аналогічний приповерхневий шар (до 2 м глибини – намівний луговий чорнозем), але відрізняються заглибленими (від 2 до 8 м глибини) шарами де для Маловисківського району характерне залягання глини та Новомиргородського району де характерне залягання піску та суглинку.

**Висновки.** За результатами дослідження – виявлено, що зміщення ділянки розміщення теплонасосної установки відносно осі північ-південь в межах однієї області – чинить значно менший вплив на її енергопродуктивність у тривалій перспективі ніж склад ґрунтового масиву у який безпосередньо заглиблено теплообмінник. Ґрунтові шари з вищою густиною – глина та суглинок практично не змінюють теплового режиму через вплив теплонасосної установки, - вологі та легкі при поверхневі ґрунтові шари – в процесі тривалої (3-5 років) експлуатації теплонасосної установки лише на нагрів переохолоджуються нижче природнього рівня на 2-4 C° в залежності від обводненості ґрунтів у місцевості установки теплонасосної системи. Цей провал можна зменшити до 1-3 C° за умови експлуатації системи як кондиціонуючої у теплий період року – повертаючи тепло в ґрунт.

**Список посилань.**

1. Оцінювання паливно-енергетичного потенціалу рослинницької галузі сільського господарства / [Плешков П.Г., Серебренников С.В., Стець П.Г.] «Відновлювана енергетика» №2, Інститут Відновлюваної енергетики, Київ, 2014 – С. 62-66.
2. Плешков П.Г., Стець П.Г. Розробка оптимізаційних моделей та засобів управління енергоспоживання у комунально – побутових установках // Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали міжнар.наук.-прак. конф., 5-7 квіт. 2017 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2017.
3. Thermische Nutzung des Untergrunds: VDI 4640 Blatt 2. – VDI-Richtlinie, 2010. – 41 s. – (Düsseldorf 2000).
4. «Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства» за ред. О.Г. Тараріко, М.Г. Лобаса, - К., 1998 – 158 с
5. Кирнасовская Н.В. Комплексная оценка и районирование показателей тепловых ресурсов почв в Одесской области // Український гідрометеорологічний журнал. – О. – 2014. – №15. – С. 102-111

УДК 621.316.13

## КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

к.т.н. *Плешков П.Г., Солдатенко В.П., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

## A CONTROL OF THE OPERATING MODES OF THE DISTRIBUTIVE ELECTRICAL NETWORK IN THE PRESENCE OF THE DISTRIBUTED GENERATION SOURCES

Ph.D. *Plieshkov P.G., Soldatenko V.P., Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi*

**Вступ.** Стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в Україні шляхом прийняття "зеленого тарифу" сприяло різкому зростанню зацікавленості до установок з використанням відновлюваних джерел енергії (УВДЕ), зокрема сонячних електричних станцій. Транспортування виробленої такими установками електричної енергії до споживачів відбувається існуючими розподільними електричними мережами (РЕМ). Робота таких мереж передбачалася в режимі передачі потужності від центрів живлення до периферійних споживачів. Для цих режимів обиралися рівні напруги на шинах підстанцій, методи і засоби регулювання напруги, алгоритм і уставки дії релейного захисту, визначалися техніко-економічні показники роботи РЕМ. При цьому забезпечувалися показники якості електричної енергії, зокрема відхилення напруги на шинах підстанцій [1].

**Виклад матеріалу.** При сумірні потужності УВДЕ інтеграція їх в існуючі РЕМ на рівнях напруги 0,4 кВ і 10 кВ змінює режим РЕМ. Потоки активної потужності від УВДЕ до шин живлення від енергосистеми в режимі мінімального навантаження і високої продуктивності УВДЕ спричинюють підвищення рівня усталеного відхилення напруги на шинах приєднання УВДЕ до РЕМ.

Залежно від поточного співвідношення між потужністю генерації УВДЕ та потужністю навантаження можливі наступні режими роботи лінії, яка з'єднує шини вторинної напруги мережевої електричної підстанції (вузол 1) та шини сумісного підключення споживачів електричної енергії та УВДЕ (вузол 2): а) *режим споживання електричної енергії від енергосистеми.* За умови перевищення потужності споживання над потужністю генерації ВДЕ ( $P_{сп} > P_{вде}$ ) від вузла 1 до вузла 2 відбувається перетік потужності ( $-P_{ген} = P_{вде} - P_{сп} < 0$ ). При такому режимі роботи вплив УВДЕ на усталене значення відхилення напруги мінімальний; б) *режим генерації електричної енергії в мережу.* За умови перевищення потужності генерації УВДЕ над потужністю навантаження  $P_{вде} > P_{сп}$  перетік потужності  $P_{ген} = P_{вде} - P_{сп} > 0$  відбувається від вузла 2 до вузла 1. Умовою передачі цієї потужності буде підвищення рівня напруги у вузлі 2, що призводить до росту усталеного значення відхилення напруги. При значній потужності  $P_{ген}$  відхилення напруги може вийти за допустимі межі.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є вдосконалення системи автоматичного керування режимами роботи УВДЕ, яка б враховувала їх вплив на рівні напруги в РЕМ, що розглянуто в [2].

Для забезпечення допустимості рівня усталеного відхилення напруги необхідно здійснювати керування потужністю генерації УВДЕ. Закон керування повинен враховувати вплив УВДЕ на рівні напруг в РЕМ. З метою врахування такого впливу задачу керування режимами генерації активної потужності ВДЕ найдоцільніше інтерпретувати як задачу багатокритеріальної оптимізації. Критеріями оптимізації, які необхідно мінімізувати будуть:

1.  $Q1(P_{ген}) = -P(P_{ген})$  – прибуток від генерації потужності УВДЕ в розподільну мережу з урахуванням "зеленого тарифу", взятий із знаком "мінус";

2.  $Q2(P_{ген}) = \Delta U(P_{ген})$  – збитки, які виникають внаслідок перевищення усталеного значення відхилення напруги від номінального значення;

**Висновки.** Поставлена задача багатокритеріальної оптимізації найкращим чином вирішується методом наближення до утопічної (ідеальної) точки в просторі критеріїв [1, 2].

### Список посилань.

1. Солдатенко В.П. Автоматичне керування режимами роботи комбінованої електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії / В.П. Солдатенко, С.П. Плешков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2017. №34(126)2017 – С. 66-70.
2. Солдатенко В.П. Система автоматичного керування роботою комбінованої електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії / В.П. Солдатенко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Технічні науки. Вип. 187 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – 2017. С. 37-39.

УДК 621.314

## МЕТОД РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ НЕГЕРМЕТИЧНОГО ВИКОНАННЯ

к.т.н. *Шутенко О.В.*, *Національний технічний університет "Харківський  
політехнічний інститут", Україна*

## METHOD FOR EARLY DETECTION OF DEFECTS IN HIGH-VOLTAGE EQUIPMENT A NON GERMETIC EXECUTION

*Ph.D. Shutenko O.V.*, *National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine*

**Вступ.** Забезпечення експлуатаційної надійності високовольтного обладнання, особливо того, яке експлуатується, за межами нормативного терміну служби є завданням державної ваги. Одним з можливих шляхів вирішення цієї задачі є удосконалення методів діагностики стану обладнання. В даний час всі великі енергетичні компанії використовують метод аналізу розчинених у маслі газів (АРГ) для діагностики стану маслонаповненого обладнання (МНО). Метод АРГ дозволяє розпізнавати до 80% всіх дефектів високовольтного обладнання. Однак, використання традиційних критеріїв для інтерпретації результатів АРГ не завжди дозволяє виявити дефекти на ранній стадії їх розвитку, що і послужило приводом для написання даної роботи.

**Виклад матеріалу.** Пропонується метод раннього виявлення дефектів високовольтного МНО негерметичної конструкції. В даному методі рішення про стан МНО приймається не на основі аналізу чисельних значень критеріїв, що використовуються для інтерпретації результатів АРГ (значення концентрацій і, швидкостей наростання газів, значення відношень газів, або процентного вмісту газів), а на основі аналізу динаміки зміни цих критеріїв в часі. Результати досліджень наведені в [1, 2] дозволили виявити суттєві відмінності в характері зміни даних критеріїв у часі, для справного і дефектного обладнання негерметичної конструкції. Так розвиток дефекту в обладнанні [1] супроводжується не тільки зростанням концентрацій газів, що відомо і широко використовується, але і появою значущої систематичної складової в залежності концентрацій газів (див. рис. 1) і інтегральної суми швидкостей наростання газів від тривалості експлуатації. А також фіксацією значень відношень газів і координат графічних образів в області, що характерна для даного типу дефекту. При цьому такого роду зміни мають місце ще до того як концентрації газів перевищать граничні значення (пунктирна лінія на рис. 1), що дозволяє виявляти дефекти на ранній стадії їх розвитку. У той же час в справному обладнанні негерметичної конструкції [2] зміна всіх критеріїв в часі носить випадковий, стохастичний характер. Таким чином, завдання ранньої діагностики МНО зводиться до перевірки статистичних гіпотез про наявність систематичної складової в залежності діагностичних критеріїв від часу [1, 2].

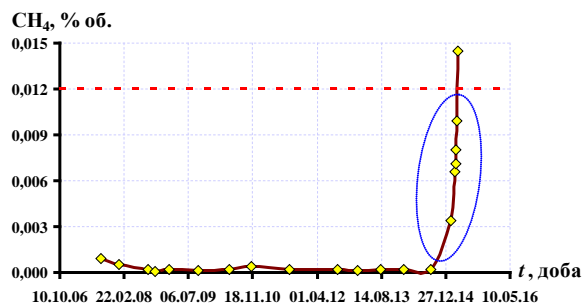


Рисунок 1 – Залежність концентрації метану від тривалості експлуатації під час розвитку дефекту в трансформаторі ТДТНГ–40000/110 під час розвитку дефекту

**Висновки.** Запропоновано метод виявлення дефектів МНО негерметичної конструкції, що дозволяє виявляти дефекти на ранній стадії їх розвитку, до того моменту як концентрації газів перевищать граничні значення. Виконана апробація показала, високу ефективність методу як при періодичному, так й при безперервному контролі вмісту газів в обладнанні.

### Список посилань.

1. Шутенко О.В. Особенности динамики изменения критериев используемых для интерпретации результатов ХАРГ в силовых трансформаторах с разными типами дефектов /О.В. Шутенко // Новое в Российской электроэнергетике – Москва. – 2017. – № 9. – С. 30-49.
2. Шутенко О.В. Анализ динамики изменения критериев используемых для интерпретации результатов ХАРГ в бездефектных высоковольтных трансформаторах негерметичного исполнения /О.В. Шутенко // Електротехніка та електроенергетика. – Запоріжжя – 2017– № 2. – С. 36–45.

УДК 338.657:654

**МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА МІЖ РІШЕННЯМИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ***к.т.н. Сорочак О.З., к.е.н. Бохонко І.В., Національний університет "Львівська політехніка"***MODEL OF DISTRIBUTION OF INVESTMENT RESOURCES OF ENERGY SUPPLY COMPANY BETWEEN DECREASES ON LOWER ELECTRICITY LOSS***Ph.D. Sorochak O.Z., Ph.D. Bokhonko I.V., Lviv Polytechnic National University*

**Вступ.** Зважаючи на сучасний технічний стан вітчизняних електромереж, техніко-технологічні рішення щодо зменшення операційних втрат при транспортуванні електроенергії є найбільш ефективними але в той же час і найбільш затратними. Тому перед керівництвом енергопостачальних підприємств постає проблема яким чином розподілити обмежені інвестиційні ресурси виділені на оновлення електромереж між конкретними варіантами техніко-технологічних рішень.

**Виклад матеріалу.** Щоб розібратися з особливостями впливу на зменшення операційних втрат енергопостачальних підприємств тих чи інших техніко-технологічних рішень, розглянемо для прикладу одне з них. На даний час в мережах ПАТ "Прикарпаттяобленерго" експлуатується 6246 шт. комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) 6-10/0,4 кВ, з них підлягають реконструкції – 991 шт. та повній заміні – 555 шт. Тривала експлуатація КТП 6-10/0,4 кВ, які відслужили свій ресурс, під впливом зовнішніх факторів веде до старіння та пошкодження щитів КТП, їх ржавіння, що в свою чергу приводить до виходу з ладу силового обладнання, перерв в електропостачанні та недовідпуску електроенергії. Крім того КТП, що монтувались в 60-70 роках минулого століття, в багатьох випадках виконані з порушенням вимог ПУЕ щодо допустимих габаритів, дані невідповідності часто фіксуються представниками Держенергонагляду. Встановлено, що на КТП коефіцієнт зносу яких, відповідно до оцінки технічного стану, складає понад 70% щорічно проводиться позаплановий ремонт вартість якого в середньому складає 3600 грн./рік на одну КТП. При цьому кожне пошкодження на КТП супроводжується середнім недовідпуском 2,68 тис. кВт×год. електроенергії за рік. Таким чином, при відпускній вартості електроенергії 1,68 грн/кВт×год., збитки від недовідпуску електроенергії при цьому складають 4502,4 грн.

Крім того, приймаючи рішення про заміну зношених КТП на сучасні їх модифікації слід врахувати, що заміна однієї КТП дозволить отримати від демонтажу запасні частини для повторного використання, зокрема: автоматичні вимикачі, грозозорядники, прохідні ізолятори, опорні ізолятори. Якщо припустити, що для повторного використання будуть придатні 50% демонтованих елементів і їх зношення не перевищуватиме 50%, орієнтована вартість запасних частин від заміни однієї КТП складе – 2960 грн.

Як бачимо з наведеного прикладу, що якість рішення в нашому випадку оцінюється за багатьма критеріями: 1) річна економія втрат електроенергії, 2) річна економія витрат на ремонтні роботи і 3) вартість повернутих з демонтажу матеріалів.

На основі викладеного вище, можна сформувати три окремі цільові функції задачі лінійного програмування щодо розподілу певного обсягу інвестиційних ресурсів енергопостачального підприємства між технологічними рішеннями, що забезпечують зменшення втрат електроенергії:

$$\sum_{i=1}^n E_i \times X_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n R_i \times X_i \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n M_i \times X_i \rightarrow \max, \quad (3)$$

де  $X_i$  – кількість одиниць  $i$ -го типу обладнання, що підлягає заміні на нове з метою зменшення рівня втрат при постачанні електроенергії споживачам, од.;  $E_i$  – річна економія технологічних втрат електроенергії у разі заміни одиниці  $i$ -го типу обладнання, тис. грн;  $R_i$  – річна економія витрат на позапланові ремонтні роботи у разі заміни одиниці  $i$ -го типу обладнання, тис. грн;  $M_i$  – вартість повернутих з демонтажу старого обладнання матеріалів, яку отримує підприємство у разі заміни одиниці  $i$ -го типу обладнання, тис. грн.

Всі ці три цільові функції підлягають максимізації за умови дотримання наступних обмежень:

$$\sum_{i=1}^n P_i \times X_i \leq I; \quad \sum_{i=1}^n t_i \times X_i \leq T; \quad 0 \leq X_i \leq N_i, \quad i = \overrightarrow{1, n}, \quad (4)$$

де  $P_i$  – вартість заміни одиниці  $i$ -го типу обладнання на нове, тис. грн;  $t_i$  – трудомісткість заміни одиниці  $i$ -го типу обладнання на нове, людино-год.;  $N_i$  – обсяг  $i$ -го типу обладнання, яке підлягає заміні на нове, од.;  $n$  – кількість типів обладнання, що підлягає заміні на нове з метою зменшення рівня втрат при постачанні електроенергії споживачам;  $I$  – обсяг інвестиційних ресурсів виділених на модернізацію електромереж енергопостачального підприємства на плановий період, тис. грн;  $T$  – максимально можливий фонд робочого часу промислово-виробничого персоналу енергопостачального підприємства у плановому періоді, людино-год.

Щоб перейти від задачі лінійного програмування до задачі цільового програмування необхідно формалізувати кожну з трьох наших цільових функцій, як "м'які" обмеження іншої більш загальної моделі [1]. Для цього в частковій цільовій функції вводяться змінні відхилення, які характеризують ступінь досягнення поставлених цілей для даного рішення.

У цільову функцію (1) введемо два змінні відхилення  $d_1^-$  і  $d_1^+$ . Параметр  $d_1^-$  є мірою недосягнення відповідної цілі, а параметр  $d_1^+$  – мірою перевищення даної цілі. Аналогічні змінні вводимо у цільові функції (2) та (3).

При фіксованому індексі  $j$ , який відповідає кількості "м'яких" обмежень або кількості часткових цілей у моделі цільового програмування (у нашому випадку  $j = 3$ ) один із коефіцієнтів  $d_j^-$  або  $d_j^+$  повинен дорівнювати нулю, так як ціль не може бути не досягнута чи перевиконана одночасно [2].

Таким чином, нова цільова функція задачі цільового програмування полягає у мінімізації загальної девіації від досягнення наших трьох цілей

$$d_1^- + d_2^- + d_3^+ \rightarrow \min, \quad (5)$$

за умови дотримання наступних «м'яких» (6) і «жорстких» (7) обмежень:

$$\sum_{i=1}^n E_i \times X_i + d_1^- - d_1^+ = E_{max}; \quad \sum_{i=1}^n R_i \times X_i + d_2^- - d_2^+ = R_{max}; \quad \sum_{i=1}^n M_i \times X_i + d_3^- - d_3^+ = M_{max}, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n P_i \times X_i \leq I; \quad \sum_{i=1}^n t_i \times X_i \leq T; \quad 0 \leq X_i \leq N_i, \quad i = \overrightarrow{1, n}; \quad d_j^- \geq 0, \quad d_j^+ \geq 0. \quad (7)$$

Максимальні значення цільових функцій у формулах (6)  $E_{max}$ ,  $R_{max}$  та  $M_{max}$  визначаються шляхом почергового розв'язку кожної з часткових задач лінійного програмування за умови дотримання обмежень (4).

Формуючи цільову функцію (5) ми приймали, що найбільш важливою ціллю для нас є мінімізація рівня втрат при постачанні електроенергії споживачам. Тому в цільову функцію включено саме параметр  $d_1^-$ , який є мірою недосягнення відповідної цілі, щоб мінімізувати його значення. З аналогічних міркувань було включено до цільової функції і параметр  $d_2^-$ , оскільки економія витрат коштів на позапланові ремонти має другий пріоритет. Найнижчий пріоритет присвоюємо цілі максимізації вартості повернених з демонтажу старого обладнання матеріалів, тому що це на відміну від попередніх двох цілей є разові надходження для енергопостачального підприємства, а не щорічні. А отже, в цільову функцію включений параметр  $d_3^+$ , який є мірою перевищення даної цілі. Таким чином, це засвідчує те, що досягнення даної цілі для нас є не найважливішим.

**Висновки.** Запропонована модель цільового програмування забезпечує можливість прийняття найбільш ефективних рішень керівництвом енергопостачальних підприємств щодо мінімізації операційних втрат під час постачання електроенергії споживачам.

#### Список посилань.

1. Подиновский В.В. Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1982. – 256 с.
2. Wayne L. Winston. Operations Research: Applications and Algorithms. Fourth edition. Belmont: Brooks/Cole-Thomson Learning, 2004. – 1434 p.

УДК: 621.316.32

## ВПЛИВ СУЧАСНИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ЕНЕРГОРИНОК УКРАЇНИ

*к.т.н. Котуш А.І., Котуш П.А., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

## INFLUENCE OF MODERN HIДROELECTRIC POWER STATIONS ON ENERGY MARKETS OF UKRAINE

*Ph.D. Kotysh A.I., Kotysh P.A., Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky*

В ринкових умовах залишається актуальним питання довготривалого планування оптимальних режимів енергосистем. Особливо це актуально для енергосистем з великою долею гідроелектростанцій (ГЕС) з водосховищами річкового і багатолітнього регулювання. В таких енергосистемах дії, що приймаються на нинішній момент часу, впливають на умови роботи в майбутньому. Крім того, для ефективного управління роботою енергосистем з ГЕС необхідно враховувати випадковий характер приточності води в водосховища. Для забезпечення надійного і безперебійного енергопостачання в таких енергосистемах необхідно планування і ведення довгострокових оптимальних режимів з можливістю їх оперативного корегування.

З прийняттям закону про "зелені" тарифи мала гідроенергетика отримала друге дихання. Однак справжнього прориву перспективною для України галузі заважають недосконале законодавство і брак підтримки з боку держави.

Функціонування електроенергетичної системи представляє собою складний зв'язок, одночасно протікаючи, але різним по фізичним властивостям, інтенсивності, характеру і керованості процесів. До таких процесів відносяться: накопичення енергоресурсів (паливо на складах, води в водосховищах ГЕС), перетворення їх в електричну енергію, регулювання напруги і частоти, передача, розподіл і кінцеве споживання електроенергії. Данні процеси протікають в умовах зовнішнього середовища, що змінюється (річний стік, температура і т.п.) і перемінного складу працюючого генеруючого, переворюючого, передаючого і споживаючого обладнання.

В той же час є ще так звана мала гідроенергетика України. Реально на сьогоднішній день виробіток електроенергії "малими ГЕС" складає приблизно 288 млн. кВт-год на рік [1], тобто 2,5% від електроенергії виробленої на основних "великих" ГЕС.

Енергогенеруючі можливості малих річок України використовуються сьогодні менш ніж на 5%. Реальний потенціал малої гідроенергетики в країні величезний. За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, економічно доцільний першочерговим річний потенціал в цій галузі складає близько 3,75 млрд. кВт-год. на рік, що еквівалентно заміщенню 1,4 млн. тон умовного палива. Малі ГЕС володіють меншою собівартістю вироблення електроенергії, ніж «традиційні» атомні та теплові станції, і вважаються більш ефективними в порівнянні з вітро- і сонячними електростанціями за співвідношенням вкладених коштів до кількості отриманої електроенергії [2].

Будівництво та реконструкція малих ГЕС дозволить не тільки отримати екологічно чисту електроенергію, а й забезпечити електрикою енергодефіцитні райони, де відсутні потужні джерела струму. Розвиток малої гідроенергетики сприяє децентралізації загальної енергетичної системи, що дозволяє стабільно забезпечувати важкодоступні села електрикою.

Енергія, вироблена малими ГЕС, використовується найближчими споживачами, відповідно, знижуються витрати на її транспортування, і підвищується надійність енергозабезпечення. Крім того, ГЕС можуть виконувати й інші завдання, наприклад, захищати прилеглі території від сезонних паводків.

### Список посилань.

- 1.Малая гидроэнергетика: реки энергии для Украины: [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту: <http://www.experts.in.ua/>.
2. Гидроэнергетика Украины: взгляд в будущее: [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту: <http://www.zamnoy.com/>.

УДК 621.315.592

## МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ МОНОКРИСТАЛІЧНИХ РЕЗОНАНСНИХ СЕНСОРІВ

д.т.н. Байцар Р.І., к.ф.-м.н. Квіт Р.І., Національний університет "Львівська політехніка", Україна

## METROLOGICAL ASPECTS OF MONOCRYSTAL RESONANCE SENSORS QUALITY ASSURANCE

Doct. Baitsar R.I., Ph.D. Kvit R.I., Lviv Polytechnic National University, Ukraine

**Introduction.** Some interest in the class of frequency sensors is caused by resonance sensors with sensitive elements in the form of filamentous silicon monocrystals, which are rigidly fixed by the ends in nodes on silicon elastic elements (membranes, consoles, rods). Due to the simplicity of construction, they approach the semiconductor tensoresistors, however have a higher sensitivity to deformation ( $\approx 10^9$  Hz per relative unit), the Q-value of the oscillations ( $\geq 10^5$  in vacuum), more convenient for registration and processing the output signal form.

**Presentation of the material.** The figure shows the typical structure of a monocrystal resonance sensor with providing the signal operation and processing electrical scheme.

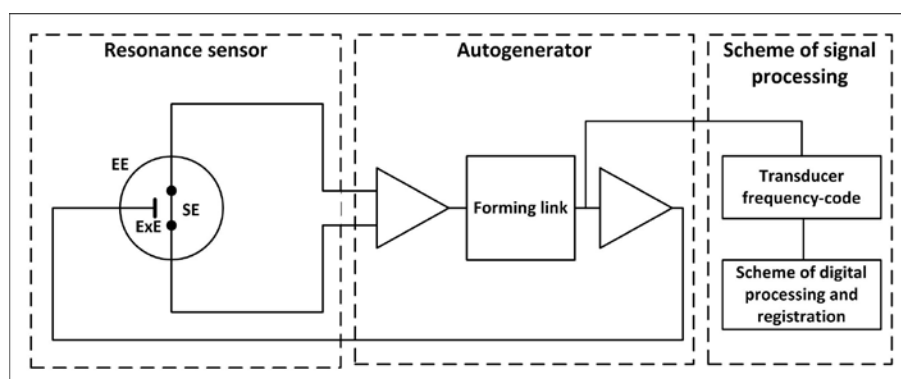


Figure 1 – Structural scheme of the resonance sensor: EE is the elastic element (membrane Si); SE is the sensitive element (monocrystal Si); ExE is the exciting electrode

The basis of this sensor operation is the principle of transforming the input mechanical value into a monocrystal tension change, which leads to a change of its own oscillations frequency. As a result of transverse oscillations and a tensoeffect, the monocrystal resistance changes

$$\Delta R = k \cdot \varepsilon = \frac{\pi^2 k A^2}{8l^2} R_0 \cos 2\omega_0 t,$$

where  $k$  is the tensosensitivity coefficient;  $\varepsilon$  is the deformation;  $R_0$  is the monocrystal initial resistance;  $A$  is the main tone amplitude;  $l$  is the monocrystal length.

Such a change in the monocrystal resistance allows to remove from it an alternating electric signal with the amplitude of tens of millivolts.

The main directions of research to improve the metrological characteristics of resonance sensors and their quality assessment:

- technological process optimization of filamentous monocrystals Si and Si-Ge solid solution growing with given physical and mechanical properties and high degree of surface and volume perfection;
- methods development of monocrystals landing and fixing with the help of glass crystal cements on various elastic element materials (quartz, sital, technical ceramics, silicon);
- research methods of sensors output signals forming and the creation of measuring schemes with minimal influence of destabilizing factors.

**Conclusion.** Estimation of sensors metrological quality in general requires the quality assessment of such its components:

- monocrystal, elastic element, fixing the monocrystal ends in the nodes, vacuuming;
- element base of autogenerator, the solution of the technical scheme and its ability to provide the necessary parameters;
- signal processing (the accuracy and speed of the frequency transformation into the code), the algorithm of signal processing (characteristics approximation, the possibility of accuracy increasing at the expense of destabilizing factors compensation by software methods).

УДК 681.2:089

**УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВІРКИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ***Бойко С.С., ТОВ Інженерно-впровадницька фірма "Темпо", м. Івано-Франківськ, Україна***STANDS FOR CALIBRATION OF GAS METERS***Boyko S.S., LLC Engineering and installation firm "Tempo", Ivano-Frankivsk, Ukraine*

**Вступ.** Відповідно до базового метрологічного стандарту ДСТУ 3383:2015 "Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу [1] як робочі еталони, призначені для повірки лічильників газу, в Україні застосовуються повірочні: установки дзвонового типу; установки з еталонними лічильниками газу; установки з еталонними критичними соплами; установки PVTt типу.

**Виклад матеріалу.** З усіх перелічених типів робочих еталонів найбільш точними є дзвонові установки, оскільки їх метрологічна атестація здійснюється шляхом безпосереднього вимірювання внутрішніх геометричних розмірів дзвону, які є складовими при визначенні контрольного об'єму газу, відтворюваного установкою. Однак, такі установки мають високу вартість і потребують створення особливих мікрокліматичних умов у приміщенні, де вони експлуатуються. Тому дзвонові установки застосовуються, в основному, як вихідні еталони об'єму газу, а їх використання для масової повірки лічильників газу, особливо побутових, – є економічно недоцільним.

Останнім часом в Україні починають застосовувати повірочні установки з критичними соплами. При створенні певного співвідношенні тиску на вході і виході критичного сопла, швидкість потоку газу у горловині сопла досягає швидкості звуку і не перевищує її, внаслідок чого потік стає стабільним, без дрейфу і пульсації, тобто витрата газу є постійною [2]. Однак, на точність вимірювання об'єму газу впливає його температура і фізико-хімічний склад, зокрема густина і вологість, що пояснюються принципом дії сопла, у якому відбувається пряме вимірювання не об'єму газу, а його масової витрати. До того ж, точність соплової установки залежить від точності вимірювання часу проходження газу через сопло за усталеної витрати. Тобто повірку лічильників газу на сопловій установці бажано здійснювати в режимі так званого "старту з ходу", а для цього з імпульсного виходу лічильників повинен надходити вихідний електричний сигнал. Такі імпульсні виходи мають тільки промислові лічильники газу, але в побутових лічильниках вони, як правило, відсутні. Тому повірка побутових лічильників газу на соплових установках триває значно довше, ніж повірка промислових лічильників, що знижує загальну пропускну спроможність установок.

Серед перелічених типів робочих еталонів найменш розповсюдженими є повірочні установки, що діють за принципом PVTt (тиск, об'єм температура, час). Об'єм газу, що вимірюється такою установкою, визначається за рівнянням газового стану на основі значень контрольних об'ємів ємності і арматури, даних про фізико-хімічний склад робочого середовища, стартових та стопових імпульсів часу та значень температури і тиску, отриманих на початку і в кінці вимірювання. Для підтримання постійної витрати в таких установках, зазвичай, використовують ті ж критичні сопла або ротаметри. Точність відтворення об'єму в установках PVTt типу залежить від точності вимірювальних приладів і може бути достатньо високою, однак вона знижується за малих витрат внаслідок використання неточних ротаметрів. Недоліком цих установок є низька продуктивність роботи, що пояснюється збільшенням часу вимірювання за рахунок додаткової витримки на стабілізацію динамічних процесів в системі. Таким чином, використання установок PVTt типу для масової повірки побутових лічильників за малих витрат є проблематичним.

На нашу думку, найзручнішими і, водночас, найдешевшими засобами для групової повірки лічильників газу є повірочні установки з еталонними лічильниками газу, виготовленими на базі лічильників турбінного, роторного та барабанного типів. Такі установки працюють у широкому діапазоні об'ємних витрат, забезпечують достатню точність вимірювання і є менш чутливими до параметрів мікроклімату, ніж дзвонові установки. З огляду на це, розробка та виготовлення установок з еталонними лічильниками газу (ЕЛГ) стала пріоритетним напрямком діяльності Інженерно-впровадницької фірми "Темпо", яка була заснована у 1993 році у м. Івано-Франківську. Для повірочних установок, що розроблялися фірмою, було обрано схему встановлення ЕЛГ перед лічильниками газу, за якої до вимірювальних елементів ЕЛГ надходить чисте повітря з приміщення. У такому випадку ЕЛГ довгий час зберігають свої метрологічні характеристики, що підвищує надійність установок. Про це свідчать і позитивні відгуки від метрологічних організацій та газових підприємств, де застосовуються ці установки.

Типова установка для повірки побутових і комунальних лічильників газу (повна назва – Установка комп'ютеризована для визначення та контролю метрологічних характеристик лічильників газу "Темпо-3") дозволяє визначати основну відносну похибку лічильників у діапазоні витрати від 0,016 м<sup>3</sup>/год до 40 м<sup>3</sup>/год. Границі відносної похибки установки у діапазоні понад 0,4 м<sup>3</sup>/год можуть

бути рівними  $\pm 0,3 \%$ , або  $\pm 0,4 \%$ , або  $\pm 0,5 \%$  (в залежності від замовлення), а у діапазоні до  $0,4 \text{ м}^3/\text{год}$  дорівнюють  $\pm 0,5 \%$ . Установа забезпечують групову повірку лічильників газу як мембранного, так і роторного типів, при цьому на стенді установки може бути одночасно розміщено до 10 - 15 лічильників. З метою підвищення продуктивності повірки в установці передбачені швидкодіючі затискні пристрої для роторних побутових лічильників типорозмірів G2,5 - G10, а також промислових лічильників типорозмірів G16 і G25. Повірка лічильників проводиться у автоматизованому режимі за допомогою комп'ютеризованої системи збору і обробки інформації із застосуванням сучасних перетворювачів тиску і температури, а також датчиків імпульсів. Як джерело витрати застосовуються повітродувки з частотним інвертором та мікрокомпресори. Передбачений контроль порогу чутливості лічильників, для чого встановлений перетворювач, що вимірює витрату, починаючи з  $2 \text{ дм}^3/\text{год}$ . Результати повірки лічильників газу виводяться на екран монітора установки і зберігаються у архіві комп'ютерної програми та можуть бути роздруковані у вигляді протоколу.



Рисунок 1 – Установа "Темпо-3" у виконанні для повірки мембранних лічильників газу

Установа типу "Темпо-3" була занесена до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки України, а також до Держреєстрів Молдови, Білорусі, Грузії, Узбекистану. За даними НАК "Нафтогаз України" в її організаціях застосовується понад 90 установок для повірки побутових лічильників газу, виготовлених ІВФ "Темпо", та біля 40 установок всіх інших виробників, в тім числі закордонних.

Враховуючи, що в останні роки в Україні зростає попит на промислові лічильники газу, що працюють у широкому діапазоні об'ємної витрати, ІВФ "Темпо" розробила просту і зручну в експлуатації установку для повірки промислових лічильників газу, яка дозволяє здійснювати повірку роторних, турбінних та ультразвукових лічильників газу у діапазоні від  $0,05 \text{ м}^3/\text{год}$  до  $2500 \text{ м}^3/\text{год}$  і має границі допустимої основної похибки  $\pm 0,33 \%$

**Висновки.** Серед усіх типів повірочних установок, розглянутих у даній публікації, найбільш продуктивними, найзручнішими і, водночас, найдешевшими засобами для групової повірки лічильників газу, особливо побутових лічильників газу, є комп'ютеризовані повірочні установки з еталонними лічильниками газу, випуск яких налагоджено в ІВФ "Темпо".

#### **Список посилань.**

1. ДСТУ 3383:2015. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу.
2. П. П. Кремлевский. Расходомеры и счётчики количества веществ. Справочник. Кн. 1 – СПб.: Политехника, 2002 г. – 404 с.

УДК 532.6

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ В'ЯЗКИХ РІДИН**

*к.т.н. Боднар Р.Т., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **ENHANCING THE ACCURACY OF MEASUREMENT OF SURFACE TREATMENT OF BOND LIQUIDS**

*Ph. D. Bodnar R.T., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

Підвищення ефективності буріння свердловин та видобування нафти з використанням поверхнево-активних речовин (ПАР) є загальновідомим. Оцінкою їх оптимального використання слугить переважно величина поверхневого натягу (ПН): рівноважного чи динамічного.

Існує цілий ряд методів для визначення ПН, але найпоширенішим є метод максимального тиску в газовому пухирці (МТПП), який в свою чергу має ряд модифікацій. З них найпростішими в технічній реалізації і в методиці проведення вимірювань є однокапілярні прилади. Величина ПН  $\sigma$  у них визначається згідно [1]:

$$\sigma = 0,503(P_m - \Delta\rho \cdot gh) \cdot r - 0,384\Delta\rho \cdot gr^2, \quad (1)$$

де  $P_m$  – максимальний тиск у газовому пухирці,  $\Delta\rho$  – різниця густин досліджуваної рідини газу,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $h$  – глибина занурення капіляру в рідину,  $r$  – внутрішній радіус капіляру.

Але однокапілярні прилади вимірювання ПН мають недолік, пов'язаний з визначенням глибини занурення вимірювального капіляру в досліджувану рідину або фіксації торця капіляру на заданій глибині. Останній спосіб не вимагає додаткового вимірювального обладнання, але необхідно для кожного окремого вимірювання візуально фіксувати момент зіткнення торця капіляру з поверхнею рідини. Похибка фіксації цього моменту зіткнення приводить до зниження точності визначення ПН.

Для усунення суб'єктивності у визначенні моменту зіткнення торця капіляру з поверхнею рідини розроблено спосіб автоматичної фіксації цього моменту, що базується на явищі капілярного підняття рідини в капілярі. Висота капілярного підняття визначається за формулою [2]:

$$h = \frac{2\sigma \cdot \cos\theta}{\rho gr}, \quad (2)$$

де  $\theta$  – крайовий кут змочування капіляру рідиною.

При використанні скляного капіляру для переважаючої більшості рідин, особливо при вмісті ПАР, є добре змочування, тому можна вважати  $\cos\theta=1$ .

Піднімання стовпчика рідини в капілярі приведе до відповідного зростання тиску всередині капіляру і в зв'язанім з ним об'ємі системи. Фіксуючи момент зростання тиску, тим самим фіксується і моменту зіткнення торця капіляру з поверхнею рідини.

Але при вимірюванні ПН в'язких рідин не буде швидкого піднімання стовпчика рідини у капілярі, адже час проходження рідиною в каналі капіляра довжиною  $l$  визначається згідно формули [2]:

$$t = \frac{2\mu \cdot l^2}{r\sigma \cdot \cos\theta}, \quad (3)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості,  $r$  – радіус каналу капіляра.

Внаслідок цього не буде різкого стрибка тиску всередині капіляру, в момент якого можна було б зафіксувати зіткнення торця капіляру з поверхнею рідини.

Враховуючи вищесказане, у структурну схему приладу для вимірювання ПН в'язких рідин вводяться додаткові блоки.

В момент запуску приладу в режимі налаштування запускається лічильник тактових імпульсів для крокового двигуна, що приводить в дію підймальний механізм столика з досліджуваною рідиною. Блок запам'ятовування фіксує значення тиску в капілярі з кожним тактовим імпульсом. Компаратор порівнює послідовні значення. Якщо різниця між послідовними значеннями тиску на протязі визначеного інтервалу тактових імпульсів залишається постійною з врахуванням збільшення тиску від заглиблення, то виробляється сигнал зупинки крокового двигуна. Ця кількість тактових імпульсів необхідна для впевненої констатації моменту зіткнення торця капіляру з поверхнею рідини. Після цього подається сигнал на реверс крокового двигуна на ту ж задану кількість тактових імпульсів, в зв'язку з тим, що ця кількість тактових імпульсів привела вже до заглиблення капіляра на певну глибину. Після цього прилад переводиться в режим вимірювання ПН.

#### Список посилань.

1. Кисиль И.С. Методы и приборы контроля качества растворов поверхностно-активных веществ путем измерения поверхностного и межфазного натяжений: Дисс. ... докт. техн. наук. – Ивано-Франковск. – 1991.
2. Адамсон Ф. Физическая химия поверхностей: пер. с англ. / Под ред. З.М.Зорина, В.М.Муллера. М.: Мир.– 1979. – 568 с.
3. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн.1. Контроль проникающим и веществами / А.К.Гурвич, И.Н. Ермолов, С.Г. Сажин; Под ред. В.В.Сухорукова. М.:Высш. шк., 1992.– 242 с.

УДК 656.2: 004.75: 519.854:006.9

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТУ  
ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ***к.т.н. Бутенко В.М., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків***IMPROVING OPERATING CHARACTERISTICS OF TRANSPORT BY MEANS OF  
INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS***Ph.D. Butenko V.M., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Вступ.** В роботі [1] вже аналізувалися якості функціонування залізничної автоматики і її складових – інформаційно-вимірювальних систем. В [2] без деталізації способів зменшення ресурсу, запропоновано метод вирахування відмов апаратних засобів мікропроцесорних інформаційно-вимірювальних систем автоматики, який дозволяє визначити ймовірність відмов пристроїв з використанням розподілу Стюдента.

**Презентація матеріалу.** Безпечність, як одна з основних складових експлуатаційних характеристик транспорту, суттєво залежить від якості вимірювань різноманітних параметрів технологічних процесів. Підвищення точності вимірювань за рахунок застосування відеонагляду та автоматизованих методів відеоаналізу, згідно [3], покращують умови експлуатації гіркових систем автоматики. Однак зазначені методи відеометрії не є єдині для досягнення підвищених показників якості транспортних послуг та ефективності їх надання. Застосовані автором мікропроцесорні компоненти гіркової автоматичної централізації з аналогово-цифровими компараторами у вигляді електромагнітних реле дозволили підвищити надійність функціонування гіркової автоматичної централізації, суттєво зменшивши витрати праці на обслуговування мікропроцесорних компонентів інформаційно-вимірювальних систем управління транспортом.

В роботі та доповіді переконливо доводиться можливість зменшення витрат праці та як наслідок підвищення експлуатаційних характеристик сучасних видів транспорту за рахунок застосування ІВС на базі сучасних мікропроцесорних компонентів.

Розглянуті методи локальної заміни компонентів автоматики на нові ІВС з мікропроцесорною базою відображають еволюційний підхід до удосконалення метрологічного забезпечення транспорту. До такого підходу слід віднести використання мікроелектронних, високочутливих компонентів для контролю якості електроживлення сигнальних точок систем перегінної автоматики та систем автоматичної переїздної сигналізації. Застосування пристроїв на зазначених компонентах дозволяє суттєво до 30% підвищити точність контролю якості електроенергії живлення таких пристроїв автоматики. Як наслідок впровадження таких компонентів підвищуватиметься не тільки якість електроживлення, але й безпека руху транспортних засобів. Для подальшої реалізації таких досягнень необхідно змінювати нормативно-правову та нормативну складові технічного регулювання експлуатації транспорту.

Досягнення зазначених цілей підвищить інформативність систем й створить розгалужену мережу обчислювальних компонентів у вигляді не орієнтовного графа оптимізацію якої слід реалізовувати методом максимальних клік [4].

**Висновок.** В доповіді розгорнуто проаналізовано та переконливо доводиться доцільність застосування метрологічної концепції до експлуатації систем автоматики залізничного транспорту. Аргументовано застосування розподілених обчислень та методів їх оптимізації до сучасних інформаційно-вимірювальних систем транспорту [4].

**Список посилань.**

1. Якість інформаційно-вимірювальних систем на залізничному транспорті України / В.М.Бутенко // Зб. науков. праць. УкрДАЗТ – Харків: УкрДАЗТ. 2008 – № 99. – С. 151 – 155.
2. Predicting a technical condition of railway automation hardware under conditions of limited statistical data [Text] / V. Moiseenko, O. Kameniev, V. Gaievskiy // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 3, №9 (88). – P. 26 – 35. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102005
3. Panchenko, S. Improvement of the accuracy of determining movement parameters of cuts on classification humps by methods of video analysis [Text] / S. Panchenko, I. Siroklyn, A. Lapko, A. Kameniev, S. Zmii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4, Issue 3 (82). – P. 25–30. doi: 10.15587/1729-4061.2016.76103
4. Development of method of definition maximum clique in a non-oriented graph / S. V. Listrovoy, V. M. Butenko, V. O. Bryksin, O. V. Golovko // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 5, № 4 (89). – P. 12 – 17. EID: 2-s2.0-85032585697 DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111056

УДК 519.95:62-50

**ВИКОРИСТАННЯ ТВІРНИХ ФУНКЦІЙ МОМЕНТІВ ІМПУЛЬСНОЇ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТА ДЛЯ ОЦІНКИ ЧАСУ  
ЗАТРИМКИ ВХІДНОГО СИГНАЛУ**

*Дороніна М.А., д.т.н. Корсун В.І., Національний гірничий університет, м. Дніпро, Україна*

**THE USE OF GENERATING FUNCTIONS OF THE MOMENTS OF THE OBJECT'S  
IMPULSE CHARACTERISTIC IN ORDER TO ESTIMATE THE  
DELAY TIME OF THE INPUT SIGNAL**

*Doronina M.A., Doct. Korsun V.I., National Mining University, Dnipro, Ukraine*

**Вступ.** Відомо, що динамічний об'єкт є інерційним за своєю суттю. Цією властивістю об'єкт володіє завдяки тому, що передавання різного роду матеріальних та енергетичних ресурсів принципова не може відбуватись миттєво.

Часове запізнення передачі сигналу зі входу на вихід об'єкта в загальному випадку складається з двох складових: транспортного та розподіленого. Вони, як правило, розраховуються за різними алгоритмами, а потім додаються один до одного. Проте, як буде показано нижче, можна знайти загальний час запізнення за одним алгоритмом.

**Виклад матеріалу.** Якщо динаміка стаціонарного об'єкта описується передавальною функцією

$$W(p) = \frac{e^{-Tp}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)},$$

то вона може бути представлена у вигляді добутку

$$W(p) = W_1(p)W_2(p)W_3(p),$$

де  $W_1(p) = 1/(T_1 p + 1)$ ,  $W_2(p) = 1/(T_2 p + 1)$ ,  $W_3(p) = e^{-Tp}$ .

Імпульсні перехідні функції, які відповідають цим  $W_i(p)$  ( $i = \overline{1,3}$ ), мають вигляд:

$$k_j(t) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } t < 0, \\ \frac{1}{T_j} e^{-t/T_j}, & \text{якщо } t \geq 0, \end{cases} \quad j = 1, 2, \quad k_3(t) = \delta(t - T)$$

і можуть бути інтерпретовані як щільності розподілення ймовірностей часів затримки вхідних сигналів, оскільки відповідають умовам:

$$k_i \geq 0 \quad \text{і} \quad \int_{-\infty}^{+\infty} k_i(t) dt = 1.$$

Спираючись на вищесказане, для розрахунку загального часу затримки вхідного сигналу заданим об'єктом залучаємо математичний апарат твірних функцій моментів розподілу випадкових величин.

Відомо, що твірну функцію моментів розподілу випадкової величини, яка має щільність розподілу  $f(t)$ , розраховують за формулою:

$$M(s) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{st} dt.$$

Твірна функція експоненціального розподілу випадкової величини з  $f(t) = k_j(t)$  ( $j = 1, 2$ ) має вигляд  $M_j(s) = (1 - T_j s)^{-1}$ , а сталої величини з  $f(t) = k_3(t)$  - вигляд:  $M_3(s) = e^{Ts}$ .

Згортка трьох функцій щільності  $k_i(t)$  має твірну функцію

$$M(s) = M_1(s)M_2(s)M_3(s) = \frac{e^{Ts}}{1 - (T_1 + T_2)s + T_1 T_2 s^2}.$$

Оцінка часу запізнення сигналу об'єктом дорівнює  $E[\tau] = dM(s)/ds \big|_{s=0} = T + T_1 + T_2$ .

**Висновки.** В результаті подано опис алгоритму знаходження загального часу затримки об'єктом вхідного сигналу. В отриманому виразі  $T$  - час транспортного, а  $T_1 + T_2$  - час розподіленого запізнення. Дисперсія цієї оцінки дорівнює величині  $D[\tau] = d^2 M(s)/ds^2 \big|_{s=0} - E^2[\tau]$ .

Якщо є запис імпульсної перехідної функції  $k(t)$  заданого об'єкта, то загальний час затримки ним вхідного сигналу дорівнює значенню горизонтальної координати центру ваги фігури, яка обмежена зверху графіком імпульсної характеристики, а знизу - віссю абсцис.

УДК 535.241

**АНАЛІЗ ПОХИБОК РЕЗУЛЬТАТІВ ФОТОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ  
ВМІСТУ ГЕМОГЛОБІНУ В КРОВІ***Гринишин Т.А., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу***ANALYSIS OF ERRORS IN THE RESULTS OF BLOOD HEMOGLOBIN  
PHOTOMETRIC MEASUREMENTS***Grynyshyn T.A., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** У медичних вимірюваннях застосовують різноманітні прилади та апарати, а також і діагностичні. Один з найпоширеніших аналізів, що проводять у кожній клініко-діагностичній лабораторії, є визначення масової концентрації гемоглобіну у крові за оптичною густиною розчину гемоглобінціаніда, що визначається фотоелектричними приладами - гемоглобінометрами, від точності вимірювання яких залежить правильність встановлення діагнозу та подальшого правильного призначення лікування.

**Виклад матеріалу.** Фотометричне дослідження дає два види результатів, перші виражені в одиницях довжини хвилі (частоти), другі - оптичної густини (пропускання). У зв'язку з цим у фотометрії використовують стандарти для перевірки шкали довжин хвиль і шкали оптичної густини. Вимірювання виконані на ретельно перевіреному еталоні будуть містити систематичні похибки в значеннях довжини хвилі -  $\lambda_{\text{макс}}$  і в значеннях коефіцієнта поглинання -  $\epsilon$ . Збіжність результатів фотометричних вимірювань визначається лише випадковими похибками експерименту, а в оцінку відтворюваності можуть входити і систематичні похибки.

Для кількісної оцінки відтворюваності також використовують величини дисперсії або середнє квадратичне відхилення -  $\sigma$ . Відтворюваність і збіжність доцільно розглядати на конкретному фотометрі або в серії вимірювань одного об'єкта на ряді приладів [1].

На відтворюваність результатів фотометричного вимірювання впливають хімічні і фотохімічні фактори; кюветна похибка, що включає в себе некомпенсоване поглинання розчинника; похибка установки аналітичної довжини хвилі, що складається з похибки відліку за шкалою довжин хвиль і явищ «гістерезису», тобто невідповідності положення решітки і вказівника на шкалі довжин хвиль. При послідовних вимірюваннях одного об'єкта, не пов'язаних з переставленням кювет, ввімкненням і вимкненням приладу, похибку результатів можна оцінювати величиною середнього квадратичного відхилення збіжності -  $\sigma_{\text{збіжн}}$ . В інших випадках слід застосовувати  $\sigma_{\text{відтворюв}}$ , що характеризує сумарну похибку вимірювання без розділення проби на складові.

До методичних похибок відносяться похибки, пов'язані з оптичними властивостями біопроби, способами підготовки біопроби, а також оптичними схемами фотометрування. Всі похибки випадкові і мають нормальний розподіл, тому варто оперувати для вираження методичної похибки величиною стандартного відхилення ( $\sigma$ ).

Для кожного методу визначення гемоглобіну сумарна похибка визначення гемоглобіну складається з похибок, пов'язаних з наявністю різних форм гемоглобіну в крові, перетворення гемоглобіну під час приготування проби для фотометрування, похибок приладних, калібрування, дозування, контрольних матеріалів. Методична похибка визначення гемоглобіну не перевищує 1,5% [2].

Найбільш значущою похибкою приладу є похибка встановлення оптичного нуля. Вимірюючи густину холостої проби приймають за нуль відліку густини розчинів гемоглобіну. Якщо вимірювання густини холостої проби проведено в забрудненій кюветі, то оптичний нуль буде визначено неправильно і похибка вимірювань може бути абсолютно неприйнятною.

**Висновки.** За результатами проведеного аналізу оцінено похибку визначення концентрації гемоглобіну різними методами, яка складає 2,23 - 3% за умови, що всі похибки випадкові і мають нормальний закон розподілу.

**Список посилань.**

1. В.В.Долгов, Е.Н.Ованесов, К.А.Щетникович Фотометрия в лабораторной практике. М.: Российская медицинская академия последипломного образования, 2004. — 142 с.
2. Чакчир, Б.А. Фотометрические методы анализа: Методические указания / Б.А. Чакчир, Г.М. Алексеева // Спб: Изд-во СПХФА, 2002. – 44 с.

УДК 62.503.55

**ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ РОЗЧИНУ ЕЛЕКТРОЛІТУ ТА ЇЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ НА  
ОЧИЩЕННЯ МОЛИБДЕНОВОЇ ФОЛЬГИ***к.т.н. Єніна І.І., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький;  
Муштурков І.В., Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький***INFLUENCE OF TEMPERATURE OF THE ELECTROLYTE SOLUTION AND ITS  
CONCENTRATION AT THE ETCHING OF MOLYBDENUM FOIL***Ph.D. Ienina I.I., Central-Ukrainian national technical university, Kropyvnytskyi;  
Munshukov I.V., Flight Academy of the National Aviation Institute, Kropyvnytskyi*

The process of electrolytic etching, like most electrochemical processes of metals, is based on the phenomenon of electrical conductivity in a solution of an electrolyte. With an increase in the concentration of the solution, the process of etching will be more intense. However, it is possible to increase the concentration only to a certain limit, as when passing through this limit, the electrical conductivity falls and the effectiveness of etching decreases [1, 2, 3]. To study the effect of concentration on the process of etching the molybdenum foil, it was necessary to determine how much it changes in the process of etching. For this, several control measures were carried out, as a result of which it was established that the concentration of the solution in the process of etching practically does not change, and therefore it can not have a significant effect on the results of the process, on the final thickness of the foil. This means that there is no need, when designing the system of automatic control and operation, to establish a constant control of the concentration of the etching solution [4, 6]. Thus, simplifying and cheapening the system. According to theoretical information, the temperature of the solution also affects the intensity of the etched process, as when the temperature rises, the ion velocity increases and, accordingly, the electrical conductivity of the solution. Respectively, the speed of movement and electrical conductivity decrease with decreasing temperature. The study of the effect of the temperature of the solution of electrolyte on the etching process is carried out by controlling measurements of the temperature of the solution at certain intervals of time. In the result of the measurements, it was found that in the steady etching process, the temperature of the solution in the etching bath does not change significantly. An increase in temperature is observed only during the initial start-up of the system, as the temperature of the solution is influenced by the ambient temperature. When passing through it by the current, it happens a heating to the working temperature of the process. An increase in temperature would occur and further, however, the system provides the constant circulation of the solution of the electrolyte from the etched bath to the cooling tank. The cooling system is designed in such a way that the electrolyte solution goes into the etched bath, cooling in the tank to the temperature provided by the technology for the proper flow of the etching process, excluding temperature variations. Violation of the temperature regime can occur only when the pump of the cooling system stops working or an external source of thermal radiation appears [5]. Taking into account the researches were done, it is possible to draw some conclusions about the effect of temperature on the etched process: the temperature of the electrolyte solution in the etching process remains stable; damage to the temperature regime is possible only when happens failure of the cooling system and an external source of heat appears. Taking into consideration the stability of the temperature regime of the etching process, it is possible to conclude that the temperature of the solution, or rather its change, does not affect the correctness of the process. As a result, it can be assumed that when designing an automatic control and operation system, as well as mathematical modeling, it is not necessary to take into account the effect of temperature on the final thickness of the molybdenum foil. It is advisable to set the control so that the temperature does not exceed the threshold value.

**References.**

1. Фольга молибденовая. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.metotech.ru/tu\\_48\\_19\\_245\\_84.htm](http://www.metotech.ru/tu_48_19_245_84.htm)
2. Травление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://chemanalytica.com/book/novyy\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/12\\_obshchie\\_svedeniya/6206](http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/12_obshchie_svedeniya/6206)
3. Многослойная фольга и способы ее изготовления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2287618.html>
4. Молибден. Свойства, применение, производство, продукция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.metotech.ru/art\\_molibden\\_1.htm](http://www.metotech.ru/art_molibden_1.htm)
5. Красовский А. А. Справочник по теории автоматического управления / А. А. Красовский – М.: Наука, 1987. – 712 с.
6. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов / А.Н. Зеликман, Б.Г. Коршунов – М.: Металлургия, 1991. – 432 с.

УДК 62.503.55

**АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО  
ОЧИЩЕННЯ МОЛИБДЕНОВОЇ ФОЛЬГИ***к.т.н. Єніна І.І., Мацуї А.В., Центральноукраїнський національний технічний  
університет, м. Кропивницький***ANALYSIS OF THE TASKS OF RESEARCHING THE PROCESS OF  
ELECTROLYTIC ETCHING OF MOLYBDENUM FOIL***Ph.D. Ienina I.I., Matsui A.V., Central-Ukrainian national technical university, Kropyvnytskyi*

Molybdenum is refractory metal which has been widely used in modern industry as a alloy additive for various alloys and as a structural material too. Properties such as heat resistance, refractory, high thermal conductivity, low expansion factor, high melting temperature, allow to use molybdenum in the manufacture of electric lamps and electric vacuum devices [1, 3].

Taking into consideration the main problems which arise in the process of etching the molybdenum foil for the manufacture of high pressure vapor lamps, identify the main tasks which are necessary to solve in the design process of the automatic control and control system.

First important tasks are theoretical study and experimental research of the electrolytic digestion process, where it is necessary to determine the influence of the main factors such as temperature, concentration of solution, drag speed and initial thickness of foil on the final result [2]. Analyze the effect of temperature and concentration of the solution on the process and the effect of the draft velocity on the final thickness of the foil. Determine time taking for the foil to reach the required shape and size. To determine the affect of the initial thickness of the foil and change of it on its length over the results of the etching process.

Based on the results of experimental studies, it is necessary to construct a mathematical model of the etching process with a view to its further use in designing an automatic control and control system. Namely, to design an ideal curve for the etching process using experimental data and to find the mathematical dependence of the obtained curve. Then to compare the ideal curve with the experimental characteristics.

The main task is the research of the influence of the main factors on the etching process using the obtained mathematical model. At this stage, it is important to determine the limits where factor varies that significantly affects the process. As a result, to receive mathematical dependencies describing the process of etching within the limits of the change of the factor of influence. Based on the obtained dependences, it is necessary to design the desired curves of processes depending on the size of the factor of influence.

The second main task is to design a system for automatic control and management of the etching process.

Designing starts with the development the algorithm of management by process which is built on the basis of experimental and calculation data that includes the influence of the main factors on the control of object and performs the required functions.

A functional scheme of the system of automatic control and operation of the process of etching design based on developed algorithm and then investigate the resulting system on the stability and design the graphs [5, 6]. Developing the principle scheme of the system of automatic management and control.

To improve the quality of the foil, it is necessary to design an automatic control and management system that controls the etching process depending on the initial thickness of the sample of molybdenum foil.

**References:**

1. Молибден. Свойства, применение, производство, продукция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.metotech.ru/art\\_molibden\\_1.htm](http://www.metotech.ru/art_molibden_1.htm)
2. Травление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://chemanalytica.com/book/povuu\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/12\\_obshchie\\_svedeniya/6206](http://chemanalytica.com/book/povuu_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/12_obshchie_svedeniya/6206)
3. Лампа ДРЛ. Схема подключения, характеристики, устройство, работа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://electrohobby.ru/lam\\_drl\\_shema\\_podk\\_har\\_ustr\\_ra.html](https://electrohobby.ru/lam_drl_shema_podk_har_ustr_ra.html)
4. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов / А.Н. Зеликман, Б.Г. Коршунов – М.: Металлургия, 1991. – 432 с.
5. Кунгс Я. А. Автоматизация управления электрическим освещением – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 112 с.
6. Красовский А. А.. Справочник по теории автоматического управления / А. А. Красовский – М.: Наука, 1987. – 712 с.
7. Фольга молибденовая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metprod.ru/katalog-produktsii/molibden/molibden-folga/>

УДК 62-4

## ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ СЕНСОРІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ НЕСТАБІЛЬНИХ УМОВАХ

*Харламова Ю.М., д.т.н. Корсун В.І., Національний гірничий університет, м. Дніпро, Україна*

## DETERMINATION OF THE LOCATION OF SENSORS FOR MEASURING THE HUMIDITY OF POROUS MATERIALS UNDER UNSTABLE CONDITIONS

*Kharlamova J.N., Doct. Korsun V.I., National Mining University, Dnipro, Ukraine*

**Вступ.** Вологі матеріали є капілярно-пористими колоїдними тілами. Вони належать до класу зв'язнодисперсних систем, в яких частинки дисперсної фази утворюють більш-менш жорсткі просторові структури – сітки або каркаси (гелі). Стінки капілярів у цих гелях (до них відносять деревину, тканину, шкіру, вугілля тощо) еластичні і при поглинанні рідини обмежено набухають і збільшують свій розмір до певної величини.

При практичному використанні капілярно-пористого матеріалу виникає необхідність встановлення рівня вологості в різних його частинах. Нижче обґрунтовується схема розташування необхідного набору сенсорів для оцінки вологості.

**Виклад матеріалу.** Розглянемо задачу вимірювання вологості у довгому тонкому дерев'яному стрижні, яка є нестабільною як у часі, так і уздовж стрижня. З певними допущеннями після нормування процес зміни рівня вологи  $u(x, t)$  у просторі і часі описується рівнянням:

$$\partial u(x, t) / \partial t = \partial^2 u(x, t) / \partial x^2 + f(x, t) \quad \text{за умов, що} \quad \partial u(x, t) / \partial x|_{x=0} = \partial u(x, t) / \partial x|_{x=1} = 0.$$

Вимірювання  $u(x, t)$  здійснюватимемо за допомогою відповідних сенсорів, розміщених уздовж стрижня в  $k$  фіксованих точках, які надають наступну інформацію:  $y_i(t) = u(x_i, t)$ ,  $i = \overline{1, k}$ .

Реалізуємо вибір оптимальної кількості і схеми розташування сенсорів для забезпечення умови спостережуваності станів об'єкта з розподіленими параметрами.

Розв'язок записаного вище диференціального рівняння має вигляд

$$u(x, t) = a_0(t) + \sqrt{2} \sum_{n=1}^N a_n(t) \cos(n\pi x),$$

де  $a_n(t)$  і  $f_n(t)$  знаходяться наступним чином:

$$da_n(t)/dt = -n^2 \pi^2 a_n(t) + f_n(t), \quad n = \overline{0, N}, \quad f_n(t) = \sqrt{2} \int_0^1 f(x, t) \cos(n\pi x) dx.$$

При цьому рівняння, які описують показання сенсорів, будуть такими:

$$y_i(t) = a_0(t) + \sqrt{2} \sum_{n=1}^N a_n(t) \cos(n\pi x_i), \quad i = \overline{1, k}.$$

Введемо до розгляду  $(N+1)$  – вимірні вектори  $\mathbf{z}(t)$ ,  $\mathbf{v}(t)$ ,  $(N+1) \times (N+1)$  – вимірну матрицю  $\mathbf{A}$  і  $k \times (N+1)$  – вимірну матрицю  $\mathbf{C}$ :

$$\mathbf{z}(t) = \begin{bmatrix} a_0(t) \\ a_1(t) \\ \vdots \\ a_N(t) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -\pi^2 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & -N^2 \pi^2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{v}(t) = \begin{bmatrix} f_0(t) \\ f_1(t) \\ \vdots \\ f_N(t) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 1 & \sqrt{2} \cos(\pi x_1) & \dots & \sqrt{2} \cos(N\pi x_1) \\ 1 & \sqrt{2} \cos(\pi x_2) & \dots & \sqrt{2} \cos(N\pi x_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \sqrt{2} \cos(\pi x_k) & \dots & \sqrt{2} \cos(N\pi x_k) \end{bmatrix} \quad \text{для системи} \quad \begin{cases} \mathbf{z}^{(1)}(t) = \mathbf{A}\mathbf{z}(t) + \mathbf{v}(t), \\ \mathbf{y}(t) = \mathbf{C}\mathbf{z}(t). \end{cases}$$

Система буде повністю спостережуваною тоді, коли вибір координат  $x_i$  забезпечить нерівність:  $\cos(n\pi x_i) \neq 0$  для  $i = \overline{1, k}$  та  $n = \overline{1, N}$ .

**Висновок.** На основі виконаних аналітичних досліджень знайдена умова, при якій належним чином буде здійснюватись отримання необхідної інформації про рівень вологості.

УДК 006.86:681.121.4

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОЧИХ УМОВ ЕТАЛОННОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБІННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

*к.т.н. Клочко Н.Б., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

### STUDY OF WORKING CONDITIONS STABILITY FOR METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF TURBINE FLOWMETERS

*Ph.D. Klochko N.B., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** Відомі дослідження у сфері витратометрії природного газу, які виконані вітчизняними та іноземними вченими стосуються, перш за все, розроблення еталонних засобів витратометрії та вдосконалення методологічних аспектів проектування і експлуатації робочих засобів вимірювання об'єму та витрати природного газу та створення науково-методичної та приладної бази у вказаній галузі. Однак питання вивчення імовірнісних характеристик лічильників газу, в тому числі і турбінних, при їх метрологічних дослідженнях, потребує ґрунтовного доопрацювання.

**Метою роботи** є дослідження стабільності робочих умов еталонної установки при дослідженні метрологічних характеристик турбінних лічильників газу. Для проведення експерименту застосовувалась єдина створена в Україні калібрувальна установка на базі еталонних лічильників.

**Виклад матеріалу.** При метрологічних дослідженнях лічильників газу, зокрема турбінних, витрата робочого середовища повинна бути постійною або повільно змінною в часі. Відповідно до [1] допускаються пульсації потоку, якщо виконується умова не перевищення середнього квадратичного відхилення миттєвих значень перепаду тиску [1]:

$$S_{qv} = \frac{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta p_i - \overline{\Delta p})^2 \right)^{1/2}}{\overline{\Delta p}} \leq 0,1 \quad (1)$$

де  $n$  – число вимірювань перепаду тиску за інтервал часу, прийнятий для оцінки пульсацій потоку;  $i$  – номер вимірювання;  $\Delta p$  – значення перепаду тиску при  $i$ -му вимірюванні, Па;  $\overline{\Delta p}$  – середнє значення перепаду тиску, Па.

Коефіцієнт перетворення лічильника є одним з головних показників якості турбінних лічильників газу і у запропонованій моделі [2] опосередковано залежить від числа  $Re$ , яке тут визначається геометричними розмірами та коефіцієнтом динамічної в'язкості  $U$  попередньому підрозділі доведено, що вплив на величину коефіцієнта динамічної в'язкості мають густина та температура. Оскільки під час вимірювання об'єму густина природного газу залишається сталою, а температура коливається в межах  $8^\circ C$  (як видно із протоколів досліджень), то при дослідженні пульсацій потоку пропонується враховувати не лише коливання тиску, а й температури

Під час опрацювання результатів дослідження турбінних газових лічильників типорозмірами G400 та G160 в умовах випробувальної лабораторії ПАТ "Івано-Франківськгаз" розрахунок відношення  $p_i/T_i$  проводився як в межах однієї вибірки (тобто для результатів вимірювання миттєвих значень витрати), так і для кількох вибірок з результатами досліджень у одній і тій же контрольній точці (тобто для усереднених значень об'ємної витрати).

Результати довели, що показник стабільності вимірного середовища при дослідженні турбінних лічильників на порядок менший максимально допустимої норми регламентованої нормативним документом [1].

**Висновки.** На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що пульсації вимірного середовища не впливають на точність вимірювання об'ємної витрати турбінними лічильниками газу в умовах випробувальної установки ПАТ "Івано-Франківськгаз".

#### Список посилань.

1. Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Частина 1. Принцип методу вимірювання та загальні вимоги: ДСТУ ГОСТ 8.586.1:2009. – [Чинний від 2010-04-01]. – К.: Держстандарт України, 2009. – 100 с. – (Державний стандарт України).
2. Долішня Н.Б. Вдосконалення алгоритму опрацювання результатів вимірювання витрати природного газу турбінним лічильником газу / Н.Б. Долішня // Нафтогазова енергетика. – 2012. – № 2(18). – С.127-131.

УДК 681.325

**ДО ПИТАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗВЕДЕНОГО  
КОЕФІЦІЕНТУ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ РІЗЬБОВОЇ ЧАСТИНИ ТРУБ  
НАФТОВОГО СОРТАМЕНТУ (НКТ) ПРОТЯГОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

*к.т.н. Кононенко М.А., к.т.н. Габльовська Н.Я., Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, Україна*

**TO THE QUESTION OF THE SECURED COEFFICIENT PRACTICAL  
APPLICATION IN THE QUALITY EVALUATION OF THE OIL PIPE TUBES PETROL  
PART IN THE OPERATION PROCESS**

*Ph.D. Kononenko M.A., Ph.D. Hablovska N.Y., Ivano-Frankivsk National Technical  
University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Вирішення задачі оцінювання рівня якості різьбового з'єднання насосно-компресорних труб, досягається шляхом детального дослідження вимірних відхилень фактичних значень геометричних параметрів різьби від значень, в залежності від кількості операцій згвинчування-розгвинчування та застосування різних розрахункових методів, в тому числі і методу визначення зведеного коефіцієнту за Трапезніковим В.А.

**Виклад основного матеріалу.** Досліджуючи основні причини виходу з ладу НКТ, вчені та експерти у галузі прийшли висновку, що серед основних причин виникнення відмов різьбових з'єднань НКТ є зношування, корозія та порушення технології експлуатації труб. Зношування різьбових з'єднань НКТ характеризується рядом причин і, в тому числі, зміною початкових геометричних параметрів різьби.

Як показали попередні дослідження [1] зміна зведеного показника якості різьби труб, визначеного за формулою Трапезнікова В.А. [2], в залежності від кількості операцій згвинчування-розгвинчування (ОЗГ) відбувається в сторону збільшення, що в класичному розумінні суперечить поняттю зношування різьби протягом експлуатації, тобто розумінню втрати якості.

Для фахівців даний факт легко пояснюється тим, що в залежності від кількості ОЗГ у процесі зношування різьби спостерігається збільшення геометричних параметрів різьби від їх нормованих значень, вимірних в абсолютних одиницях, що і викликало збільшення розрахованих окремих відносних показників якості, виходячи з реально вимірних геометричних параметрів, які зазнали змін в залежності від кількості ОЗГ.

Скористаємось результатами аналізу динаміки зміни найбільш вагомих геометричних параметрів різьби у процентному відношенні до нормованого значення [3] і обчислимо значення зведеного показника якості різьби для ніпельної і муфтової частини НКТ використовуючи окремі відносні показники якості визначені за формулою:

$$Ki=(100-|(K\phi\cdot 100/Ke)-100|)\cdot 0,01,$$

де  $Ki$  – окремий відносний показник якості;

$K\phi$  – фактичний рівень якості;

$Ke$  –рівень кращого зразка (еталона).

Одержані результати аналізу зміни геометричних параметрів різьбової частини НКТ та обраховані значення зведеного показника якості різьби ніпеля та муфти в залежності від кількості ОЗР дозволяють зробити висновок про придатність до експлуатації ніпельної чи муфтової різьби за вимірними значеннями пріоритетних геометричних параметрів та спрогнозувати кількість ОЗР, при яких ніпель чи муфта будуть придатними до експлуатації за значеннями геометричних параметрів.

**Список посилань.**

1. Кононенко М.А., Габльовська Н.Я. Дослідження зміни зведеного показника якості різьбової частини труб НКТ від найбільш вагомих показників та їх зміни протягом експлуатації. International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE", №7(23), Vol.2, Dubai, UAE, 2017. С.40-44.
2. Кононенко М.А., Габльовська Н.Я. Аналіз можливості застосування коефіцієнту Трапезнікова для комплексного оцінювання якості різьбової частини труб НКТ за ГОСТ 632-80 в процесі експлуатації. Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали міжнародної наукової-практичної конференції, м.Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2017. С.131.
3. Кононенко М.А., Габльовська Н.Я. Розрахунковий метод оцінювання якості різьбової частини труб нафтового сортаменту за допомогою зведеного коефіцієнту. Науково-виробничий журнал "Системи обробки інформації", м.Харків, 2016. С.65-68.

УДК 681.121

## ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ОБЛІКОВАНИХ ОБ'ЄМІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ, СПРИЧИНЕНОЇ ЗМІНОЮ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

*д.т.н. Кузь М.В., Академія технічних наук України, м. Івано-Франківськ*

## DETERMINATION OF THE CHANGE IN THE MEASURED VOLUME OF NATURAL GAS CAUSED BY THE CHANGE OF ITS PARAMETERS

*Doct. Kuz M.V., Academy of Technical Sciences of Ukraine, Ivano-Frankivsk*

**Вступ.** Необхідність зменшення втрат природного газу, облікованого побутовими лічильниками газу, зумовлює розроблення методів та засобів визначення цих втрат та врахування їх значень при визначенні спожитих об'ємів природного газу. Результативне вирішення цієї задачі можливе за умови точного визначення значень втрачених об'ємів газу.

**Виклад матеріалу.** Наявність лічильника природного газу у будинкових системах газопостачання ще не свідчить про точний облік цього енергоносія. Є ряд чинників, які впливають на точність вимірювання об'єму газу: компонентний склад газу, невідповідність значень тиску і температури газу стандартним умовам. Найвпливовішим фактором на точність обліку природного газу є його температура. Однак, в більшості лічильників газу, що експлуатуються в побутовому секторі, вимірювання цього параметра, або його компенсація не передбачені. Розроблена математична модель для визначення зміни об'ємів природного газу, який обліковується лічильниками, що не мають спеціальних пристроїв для автоматичного приведення до стандартних умов їх показів при зміні тиску та/або температури газу:

$$V_{\Sigma\text{пв}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{л}i} \cdot \left( \frac{A - B h_i + C p_{\text{н}i}}{T_{\text{к}i} + (T_{\text{н}сi} - T_{\text{к}i}) \cdot \exp \left( - \frac{\left( L k_{\text{оп}} \sum_{z=1}^m Q_z + M \right) \pi D_{\text{н}i} x_i + k_{\text{л}i} F_i}{\rho c_p k_{\text{оп}} \sum_{z=1}^m Q_z} \right)} - 1 \right)$$

де  $A = 293,882$ ;  $B = 0,033364$ ;  $C = 0,0028932$ ;  $L = 2,3872$ ;  $M = 0,2148$  – сталі коефіцієнти,  $\pi = 3,14159$  – математична константа;  $h_i$  – географічна висота точки вимірювання (населеного пункту, в якому розміщений  $i$ -ий лічильник газу) над рівнем моря, м;  $p_{\text{н}i}$  – надлишковий тиск газу для газопроводу, на якому розміщений  $i$ -ий лічильник газу, Па;  $T_{\text{к}i}$  – температура повітря в кімнаті навколо газопроводу та  $i$ -го лічильника газу), К;  $T_{\text{н}сi}$  – температура повітря навколишнього середовища в певному календарному місяці року, К;  $m$  – кількість газоспоживального обладнання;  $Q_z$  – номінальна витрата газу  $z$ -го обладнання (наводиться в паспортних даних на обладнання), м<sup>3</sup>/год;  $k_{\text{оп}}$  – коефіцієнт одночасності роботи всього газоспоживального обладнання, під'єданого до  $i$ -го лічильника газу;  $D_{\text{н}i}$  – діаметр труби газопроводу, м;  $x_i$  – відстань від точки введення газопроводу в опалювальне приміщення до вхідного штуцера  $i$ -го лічильника газу, м;  $k_{\text{л}i}$  – коефіцієнт теплопередачі між газом, що протікає в  $i$ -му лічильнику та повітрям навколо нього, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $F_i$  – площа поверхні теплообміну в  $i$ -му лічильнику, м<sup>2</sup>;  $\rho$  – густина газу, кг/м<sup>3</sup>;  $c_p$  – питома теплоємність газу, Дж/(кг·К).

Величинами, вимірювання яких потрібно здійснювати постійно, є  $V_{\text{л}i}$ ,  $T_{\text{к}i}$  та  $T_{\text{н}сi}$ .

**Висновки.** Отримано математичну модель у формі аналітичної залежності для визначення зміни об'ємів природного газу на основі прямих вимірювань спожитих об'ємів газу, параметрів повітря в приміщенні біля газопроводу та лічильника газу і повітря навколишнього середовища.

УДК 681.121.089

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШВИДКІСНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ГАРЯЧОЇ ВОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ***Кузів І.В., к.т.н. Витвицька Л.А., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна***IMPROVING THE CONSTRUCTION OF THE HOT WATER SPEED METER FOR INCREASING ACCURACY OF MEASUREMENT***Kuziv I.V., Ph.D. Vytvytska L.A., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Чутливим елементом швидкісних (тахометричних) квартирних лічильників як гарячої, так і холодної води є тангенційна турбінка (крильчатка), яка приводиться в рух потоком рідини, що протікає через лічильник. Принцип дії базується на залежності частоти обертів турбіни від швидкості потоку, що омиває турбіну. Вісь турбіни за допомогою передавального механізму (редуктора), що зменшує частоту обертання, зв'язана з лічильним пристроєм приладу. Вимірюючи сумарну кількість обертів турбіни за допомогою лічильного механізму, отримується інформація про об'ємну кількість речовини.

На даний час квартирні лічильники гарячої води типу КВ-1,5 призначені для вимірювання об'єму спожитої води з температурою від 40 до 90°C при тиску в магістралях до 1МПа [1]. Вони розраховані на номінальні витрати  $4,2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с при максимальних витратах  $8,1 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с і монтуються на трубопроводах з умовним діаметром  $D_y=15$  мм. Основним недоліком цих лічильників є їх невисока точність. Була поставлена мета: встановити основні причини виникнення похибки та запропонувати шляхи їх усунення.

**Виклад матеріалу.** В ході експериментальних досліджень було встановлено, що похибка вимірювання лічильника зростає при підвищенні температури. Границя основної допустимої похибки становить  $\pm 5\%$  в діапазоні від  $0,084 \cdot 10^{-4}$  до  $0,336 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с і  $\pm 3\%$  для діапазону від  $0,336 \cdot 10^{-4}$  до  $8,1 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с. В цих приладах турбінка з лопатями встановлена на вертикальній осі. Потік рідини тангенційно підводиться до турбіни і надає їй обертового руху. Лопаті турбіни мають обтічну евольвентну форму, що і приводить до їх обертання за рахунок закручування потоку рідини. Витрата рідини, що протікає через лічильник, визначається за такою залежністю:

$$Q = \frac{n \cdot S}{C}, \quad (1)$$

де  $n$  – частота обертання крильчатки,  $S$  – площа поперечного перерізу потоку,  $C$  – коефіцієнт, що залежить від конструктивних розмірів турбіни та передавального механізму.

**Висновки.** При підвищенні температури рідини змінюється форма лопатей, що приводить до зміни значення коефіцієнта  $C$  у залежності (1). Тому турбіну доцільно виготовляти з матеріалів з малим коефіцієнтом температурного розширення. Тому рекомендується виготовляти турбіни із сплавів на основі Феруму та Нікелю, так як вони мають малий коефіцієнт температурного розширення. Такі турбіни у вказаних вище діапазонах зміни температури води не змінюватимуть свою форму, що і не буде призводити до зміни коефіцієнта пропорційності.

Ще однією причиною зростання похибки при підвищенні температури води є зміна властивостей високов'язкісного масла, яким змащують рухомі елементи передавального механізму (підшипники). Це призводить до зміни частоти обертання  $n$  і коефіцієнта  $C$ .

Було проаналізовано властивості змазувальних рідин різних марок і запропоновано для змащування тертьових поверхонь підшипників використати змазку марки "AGA" SP553, яка відрізняється високими значеннями penetрації (проникнення), температури каплевипадання (плавлення загущувача), водостійкості, термічної стабільності, в'язкості, колоїдної стабільності, низькою корозійною активністю.

**Список посилань.**

1. Вимірювання витрати та кількості газу: Довідник / М.П.Андрішин, С.О.Даневський, Є.Ф.Марчук, О.М.Карпаш, І.С.Петришин, О.Є.Середюк, С.А.Чеховський. – Івано-Франківськ: ПП «Сімик», 2004. – 160 с.
2. Закалов О.В. Основи тертя і зношування в машинах: навч.посібник/ О.В.Закалов, І.О.Закалов. – В-во ТНТУ ім. Пулюя, 2011. – 312 с.

УДК 620.19

**ВИХРОСТРУМОВА ДІАГНОСТИКА ІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ***Лях В.-Д. М., Чуйко М.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу***EDDY CURRENT DIAGNOSTICS OF UNDERGROUND PIPELINES ISOLATION***Liah V.-D. M., Chuiko M. M., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** Застосування ізоляційного покриття трубопроводів зумовлене захисними властивостями цього шару. Наявність даного зовнішнього захисту дозволяє продовжити термін експлуатації трубопроводу за рахунок зменшення корозійних процесів, які мають місце при контакті зовнішньої стінки підземного трубопроводу із ґрунтами, у яких вони прокладені. Проте, дуже часто, ізоляційні захисні покриття зазнають пошкоджень тому дослідження їхнього стану є однією із важливих складових етапів діагностики стану трубопроводу в цілому.

**Виклад матеріалу.** Безконтактні методи контролю ізоляційного покриття базуються на визначенні величини струмів у стінках підземного трубопроводу, що дає змогу по характеру його зміни вздовж контрольованої ділянки встановити місця з наскрізним пошкодженням ізоляції. При великому діапазоні зміни глибини залягання трубопроводу визначити значення струму в його стінках дозволяє градієнтний метод [1], що базується на визначенні співвідношення напруженості поля, створеного струмом щонайменше у двох точках спостереження на прямій, як подано на рис.1. Для реалізації даного методу використовують дві горизонтальні магнітних антени з поздовжнім розміщенням. Пристрій контролю розміщується точно над віссю нафтогазопроводу.

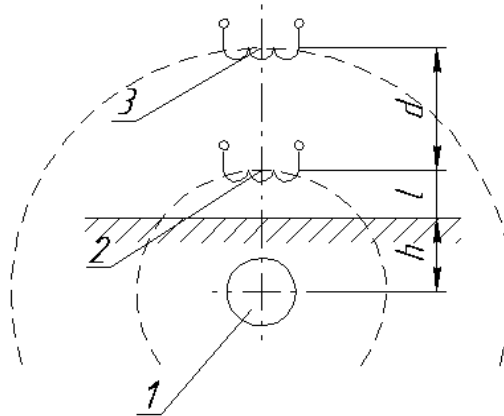


Рисунок 1 - Визначення струму і глибини залягання нафтогазопроводу за допомогою градієнтного методу

Вихідна напруга кожної магнітної антени є пропорційна напруженості магнітного поля в точках розміщення антен і визначається наступними залежностями [2]:

$$U_2 = \frac{k_2 I}{2\pi(h+l)}, \quad U_3 = \frac{k_3 I}{2\pi(h+l+d)}, \quad (1)$$

де  $k_2$  і  $k_3$  - коефіцієнти передачі відповідно магнітних антен 2 і 3,  $h$  - відстань від осі трубопроводу до поверхні ґрунту,  $l$  - відстань від поверхні ґрунту до магнітної антени 2,  $d$  - відстань між магнітними антенами 2 і 3.

Струм  $I$ , що протікає в стінках нафтогазопроводу сигнал-генератора пристрою визначається за допомогою такого виразу [2]:

$$I = \frac{2\pi}{k_2} U_2 \left( \frac{k_2 U_3 (l+d) - k_3 U_2 l}{k_3 U_2 - k_2 U_3} + l \right). \quad (2)$$

За вимірним значенням струму трубопроводу будується топографічний графік з прив'язкою до довжини проконтрольованої ділянки. По характеру зміни струму визначаються аномальні ділянки, де є підозра на пошкодження ізоляції.

**Висновки.** Своєчасна діагностика стану ізоляції трубопроводів градієнтним методом дозволяє виявляти початкові корозійні процеси у місцях руйнування захисного покриття та оптимізувати час контролю.

**Список посилань.**

1. Кузьмеко Ю.О. Моніторинг корозійного стану магістральних нафтопроводів // Нафтова і газова промисловість. – 2003. – С. 43-44.
2. Джала Р.М. Електромагнітне поле підземного газопроводу. Протикорозійний захист газопроводів, споруд та методики контролю “КТС-99”. Матеріали науково-практичного семінару. – м. Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.П. Карпенка НАН України, 1999. – С. 70-79.

УДК 543.068.52

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОЛУМ'ЯНО-ІОНІЗАЦІЙНОГО  
ДЕТЕКТОРА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ХРОМАТОГРАФІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

*Лукаш Я.В., к.т.н. Витвицька Л.А., Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, Україна*

**IMPROVING THE CONSTRUCTION OF THE SEMI-IONIZATION DETECTOR ON  
THE CARRYING OUT OF NATURAL GAS CHROMATOGRAPHY**

*Lykash I.V., Ph.D. Vytvytska L.A., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Хроматографія - високоефективний фізико-хімічний метод розділення і аналізу, в якому речовина розподіляється між двома фазами: рухомою і нерухомою. На даний час хроматографами визначається склад природного газу [1]. Тому підвищення точності вимірювання за цим методом є першочерговою задачею.

**Виклад матеріалу.** Для визначення складу компонентів суміші, які по чергово в залежності від здатності адсорбуватися і десорбуватися виходять із розділювальної колонки, використовуються детектори, тобто аналізатори складника газу. Найбільш поширеним типом детекторів для визначення складу органічних сумішей є полум'яно-іонізаційні, принцип роботи яких оснований на іонізації компоненти газу при її спалюванні з наступним формуванням електричних імпульсів, які подаються на реєстратор. За шириною і висотою піків сигналів визначається об'ємний вміст кожної компоненти суміші.

Було розглянуто конструктивні особливості електродів у полум'яно-іонізаційних детекторах: два електроди, між якими здійснюється іонізація газу і проходить електричний струм і один - колекторний електрод циліндричної форми, який має від'ємний потенціал щодо пальника. Більш чутливим є одноелектродний детектор. Величина потенціалу на колекторному електроді становить 220 В. Від'ємний потенціал обумовлює тяжіння позитивних іонів гідроксонію, що утворюються в результаті проходження хімічної реакції  $\text{CHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_3\text{O}$ .

До переваг полум'яно-іонізаційного детектора слід віднести перш за все його достатньо високу точність і чутливість до практично всіх речовини, винятками є вода, водень, оксиди азоту і вуглецю. Недоліками даного детектора є: інерційність, залежність від швидкості потоку всіх використовуваних газів [2]. Тому виникає задача удосконалення детектора для зниження його інерційності.

Запропоновано удосконалену конструкцію полум'яно-іонізаційного детектора, який складається полум'яно-іонізаційного сенсора, в якому вбудована спіраль підпалювання полум'я і термopара, яка з'єднана з програмним блоком, пристроєм індикації горіння полум'я і імпульсним джерелом живлення для подачі імпульсів на спіраль, газопроводи подачі водню, аналізованої газової проби і повітря. При цьому здійснюється імпульсна подача полум'я за допомогою імпульсного джерела і. забезпечуються покращені характеристики детектора. Частота збору даних - до 500 Гц. Максимальна температура - до 450°C. Автоматичний підпал полум'я. Автоматичне відключення подачі  $\text{H}_2$  і повітря при зникненні полум'я (максимальні швидкості потоку  $\text{H}_2$  - 100 мл/хв, потоку повітря - 800 мл/хв).

**Висновки.** Удосконалення конструкції призведе до зниження інерційності, збільшення площі піків, а, отже, підвищить точність детектора.

**Список посилань.**

1. Метрологія і технологічні вимірювання у нафтовій та газовій промисловості. – навч. пос./ під ред. Чеховського С.А. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 534 с.
2. Лисенко О.М. Основи газової хроматографії: Навч. посібник / О.М. Лисенко, Т.В. Ковальчук, В.М. Зайцев. – К.: В-во Київського нац. ун.-тету ім. Шевченка, 2013.- 164 с.

УДК 006:681.121

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОХИБОК ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

Лютенко Т.В., д.т.н. Середиук О.Є., к.т.н. Криницький О.С., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

## STUDY OF STATISTICAL LAWS OF CHANGE OF OPERATIONAL EXCHANGE HOUSEHOLD GAS METER

Lytenko T.V., Doct. Serediuk O.Ye., Ph.D. Krynythy O. S., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

**Вступ.** Сьогоднішні аспекти вирішення питань енергозбереження і раціонального використання природного газу населенням України стосуються застосування побутових лічильників газу (ПЛГ). Значна їх кількість в експлуатації (понад 8 млн.) вимагає здійснення періодичної повірки. Тому розвиток практичних аспектів метрологічного забезпечення ПЛГ при їх експлуатації може бути спрямований на вивчення закономірностей зміни похибки ПЛГ впродовж міжповірочного інтервалу. Це може сприяти не тільки виявленню конструктивних недоліків при експлуатації ПЛГ, але і слугувати підставою для запровадження рекомендацій щодо тривалості міжповірочного чи взагалі експлуатаційного (без повірки з наступною заміною) терміну використання. Такий підхід зумовлює необхідність вивчення закономірності зміни похибки не окремих досліджуваних ПЛГ, а статистичного оцінювання якості функціонування ПЛГ.

*Метою* даної роботи є узагальнення результатів повірки ПЛГ при вивченні експлуатаційних похибок ПЛГ.

**Виклад матеріалу.** За основу статистичного дослідження вибрані результати періодичної повірки 3576 ПЛГ, з яких GALLUS – 1382, METRIX – 323, SAMGAS – 1252. При цьому аналіз був виконаний для лічильників типорозміру G4 різних підприємств-виробників. Інформативним параметром для аналізу вибрана похибка ПЛГ за мінімальної витрати і на підставі цього здійснений аналіз у відсотках від їх кількості через 3%, з поділом на 11 діапазонів зміни похибки при мінімальній витраті, що подано гістограмами на рис. 1. З ілюстрації видно, що доля придатних до подальшої експлуатації ПЛГ становить GALLUS – 54,8%, METRIX – 64,7%, SAMGAS – 54,9%. Також очевидним є суттєве зростання кількості придатних до подальшої експлуатації ПЛГ за рахунок розширення зони допустимої мінімальної похибки до мінус 6% (стовбець 3). Зауважимо що при цьому на рисунку не вказана кількість ПЛГ, у яких похибка є більшою від мінус 30%, а також несправних, у яких не функціонує лічильний механізм, доля яких становить GALLUS – 10,3%, METRIX – 7,1%, SAMGAS – 7,4%.

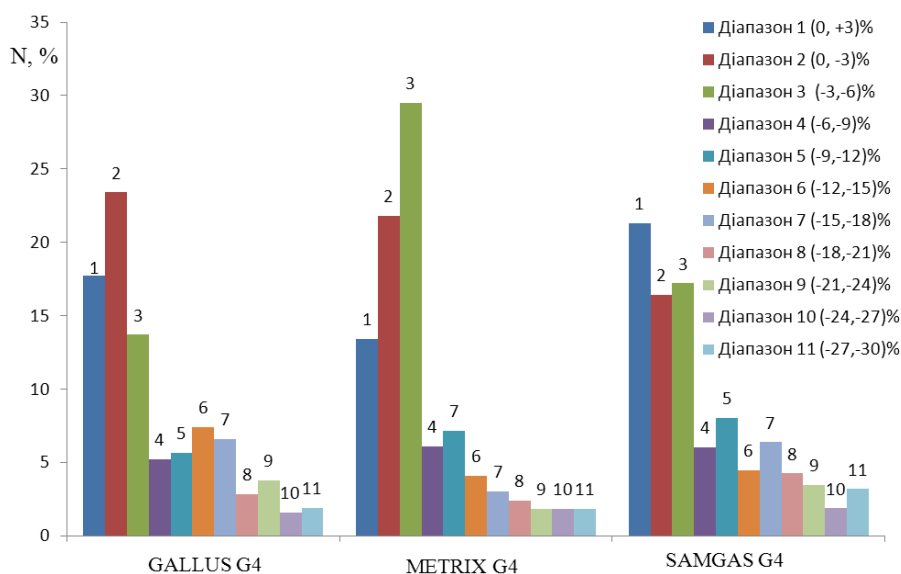


Рисунок 1 - Розподіл кількості лічильників за діапазонами похибок при мінімальній витраті

**Висновки.** Встановлено закономірності зміни експлуатаційної похибки ПЛГ, які підтверджують практично однакові закономірності у лічильників різних виробників. Виявлено дещо кращі експлуатаційні властивості лічильників типу METRIX порівняно із GALLUS і SAMGAS.

УДК 004.9:620.92

## ОБЧИСЛЕННЯ ДИСПЕРСИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ В ТВЕРДИХ СЕРЕДОВИЩАХ

*д.т.н. Лютак І.З., к.т.н. Лютак З.П., Івано-франківський технічний університет нафти і газу, Україна*

## DISPERSION ACOUSTIC WAVE PROPERTIES CALCULATION APPROACH IN SOLID MEDIA

*Doct. Lyutak I.Z., Ph.D. Lyutak Z.P., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Introduction.** A propagation of acoustic waves in solid media is complex and this complexity rising higher with number of boundary conditions. We will consider the propagation of the waves in walls of a pipe with a big diameter suited for gas or oil transportation.

**Presentation of the material.** Boundary conditions create an acoustic field consisting of multiple reflections and refractions on these boundaries. To use these acoustic beams in technical inspection we need to know about distribution of acoustic energy. The modal approach is based on the construction of a two-dimensional grid of finite elements of the wall of the pipe along its axis [1, 2]. The next step is to apply the boundary conditions in the direction of the perpendicular grid of finite elements. These conditions determine the periodic distribution of stresses and deformations in accordance with the conditions for the propagation of acoustic beams in the direction along the perimeter of the pipe around its axis. To calculate the spatial period of distribution of stresses and deformations, a modal approach is used in which the eigenvalues and vectors of the calculated finite element grid are calculated and implemented with the help of existing software. To construct a finite element model, we use cyclic axisymmetric conditions for solving the equation of the eigenvalues of the pipe wall.

Let's consider the distribution of the acoustic beams in the wall of a pipe with a diameter of 273 mm and a wall thickness of 10 mm. The parameters of the metal will be chosen as follows: Young's module  $E = 207 \cdot 10^9$  Pa, Poisson's coefficient - 0.296. The wave equation for the acoustic waves propagation, solved using a mathematical model, can be represented graphically (Fig.1).

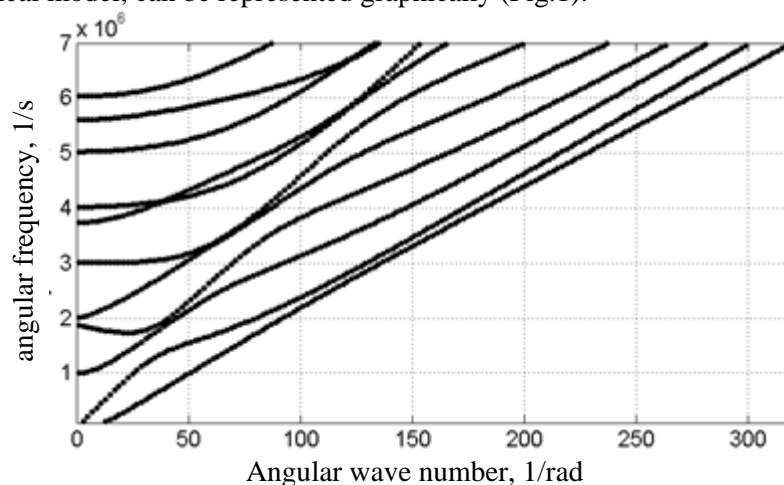


Figure 1 - Dispersion of the angular wave number of the guided ultrasonic waves propagation in the wall of the pipeline with a diameter of 273 mm and a wall thickness of 10 mm

**Conclusion.** As a result of the research, it was found that a distribution of guided ultrasonic waves in the walls of the steel pipeline at the frequencies of 1-10 can be identified and used for technical inspection of mechanical properties.

### References.

- 1 Gavrić L. J. Computation of propagative waves in free rail using a finite element technique / L. J. Gavrić // Sound and Vib. - 1995. - №185(3). - P. 531 - 543. - ISSN 0022-460X.
2. Wilcox P. Dispersion and excitability of guided acoustic waves in isotropic beams with arbitrary cross section / P. Wilcox, M. Evans, O. Diligent, M. Lowe, P. Cawley // Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation - 2002. - Vol. 21. - P. 203 - 210. - ISSN 0003-6951.

УДК 620.179.17(072)

## ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

*д.т.н. Погребенник В.Д., Національний університет "Львівська політехніка", Україна*

## INCREASING THE RELIABILITY OF NON-DESTRUCTIVE TESTING COMPOSITE ARTICLES

*Doct. Pohrebennyk V.D., Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

**Вступ.** Нині однією з актуальних задач низькочастотного акустичного неруйнівного контролю є розроблення надійних методик контролю виробів, які мають складну форму [1, 2]. В [2, 3] описано методи визначення дефектності таких виробів. Недоліком цих методів є неможливість визначення дефектності складених деталей у виробі і виробів складної форми та низька надійність визначення дефектності виробів.

*Мета роботи* – підвищення надійності визначення складних виробів і виробів складної форми.

**Виклад матеріалу.** Запропоновано метод визначення дефектності виробу [4], який полягає у тому, що в різних деталях контрольованого виробу ударом послідовно збуджують пружні коливання, реєструють в кожному коливання виробу, визначають обвідні пружних коливань, порівнюють їх з еталонними і за результатами цього порівняння визначають дефектність виробу, збуджують коливання в ідентичних точках еталонного і контрольованого виробів, визначають модуль різниці обвідних коливань цих же виробів, інтегрують його впродовж заданого інтервалу часу, а дефектність виробів визначають за результатами порівняння значення модуля різниці обвідних коливань, отриманого в результаті інтегрування, з еталонним пороговим значенням.

Дефектність контрольованого виробу визначається шляхом інтегрального часового порівняння обвідних, які попередньо запам'ятали, коливальних процесів в ідентичних точках еталонного і контрольованого виробу. Ступінь зміни коливальних властивостей виробу визначається різницею обвідних у пристрої віднімання.

При багатоекстремальному характері обвідних коливальних процесів різниця обвідних може набувати вигляду знакозмінної кривої. Для підвищення надійності визначення дефектності виробу визначають модуль цієї різниці в пристрої детектування, після чого модуль різниці подається на індикатор і інтегрується протягом заданого інтервалу часу  $T$ , який задає блок керування. Отриманий інтеграл модуля різниці обвідних порівнюється з пороговим значенням джерела опорної напруги в пристрої порівняння. У випадку перевищення порогового опорного рівня в реєстраторі 13 фіксується дефектність контрольованого виробу, яка визначається за формулою

$$|U_d(t) - U_e(t)| dt > U_0,$$

де  $U_d(t)$  – обвідна напруги, отримана у результаті зондування контрольованого виробу;  $U_e(t)$  – обвідна напруги, отримана у результаті зондування еталонного виробу;  $U_0$  – напруга джерела опорної напруги. При перевищенні інтегралу модуля різниці обвідних напруг, отриманих у результаті зондування контрольованого та еталонного виробу, порогової напруги  $U_0$ , контрольований виріб вважається дефектним.

Очевидно, що пороговий опорний рівень встановлюється для різних типів виробів та дефектів у результаті статистичних випробувань.

**Висновок.** Пропонований метод дає змогу підвищити надійність контролю дефектності складених виробів і виробів складної форми, оскільки використання ідентичних точок збудження еталонного і контрольованого виробів, а також інтегральне часове порівняння модулів обвідних коливальних процесів найбільше характеризує дефектність виробу.

### Список посилань.

1. Механіка руйнування і міцність матеріалів. Довідниковий посібник. Т. 5. Неруйнівний контроль і технічна діагностика. Під ред. чл.-кор. НАН України З.Т. Назарчука. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2001. – 1134 с.
2. Ланге Ю. А. Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций. – М.: Машиностроение, 1991. – 272 с.
3. Авторское свидетельство СССР №1167492, МПК G01N29/04. Способ определения дефектности изделий / Ю.С. Андреев. Опубл.15.07.1985. Бюл. №26.
4. Патент України на корисну модель № 110924, МПК G01N29/04. Спосіб визначення дефектності виробів / В.Д. Погребенник. Опубл. 25.10.2016 р. Бюл. №20.

УДК 681.5.08

## ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОСНОВНИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ БЕЗПОСЕРЕДНЬО У ГАЗОПРОВОДІ

*Романів В.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна*

### MEASUREMENT OF THE CONCENTRATION OF BASIC HYDROCARBON COMPONENTS OF NATURAL GAS DIRECT IN THE GAS PIPELINE

*Romaniv V.M., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Для визначення одного із основних енергетичних параметрів природного газу - теплоти згоряння, у роботі [1] запропоновано застосувати удосконалений оптичний метод. Суть методу полягає у вимірюванні основних вуглеводневих компонент природного газу ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) за допомогою трьохкюветної схеми, а визначення сумарної концентрації  $\text{C}_4\text{H}_{10}^+$  здійснюється на основі попередньо одержаних статистичних даних аналізу компонентного складу хроматографічним методом на конкретному замірному вузлі.

Однак для коректного вимірювання  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$  необхідно врахувати вплив компонент одна на одну на смугах детектування.

**Виклад матеріалу.** Для детектування газів метану, етану та пропану були вибрані смуги частот із центрами відповідно  $\lambda_1=1,65\text{мкм}$ ;  $\lambda_2=3,05\text{мкм}$ ;  $\lambda_3=3,36\text{мкм}$ . На даних смугах інтенсивність поглинання інфрачервоного (ІЧ) випромінювання молекулами вимірювальних газів є у декілька раз вищими від інтенсивності інших компонент газової суміші. Однак позбутись повністю впливу інших компонент не вдалось. Тому було запропоновано врахувати взаємозв'язок між  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$  на смугах  $\lambda_1$ -  $\lambda_3$  згідно (1)

$$\begin{cases} D_{(\lambda_1)} = l \cdot (\varepsilon_{\text{мет}(\lambda_1)} \cdot C_{\text{мет}} + \varepsilon_{\text{ет}(\lambda_1)} \cdot C_{\text{ет}} + \varepsilon_{\text{пр}(\lambda_1)} \cdot C_{\text{пр}}) \\ D_{(\lambda_2)} = l \cdot (\varepsilon_{\text{мет}(\lambda_2)} \cdot C_{\text{мет}} + \varepsilon_{\text{ет}(\lambda_2)} \cdot C_{\text{ет}} + \varepsilon_{\text{пр}(\lambda_2)} \cdot C_{\text{пр}}) \\ D_{(\lambda_3)} = l \cdot (\varepsilon_{\text{мет}(\lambda_3)} \cdot C_{\text{мет}} + \varepsilon_{\text{ет}(\lambda_3)} \cdot C_{\text{ет}} + \varepsilon_{\text{пр}(\lambda_3)} \cdot C_{\text{пр}}) \end{cases} \quad (1), \quad C = C_{e1} - (C_{e2} - C_{e1}) \cdot \frac{\lg\left(\frac{I}{I_{e1}}\right)}{\lg\left(\frac{I_{e1}}{I_{e2}}\right)} \quad (2)$$

де у виразі (1)  $D_{(\lambda_i)}$  - оптична густина поглинання суміші газів на  $i$ -тій смузі частот;  $\varepsilon_{\text{мет}(\lambda_i)}$ ,  $\varepsilon_{\text{ет}(\lambda_i)}$ ,  $\varepsilon_{\text{пр}(\lambda_i)}$  молярний коефіцієнт поглинання відповідно метану, етану, пропану на  $i$ -тій смузі частот;  $C_{\text{мет}}$ ,  $C_{\text{ет}}$ ,  $C_{\text{пр}}$  - відповідно концентрація метану, етану, пропану в суміші природного газу;  $l$  - довжина оптичного шляху; у виразі (2)  $I_{e1}$  - інтенсивність ІЧ випромінювання на виході лінії поглинання порівняльної кювети 1;  $I_{e2}$  - інтенсивність ІЧ випромінювання на виході лінії поглинання порівняльної кювети 2;  $I$  - інтенсивність ІЧ випромінювання на виході лінії поглинання вимірювальної кювети;  $C_{e1}$ ,  $C_{e2}$  - мінімальна та максимальна відома концентрація певної компоненти у порівняльних кюветах 1 та 2.

Згідно виразу (2) визначається концентрація вуглеводневих компонент за трьохкюветною схемою [1].

Поєднання виразів (1) та (2) дозволило одержати вираз (3), розв'язком якого є концентрація основних вуглеводневих компонент визначених із врахуванням впливу складових природного газу.

$$\begin{cases} A_1 \cdot C_{\text{мет}} - B_1 \cdot C_{\text{ет}} - Z_1 \cdot C_{\text{пр}} = Y_1 \\ A_2 \cdot C_{\text{мет}} - B_2 \cdot C_{\text{ет}} - Z_2 \cdot C_{\text{пр}} = Y_2 \\ A_3 \cdot C_{\text{мет}} - B_3 \cdot C_{\text{ет}} - Z_3 \cdot C_{\text{пр}} = Y_3 \end{cases} \quad (3)$$

де  $A_i$ ,  $B_i$ ,  $Z_i$  та  $Y_i$  - розрахункові коефіцієнти

**Висновки.** Врахування впливу компонент природного газу на смугах детектування метану, етану та пропану дозволить підвищити достовірність їх вимірювання і тим самим підвищити точність визначення теплоти згоряння природного газу.

#### Список посилань.

1. Романів В. М. Удосконалення оптичного методу контролю визначення енерговмісту природного газу / В. М. Романів // Науковий вісник Івано-Франківського національного університету нафти і газу. - 2013. - № 1(34). - с. 179-187.

УДК 006.91:681.121:620.11:006

## ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ОБ'ЄМУ ДЗВОНОВОГО МІРНИКА ПРИ КАЛІБРУВАННІ ДЕРЖАВНОГО ПЕРВИННОГО ЕТАЛОНА ОДИНИЦІ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ

*к.т.н. Середюк Д.О., Державне підприємство "Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації", Україна*

## EVALUATION OF UNSECURENCE OF MEASUREMENT OF THE CHECKING OBJECTIVE OF THE BELL ON THE CALIBRATION OF THE STATE PRIMARY ETHNOY OF THE UNIVERSAL UNIT AND THE LOAN EXPENDITURE OF GAS

*Ph.D. Serediuk D.O., State enterprise "Ivano-Frankivsk scientific and production center for standardization, metrology and certification", Ukraine*

**Вступ.** Питання обліку природного газу та його економного та раціонального використання були і залишаються актуальними у галузі обліку енергоресурсів. Як відомо ці питання не можуть бути реалізовані без належного метрологічного забезпечення та нормативних документів [1]. Для вирішення даної проблеми широкого застосування набули дзвонові еталонні установки, які у світовій практиці застосовуються у якості первинних та вторинних еталонів.

**Виклад матеріалу.** В Україні у статусі державного первинного еталона одиниці об'єму та об'ємної витрати газу (ДЕТУ 03-01-15) використовується дзвонова установка з контрольним об'ємом 1 м<sup>3</sup>. На його базі в Україні реалізований ланцюг простежуваності для засобів обліку природного газу. Тому питання вивчення та моделювання метрологічних та удосконалення характеристик дзвонових установок є актуальним на сьогоднішній день які описані в [2].

При оцінці невизначеності вимірювання геометричних параметрів державного первинного еталона, які є впливовими величинами при відтворенні одиниці об'єму газу, а також фізичних параметрів (тиск, температура та час), які є впливовими величинами при передаванні одиниць об'єму та об'ємної витрати газу приймається, що отримані чисельні значення СКВ відповідних вимірних параметрів рівні значенню невизначеності вимірювання за типом А.

Відповідно, невизначеність вимірювання за типом В буде визначатися з врахуванням рівномірного закону розподілу при розрахунку для вимірних значень фізичних величин.

Сумарна невизначеність вимірювання при відтворенні одиниці об'єму газу державним первинним еталонном визначається як:

$$u_{CV} = \sqrt{u_{AV}^2 + u_{BV}^2} \quad (1)$$

де  $u_{AV}$  та  $u_{BV}$  - стандартні невизначеності за типами А та В відповідно.

Таким чином, розрахунок розширеної невизначеності вимірювання при відтворенні одиниці об'єму газу державним первинним еталонном з урахуванням значення сумарної невизначеності у відносному вираженні матиме наступний вигляд:

$$U_V = \frac{k \cdot u_{CV}}{V} \quad (2)$$

де  $V$  – контрольний відтворюваний об'єм державного первинного еталона.

**Висновки.** У даній роботі обґрунтовано необхідність дослідження метрологічних характеристик еталонних дзвонових установок з використанням теорії невизначеності у вимірюваннях. Також у роботі наведено методологію вимірювання геометричних параметрів державного первинного еталона одиниці об'єму та об'ємної витрати газу. Здійснено розрахунок невизначеності вимірювання контрольного об'єму ДЕТУ та невизначеності відтворення одиниці об'ємної витрати газу.

### Список посилань.

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [від 05.06.14р. № 1314-VII: у редакції від 10.02.16 р. № 124-VII] // Відомості Верховної Ради України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во. — 2014. — № 30. — Ст.1008. — С.2350.
2. Петришин І.С., Вошинський В.С., Джочко П.Я. та ін. Удосконалення державного первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу // Методи та прилади контролю якості, 2016. - № 36, С. 38 – 47.

УДК 004.9:620.92

**МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОЇ  
ПОВЕРХНІ СТІНКИ ТРУБИ***к.т.н. Стрілецький Ю.Й., Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, Україна***METHOD OF MEASURING THE TEMPERATURE OF THE INTERNAL  
SURFACE OF THE PIPE***Ph.D. Striletskyi Yu., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Трубопровідний транспорт залишається одним із самих ефективних методів транспортування. Більшість труб виготовлено із металу, який є порівняно легким і міцним матеріалом. Міцність труби визначається максимально допустимими механічними напруженнями. Труба знаходиться під впливом сукупності механічних напружень, більшість із яких контролюються для забезпечення безпечної експлуатації. Дослідження температурних напружень стримується складністю вимірювання розподілу температури в стінці труби.

**Виклад матеріалу.** Температура впливає на механічні параметри матеріалу і зокрема металу. При зміні температури міняються пружні властивості металу, що призводить до зміни швидкості поширення механічних хвиль в металі. Існують прилади, які дозволяють вимірювати вплив температури на швидкість ультразвукових хвиль в металі [1]. Результати їх роботи стверджують що при зростанні температури швидкість поширення хвиль в металі зменшується.

Суть запропонованого методу вимірювання температури полягає у визначенні розподілу швидкостей повздовжніх акустичних хвиль в стінці труби і за знайденими залежностями визначення температури, яка відповідає швидкості на внутрішній її поверхні.

Швидкість поширення хвиль окрім температури залежить від властивостей металу, які в процесі експлуатації змінюються і тому невідомі на момент вимірювання. Важливими параметрами, які змінюються із температурою є відношення модуля Юнга до питомої густини металу. Ці величини вимірюються при відомій температурі на поверхні досліджуваної стінки труби за допомогою поверхневих акустичних хвиль Релея. Поверхневі акустичні хвилі Релея мають функціональну залежність із повздовжніми хвилями за через коефіцієнт Пуасона який можна виміряти заздалегідь згідно [2].

Швидкість поверхневих акустичних хвиль Релея визначається за результатами вимірювання часу поширення фазоманіпульованої хвилі синусоїдальної форми із використанням кореляційного методу вимірювання [3].

За допомогою подальших вимірювань визначається середня швидкість поширення повздовжніх хвиль в стінці труби резонансним методом. Температура на внутрішній стінці визначається за наступною формулою

$$T_2 = \frac{E_0 \cdot \mu + \rho_0 \cdot c_{l2}^2 \cdot (2 \cdot \mu^2 + \mu - 1)}{25 \cdot E_0 \cdot \mu \cdot \alpha_T + 3 \cdot \alpha_T \cdot \rho_0 \cdot c_{l2}^2 (2 \cdot \mu^2 + \mu - 1)},$$

де  $\mu$  - коефіцієнт Пуасона металу;

$E_0$  початковий модуль пружності,  $\rho_0$  - початкова питома густина;

$c_{l2}$  - середня швидкість поширення повздовжньої хвилі в досліджуваній стінці труби;

$\alpha_T$  - температурний коефіцієнт розширення металу.

**Висновки.** Розроблений метод вимірювання температури на внутрішній стінці труби дозволяє контролювати розподіл температур в стаціонарному тепловому режимі і за відомими залежностями визначати механічні напруження, які при цьому виникають, що підвищує інформативність контролю стану трубопроводу за рахунок збільшення кількості вимірюваних фізичних параметрів.

**Список посилань.**

1. Борисов Б.Ф. Способ определения температурного коэффициента скорости ультразвука/ Б.Ф. Борисов, А.И. Недбай // SU № 1742632. G01H 5/00. опубл. 23.06.92, бюл.№23.
2. Стрілецький Ю.Й. Метод неруйнівного контролю стану стінок металевого трубопроводу за зміною коефіцієнта Пуассона // Методи та прилади контролю якості. №36, 2016. ст.17-21.
3. Стрілецький Ю.Й. Дослідження перехідного імпедансу ізоляційного покриття підземних металевих трубопроводів// Методи та прилади контролю якості. №38, 2017, ст.14-21.

УДК 531.7

## ВПЛИВ ОЦІНОЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА МЕТРОЛОГІЧНУ НАДІЙНІСТЬ

к.т.н. *Томашевський О.В., Запорізький НТУ*; д.т.н. *Ігнаткін В.У., Дніпродзержинський НТУ*

## THE INFLUENCE OF THE ESTIMATED STATUS CHARACTERISTICS OF INFORMATION AND MEASURING EQUIPMENT ON METROLOGICAL RELIABILITY

*Ph.D. Tomashevsky O.V., Zaporizhzhia National University; Doct. Ignatkin V.U., Dniprovsk State Technical University*

**Вступ.** Для забезпечення високої якості промислової продукції, при проведенні експериментальних наукових досліджень велику роль грає метрологічна надійність роботи інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ), що приймає особливу актуальність з підвищенням складності ІВТ та широким впровадженням комп'ютерних технологій. Підтримка надійності роботи ІВТ є важливою задачею метрологічної служби підприємств та організацій. Для рішення цієї задачі, перш за все, потрібно визначити вплив характеристик, що оцінюють стан засобів ІВТ, на їх метрологічну надійність.

**Виклад матеріалу.** Надійність ЗВТ можна умовно розділити на технічну і метрологічну надійність [1,2]. Метрологічна надійність ІВТ – це їх властивість збереження працездатного стану упродовж деякого часу. Відмова засобу ІВТ – це подія, пов'язана з порушенням його працездатного стану і визначається як метрологічна відмова. Основними показниками метрологічної надійності ІВТ є:  $T_y$  - середня наробка (напрацювання) на явну відмову;  $T_p$  - середнє напрацювання на ремонт. Визначимо, нормований показник метрологічної надійності, як:  $\Theta_p = T_p / T_y$ .

До оціночних характеристик стану засобів ІВТ, що визначають їх технічну надійність, відносять:  $P_d$  - імовірність помилкової діагностики відмови;  $P_{np}$  - імовірність пропуску (не виявлення) відмови;  $K_G$  - коефіцієнтом готовності;  $K_B$  – коефіцієнтом вірогідності [1-3].

На підставі досить складних аналітичних моделей, запропонованих в [1,2], зроблені користі для практичного застосування розрахунки (таблиці 1,2), що показують зв'язок показника метрологічної надійності  $\Theta_p$  і основних характеристик технічної надійності.

Таблиця 1

Залежність нормованого показника метрологічної надійності  $\Theta_p$  від величини  $K_G, K_B$ , при  $P_{np} = 0.04$

$P_d$	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$K_G$	0.382	0.371	0.371	0.355	0.333	0.303	0.264	0.212
$K_B$	0.317	0.279	0.232	0.098	$4 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-14}$
$\Theta_p$	0.55	0.582	0.588	0.6003	0.615	0.633	0.654	0.72

Таблиця 2

Залежність нормованого показника метрологічної надійності  $\Theta_p$  від величини  $K_G, K_B$ , при  $P_d = 0.02$

$P_{np}$	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
$K_G$	0.35	0.36	0.374	0.391	0.408	0.42
$K_B$	0.098	0.097	0.098	0.096	0.09	0.06
$\Theta_p$	0.602	0.596	0.584	0.572	0.56	0.547

**Висновки.** Визначено, що нормований показник метрологічної надійності (середнє напрацювання на ремонт віднесене до середній наробки на явну відмову) буде зростати зі збільшенням імовірності помилкової діагностики відмови і зі зменшенням коефіцієнтів готовності та вірогідності. Зі зростанням імовірності не виявлення відмови зростають коефіцієнти готовності та вірогідності та зменшується нормований показник метрологічної надійності.

### Список посилань.

- Ігнаткін В.У., Віткін Л.М. Метрологічна надійність засобів вимірювальної техніки / В.У. Ігнаткін, Л.М.Віткін // Вимірювальна техніка та метрологія, № 69, 2008 р. – с.158-165.
- Ігнаткін В.У. Моделювання процесів метрологічного обслуговування засобів вимірювання / Вісник двигунобудування, 2014, №1, с.161-167.
- Ігнаткін В.У., Томашевський О.В. Коректування тривалості міжповітряних інтервалів засобів вимірювальної техніки за їх поточним технічним станом / Авиационно-космическая техника и технология, 2015, № 8(125), с.119-122.

УДК 621.317; 621.643

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТУ НА ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

*к.т.н. Цих В.С., к.т.н. Яворський А.В., Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, Україна*

## SOIL PARAMETERS INFLUENCE ON ANALYSIS OF BURIED PIPELINES COATING CONDITIONS

*Ph.D. Tsykh V.S., Ph.d. Yavorskyi A.V., Ivano-Frankivsk National Technical  
University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Підземні трубопроводи відіграють значну роль в системі транспортування енергоносіїв територією нашої держави. З часом їх стан значно погіршується під дією зовнішніх впливів, що може призводити до виникнення аварійних ситуацій. Для запобігання фінансових та матеріальних втрат внаслідок аварій, виникає потреба своєчасного та оперативного контролю стану таких трубопроводів.

**Виклад матеріалу.** Під час обстеження підземних трубопроводів на наявність дефектів ізоляції важливу роль відіграє інформація щодо параметрів ґрунту, який оточує досліджувану комунікацію. Досить часто, особливо на території складних технологічних об'єктів (таких як нафтоперекачувальні чи газокompресорні станції), можна зустріти ділянки трубопроводів, які пролягають не тільки під одним видом ґрунту, але і під різними покриттями – асфальтом, щебенем і т. ін. Окрім того, параметри ґрунту можуть суттєво відрізнятись (вологий чи сухий пісок, суглинок). Також слід звернути увагу на те, що деякі типи ґрунтів через підвищену корозійну активність, можуть здійснювати значний вплив на розвиток корозійних процесів матеріалу підземних трубопроводів [1].

У зв'язку із наведеним вище, виникає необхідність оцінювання впливу оточуючого ґрунтового середовища на процес обстеження стану ізоляційного покриття підземних трубопроводів. З метою максимально точного виявлення місця дефекту ізоляції запропоновано по чергово застосовувати два електромагнітних методи контролю: фазовий та амплітудний [2]. Однак у наведених залежностях [2] приймалося, що тип ґрунту на досліджуваній ділянці є однорідним, а дослідження поширювалися тільки на підземні трубопроводи, які розміщувалися під одним типом ґрунту. Для розширення сфери дії отриманих теоретичних залежностей необхідно додатково проаналізувати вплив зміни питомого опору ґрунту на досліджуваних ділянках підземних трубопроводів.

На основі проведених досліджень [2] отримана теоретична залежність для визначення зсуву фази вимірювального сигналу за наявності різних ґрунтів для бездефектних ділянок трубопроводів:

$$\varphi = 2\pi f \sqrt{\frac{R_C(L_P + L_{S1} + L_{S2})C_C}{Z_i + R_0 + R_C + R_S}} \quad (1)$$

де  $Z_i$  – вхідний опір генератора, Ом;  $R_0$  – опір розтіканню струмів у ґрунт з трубопроводу, Ом/м;  $R_C$  – погонний опір ізоляційного покриття, Ом/м;  $R_S$  – погонний опір оточуючого ґрунту, Ом/м;  $L_P$  – погонна індуктивність трубопроводу, Гн/м;  $L_{S1}$  – внутрішня індуктивність ґрунту як провідника, який оточує трубопровід, Гн/м;  $L_{S2}$  – зовнішня індуктивність трубопроводу, Гн/м;  $C_C$  – ємність ізоляції, Ф;  $f$  – робоча частота, Гц;  $\varphi$  – зсув фази вихідного сигналу відносно вхідного, рад.

Параметр  $L_{S1}$  розраховується згідно наступної залежності:

$$L_{S1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot (5.98 - \ln(r_p + \delta_C)) \sqrt{f / \rho_S}, \quad (2)$$

де  $r_p$  – зовнішній радіус досліджуваного трубопроводу, м;  $\delta_C$  – товщина ізоляції, м;  $f$  – частота змінного струму генератора, Гц;  $\rho_S$  – питомий опір ґрунту, який оточує трубопровід, Ом·м.

**Висновки.** Отримані залежності (1) та (2) дають змогу оцінювати вплив параметрів оточуючого ґрунтового середовища на процес виявлення дефектів ізоляційного покриття під час обстеження ділянок підземних трубопроводів.

### Список посилань.

1. Мухлін С.М. Вдосконалення методів та засобів контролю якості ізоляційного покриття трубопроводів, що знаходяться у вологих ґрунтах та під водою : дис. канд. тех. наук: 05.11.13 / Мухлін Сергій Михайлович. – Київ, 2012. – 192 с.
2. Цих В.С. Розроблення методу та засобу контролю дефектів ізоляції підземних трубопроводів : дис. канд. тех. наук: 05.11.13 / Цих Віталій Сергійович. – Івано-Франківськ, 2014. – 155 с.

УДК 631.171

**ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ НАГРІВАЧ ДЛЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ**

к.т.н. *Ващишак С.П.*, *Карпатська філія Українського державного центру радіочастот, м. Івано-Франківськ, Україна; Ламмерт П.*, *фірма Бош, Альтенкунштадт, Німеччина*

**HIGH-PERFORMANCE HEATER FOR ELECTRIC HEATING SYSTEMS**

*Ph.D. Vashchysyak S.*, *Carpathian affiliate the Ukrainian State Centre of Radio Frequencies, Ukraine, Lammert P.*, *Fr. Bosch, Altenkunstadt, Germany*

**Вступ.** Щоб створити комфортні умови у приміщеннях, де перебувають люди, застосовуються різноманітні системи опалення. Найефективніші з них – це системи електричного опалення, ККД яких сягає 99%. Основними недоліками існуючих приладів електричного опалення є їх тривалий час розігріву та перегрівання повітря відкритими спіралями. Для усунення цих недоліків спроектовано високоєфективний нагрівач, що дає змогу організувати опалення приміщення за короткий час.

**Виклад матеріалу.** Конструкцію нагрівного елемента нагрівача зображено на рис. 1, а. Корпус елемента складається з двох алюмінієвих панелей, з'єднаних між собою контактною зваркою, між якими розміщено шар терморезистивної пасти. Паста служить джерелом тепла елемента і нагрівається від постійного чи змінного струму, що подається на виводи живлення. Завдяки застосуванню терморезистивної пасти вдалося вирівняти температуру по довжині нагрівального елемента. Зовні алюмінієві пластини покриті тонким шаром срібла для зменшення часу передачі тепла від алюмінієвих панелей до навколишнього середовища і забезпечення максимальної тепловіддачі елемента.

Щоб запобігти електричному контакту терморезистивної пасти і шару срібла з алюмінієвими панелями, на них зсередини і ззовні наноситься тонкий шар ізоляційної ґрунтовки. Електрична потужність одного нагрівного елемента становить 100 Вт.

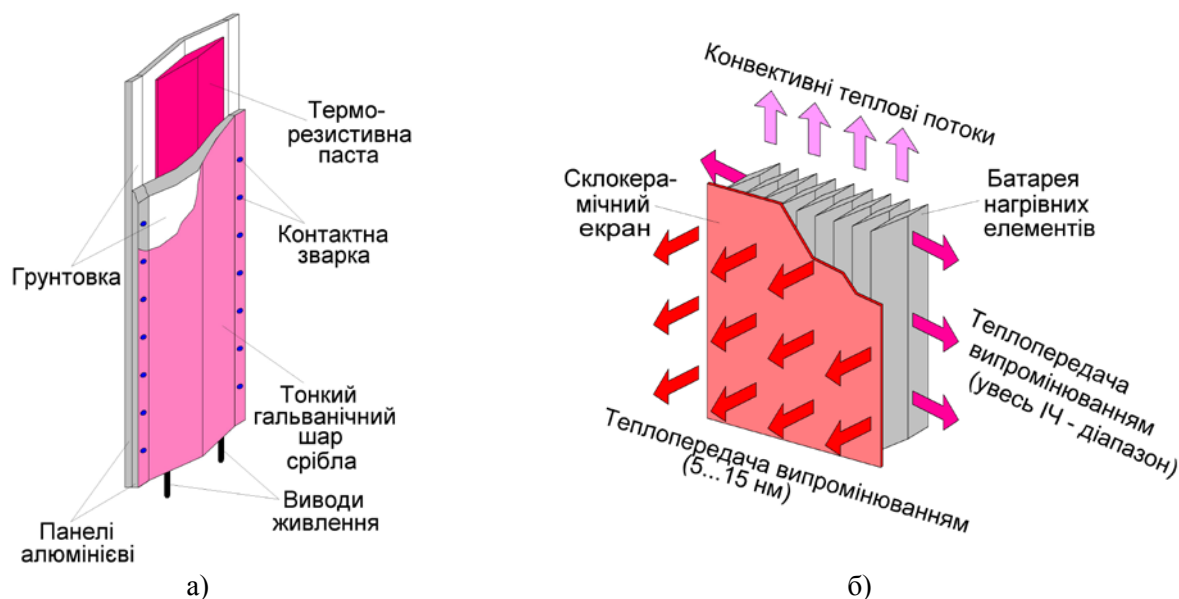


Рисунок 1 – Нагрівний елемент високоєфективного нагрівача а) та батарея з екраном б)

Нагрівні елементи об'єднуються в батарею (рис. 1, б), яка спереду закривається спеціально сконструйованим склокерамічним екраном, що має максимум потужності випромінювання в діапазоні 5–15 нм. Це дозволяє направляти всередину приміщення тільки те інфрачервоне (ІЧ) випромінювання, яке є корисне для організму людини. Боковини ж нагрівача випромінюють у всьому ІЧ-діапазоні. Також нагрівач створює конвективні теплові потоки середньої інтенсивності, які служать для перекривання доступу у приміщення холодного повітря з-під вікон.

Перевагами такого нагрівача є незначні габарити та маса, низький час розігріву до робочої температури (до 20 с), висока тепла ефективність та екологічність. Також, завдяки нанесенню терморезистивної пасти на спеціальну сітку, суттєво підвищилася надійність нагрівних елементів.

**Висновки.** Нагрівач з нагрівними елементами на основі терморезистивної пасти є високоєфективним електричним приладом, що дає змогу обігріти приміщення за короткий час, зекономити електроенергію і створити оптимальні умови для праці і відпочинку людей.

УДК 336.143

## КАМІН З ПОДВІЙНОЮ ВОДЯНОЮ СОРОЧКОЮ ТА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ

*к.т.н. Ващишак І.Р., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Україна; Шеремета Т., фірма Монделіс Глобал, Нью Йорк, США*

## FIREPLACE WITH DOUBLE WATER TUBE AND THERMOELECTRIC BATTERY

*Ph.d. Vashchyshak I.R., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine;  
Sheremeta T., Company Mondelez Global Inc, New York, USA*

**Introduction.** Fireplaces in private homes are used to create comfort and heat the room with warm air. Recently, widespread fireplaces with water tube, which are used in house water heating systems. In fireplaces with water tube thermal efficiency is much higher than that of an ordinary fireplace. The process of combustion of fuel in fireplaces with water tube is also much longer. But, a temperature can strongly grow here. From this heating can overheat the firebox with a water contour and a failure will happen. To prevent this, we propose a design of a fireplace with a double water tube and a thermoelectric battery.

**Presentation of the material.** Due to the fact that elements of the thermoelectric battery produce enough electricity only if there is a significant temperature difference they should be placed in the fireplace accordingly. The water tube of a fireplace has two contours placed one after another. The first contour is placed further away from the heat source. This contour provides cold water from the pipeline. The first contour serves to cool the elements of the thermoelectric battery. The second contour directly contacts the heat source and serves to heat the elements of the thermoelectric battery. Also, in this second contour the water is heated in the heat exchanger for the heating pipes.

The structure of a fireplace with a double water tube is shown in Fig. 1. Cold water from pipeline 1 through crane 2 is fed into the first contour (3) of the double water tube. In the second contour (4) double water tube there is a heat exchanger (5) of the water heating system. The heat exchanger (5) is connected to the radiators of the heating system (6) and the circulation pump (7). Between the contours of the double water tube there are elements of the thermoelectric battery (8). Surpluses of water, which arise up at heating of the first and second a contour, retire from them through the tubes (9). Excess water arising from the heating of the first and second contour is removed through the nozzles (10) and fed into the expansion tank (11). The cooled water from the tank (11) enters to the second contour of the double water tube for heating.

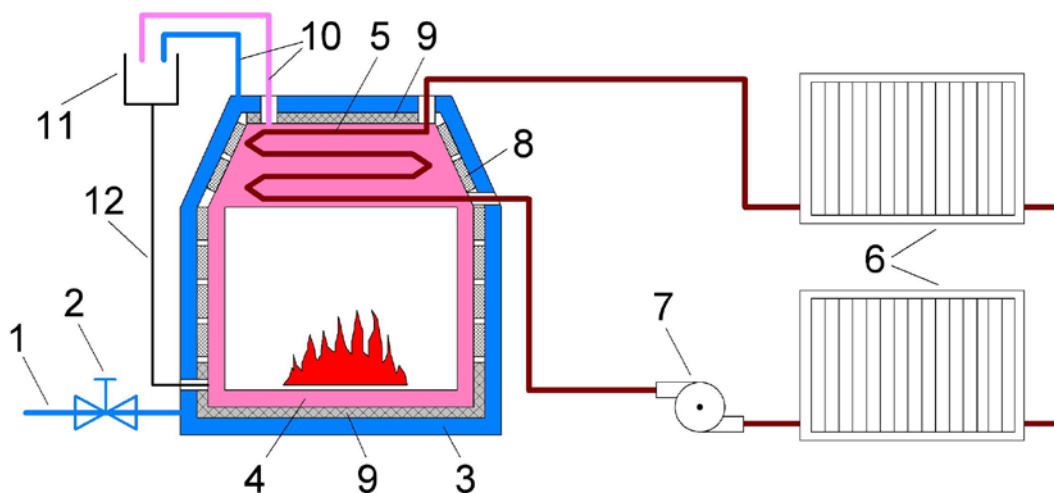


Figure 1 – Structure of a fireplace with a double water tube

The calculations carried out show that at the power of a fireplace with a double water tube of 20 kW, the power of the elements of the thermoelectric battery can reach 1 kW.

**Conclusions.** The developed design of fire-places allows to avoid the overheat of firebox with the water tube through the presence of two-contour circuit. At the overheat of water on the second contour, to it add cold water from the first contour through the expansion tank. The first contour is filled up cold water from a pipeline. Control of temperature of the fire-place with double water tube is carried out the automatic system. Energy from a thermoelectric battery can be used to operate of circulation pump, for the system of automation and for lighting in the house.

УДК 681.2.53.082.3

**ДИНАМІЧНІ СИНТЕЗАТОРИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ГАЗОАНАЛІТИЧНИХ ЗАСОБІВ***к.т.н. Ващурак Ю.З., д.т.н. Теплюх З.М., д.т.н. Ділай І.В., Національний  
Університет "Львівська Політехніка"***DYNAMIC SYNTHESIZERS FOR GAS ANALYTICAL MEANS TESTING***Ph.D. Vashkurak J.Z., Doct. Teplukh Z.M., Doct. Dilay I.V., Lviv Polytechnic National University*

**Вступ.** Зростання потреби у різноманітних газових сумішах заданого складу зумовлене вдосконаленням існуючих і розробленням нових технологій (мікроелектроніка, біологія), а також для перевірки (градування) газоаналітичних засобів і науково-дослідних робіт. Газові суміші продукують різними методами, проте промислового поширення набув один із статичних – метод парціальних тисків (в балонах під високим тиском), який покладений в основу централізованої системи одержання сумішей на газонаповнювальних станціях. Однак приготування таким методом складних багатокомпонентних газових сумішей заданого складу та їх зберігання є ускладненим, а часто і неможливим. Перспективним методом приготування складних газових сумішей є газодинамічний дросельний, на основі якого на місці споживання неперервно можна одержувати багатокомпонентні суміші заданого складу.

**Виклад матеріалу.** На синтез газодинамічним методом впливають різні завади, найбільше з яких – зміни зовнішніх тисків (тиски джерел компонентів, барометричного і тиску на виході пристрою), а також зміни температури доквілля і в джерелах компонентів. Ці завади спричиняють відхилення концентрацій компонентів у суміші від заданих щонайменше на рівні 2–3 %.

Вплив зовнішніх тисків обмежують різними засобами стабілізації тисків, як правило, надлишкових на входах дозуючих дроселів. Відомі також інші методи зменшення впливу зовнішніх тисків, зокрема стабілізацією абсолютних тисків на кінцях дозуючих капілярів. Проте вказані методи не забезпечують суттєвого усунення впливу зовнішніх тисків у газодинамічних синтезаторах. Встановлено, що вирівнювання тисків на кінцях дозуючих капілярів у схемі суматора призводить, щонайменше, до часткової компенсації впливу зовнішніх тисків. Це зумовлено однонапрявленістю зміни тисків і відповідними змінами витрат дозованих капілярами компонентів. Повна компенсація впливу зовнішніх тисків може бути забезпечена вибором розмірів капілярів із одержаної нами системи рівнянь. Застосування дозуючих капілярів, розміри яких відрізняються від розрахункових, спричиняє відхилення концентрації компонентів від заданих на рівні 4 % відн. Це відхилення при потребі можна зменшити скороченням довжин капілярів при вимірювальному контролі газоаналізатором значення концентрації компонента в синтезованій суміші. Розроблений і досліджений синтезатор двох сумішей – бінарної ( $\text{CO}_2 + \text{N}_2$ ) і потрійної ( $\text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{N}_2$ ) для калібрування аналізатора газів у крові. Встановлено, що граничні відхилення концентрацій компонентів від впливу зовнішніх тисків не перевищують  $4 \cdot 10^{-3} \%$ /кПа, а тому ними можна знехтувати. Синтезатори із схемою вирівнювання тисків і капілярами, розміри яких визначені за компенсаційними залежностями, практично не залежать від впливу зовнішніх тисків і не потребують високоточних засобів їх стабілізації.

Вплив температури усувають, як правило, термостатуванням з використанням електричних нагрівальних елементів, які є потенційно небезпечними у разі роботи з вибухонебезпечними газовими сумішами. Вирівнювання температури в каналах компонентів уможливує часткову компенсацію її впливу на концентрації компонентів одержуваних сумішей. Це зумовлене однонапрявленістю зміни температури і відповідно в'язкостей, густин всіх дозованих газів, а в результаті і їх витрат через капіляри. Для повної компенсації впливу температури на концентрації компонентів на виході змішувача потрібно реалізувати параметричну оптимізацію конструктивних розмірів дозуючих капілярів суматора потоків. Нами одержані компенсаційні залежності для визначення розмірів дозуючих капілярів динамічного змішувача, які забезпечують мінімізацію впливу температури на концентрації компонентів суміші. Розроблений і досліджений високоточний синтезатор газових сумішей для калібрування сигналізаторів метану. Встановлено, що граничні відхилення концентрацій компонентів від впливу зовнішніх тисків не перевищують  $10^{-3} \%$ /К, а тому ними можна знехтувати. Газодинамічні синтезатори з капілярами, розміри яких визначені за компенсаційними залежностями, практично не залежать від впливу температури і не потребують високоточних засобів її стабілізації.

**Висновки.** Конструктивні розміри дозуючих капілярів, визначені з умов мінімізації впливів тисків і температури, не збігаються і тому для конкретного синтезатора необхідно визначати їх оптимальні значення.

УДК 621.317.31; 519.6

## МОДЕЛІНГ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ

к.т.н. *Василенко О.В.*, к.ф.-м.н. *Сніжної Г.В.*, *Запорізький національний  
технічний університет, Україна*

## MODELING OF AUTOMATED SYSTEM FOR MAGNETIC SUSCEPTIBILITY MEASUREMENT

*Ph.D. Vasylenko O.V., Ph.D. Snizhnoi G.V., Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine*

**Introduction.** For measure of magnetic susceptibility, which has a high informative value when conducting research on the structural state of austenitic materials, various installations are used, for example, magnetometric scales with the registration of the zero position on the basis of determining the frequency change of LC generator. The block diagram of the automated system for magnetic susceptibility measuring is given in [1], the control of the measurement process is carried out by a microprocessor system. During the development of the system, the simulation and block design principle were applied, which allowed to automate and increase the accuracy during measurement of magnetic susceptibility.

**Presentation of the material.** The optimality of the projected system was checked by mathematical modeling, which was carried out in two stages: the construction of the model according to the selected criteria (modeling) and the implementation of the model experiment (simulation). The purpose of the simulation is to determine the quality of the system (stability, dynamic characteristics, sensitivity) and choose the directions of its parametric (structural) optimization.

To achieve this goal, the conceptual model of the automated magnetic susceptibility measurement system: model and macromodel of elements and subsystems of different levels of abstraction [2] has been developed; analysis of static and dynamic characteristics in the environment of the ECAD program Micro-Cap 11 Evaluation Version has been conducted. The resulting model is dynamic, nonlinear, quasi-causal [2]. At the stage of its simulation, behavioral elements, adapted for modern algorithm Spice 3G, which allows solving nonlinear algebra-differential equations with programming elements, has been widely used.

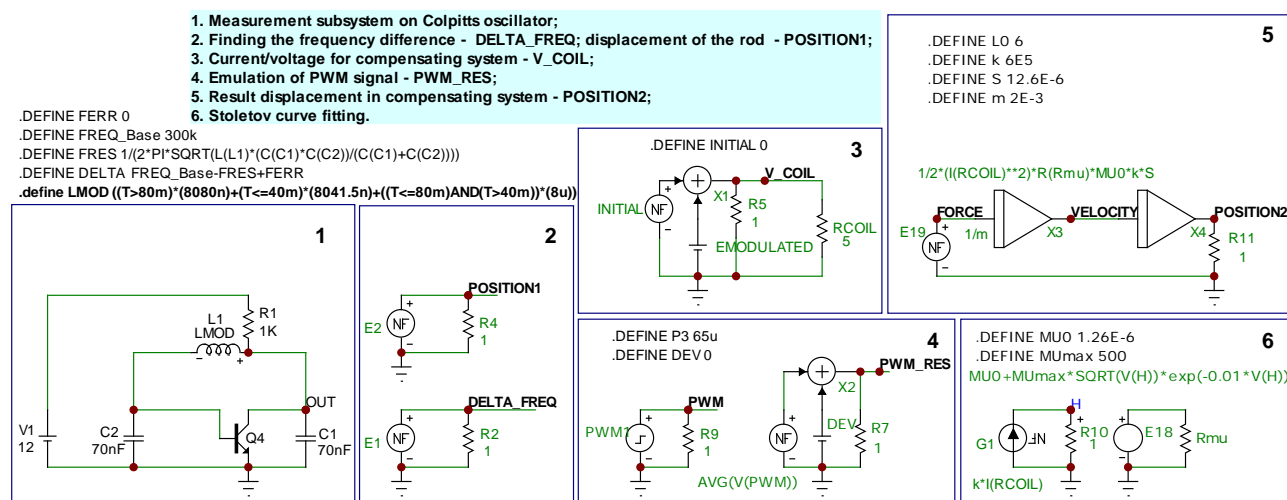


Figure 1 – Model of automated measurement system for Micro-Cap 11

**Conclusion.** New approach, chosen for measurement system modeling lies within the multidomain modeling paradigm, which allows us to investigate a wider spectrum of characteristics of nonlinear dynamic systems, in contrast to the standard approach adopted in the theory of automatic regulation, which focuses on the analysis of stationary processes in linearized systems. The developed model meets the criteria of adequacy and efficiency and open for editing. New subsystem's models can be used for research other ACS: model of PWM controller, model of oscillator with variable frequency, for example.

### References.

- Сніжної, Г.В. Автоматизована установка для визначення магнетної сприйнятливості криць та стопів / Г.В. Сніжної, Є.Л. Жавжаров // Збірник наукових праць "Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія "Радіотехніка. Радіоапаратобудування". – 2012. – №49. – С.136-141.
- Vasylenko, O.V. Modeling of multidomain automatic control Systems in ECAD // Вісник Академії митної служби України. Серія: Технічні науки. – 2015. – №1. – С.13-19.

УДК 681.121.04

## СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИ СВЕРДЛОВИНИ №180 НГВУ "ПОЛТАВАНАФТОГАЗ" ПАТ "УКРНАФТА"

*к.т.н. Рудак С.М., ПАТ "Укрнафта", м. Київ, Україна*

## CONTROLLED FROM DISTANCE CHECKING OF MINING HOLE №180 WORK "POLTAVA OIL & GAS PRODUCTION" OF "UKRNAFTA"

*Ph.D. Rudak S.M., Ukrnafta, Kyiv, Ukraine*

**Вступ.** З огляду на віддаленість газових свердловин (польові умови розташування), відсутність постійного контролю основних технологічних параметрів їхньої роботи та можливість несанкціонованого втручання в роботу, виникає гостра необхідність проектування систем дистанційного контролю свердловин (надалі СДКС) на об'єктах ПАТ "Укрнафта".

**Виклад матеріалу.** Враховуючи вищесказане, розроблено СДКС для свердловини №180 НГВУ "Полтаванафтогаз". Система призначена для збору інформації про стан технологічних параметрів гирла свердловини №180, передавання її в адмінбудівлі ПГРС ЦВНГ-2 (технологу) та НГВУ "Полтаванафтогаз" (сервер, сектор диспетчеризації, службу технічних сервісів, начальнику ТБВ) з подальшою функцією візуалізації. Системою передбачено дистанційний контроль:

- температури до штуцера;
- температури після штуцера;
- тиску в трубному просторі фонтанної арматури (надалі ФА);
- тиску в затрубному просторі ФА.
- розрядження акумуляторної батареї (надалі АБ);
- порогового рівня напруги АБ;
- стану напруги 220 В.

З метою виявлення несанкціонованого втручання в роботу свердловини (технологічний процес) проектом передбачено дистанційний контроль:

- положення засувки гирла свердловини: Зс2, Зс8, Зс10, Зс12, Зс13;
- стану / положення дверей шафи контролю поз. ШК.

Контроль температур до та після штуцера здійснюється перетворювачами вимірювальними МТМ201. Контроль тиску – давачами надлишкового тиску типу Сафір-М-5160. Контроль положення засувки (Зс2, Зс8, Зс10, Зс12, Зс13) – кінцевими магнітними вимикачами типу GO Switch 73. Контроль розрядження акумуляторної батареї (АБ) та порогового рівня напруги АБ – блоком живлення типу IRPS. Аналогові сигнали від давачів (перетворювачів) поступають на модуль аналогового вводу ПЛК типу М-7017Z, дискретні сигнали – на модуль дискретного вводу типу М-7051 контролера типу uPAC-7186EXD-FD.

Передавання даних від контролера в адмінбудівлю ПГРС (технологу) реалізовано з використанням GSM/GPRS модему типу iRZMC52iT.

Система забезпечує:

- а) збирання і опрацювання сигналів ЗВТ;
- б) контроль значень параметрів, що вимірюються;
- в) обчислення результатів вимірювання (за необхідності);
- г) автоматичне друкування протоколу за звітний період (добу, місяць, визначений період);
- д) архівування поточної інформації (температури до та після штуцера, трубного та затрубного тисків, тиску в шлейфі після штуцера, положення засувки, стан/положення дверей шафи контролю, стан напруги 220 В).

Подання інформації на дисплей АРМ оператора виконується в інтегрованій формі (мнемосхеми, таблиці, графіки і т.п.):

- а) мнемосхема Системи з відображенням миттєвих значень параметрів;
- б) сторінка технологічних параметрів;
- в) архівні тренди;
- г) сторінка для введення констант і характеристик параметрів.

**Висновки.** Отже, з початком проектування на об'єктах ПАТ "Укрнафта" СДКС, визначається новий вектор розвитку автоматизованих систем, здатний вирішувати питання постійного віддаленого контролю роботи технологічного устаткування, в тому числі гирла газових свердловин та дозволяє убезпечити обладнання від сторонніх несанкціонованих впливів.

УДК 66.022

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ У КОСМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

*к.т.н. Івіцький І.І., к.т.н. Сівецький В.І., д.т.н. Колосов О.Є., к.т.н. Сокольський О.Л.,  
Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ*

## INTELLIGENT POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS IN THE SPACE INDUSTRY

*Ph.D. Ivitskiy I.I., Ph.D. Sivetskiy V.I., Doct. Kolosov O.E., Ph.D. Sokolskiy O.L.,  
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

**Вступ.** Здійснення безперервного онлайн моніторингу стану відповідальних деталей та вузлів дозволяє вирішити цілу низку проблем у космічній промисловості. Зокрема, введення у відповідальні вузли, виготовлені з полімерних композиційних матеріалів, інтелектуальних датчиків дозволяє проводити дистанційний контроль та моніторинг напружено-деформованого стану (НДС) безпосередньо під час руху апарату в режимі реального часу.

**Виклад матеріалу.** Інтелектуальний датчик (ІД) – це мініатюрний вимірювальний пристрій у вигляді конструктивної сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, яка вимірюється і контролюється, який виробляє вихідний сигнал, зручний для дистанційного передавання, зберігання та використання у системах керування і має нормовані характеристики [1].

Такі датчики мають застосування у авіакосмічному секторі, зокрема у космічній галузі для отримання інформації про стан найбільш відповідальних вузлів (обтічники, стабілізатори) у реальному часі, а також більш деталізованої інформації про НДС під час випробувань. Крім того, застосування таких пристроїв у авіаційній галузі дозволяє здійснювати контроль експлуатаційних характеристик деталей та вузлів літаків під час польоту, а також оптимізувати період міжпольотного обслуговування літаків за рахунок он-лайн моніторингу НДС вузлів [2].

Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали (ІПКМ) найчастіше використовуються в якості оболонок конструкцій силового і спеціального призначення. Інтелектуальна оболонка являє собою сукупність електронних пристроїв, які здійснюють прийом, переробку і передачу інформації. Вони розміщені безпосередньо в самій обшивці, що виконується з ІПКМ [3].

Датчики, які отримують і обробляють сигнали, що виникають при механічному впливі на матеріал, використовують процеси акустичної, електронної, молекулярної, електромагнітної емісії.

Імпульси електромагнітного поля реєструються при зародженні та розвитку тріщин, розриві волокон, розшаруванні матеріалу. Електромагнітна емісія дозволяє прогнозувати з високою точністю міцність вузла, граничні навантаження, залишковий ресурс роботи вузлів, що експлуатуються в умовах статичного, динамічного, вібраційного навантажень. При дії на матеріал динамічних навантажень (удар, імпульсний акустичний або тепловий вплив) емісія виникає як в точці впливу, так і в напрямку поширення акустичних хвиль, і несе інформацію про внутрішню будову матеріалу.

Слід зауважити, що проблема отримання даних з ІД, введених у полімерний композит, багатопланова. З одного боку, питання стосується технології та обладнання для введення датчиків в полімерні композити, інтерпретації даних деформацій і інших властивостей, отриманих від датчиків, та пов'язане з полімерною інженерією. З іншого боку, питання прийому сигналів про глибину залягання інтелектуальних датчиків і їх подальша обробка пов'язані з неруйнівним контролем.

**Висновки.** Застосування інтелектуальних датчиків при виготовленні відповідальних деталей та вузлів космічних апаратів дозволяє здійснювати неперервний контроль цілісності з моніторингом напружено-деформованого стану. Такий контроль дозволяє вчасно реагувати на критичні навантаження та деформації, що значно підвищує рівень безпеки.

### Список посилань.

1. Сівецький В. І. Методи та пристрої для виготовлення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький, О. Є. Колосов, В. М. Куриленко // Вісник НТУ «ХПІ». Механіко-технологічні системи та комплекси. — 2016. — №4. — С. 95—101.
2. Сівецький В. І. Перспективи створення й використання інтелектуальних виробів із наномодифікованих полімерних композитів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький, В. М. Куриленко // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2017. — №1(16). — С. 7—14.
3. Івіцький І. І. Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали у авіакосмічній промисловості / І. І. Івіцький, В. І. Сівецький, О. Є. Колосов, О. Л. Сокольський // АВІА-2017 : XIII міжнар. наук.-техн. конф., 19-21 квітня 2017 р. : матеріали конф. — Київ, 2017. — С. 27.134—27.136.

УДК 539.5 : 541.16: 66-95: 678.5

## ВУГЛЕПЛАСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ РЕАКТОПЛАСТІВ

*д.т.н. Колосов О.Є., Національний технічний університет України  
"КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ*

## FUNCTIONALITY OF CARBON PLASTICS BASED ON REACTOPLASTS

*Doct. Kolosov A.E., National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

**Introduction.** At present, a promising solution to the problem of surface modification of carbon-fiber plastics and polymer binders – PB for improvement of the operational properties of the hardened product was to create a carbon-fiber-plastic combined filling. In such plastics a continuous carbon fiber was combined with a PB in which ultrafine carbon nanoparticles were uniformly distributed.

**Discussion of the results.** The typical requirements imposed on construction materials used in load-bearing elements are high tensile, compression and fatigue strength and rigidity, stability to dynamic loads, low mass, high durability, thermal and corrosion resistance, and high reliability [1 – 5]. Carbon-fiber plastics made of thermoreactive (epoxy) matrices satisfy these main requirements.

Nanomodified (NM) polymer composite materials (PCMs) with fibrous reinforcing fillers (e.g., carbon fibers) and a PBs containing nanoparticles are intended primarily for use in high-load and especially reliable items for the chemical, engineering, aviation, aerospace, and other industrial sectors. PCMs containing fiberglass, organic fibers, and carbon fibers characteristically have high compression strengths, elasticity modulus, and fatigue strength in addition to low creep, stable dimensions, high chemical and radiation resistance, and good workability, in contrast with traditional metals.

Carbon-fiber PCMs are used more and more in chemical and petrochemical equipment, including as materials for various types of pipelines. This is due exclusively to the high operational properties of such PCMs, especially if the load on the structural element or fitting is oriented in the direction of the carbon fibers. In this instance, the PCMs combine high specific strength, high elasticity modulus, and thermal strength. High values of these parameters were achieved earlier mainly by increasing the characteristics of the reinforcing carbon-fiber filler. Carbon fiber is a NMPCM in which nanocrystallites connected to each other by amorphous turbostratic carbon are oriented in a certain manner. Such fibers are characterized by exceptionally high strength ( $\sigma_t > 700$  MPa) and elasticity modulus ( $E > 60$  GPa).

The elastic and strength parameters of a PBs are typically an order of magnitude lower than those of carbon fiber. The parameters of the polymer matrices of structural carbon-fiber plastics can potentially be increased by modifying them with fullerenes, their mixtures and derivatives, and fulleroid carbon nanoparticles (astralenes and carbon nanotubes – CNT). For example, NTS astralene nanoparticles are added to the binder and carbon-fiber PCMs during preparation of the PB used to produce the prepregs.

The nanoparticles are dispersed by low-frequency ultrasonic (US) treatment in the solvent used to prepare the binder to form a suspension of carbon nanoparticles. The resulting suspension is mixed with the binder components and adjusted to the required concentration. Then, the carbon filler is soaked with PB containing astralene nanoparticles. The resulting prepreg is dried. Subsequent operations for preparing NM carbon-fiber PCMs are practically unchanged.

**Conclusion.** The development of new economically efficient and technically advantageous methods for surface modification of carbon fibers and PBs, including US, in order to improve the mechanical and operational properties of NM carbon-fiber PCMs is a crucial problem for polymer materials science.

### References.

1. A.E. Kolosov. Preparation of Reactoplastic Nano-Modified Polymer Composites. Part 5. Advantages of Using Nano-Modified Structural Carbon-Fiber Composites (A Review). *Chemical and Petroleum Engineering*, Vol. 52, Nos. 9-10, 2017. DOI 10.1007/sl0556-017-0259-0
2. O. E. Kolosov, V. I. Sivetskii, O. P. Kolosova. Preparation of Fiber-Filled Reactoplastic Polymer Composite Materials with Ultrasonic Treatment [in Ukrainian]. VPK Politekhnik, Kiev, 2015.
3. E. P. Kolosova, V. V. Vanin, G. A. Virchenko, A. E. Kolosov. Modeling of manufacturing processes of reactoplastic composite-fibrous materials [in Ukrainian]. VPI VPK Politekhnik, Kiev, 2016.
4. E. P. Kolosova, V. V. Vanin, A. E. Kolosov, V. I. Sivetskii. Modeling of processes and equipment for the manufacturing of thermosetting materials [in Ukrainian]. Igor Sikorsky KPI, Kiev, 2017.
5. Kolosov A. E., Kolosova E. P. Functional Materials for Construction Application Based on Classical and Nano Composites: Production and Properties. *In: Recent Developments in the Field of Carbon Fibers. Eds.: Rita Khanna, Romina Cayumil. InTechOpen, 2018. ISBN: 978-953-51-6055-7*

УДК 539.5 : 541.16: 66-95: 678.5

**МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ ВУГЛЕЦЕВИХ  
НАНОАПОВНЮВАЧІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ  
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОЛІМЕРНИХ РЕАКТОПЛАСТІВ**

*к.т.н. Колосова О.П., д.т.н. Ванін В.В., Національний технічний університет України  
"КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ*

**MODELING OF STRUCTURAL PARAMETERS OF CARBON NANOFILLERS  
INTENDED FOR FORMATION OF FUNCTIONAL POLYMERIC REACTOPLASTS**

*Ph.D. Kolosova E. P., Doct. Vanin V. V., National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

**Introduction.** At present, the following fibrous nanofillers: fullerenes, carbon nanotubes (CNTs), both single-layered and multilayer, as well as carbon nanofibers (CNF), have found the greatest use as carbon nanofillers used to create nanomodified (NM) polymer composite materials (PCMs). They are among the most important objects of modern nanotechnology and, therefore, are the basis for creating a new generation of various functional materials and devices based on them.

**Discussion of the results.**

CNTs have a number of unique properties that distinguish them from classical PCM macrofillers [1 – 3]. It is known that thin single-walled CNTs have a maximum specific surface area (up to 1360 m<sup>2</sup>/g). The basic structural parameters of CNTs are carcass shape, the diameter, number of layers, chirality, specific surface area. At the same time, they are more prone to the formation of agglomerates by Van der Waals forces than other nanofillers. And the existing methods for the production of single-walled CNTs do not yet allow them to be produced in industrial quantities.

As fillers of polymers at the optimal concentration of CNTs and carbon nanofibers (CNF) are capable of: increase electrical conductivity; increase thermal conductivity, heat resistance, ignition temperature; improve mechanical characteristics; to change the structure of the polymer, including to increase the degree of its crystallinity, to increase the glass transition temperature; to impart to the filled composites certain functional properties (electrical conductivity, the ability to remove static charges, to dissipate and absorb radio waves or laser radiation, to enhance electroluminescence, to increase the crack resistance of other physical, mechanical and operational characteristics) [4].

"Classical" macrofibers [1–3] with CNTs are considered today as a basis for creating primarily functional (for example, highly loaded) structural materials and products based on them. This, in particular: 1) lightweight, responsible (highly loaded) parts of aircraft and mechanical devices; 2) special-purpose items (bullet-proof vests, helmets, suits with heaters woven into reinforcing fabric, sensors and actuators, "liquid armor", etc.). In this case, the physical (and chemical) properties of nanoparticles and nanostructures are determined not by the laws of classical Newtonian physics, but by quantum-mechanical statistical laws of the nanoscience. With the development of production, cost reduction and world prices for CNTs (which occurs quite quickly), the areas of application of such fibers and fabrics will expand significantly. No less promising direction of the use of functional PCMs is the replacement of metal wires of power lines with macrofibers from CNTs. Fibers and fabrics with CNT are also promising for the manufacture of sporting shells, in particular tennis racquets, skis, hockey sticks, bumpers and car parts, bicycle frames and much more.

**Conclusion.** Therefore, it is not surprising that many economically developed Western countries in the next 20–30 years attribute further economic growth of their countries with the orientation of industrial branches to the production and use of nanostructured materials and NMPCMs. In connection with the foregoing, the modeling of structural parameters of carbon nanofillers intended for the formation of functional PCMs is an urgent task of polymer material science and investigators.

**References.**

1. O. E. Kolosov, V. I. Sivetskii, O. P. Kolosova. Preparation of Fiber-Filled Reactoplastic Polymer Composite Materials with Ultrasonic Treatment [in Ukrainian]. VPK Politekhnik, Kiev, 2015.
2. E. P. Kolosova, V. V. Vanin, G. A. Virchenko, A. E. Kolosov. Modeling of manufacturing processes of reactoplastic composite-fibrous materials [in Ukrainian]. VPI VPK Politekhnik, Kiev, 2016.
3. E. P. Kolosova, V. V. Vanin, A. E. Kolosov, V. I. Sivetskii. Modeling of processes and equipment for the manufacturing of thermosetting materials [in Ukrainian]. Igor Sikorsky KPI, Kiev, 2017.
4. Kolosov A. E., Kolosova E. P. Functional Materials for Construction Application Based on Classical and Nano Composites: Production and Properties. *In: Recent Developments in the Field of Carbon Fibers. Eds.: Rita Khanna, Romina Cayumil. InTechOpen, 2018. ISBN: 978-953-51-6055-7*

УДК 674.815 : 631.572

## ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ СТІНОВИХ ЛИЧКУВАЛЬНИХ ПАНЕЛЕЙ ВИГОТОВЛЕНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ СТЕБЕЛ РІПАКУ

*к.т.н. Копанський М.М., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

## FEATURES OF MANUFACTURING WALL FACING PANELS USING RAPE STALKS

*Ph.D. Kopansky M., Ukrainian National Forestry University, Lviv*

**Актуальність теми.** Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового виробництва та виробництва деревинних композиційних матеріалів дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і стебел ріпаку. Із стебел ріпаку (2-6 тонн з гектара) можна виготовляти папір, целюлозу, картон.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – встановити закономірності впливу технологічних параметрів на властивості личкувальних панелей, виготовлених на основі лігноцелюлозних композиційних матеріалів з наповнювачем із деревини та подрібнених стебел ріпаку.

Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

- дослідити вплив складу вихідної композиції, розмірів ріпакових частинок на фізико-механічні властивості личкувальних панелей.

- встановити можливість і доказати доцільність використання стебел ріпаку у виробництві стінових личкувальних панелей з необхідними естетичними якостями;

**Методика досліджень.** Дослідження проводилися за трьома напрямками.

Перший напрямок дослідження був направлений на визначення впливу співвідношення ріпакових і деревинних частинок у вихідній композиції на фізико – механічні властивості арболіту.

Другий напрямок досліджень був присвячений визначенню впливу фракції ріпакових частинок на фізико – механічні показники та естетичні якості личкувальних панелей.

Третій напрямок досліджень був направлений на дослідження впливу вмісту клею на фізико-механічні властивості личкувальних панелей.

Процес виготовлення зразків здійснювався за існуючою технологією і складався з п'яти етапів:

- підготовки ріпакової сировини;
- приготування клею;
- змішування частинок з клеєм;
- формування брикету;
- пресування дослідних зразків.

Личкувальні панелі плоского пресування виготовлялися гарячим пресуванням обсмолених деревинних і ріпакових (їх суміші) частинок.

Виготовлялись дослідні зразки розмірами 270×270 мм. Вологість виготовлених панелей становила 7-8%.

**Результати досліджень.** Отримано личкувальні панелі двох видів:

- не личковані – з дрібної і великої фракції із задовільними естетичними якостями;
- личковані лущеним шпоном та шпоном струганим цінних порід з відмінними естетичними якостями.

Аналіз результатів експериментальних досліджень закономірностей впливу сировини і матеріалів на властивості личкувальних панелей дає змогу стверджувати що деревинні личкувальні панелі, виготовлені за звичайною технологією, з додаванням у композицію до 25% ріпакових частинок мають механічні показники, які відповідають вимогам діючого державного стандарту ДСТУ EN 312-2:2003.

**Висновки.** На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано способи виготовлення стінових личкувальних панелей з використанням відходів ріпаку які дають змогу розширити сировинну базу для їх виготовлення завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, зменшити собівартість панелей і, відповідно, зекономити цінну деревинну сировину.

УДК 66.023.001.33

**ПРИСТРОЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО УКЛАДАННЯ КІЛЬЦЕВИХ НАСАДОК У МАСООБМІННОМУ АПАРАТІ***д.т.н. Мікульонюк І.О., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ***DEVICES FOR SPACING PLACEMENT OF RING PACKING ELEMENTS IN THE MASS-TRANSFER APPARATUS***Doct. Mikulionok I.O., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

**Вступ.** Одними з найпоширеніших насадкових тіл масообмінних апаратів є виготовлені з металу, кераміки або пластмаси кільця Рашига, виконані у вигляді прямого кільцевого циліндра, висота якого дорівнює їх зовнішньому діаметру [1]. Кільця Рашига розміщують у масообмінному апараті як невпорядковано (навалом), так і більш ефективно – впорядковано (регулярна насадка). Основний недолік цих елементів насадки – різні гідродинамічні режими всередині кожного насадкового тіла та між цими тілами, що погіршує умови проходження процесу масообміну.

**Виклад матеріалу.** Для забезпечення схожих гідродинамічних режимів всередині кожного насадкового тіла та між сусідніми тілами запропоновано спосіб їх укладання з проміжком одне відносно одного зі зміщенням кілець кожного наступного шару відносно попереднього [2]. Порівняно з традиційним щільним укладанням кільцевих насадкових тіл в апараті (з контактом одне з одним у певному шарі насадки) їх розміщення з проміжком одне відносно одного забезпечує схожі гідродинамічні режими як всередині кожного насадкового тіла, так і між цими тілами. Недолік цього рішення – складність рівномірного укладання сусідніх кільцевих насадкових тіл із забезпеченням потрібного проміжку між ними, а також збереження цього проміжку під час роботи апарата.

Автором запропоновано декілька технічних рішень щодо спрощення та поліпшення засобів зазначеного призначення. Так, розроблено елемент, виконаний у вигляді m-подібної скоби, ширина внутрішньої ніжки якої визначає величину проміжку між сусідніми насадковими тілами, а зовнішні ніжки призначені для фіксації зазначених насадкових тіл між собою. У найприйнятнішому прикладі виконання елемента його виготовлено з дроту або пластини постійної товщини [3]. Недолік цього елемента – можливість застосування лише для кільцевих насадкових тіл певної товщини, що істотно звужує технологічні можливості елемента. Крім того, внаслідок виступу цих елементів над торцевими поверхнями кільцевих насадкових тіл збільшується відстань (по висоті) між сусідніми кільцевими насадковими тілами, а отже і зменшується питома поверхня контактної частини масообмінного апарата.

У зв'язку із зазначеним розроблено декілька відповідних пристроїв, вільних від цього недоліку [4–6]. Відповідно до патенту [4] пристрій складається з двох розміщених в одній площині і з'єднаних між собою перемичкою пружних фіксаторів, кожний з яких виконано у вигляді дуги кола з центральним кутом понад  $180^\circ$  і радіусом, що відповідає радіусу кільцевих насадкових тіл. Згідно з патентом [5] пристрій виконано у вигляді розрізного пружного кільця з розташованими в його площині виступами, а згідно з патентом [6] пристрій виконано у вигляді круглого кільцевого циліндра із зовнішнім буртиком або зовнішньою відбортовкою на одному з його торців.

**Висновки.** Розроблені засоби характеризуються низькою матеріалоемністю й високою технологічністю та забезпечують простоту укладання кільцевих насадкових тіл в апараті з потрібним проміжком між ними, величина якого зберігається під час експлуатації апарата.

**Список посилань.**

1. Мікульонюк І.О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник / І.О. Мікульонюк. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 337 с.
2. Спосіб регулярної укладки кільцевої насадки: пат. 2440843 Російська Федерация. № 2010108213/05 ; заявл. 09.03.10 ; опубл. 27.01.12, Бюл. № 3.
3. Елемент для дистанційного регулярного укладання кільцевих насадкових тіл у масообмінному апараті: пат. 75745 У Україна. № u2012 06914; заявл. 06.06.2012; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 23.
4. Елемент для дистанційного укладання кільцевих насадкових тіл у масообмінному апараті: пат. 107206 У Україна. № u2015 11726; заявл. 27.11.2015; опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10.
5. Елемент для дистанційного укладання кільцевих насадкових тіл у масообмінному апараті: пат. 107208 У Україна. № u2015 11728; заявл. 27.11.2015; опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10.
6. Елемент для дистанційного укладання кільцевих насадкових тіл у масообмінному апараті: пат. 107209 У Україна. № u2015 11729; заявл. 27.11.2015; опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10.

УДК 691.175.743; 621.793.3

## ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

*к.т.н. Моравський В.С., Кучеренко А.М., к.т.н. Масюк А.С., к.т.н. Гриценко О.М., Паньків М.П.,  
Національний університет "Львівська політехніка", Україна; к.т.н. Дулебова Л., Технічний  
університет в Кошицах, м. Кошице, Словаччина*

## THE TECHNOLOGY OF OBTAINING OF METAL-FILLED POLYMER COMPOSITES

*Ph.D. Moravskiy V.S., Kucherenko A.N., Ph.D. Masyuk A.S., Ph.D. Grytsenko O.N., Pankiv M.P., Lviv  
Polytechnic National University, Ukraine; Ph.D. Dulebova L., Technical University of Kosice,  
Kosice, Slovak Republic*

**Introduction.** Polymer composite materials containing a metal fillers are widely used in the electrical and electronic industries, as well as materials for maintenance. The promising direction of using metal-filled polymeric composites is their use as shielding materials. This is due to the significant increase in the number of portable sources of electromagnetic radiation, which can include mobile phones, tablets, laptops and other devices for which work is required to connect to mobile networks. The protection of such devices from electromagnetic radiation is a necessary condition for maintenance of normal operation. Problems in creating such composites consist in the fact that in order to provide the necessary level of protection it is necessary to introduce in a polymer matrix a significant amount of filler to achieve the percolation threshold. The high concentration of the filler not only increases the cost and mass of the product, but also reduces the manufacturability of materials. In order to reduce the amount of filler necessary to achieve the percolation threshold, various anisotropic and extending metal fillers have been widely studied in recent years.

**The material.** The proposed method of introducing of metal filler into a polymer matrix at the stage of obtaining the final product as a result of the metallization of the surface of the initial polymeric raw material [1, 2] is interesting in terms of the possibility of obtaining high-tech materials. This technology of obtaining of metal-filled polymer composites allows excluding a separate stage of mixing of the pure polymer with a metal filler. The introduction of metal into a polymer matrix occurs directly at the stage of forming the product using standard equipment. The developed technology of metallization of the surface of polymer raw material is marked by simplicity (consists of only two stages) and does not require the use of harmful and expensive substances and can be applied to almost for any polymers. The first stage is the activation of the surface of the initial polymeric raw materials; the second stage is the metallization of the activated surface.

The activation of the polymeric surface occurs as a result of processing in a ball mill in the presence of a powder of the activator. As a result of this treatment, the powder of the activator metal is firmly fixed on the polymeric surface and at the next stage activates the metallization process in the chemical recovery solutions. The activation of the polymeric surface was carried out with zinc powder, as a solution of chemical metallization, a solution of  $\text{CuSO}_4$ , a complexing agent -  $\text{EDTA-Na}_2$ , a reducing agent - formalin was used.

The developed technology can be used for metallization of granular and powdered-like polymeric raw materials. In the case of the use of granular polymers, for the production of metal-filled composites, there is a problem of the introduction of a significant amount of metal. The metallization of powdered-like polymeric raw materials due to the developed surface area provides the formation of a thin layer of metal coating, which is easily destroyed during processing. In addition, the use of powder polymers allows to enter a much larger amount of metal into the final composite and to obtain materials that are characterized by higher operational and technological properties.

**Conclusions.** The proposed technology and the obtained metal-filled polymer composites can be used as effective shielding materials for protection against electromagnetic radiation. The processing of such metallized polymeric raw materials provides the introduction and uniform distribution in the polymer matrix the metal filler in the form of long two-dimensional elements, which are formed as a result of destruction and shredding of a metal shell and providing high shielding properties.

### Reference.

1. В.С. Моравський, І.А. Тимків, П.Т. Боднарчук Вісник Національного університету "Львівська політехніка": Хімія, технологія речовин та їх застосування". 405-409, 841 (2016).
2. V.Moravskiy, I. Dziaman, S. Suberliak, O. Grytsenko, M. Kuznetsova 7th International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties. 03NNSA18, 3 (2017).

УДК 004.716

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ СИГНАЛУ ДЛЯ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ У БЕЗПРОВОДОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ТА МЕРЕЖАХ

д.т.н. Горбатий І.В., Іванов О.Ю., *Національний університет "Львівська політехніка"*

## RESEARCHING OF MODERN SIGNAL MODULATION METHODS FOR THE DATA TRANSMISSION IN WIRELESS TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS

Doct. Horbatiy I.V., Ivanov O.Y., *Lviv Polytechnic National University*

**Introduction.** In 1973, the first cellular network appeared. Starting from this moment, cellular communication has been rapidly developing and improving. There are four generations of cellular communication known for today: 1G, 2G, 3G, 4G. In each generation, various telecommunication technologies and, in particular, different types of signal modulation were used. The modern, fourth generation of cellular communications, which was later called the International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced), was subordinated to 100 Mbps data transmission rate for high mobility users (from 10 km/h to 120 km/h) and 1 Gbps for low mobility users (up to 10 km/h) at 40 MHz channel bandwidth.

The further development of the fourth-generation cellular technology has become LTE technology. Although this technology was developed within the third generation of 3GPP, its current versions meet all requirements of the fourth generation. Based on it, LTE Advanced was created in 2011.

**Presentation of the material.** An main task that needs scientific research is the further increase of the data transmission rate in cellular networks. A large number of publications related to this area of research [1, 2]. In the publications mentioned, one of the options of increasing the data transmission rate is the forming of modern high-performance signal-code constructions using known and new methods of the signal modulation and correcting codes. The purpose of this work is a comparative analysis of the signal modulation methods in modern cellular networks to identify among them such that provide the high data transmission rate.

In this work a comparative analysis of signal modulation methods used in networks based on the standard LTE-Advanced was carried out. Among the most commonly used in such networks, there are variants of modulation QPSK, QAM-16, QAM-64. Prospective applications for new varieties of the LTE standard are QAM-128 and QAM-256.

According to the results of the research, correlations of the probability of a bit error rate from the ratio of the signal power to the power spectral density of white noise for the investigated types of the signal modulation (Figure 1) were obtained.

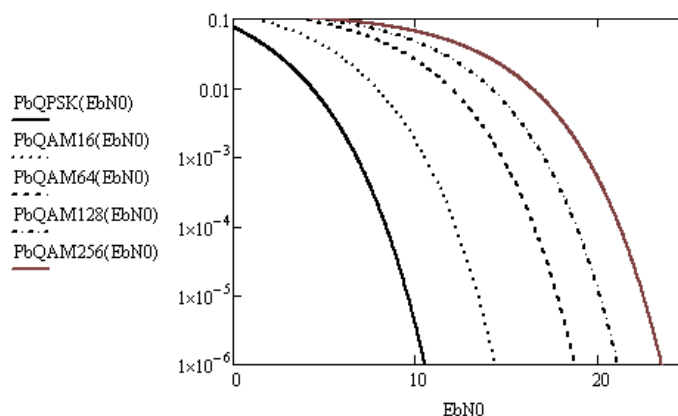


Figure 1 – The research results of parameters for varieties of digital modulation.

**Conclusion.** According to the research results, it is concluded that in order to increase the data transmission rate in the fourth generation cellular networks, it is advisable to use varieties of digital modulation with more information symbols, including QAM-128 and QAM-256.

### References.

1. H. Holma, A. Toskala, "LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA based radio access", John Wiley & Sons Inc, 2009.
2. M. Noori, M. Ardakani, "On symbol mapping for binary physical layer network coding with PSK modulation", IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 11, no. 1, pp. 21-26, Jan. 2012.

УДК 621.38

## МОДЕЛЮВАННЯ НВЧ ПОЛЯ У ХВИЛЕВОДНО-РЕЗОНАТОРНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ПІДПАЛУ ГАЗОВОГО РОЗРЯДУ

*к.т.н. Кузьмичев А.І., Перевертайло В.В., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"*

## MICROWAVE FIELD SIMULATION IN WAVEGUIDE-RESONATOR SYSTEM FOR GAS DISCHARGE IGNITION

*Ph.D. Kuzmichev A.I., Perevertailo V.V., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Introduction.** The development of microwave (MW) plasma generation system needs determining of critical electric field for MW discharge ignition. The simplest way to do that is using the Comsol Multiphysics® (CM) software for simulation of MW system.

Our system is all-metal waveguide-resonator one in which the wave of the  $H_{11}$  type is excited. The aim of the work was obtaining the electric field strength dependence on power of magnetron generator of M105 type (2.45 GHz). The feature of the system is using a pin antenna for wave exciting.

**Presentation of the material.** For the 3D simulation the module of "Electromagnetic waves" in CM was used. The diameter of the waveguide was chosen from condition to provide propagation of the lowest  $H_{11}$  wave mode [1].

In figure 1 the results of calculation of the electric field strength distribution in the waveguide-resonator system on the symmetry axis at MW power of 100...900 W are presented.

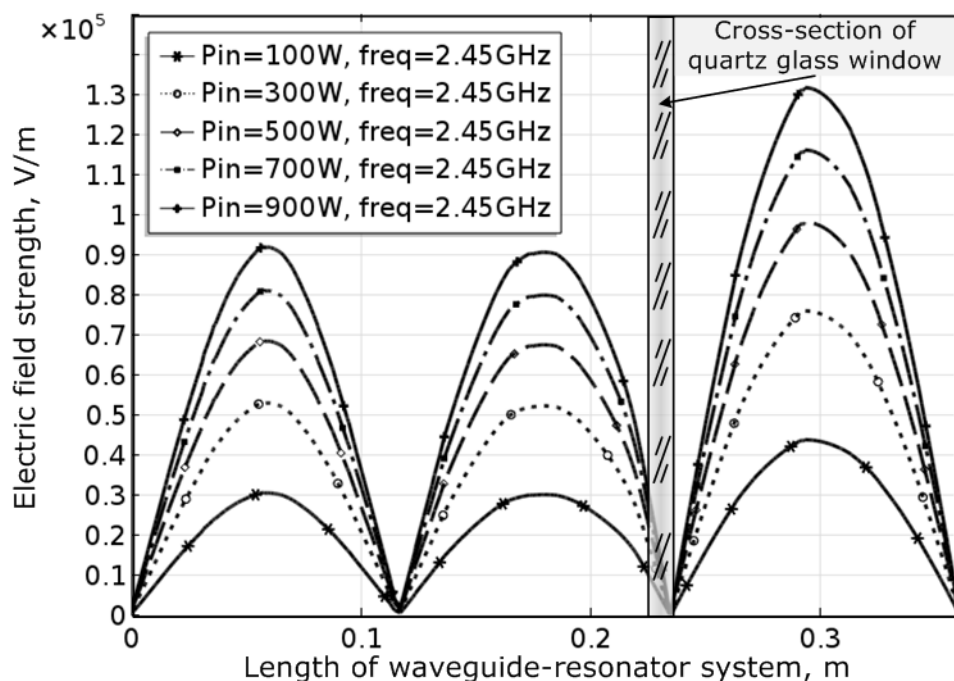


Figure 1 - Calculated electric field strength distribution in the waveguide-resonator system

The vertical axes, which bound the graph, coincide with the ends of the waveguide-resonator system. The wave amplitude is the highest in the discharge chamber (at the right from the glass window).

The amplitude value is sufficient for ignition MW discharge in the chamber at power of hundreds Watts. Besides we can see that the discharge chamber forms a half-wave resonator.

**Conclusion.** Thus the CM software is a suitable instrument for MW designing and useful for engineering practice.

### References.

1. Kuzmichev A.I., Ivashchenko V.I., Perevertailo V.V. and Skrynskyi P.L. Magnetron Sputtering System for Deposition of Multi-Nanolayered Coatings with Reactive Gas Activation in Microwave Discharge. IEEE Transactions on plasma science, Vol. 44, No. 12, December 2016, pp. 3028- 3031.

УДК 681.325.3

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РАНДОМІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАВАДОСТІЙКОГО ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

к.т.н. Лазарович І.М., Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника,  
м. Івано-Франківськ

### APPLICATION OF RANDOMIZATION METHODS FOR NOISE IMMUNITY DATA TRANSMISSION IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Ph.D. Lazarovich I.M., Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk

**Вступ.** Однією із складових процесу передавання інформації в сучасних інформаційно-телекомунікаційних системах є задача боротьби із завадами. В реальних системах, особливо у виробничих чи інших складних умовах, потужність завади близька, а часто і перевищує потужність корисного сигналу. Тому задача завадостійкого обміну даними є актуальною.

Як правило, сучасні методи завадостійкого передавання використовують кореляційні методи на основі шумоподібних сигналів [1]. Одним із загальних недоліків таких методів є те, що їх застосування вимагає широкопasmового каналу зв'язку. Застосування процедури рандомізації дозволяє реалізовувати завадостійкі системи передавання, але із використанням BPSK-модуляції [2].

**Виклад матеріалу.** Розглянемо суть методу рандомізації, в основі якого покладено процедури формування сигналів з імпульсними кореляційними функціями.

Оператором рандомізації  $R$  послідовності  $X=\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  будемо називати дію, яка полягає в переміщенні  $i$ -го елемента на місце  $j$ -го елемента послідовності  $X$ , а залежність (ключ)  $k=j(i)$  будемо називати правилом рандомізації:

$$X=\{x_i\}, \quad R(X)=R(\{x_i\})=X^R; \quad X^R=\{x_j\}, \quad i, j=\overline{1, k}. \quad (1)$$

Для перетворення гармонічного сигналу фіксованої частоти  $f$ , що застосовується для BPSK-модуляції, можна підібрати такий ключ  $k$ , що рандомізований гармонічний сигнал (рисунок 1,а) буде близький по формі до шумоподібного (рисунок 1,б), наприклад  $M$ -послідовності [3]. При цьому функція кореляції  $R_{xx}(j)$  буде наближатись до форми відповідної кореляційної функції шумоподібного сигналу із чітко вираженими піками (рисунок 1,в, крива 2). Для покращення форми  $R_{xx}(j)$ , може використовуватись вагова рандомізація [2], (рисунок 1,в, крива 1).

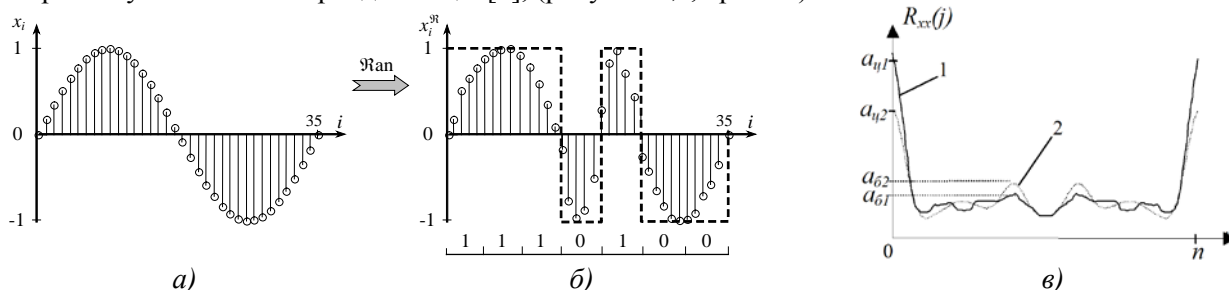


Рисунок 1 – Застосування рандомізації для перетворення гармонічного сигналу.

Для реалізації методу завадостійкого передавання даних з використанням вищерозглянутої процедури рандомізації запропоновано структуру приймача (рисунок 2).

Прийнятий BPSK сигнал  $S_x(t)$ , що являє собою суму завади  $x(t)$  і корисного сигналу  $S(t)$ :

$$S_x(t) = S(t) + x(t), \quad (2)$$

дискретизується, утворюючи масив дискретних значень вхідного сигналу  $S_x[i]$ ,  $i=\overline{1, n}$ . Далі виконується рандомізація масиву  $S_x[i]$ , згідно з визначеним правилом, і отримується масив  $S_x^R[i]$ , який подається на модуль обчислення структурної функції:

$$C_{x01}[j] = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N S_x^R[k] \cdot S_{01}[k-j], \quad (3)$$

з масивами еталонного сигналу  $S_0[i]$  і  $S_1[i]$  сигналів “0” і “1” відповідно. Значення структурних функцій  $C_{x0}$  і  $C_{x1}$  порівнюються і робиться висновок про те, який сигнал було прийнято: якщо  $C_{x0} < C_{x1}$  – то прийнятий сигнал “0”, якщо  $C_{x0} > C_{x1}$  – то “1”.

Для синхронної роботи модулів приймача служить синхронізатор С.

З метою дослідження запропонованих рішень було розроблено програмну модель, яка виконує емуляцію вищерозглянутих процесів (рисунок 3).

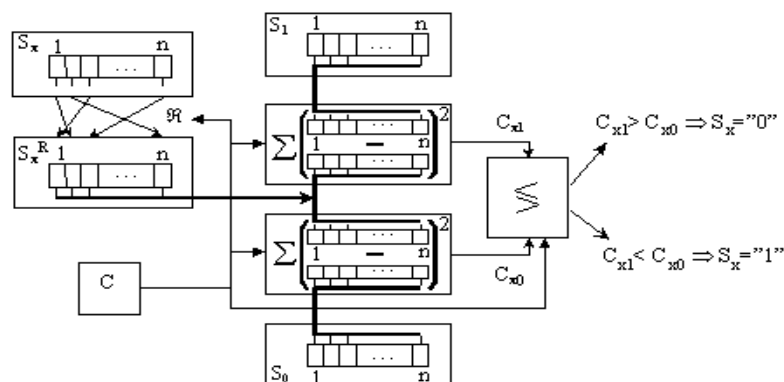


Рисунок 2 – Структурна схема приймача з використанням рандомізації

Для оцінки показників ефективності приймання було використано ймовірність залежності безпомилкового приймання BPSK-сигналів, спотворених адитивним AWGN-шумом, від рівня SNR [3]. При перевірці достовірності методу застосовувались наступні дискретні представлення функцій кореляції: взаємоструктурна, взаємомодульна, взаємкореляційна, взаємоеквівалентності [4].

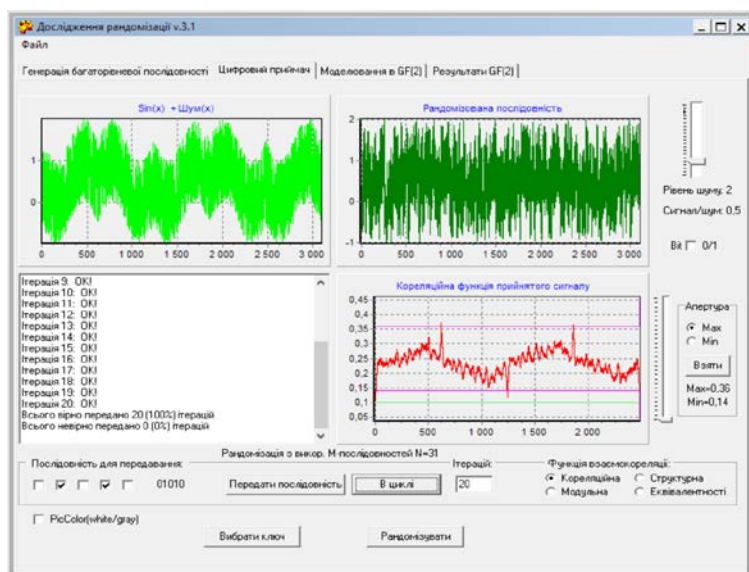


Рисунок 3 – Програмна модель приймача з використанням рандомізації

Результати моделювання показали, що для забезпечення ймовірності правильного приймання сигналів  $P_i$ , що прямує до 100%, рівень відношення потужностей сигнал/шум повинен бути вище більше 0,2-0,25, що складає 6-7дБ при використанні взаємоструктурної та взаємкореляційної функцій при рандомізації до форми M-послідовності довжиною 31біт.

**Висновки.** Отже, як показали дослідження, запропонований метод передавання може бути використаний в телекомунікаційних системах з BPSK-модуляцією при впливі інтенсивних завад. Перевагою запропонованих рішень є висока завадостійкість, не потрібно застосувати широкопasmовий каналу зв'язку, оскільки передаються не шумоподібні, а фазоманіпульсовані сигнали. Недоліками методу є необхідність регістрів пам'яті в приймачі, додаткові затрати часу і апаратних ресурсів на виконання процедури рандомізації, що в цілому знижує швидкодію системи. Запропоновані рішення є підставою для розробки спеціалізованих процесорів.

#### Список посилань.

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер.с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. –1104 с.
2. Лазарович І. М. Реалізація методів сигнальної рандомізації для завадостійкого передавання даних / І.М. Лазарович // Вісник Хмельницького національного університету (технічні науки). – 2014. – № 6. – Хмельницький: ХНУ, 2014. – ISSN 2307–5732.
3. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации / А. Голдсмит. - М.: Техносфера, 2011. -904 с.
4. Николайчук Я.М. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем. Навчальний посібник / Я.М. Николайчук, Н.Я. Возна, І.Р. Пітух. – Тернопіль: ТЗОВ «Техно-граф», 2010.-392с.

УДК 621.396

## КОНЦЕПЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ MASSIVE MIMO ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В БЕЗПРОВОДОВИХ МЕРЕЖАХ

*к.т.н. Попович П.В., Боковий П.О., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"*

### CONCEPT OF MASSIVE MIMO TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN WIRELESS NETWORKS

*Ph.D. Popovych P.V., Bokovyi P.O., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Вступ.** Розгортання безпроводових мереж четвертого покоління (4G LTE) в Україні перебуває на завершальному етапі – вже запущено в найбільших містах мережу в діапазоні 2600 МГц, на часі – запуск 4G в діапазоні 1800 МГц після перерозподілу частот між мобільними операторами. І хоча обладнання базових станцій, встановлене операторами, підтримує агрегацію частотних каналів для збільшення пропускної здатності до 300 Мбіт/с, вже зараз потрібно оцінити перспективи та дослідити технології, які дозволять в майбутньому безболісно перейти від систем зв'язку 4G до 5G в Україні. Однією з таких технологій є технологія Massive MIMO.

**Виклад матеріалу.** MIMO (Multiple Input Multiple Output) – це системи зв'язку з рознесеними передавальними і приймальними антенами. Їх використання надає можливість здійснювати просторове і часове оброблення сигналів, краще використовувати випромінювану передавачем потужність і зменшувати негативний вплив завад. Внаслідок цього пропускна здатність



Рисунок 1 – Ілюстрація технології Massive MIMO

MIMO-систем теоретично може бути збільшена пропорційно кількості антенних елементів у порівнянні зі звичайними системами зв'язку, що використовують одноелементні антени (без збільшення повної випромінюваної потужності і смуги частот).

Massive MIMO – це система MIMO з особливо великою кількістю антен (рис. 1). Особливістю Massive MIMO є використання багатоелементних цифрових антенних решіток з кількістю антенних елементів 64, 128, 256 і більше. Перевагами нового типу систем MIMO є збільшення пропускної здатності безпроводового з'єднання та значно ефективніше

використання випромінюваної потужності (потенційно в найближчий час можна буде досягти 50-кратного збільшення потужності). Чим більше антен мають передавач та приймач, тим краще продуктивність системи за швидкістю передавання даних і надійністю зв'язку, крім того це позитивно впливає на стійкість до завад. Системи Massive MIMO також більш чутливі до пристроїв, що працюють у діапазонах дуже високих та надвисоких частот, що дає можливість збільшити радіопокриття та покращити приймання сигналу в приміщенні. В IEEE вказують також на інші переваги використання Massive MIMO: дешевше виробництво окремих компонентів антенної системи, нижчі затримки в мережі та полегшення роботи на підрівні MAC канального рівня моделі OSI. Схемотехнічна база систем Massive MIMO спирається на використання модулів оброблення сигналів стандартів CompactPCI, PCI Express, OpenVPX та ін. Технологія Massive MIMO є одним з ключових факторів для впровадження та розгортання мереж п'ятого покоління (5G). Вона дозволить мережам 5G працювати в діапазонах частот вище 5 ГГц, що приведе до зростання їх спектральної ефективності, адже ті діапазони, які використовують всі мобільні оператори зараз, вже досить сильно перевантажені. Це сприятиме зменшенню витрат мобільних операторів на виділення діапазонів частот та збільшенню ємності базової станції. Хоча перші системи зв'язку з використанням технології Massive MIMO з'являться вже в 2018 році, перша повністю робоча мережа може запрацювати лише в 2019 році. Загальносвітовий прогноз на масове впровадження технології 5G починається з 2020 року. Отже, застосування вітчизняними мобільними операторами технології Massive MIMO для переходу від систем 4G до 5G виглядає досить перспективним.

**Висновки.** Технологія Massive MIMO є інноваційним ключем до створення мереж нового покоління та розгортання їх в Україні. Технологія має ряд переваг, що стосуються як технічного, так і економічного аспектів її застосування для розгортання мереж 4,5G та 5G. Серед переваг слід віднести відносно низьку собівартість компонентів, високу спектральну ефективність та енергоефективність, а також збільшення швидкості передавання, завадостійкості та ємності базової станції.

УДК 621.391

**БІОІНСПІРОВАНЕ ДЕКОДУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ЗГОРТКОВИХ КОДІВ***к.т.н. Штомпель М.А., Український державний Університет залізничного транспорту, м. Харків***BIOINSPIRED DECODING OF ALGEBRAIC CONVOLUTIONAL CODES***Ph.D. Shtompel M.A., Ukrainian state University of railway transport, Kharkiv*

**Introduction.** Convolutional codes are often used for reliable transmission of information in modern telecommunication systems. There are hard-decision and soft-decision decoding algorithms for these codes. Soft-decision decoding considers the reliability of the received symbols to correct more errors than a hard-decision decoder. Viterbi algorithm with hard (or soft) decisions is the main decoding method of convolutional codes. However, this algorithm is impractical for decoding codes with large constraint length, due to his high computational complexity [1].

The algebraic convolutional codes are special kind of convolutional codes. The algebraic approach allows to obtain convolutional codes with given characteristics. In this case, generator matrix of some convolutional code can be represents as generator matrix of non-binary block code. The decoding of convolutional code is equivalent to decoding this block code, when the length of the information sequence is limited. Thus, the actual task is improve the decoding efficiency of algebraic convolutional codes using this feature.

**Presentation of the material.** Suppose that some algebraic convolutional code is given by the generator matrix of the Reed-Solomon code. Then this code is a long binary block code (binary image of Reed-Solomon code). Iterative decoding of these codes using the principle of ordering statistics and random mixing (multiple biases) is sufficiently effective, but it has a high computational complexity [2].

On the other hand, it is known that the problem of soft-decision decoding algebraic convolutional codes is an optimization problem with a nonlinear objective function. Therefore, it is proposed to use the bioinspired procedures instead of the ordered statistics algorithm in the main decoding stage.

The proposed bioinspired decoding method of algebraic convolutional codes consists of such steps.

Step 1. Initialization.

At this step, the received sequence is formed and the maximum number of iterations of decoding is set.

Step 2. Ordering the received sequence based on information about the reliability of the symbols.

At this decoding stage, arrangement of positions of the received sequence in descending order of reliability of elements. This procedure determines the “first” permutation.

Step 3. Finding the most reliable basis.

At this step, ordering the columns of the generator matrix of algebraic convolutional code based on “first” permutation. Next, the most reliable basis of this matrix is determined using the Gaussian elimination method. Then the resulting matrix is transformed into a systematic form based on “second” permutation.

Step 4. Search for an assumed codeword using bioinspired procedures, which ensures the minimum value of the objective function.

At this stage, the search for an assumed codeword is performed using some bioinspired procedure for test vectors (agents). In general, this procedure is a cycle: initialization of the population, evaluation of the quality of agents, migration of the population agents, stopping search.

Step 5. Applying a random bias to the elements of the received sequence.

At this decoding stage, if the number of iterations is less than the maximum, then a random bias is added to the received sequence and the transition to step 2.

Step 6. Formation of the estimate of the transmitted codeword with the help of the inverse mapping (with considering “first” and “second” permutations) and the completion of the decoding process.

Thus, a key feature of the proposed decoding method of algebraic convolutional codes is the search for an assumed codeword by finding the most reliable basis for different test vectors, which obtained by random mixing, and by application of some bioinspired procedure.

**Conclusion.** Soft-decision decoding algorithms of convolutional codes has high computational complexity. Proposed bioinspired decoding method of algebraic convolutional codes with random mixing has good efficiency and reasonable computational complexity.

**References.**

1. Richardson T., Urbanke R. *Modern Coding Theory*. Cambridge University Press. – 2008. – 590 p.
2. Jin W., Fossorier M. P. C. Reliability-based soft-decision decoding with multiple biases. *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 53, № 1. – 2007. – P. 105–120.

УДК 621.34.12

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗІ ЗНИЖЕНОЮ ЕПВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ОБ'ЄМУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

*д.т.н. Толюпа С.В., д.т.н. Наконечний В.С., КНУ ім. Тараса Шевченка, м.Київ*

## THE INCREASING OF AIRCRAFT RADIO EFFICIENCY WITH THE REDUCED EFFECTIVE SURFACE OF RADIATION (ESR) IN CONDITIONS OF LIMITED RADAR INFORMATION

*Doct. Toliupa S., Doct. Nakonechnyi V., Taras Shevchenko National University of Kyiv*

**Вступ.** За результатами останніх науково-дослідних робіт, присвячених ефективності радіолокації існуючих радіолокаційних станцій (РЛС), зазначається, що їх можливості не дозволяють досягти потрібного рівня надійності в умовах застосування в конструкції літальних апаратів технології штучного зниженою ефективною поверхні випромінювання (ЕПВ). Гостро постало питання розроблення та впровадження нових високоефективних методів радіолокації, а також визначення можливих шляхів щодо модернізації існуючих РЛС. Для вирішення цього питання необхідне створення науково-методичного апарату шляхів підвищення ефективності радіолокації повітряних цілей зі штучно зниженою ЕПВ та реалізація прийнятих рішень.

**Виклад матеріалу.** Технологія штучного зниження ЕПВ полягає у зменшенні площі віддзеркалення з одиниць до сотих долей квадратних метрів. Сутність полягає у використанні неметалічних матеріалів, що забезпечують під час взаємодії з електромагнітною хвилею поглинання, розсіювання та інтерференцію її енергії. З розвитком і удосконалюванням технології створення комплектуючих літальних апаратів поступово постало питання про зниження помітності літальних апаратів у діапазонах хвиль, на яких відбувається виявлення об'єктів і наступне їх супроводження.

Система радіолокаційного (РЛ) виявлення може бути ефективною, якщо вона має засоби виявлення усіх типів літальних апаратів і здійснює це ще на дальніх підступах. Для ведення успішної радіолокації РЛС повинні мати універсальні якості. Це зумовлюється наступними основними факторами: великою різноманітністю літальних апаратів і великим діапазоном їх висот і швидкостей польоту; зниженням дальності виявлення літальних апаратів зі штучно зниженою площею віддзеркалення; застарілою елементною базою основних систем РЛС; недосконалістю методів виявлення та супроводження. Тобто виникає наукова проблема - необхідності розробки нових методів виявлення і супроводження літальних апаратів зі штучно зниженою ЕПВ. Проведення розробки нових чи удосконалення існуючих РЛС по суті є похідною від недостатньої ефективності способів отримання РЛ інформації про літальні апарати з наднизькою ЕПВ.

Вихідними даними для вирішення зазначеної проблеми є: тип, кількість, характеристики літальних апаратів; асигнування, котрі держава в змозі виділити на програму удосконалення РЛС чи розробку нових. Потреба держави полягає у необхідності проведення глибокої модернізації існуючих РЛ засобів та розширення їх можливостей щодо локації літаків зі штучно зниженою ЕПВ. Вирішення часткових задач зазначеної проблеми полягає в удосконаленні методів виявлення і супроводження літальних апаратів зі штучно зниженою ЕПВ. Таким чином, дослідження спрямоване на підвищення ефективності радіолокації літальних апаратів зі зниженою ЕПВ в умовах обмеженого об'єму радіолокаційної інформації про них. Результатом дослідження буде створення методів, які використовуються під час усіх етапів радіолокації літальних апаратів зі штучно зниженою площею віддзеркалення.

**Висновки.** Сьогодні загально визнано, що створення літальних апаратів зі штучно зниженою площею віддзеркалення є перспективним напрямком розвитку авіатехніки. Зростання льотно-технічних характеристик літальних апаратів за напрямком штучного зниження площі віддзеркалення створили передумови щодо зниження ефективності їх локації РЛС. Найбільш перспективним вважається напрямком штучного зниження ЕПВ за допомогою покриття літальних апаратів радіопоглинаючими матеріалами інтерференційного або дифракційного типу. Застосування у практиці літальних апаратів зі штучно зниженою ЕПВ суттєво знизило ефективність їх виявлення та взяття на супроводження РЛС. Це пов'язано з обмеженими можливостями існуючих РЛС щодо радіолокації таких типів літальних апаратів.

### Список посилань.

1. І.Р. Пархомей, В.А., Толюпа С.В., Дружинін, В.С. Наконечний. Резонансні методи отримання і використання інформації в радіотехнології // Монографія. К. – Логос – 2013. – с. 146.
2. Толюпа С.В., Дружинін В.А., Наконечний В.С. Методи та алгоритми обробки та захисту радіолокаційної інформації у багатопозиційних системах зі змінною просторовою конфігурацією. // Монографія. К. – Логос – 2014. – с. 251.

УДК 621.124.56

## ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ Й ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ У РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЯХ ТА ЗАСОБАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

*д.т.н. Толюпа С.В., КНУ імені Тараса Шевченка; д.т.н. Дружинин В.А., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"*

## THE INCREASE OF NOISE IMMUNITY AND EFFICIENCY OF SIGNAL PROCESSING IN RADIO ENGINEERING DEVICES AND MEANS OF TELECOMMUNICATION

*Doct. Toliupa S., Taras Shevchenko National University of Kyiv;*

*Doct. Druzhinin V., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку телекомунікаційних технологій гостро постала проблема підвищення завадостійкості переданої інформації, ефективним способом вирішення якої є використання завадостійкого кодування та формування оптимальної сигнально-кової конструкції (СКК).

Завадостійке кодування знижує необхідне відношення сигнал/шум у каналі та дає енергетичний вигравш кодування (ЕВК). Вибір коду та алгоритму його декодування, що забезпечують заданий енергетичний вигравш, при невеликому розширенні смуги частот і допустимій складності, є одним з найважливіших завдань удосконалення методів і систем приймання та оброблення інформації у телекомунікаційних системах.

**Викладення матеріалу.** Використання завадостійкого кодування дозволить провести оптимізацію параметрів телекомунікаційної системи в цілому. У системах з обмеженою енергетикою таке кодування дозволить зменшити необхідне відношення сигнал/шум, оптимальним чином розподілити потужність ретранслятора між каналами та збільшити число каналів. Вибір коду значною мірою визначається статистикою завад в каналі. У телекомунікаційних каналах з постійними параметрами поряд з флуктуаційними завадами діють завади від сусідніх каналів. Однак найбільший внесок дають флуктуаційні завади.

Вибір коду і алгоритму його декодування, а також структури СКК в цілому визначається цілою низкою вимог. До них відносяться вигравш від застосування кодування, допустима надлишковість коду, складність і швидкодія кодека і т. ін. Важливі також питання узгодження кодека та модему, використання фазової і символної синхронізації при обробці сигналу у приймальному пристрої.

У зв'язку з тим, що розвиток сучасних засобів телекомунікацій пов'язаний із широким застосуванням складних сигнально-кодових конструкцій для формування інформаційних сигналів, виникає необхідність розташування на приймальному боці, зокрема, у блоках оброблення сигналів, не тільки систем фазової синхронізації (СФС) для відновлення носійної, а і систем тактової синхронізації (СТС).

У зв'язку із тим, що ключовим завданням системи синхронізації є формування на приймальному боці радіолінії опорного коливання, у більшості випадків вирішення цього завдання ускладнюється наявністю шуму, що у свою чергу спотворює прийнятий сигнал, а в деяких випадках випадковим характером самого сигналу.

Наявність шумів та завад у системі обробки сигналів напряму пов'язана із ефективним вибором параметрів фільтруючих елементів, тому їх аналітичний опис, вибір методів оцінювання є важливим завданням підвищення завадостійкості системи зв'язку в цілому. Саме тому необхідність підвищення ефективності роботи систем синхронізації набуває все більшого значення, зокрема, у випадку використання в системі зв'язку частотних, фазових та квадратурних методів маніпуляції.

**Висновки.** Таким чином, на даний час шляхи вирішення питання підвищення завадостійкості цифрових телекомунікаційних систем лежать в площині застосування та пошуку ансамблів багатопозиційних сигналів разом із завадостійким кодуванням – СКК, з розробкою модифікованих схем синхронізації блоків відновлення сигналів з нерівномірною дискретизацією.

### Список посилань.

1. Бойко Ю.М., Дружинин В.А., Толюпа С.В. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад. – К.: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2018. – 229с.
2. Толюпа С.В., Дружинин В.А., Наконечний В.С. Методи та алгоритми обробки та захисту радіолокаційної інформації у багатопозиційних системах зі змінною просторовою конфігурацією. // Монографія. К. – Логос – 2014. – с. 251.

УДК 621.396.677

**АКТИВНА РУПОРНА АНТЕНА ДІАПАЗОНУ 4,9 - 5,9 ГГц ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ШИРОКОСМУГОВОГО РАДІОДОСТУПУ***к.т.н. Ващишак С.П., Карпатська філія Українського державного центру радіочастот, м. Івано-Франківськ***ACTIVE HORN ANTENNA IN THE RANGE OF 5 GHz FOR MONITORING RADIO ELECTRONIC DEVICES BROADBAND RADIO ACCESS***Ph.D. Vashchyshak S.P., Carpathian Affiliate of Ukrainian State Centre of Radio frequencies, Ivano-Frankivsk*

**Вступ.** Для проведення моніторингу з інструментального оцінювання частоти та ширини смуги частот радіовипромінювання радіоелектронних засобів широкосмугового радіодоступу (РЕЗ ШСД) стандартів IEEE 802.11 a, IEEE 802.11 n, IEEE 802.16 (діапазон частот 5,15 – 5,85 ГГц), в даний час, застосовуються активні рупорні антени комплексів ССТК-Л та активні логоперіодичні антени типу LPA-600. Однак, перші мають великі габарити і масу, а другі – значний рівень власних шумів, слабкі направленість та вибірковість. Для ліквідації цих недоліків було розраховано та виготовлено малогабаритну активну рупорну антену (рис. 1).

**Виклад матеріалу.** Активна рупорна антена (рис. 1) має блочно – модульну конструкцію, в якій один блок – приймальний, другий – підсилення. Приймальний блок складається з кількох модулів – рупора, горизонтального резонатора, поршня та вібратора, виготовлених з алюмінію марки А8. Для зменшення опору матеріалу приймального блоку антени проходженню поверхнево-активної хвилі внутрішні поверхні його модулів були відшліфовані. Всі модулі приєднані до горизонтального резонатора за допомогою різьбових з'єднань. Це дало змогу підлаштовувати електричні характеристики приймального блоку антени в широких межах.

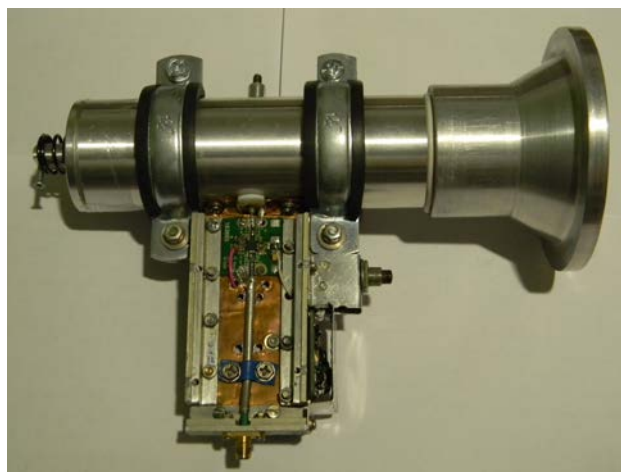
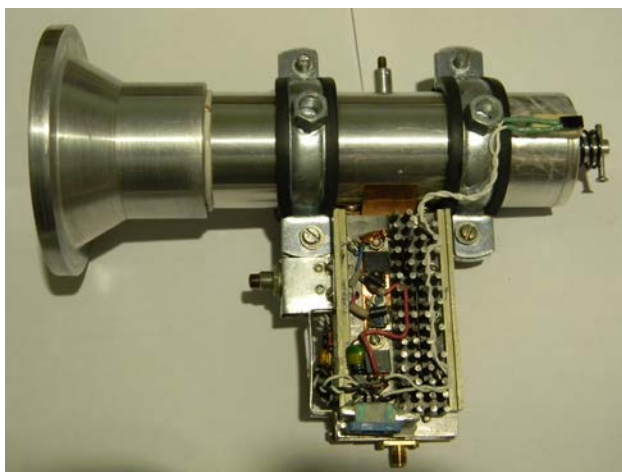


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд активної рупорної антени

Блок підсилення антени складається з чотирьох модулів: захисту, живлення, комутації та підсилення сигналу. Модуль підсилення сигналу побудовано на підсилювачі класу АВ типу SZA5044Z. Цей підсилювач має лінійну АЧХ в діапазоні 4,9 – 5,9 ГГц, максимальний коефіцієнт підсилення – до 30 дБ, напругу живлення +5 В, низький рівень власних шумів. Перевагою цього підсилювача є можливість хорошого його узгодження як з вібратором приймальної антени, так і з навантаженням. Знімання сигналу з антени здійснюється за допомогою НВЧ - роз'єму типу SMA.

Блок підсилення виконано у формі рукояті і прикріплено до приймального блоку за допомогою металевих хомутиків. Вага активної антени становить 0,7 кг, максимальна довжина – 220 мм, висота – 180 мм. Живлення антени здійснюється від джерела постійного струму з напругою 8 - 30 В.

Проведені лабораторні та польові дослідження активної рупорної антени показали її високі технічні і ергономічні характеристики. Коефіцієнт підсилення при зміні температури від -6°C до +28°C та вологості від 90% до 50% становив не менше 30 дБ у всьому діапазоні частот, при цьому рівень власних шумів не перевищував 3 дБ. Антена стабільно працювала від різних видів акумуляторів.

**Висновки.** Розроблена активна рупорна антена, в порівнянні з існуючими антенами, має кращі масогабаритні показники, вищу заводостійкість та надійність і, після незначного доведення, може бути використана для моніторингу РЕЗ ШСД діапазону частот 5,15 – 5,85 ГГц.

УДК 502.45

## МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ ПРЕСОВИХ ПРИМІЩЕНЬ ТОРФБРИКЕТНОГО ЗАВОДУ

*к.т.н. Басалай І.А., Ланко О.А., Білоруський національний технічний університет, Мінськ*

## MODERNIZATION OF THE PRESS ROOM ASPIRATION SYSTEM OF THE PEAT BRIQUETTING PLANT

*Ph.D. Basalai I.A., Lapko O.A., The Belarusian National Technical University, Minsk*

**Introduction.** At present about 3 million tons of fuel peat briquettes are produced by the Belarusian enterprises Beltopgaz. The volumes are expected to be increased up to 6-8 million tons. This program is provided by 20 operating peat briquetting plants (PBP).

The main tasks tackled in the work:

- the analysis of aspiration systems efficiency and justification of the proposal for its modernization;
- the assessment of environmental impact of the technological process under research.

**The results presentation.** The technological process of fuel briquettes production is carried out at modern peat briquetting plants (PBP). The raw materials for briquettes come from the technological sites where milling peat is mined with the use of modern technological equipment [1].

The main production units of the PBP are a milling peat bunker, a preparation room with crushing and separation equipment, a drying room, a briquetting room and a finished products warehouse (fuel briquettes), as well as a boiler room for incineration (large fractions of milling peat and wood inclusions) to generate thermal energy for the drying room operation.

The analysis of briquettes production material flows shows that the greatest impact on the environment is caused by the emission of pollutants into the atmospheric air [2]. In producing briquettes 9 gas-cleaning and dust collecting plants are applied. Two of them are for auxiliary production, the others being used for the main production (six of them are installed in a briquette shop). A multi-cyclone with an ash dispenser is installed in a co-generation plant.

Based on the results of emission monitoring and inventories, it has been established that the press room (from stamps) is the most problematic area as it has the highest relative percentage of emissions after the use of gas-cleaning plants. At this technological stage, the two-step purification system is currently used. The 1st step is the cyclone LIOT, the 2nd one being the cyclone SIOT.

To reduce the negative impact on the environment it is necessary to develop certain environmental protection measures. One of these measures is the reconstruction of the dedusting system of the Peco air-steam dryer. It is proposed to replace the existing 2-step dedusting system with a more efficient cleaning system using a modular filter of one-step pulse cleaning.

The filter operation principle is based on two-stage cleaning.

The first stage is provided with the built-in dynamic pre-cleaner, the second one being supplied with a bag filter with the bag regeneration by a pulse jet. After the dynamic pre-cleaning of the mixture main stream, residual dust is cleaned downstream, thus ensuring effective separation of particles smaller than a micron in size. To prevent the dust explosion, the filter is equipped with an explosive discharger or an alternative locking system. This technical solution is protected by the patent of the Republic of Belarus [3]. The change in the amount of peat dust emissions before and after the filter installation has been studied in the work.

**Conclusion.** As the results of the studies and analytical calculations show, the reduction of pollutant emissions from three sources in this area will be reduced by 30%. In addition, it should be noted that there are certain advantages of modernizing the aspiration system from the point of view of ecology and economy. They include the following: the reduction of water consumption (the consumption of water is excluded in the area); the reduction of energy consumption (the filter has several modes of operation); saving money by reducing the environmental tax as a result of reducing the amount of pollutant emissions.

### References.

1. Басалай, Г.А. Обоснование основных параметров перспективных уборочных машин фрезерного торфа / Г.А. Басалай // Научно-технический журнал «Вестник БНТУ». 2007, №4. – с. 58-62.
2. Морзак, Г.И. Анализ технологических мероприятий по обеспечению экологических нормативов на торфобрикетном заводе / Г.И. Морзак, И.А. Басалай, О.А. Зайцева // Материалы VII Международной конференции «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики», г. Тула, 2011, т. 2 – с.352-355.
3. Система обеспыливания технологического оборудования торфобрикетного завода: Патент №19644 Респ. Беларусь, МПК А 61В 8/13 / И.А.Басалай, Г.И. Морзак, О.А. Зайцева, Г.А. Басалай; заявитель БНТУ.- а2121573, заявл. 15.11.2012, опубл 07.08.2015 г.

УДК 669.74

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ МЕТАЛОБРУХТУ У ШРЕДЕРНОМУ ОБЛАДНАННІ

*к.т.н. Басалай І.А., к.т.н. Бельская Г.В., Білоруський національний технічний університет, Мінськ*

### PERFECTION OF SCRAP METAL REPROCESSED TECHNOLOGY IN SHREDDER EQUIPMENT

*Ph.D. Basalai I.A., Ph.D. Belskaya G.V., Belarusian National Technical University, Minsk*

**Introduction.** High-level efficiency reusing of secondary material resources (SMR) is the most important approach in raw material resources economy in any country. SMR quantities formation increases during economic development goes up. Secondary ferrous metals have one of the outstanding significance in raw materials basis in the national economic system.

Secondary ferrous metals are the initial source for steel, ferroalloys smelting and cast iron molding. Metal scrap and metal waste must be reprocessed before be used in metallurgical equipment. Scrap and waste metal reprocessed technology means the process that resulted in readiness of them be used in metallurgical and molding processes [1].

**The results presentation.** Modern metallurgical technologies demand strict properties for metal scrap material source. It is important to carry out those demands without modern automatically equipment using for metal reprocessing. There are three main methods are used in reprocessed technology nowadays: 1) cutting of metal scrap in the aim to decrees overall sizes; 2) packaging; 3) crushing of scrap metal in shredder equipment. Shredder reprocessed technology is the most progressive method due to the opportunity to decrease electricity energy consumption during future smelting. Shredder equipment has principal advantages in reprocessed technology because of automatically control of metal crushing and obtained materials sorting. Sources used in reprocessed technology must be radiation and pyrotechnic controlled. Metal scrap are sorted due to categories and kinds [2].

Scheme of scrap metal reprocessed technology in shredder equipment is presented on the Fig.1

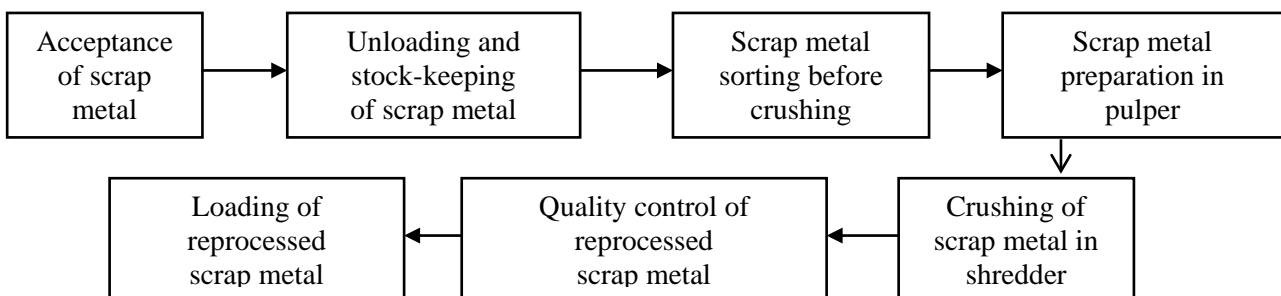


Figure 1 – Scheme of scrap metal reprocessed technology in shredder equipment Albert Hoffmann–III GmbH

It is impossible to move away all nonmetallic parts from the primary source. Hand-made dismantling is quite difficult, intricate and need a long period of time. Due to those reasons, we propose to use additional block-equipment placed on shredder square permits to take out colors metals, rubber, glass, plastics from scrap metal after shredder crushing.

Perfected scrap metal technology in shredder equipment includes next stages: 1) Scrap metal sorting, non-metallic parts taking out; 2) Suitable hand-made dismantling; 3) Scrap metal preparation in pulper; 4) Crushing in shredder; 5) Separation of glass, plastic, rubber in the process of screening; 6) Quality control of reprocessed scrap metal.

Block-equipment we proposed will guarantee high-efficiency reusing of glass (3-7%), plastic (35-55%), rubber (7-9%), ferrous metals (8-10%), color metals (4-6%) in comparison with the traditional shredder technology.

**Conclusion.** Shredder equipment and additional block will increase effective reusing of ferrous and color metals and decrease electricity energy consumption.

#### References.

1. Технологические схемы переработки лома и отходов металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.msd.com.ua/>. – Дата доступа: 23.03.2016.
2. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Выпуск 6. – Москва: ВИНТИ, 2012. – 149 с.

УДК 674.815

## ВПЛИВ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГКИХ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ

*д.т.н. Бехта П.А., Байзова Л.Р., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

### THE INFLUENCE OF EXPANDED POLYSTYRENE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT PARTICLEBOARD

*Doct. Bekhta P.A., Bajzova L.R., Ukrainian National Forestry University, Lviv*

**Вступ.** Властивості стружкових плит суттєво залежать від їх щільності: чим більша щільність, тим вищі міцнісні показники матеріалів. Але при цьому збільшується вага матеріалів та виробів з них, на виготовлення затрачається більше сировини, їх дорожче транспортувати та ін. Тому останнім часом все більше уваги приділяється легким стружковим плитам. На даний час відомо багато способів досягнення легкої конструкції плит. Зокрема, розроблена технологія легких тришарових плит з середнім шаром із пінополістиролу (ППС) та з зовнішніми шарами зі стружкових або волокнистих плит [1]. Такі плити, переважно, використовують як теплоізоляційні. Для виготовлення міцних та водночас легких стружкових плит може бути використана тришарова конструкція, в якій у внутрішній шар до деревинної стружки додається ППС, а зовнішні шари складаються з лущеного шпону [2]. Однак, механічні властивості таких плит не вивчені. Тому, метою даного дослідження було вивчення впливу вмісту ППС на механічні властивості легких личкованих стружкових плит.

**Виклад матеріалу.** Досліджувані плити виготовлялись в процесі одночасного гарячого склеювання обсмоленої карбамідоформальдегідним клеєм деревинної стружки з гранулами ППС та личкування лущеним березовим шпоном. Витрата клею становила 10% від маси абсолютно сухих частинок. Виготовлялись плити з вмістом ППС 4, 7, 10 % та без ППС товщиною 18 мм і щільністю 350, 450 і 550 кг/м<sup>3</sup> гарячим пресуванням за температури пресування – 200 °С, тиску пресування – 2,4 МПа та часу пресування – 0,23 хв/мм. Виготовлені плити піддавали випробуванню на межу міцності під час статичного згинання ( $\sigma_{32}$ ), модуль пружності ( $M$ ), межу міцності на розтяг перпендикулярно до площини плити ( $\sigma_p$ ). Виготовлення зразків і їх випробування здійснювали згідно методик ДСТУ EN 310:2003 і BS EN 319:1993. Значення механічних властивостей виготовлених плит наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Механічні властивості легких стружкових плит

Показник, МПа	Для щільності плит, кг/м <sup>3</sup>												Вимоги згідно CEN/TS 16368 для плит	
	350				450				550					
	за вмісту пінополістиролу в плитах, %													
	без ППС	4	7	10	без ППС	4	7	10	без ППС	4	7	10	LP1	LP2
$\sigma_{32}$	10,1	7,9	9,7	3,5	23,5	18,0	22,4	7,9	37,0	28,2	35,1	12,3	≥ 3,5	≥ 7,0
$M$	2276	2622	2651	667	3318	3197	3907	1629	4361	3771	5163	2591	≥ 500	≥ 950
$\sigma_p$	0,09	0,14	0,12	0,06	0,21	0,25	0,24	0,12	0,33	0,36	0,35	0,18	≥ 0,24	≥ 0,35

Найвищими значеннями межі міцності під час статичного згинання володіють плити без ППС і з вмістом ППС 7 %, а найменшими – з вмістом ППС 10 %. Модуль пружності під час статичного згинання отримано найбільшим для плит з вмістом ППС 7 %. Вміст ППС 4 і 7 % у плитах збільшує межу міцності на розтяг перпендикулярно до площини плити, порівняно з плитами без вмісту ППС, а плити з вмістом ППС 10 % не досягають нормативних значень цього показника в досліджуваному інтервалі щільностей плит.

**Висновки.** На основі досліджень було встановлено, що такі легкі стружкові плити мають високі показники досліджуваних властивостей, які перевищують встановлені нормативні значення згідно стандарту CEN/TS 16368. Отримані результати досліджень дають можливість використовувати такі плити для виготовлення легких конструкцій меблів, а також використовувати їх як ізоляційні панелі з певним естетичним виглядом, оскільки личкувальний шар плит із натурального шпону.

#### Список посилань.

- Barbu M.C. Innovative production of wood-based lightweight panels / M.C. Barbu, J. Luedtke, H. Thomen, J. Welling // Processing technologies for the forest and bio-based products industries. – Kuchl, Austria, 2010. – P. 115-122.
- Kozak L. Preliminary study on the properties of lightweight particleboard made using polystyrene / L. Kozak, P. Bekhta, J. Sedliačik // Annals of Warsaw University of Life Sciences : Forestry and Wood Technology. – 2016. – № 95. – P. 110-113.

УДК 666.762.8:666.9

## ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГІДНОЇ СМОЛИ ЕЛЕМЕНТООРГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД ВУГЛЕЦЬВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

*к.т.н. Бражник Д.А., Старолат О.Є., Рожко І.М., Руденко Л.В., Авдєєва О.П., Канунніков І.О.,  
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна*

## INFLUENCE OF PHENOLFORMALDEHYDE RESIN MODIFYING BY ELEMENTORGANIC SUBSTANCES ON PHASE COMPOSITION OF CARBON-CONTAINING MATERIALS

*Ph.D. Brazhnyk D.A., Starolat O.Ye., Rozhko I.M., Rudenko L.V., Avdyeyeva O.P., Kanunnikov I.O.,  
National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", Ukraine*

**Вступ.** Вуглецьвмісні матеріали на органічній зв'язці широко застосовуються як футерувальний матеріал у високотемпературних агрегатах чорної металургії, що обумовлено високою їх щільністю, корозійною стійкістю та зносостійкістю. Досягненню таких властивостей сприяє можливість ущільнення їх структури під час експлуатації за рахунок введення наночастинок та внаслідок ретельного підбору вихідних компонентів шихтового складу.

**Виклад матеріалу.** Покращення експлуатаційних характеристик вуглецевмісних матеріалів досягають також шляхом підбору фракційного складу або удосконаленням технологічних операцій підготовки шихтової суміші.

Автори досліджували можливість ініціювання – утворення наночастинок у компоненті, який зв'язує (фенолформальдегідній смолі) у результаті її модифікування етилсилікатом та його золам при різному їх співвідношенні. Як наповнювач шихтової суміші використовували електрокорунд і спечений периклаз. Зразки термообробляли при 473 К і додатково при температурах до 1273 К. У деякі шихтові суміші також вводили антиоксидант алюмінію.

У результаті проведення рентгенофазових та мікроскопічних досліджень встановлено, що в композиціях, які містять як наповнювач спечений периклаз після термообробки при 1273 К можуть утворюватися фази  $\beta$ -SiC в невеликій кількості, також виявлено присутність вільного вуглецю. При введенні як модифікатора етилсилікату у фенолформальдегідну смолу, яка є реакційно активною за рахунок наявності зв'язків С-Н, можуть утворюватися водневі зв'язки з гідроксильними групами фенолу у різних напрямках. А присутність води (незначної кількості) в етилсилікаті сприяє технологічній можливості розрідження зв'язуючого (фенолформальдегідної смоли) у процесі технологічного етапу формування шихтової суміші. При підвищенні температури відбувається видалення води і з'єднання-зшивання фенольних груп новолаку в різних напрямках шляхом утворення структури резолу. При підвищенні температури відбувається взаємодія органо-неорганічних комплексів етилсилікату та його золю з продуктами карбонізації смоли, що в подальшому призводить до утворення  $\beta$ -SiC.

Результати експериментів показали, що модифіковані золам елементоорганічної сполуки периклазовмісні матеріали містять більшу кількість  $\beta$ -SiC, але меншу кількість вільного вуглецю. На наш розсуд, гідролізований етилсилікат при полімеризації створює каркас, що стягує органічну складову резитної структури фенолформальдегідної смоли, яка вже захищена від окиснення вуглецю за допомогою введення алюмінію. Це сприяє більшій реакційній активності при подальшій реакції утворення  $\beta$ -SiC за рахунок більшої одночасної ущільненості полімеризаційної структури гелю та поліконденсаційної резитної структури фенолформальдегідної смоли та їх взаємопроникнення при термообробці.

За результатами проведених досліджень виявлено, що при модифікуванні фенолформальдегідної смоли етилсилікатами, якщо як наповнювач використовується електрокорунд, основними фазами, що утворилися, є  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> кварц. Слід зазначити, що кількість фази  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> фіксується у меншій кількості у пробах, в яких використовували золь етилсилікату, а кількість  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, що утворюється, навпаки збільшується. Зазначений факт свідчить про гальмування процесу перетворення модифікації  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> у присутності аморфного SiO<sub>2</sub>. Присутність  $\beta$ -SiC або С не спостерігають, що обумовлено невеликою кількістю введеної зв'язки. Встановлено, що модифікування фенолформальдегідної смоли золам (у разі їх співвідношенні 70 до 30) призводить до появи муліту.

Автори вважають, що ініціація зародкоутворення у фенолформальдегідній смолі визначається природою і активністю інших дрібнодисперсних складових шихтової суміші.

УДК 658.516:006.063

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ САМОКОНТРОЛЮ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МАСОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

*д.т.н. Должанський А.М., к.т.н. Бондаренко О.А., Національна металургійна  
академія України, м. Дніпро*

## SELF-CONTROL PROCESS IMPROVEMENT AT MASS PRODUCTION MAKING

*Doct. Dolzhanskiy A.M., Ph.D. Bondarenko O.A., National Metallurgical  
Academy of Ukraine, Dnipro*

**Вступ.** Якість продукції є одним з основних чинників задоволеності споживачів та забезпечення конкурентоспроможності виробників (постачальників). Сукупність виробничих властивостей продукції є наслідком якості процесів її виробництва і має бути закладена у технологічні процеси, а не бути доведена остаточним контролем [1]. Одним з відповідних засобів може стати використання автоматизованої відстежуючої сигнальної системи (АВСС), що інформує про потенційний вихід виробничих параметрів за регламентовані межі (типу системи "Андон" [1]). Особливо актуальною стає розробка теоретико-технологічних основ створення інформаційної системи моніторингу ходу виробничого процесу при виготовленні масової продукції.

**Виклад матеріалу.** В якості прикладу, з урахуванням підходів кваліметрії було розглянуто процес виготовлення рулонної гарячекатаної тонколистової сталі на агрегаті 1680 одного з вітчизняних металургійних комбінатів

Запропоновано про якість технологічного процесу, що реалізується на  $i$ -тій виробничій ділянці ( $1 \leq i \leq n$ ), на якій має місце  $j$ -та технологічна операція ( $1 \leq j \leq m$ ) судити за величиною комплексного показника якості  $Q$ , який розраховується за формулою [2]:

$$Q = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} k_{ij} \cdot y_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} k_{ij}}, \quad (1)$$

де  $y_{ij}$  - одиничні показники якості (параметри продукції та/або технології за нормативно-технічною документацією - НТД [3]);  $k_{ij}$  - експертні оцінки їх відповідних коефіцієнтів значущості.

Виконання вимог НТД запропоновано оцінювати так званим «коефіцієнтом кольору»  $k_{ци}$ , який передує дробу у формулі (1) та дорівнює 1 при  $Q > 0,8$  (відповідає доброму виконанню вимог НТД і після розрахунку  $Q$ , що може бути показаним на сигнальному табло кольором "Зелений");  $k_{ци} = 0,5$  при  $0,5 < Q \leq 0,8$  (відповідає негативній тенденції регулювання будь-якого параметру, що може бути показаним на сигнальному табло кольором "Жовтий");  $k_{ци} = 0$  (аналог "коефіцієнта вето") при  $Q \leq 0,5$ , що сповіщає про критичні відхилення від НТД і може бути відображене на табло кольором "Червоний"). Два останніх випадки повинні служити сигналами про необхідність проведення аналізу ситуації, пошуку невідповідності, виробленні реакції і реалізації корекції.

**Висновки.** Таким чином, розроблений алгоритм дій для візуалізації потенційних небезпек технології виготовлення продукції, який дає імпульс для оперативного контролю якості і своєчасного вжиття заходів щодо усунення виявлених невідповідностей.

### Список посилань.

1. Должанський А.М. Системи менеджменту якості / А. Должанський, Н. Мосьпан, І. Ломов, О. Максакова. – Дніпро: Вид. «СВІДЛЕР А.Л.», 2017.- 563 с.
2. Кваліметрическое обеспечение эффективности управляющих решений при совершенствовании объектов / А.М. Должанський, О.А. Бондаренко, В.Г. Расчубкин [та ін.] // Інформаційне забезпечення систем прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: Колективна монографія. – 2013. – С. 329-353.
3. Технологическая инструкция «Нагрев слябов и прокатка полос на непрерывном тонколистовом стане горячей прокатки 1680»: ТИ 226 – П.ГЛ – 01 2010. – Запорожье, 2000 – 155 с.

УДК 666.792; 621.9.025.7

## РОЗРОБКА КЕРАМІЧНИХ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ВИСОКОРЕСУРСНИХ АЛМАЗНИХ КРУГІВ

*д.т.н. Федоренко О.Ю., Федоренко Д.О., к.т.н. Богданова К.Б., Регеда Н. М., Національний  
технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна*

## DEVELOPMENT OF VITRIFIED BONDS WITH DESIRED PROPERTIES FOR THE HIGH-RESOURCE DIAMOND-ABRASIVE TOOLS

*Doct. Fedorenko O. Yu., Fedorenko D. O., Ph.D. Bohdanova K. B., Regeda N. M., National technical  
university "Kharkiv politechnical institute", Ukraine*

**Вступ.** Зв'язка абразивних інструментів впливає на продуктивність шліфування. Більші ніж 50% усіх абразивних інструментів виготовляють з використанням керамічних зв'язок. Не зважаючи на складність технології виготовлення (порівняно з інструментом на полімерних та металевих зв'язках), керамоматричні шліфувальні круги знайшли широке використання завдяки порівняно високій міцності, хімічній стійкості та здатності зберігати стабільно високий рівень ріжучої здатності впродовж тривалого часу експлуатації.

Крім того, використання керамічних зв'язок надає можливості виготовляти інструмент з високопористим робочим шаром, стійким до "засалювання" внаслідок налипання на робочій поверхні відходів шліфування.

**Виклад матеріалу.** Залежно від складу та умов термічної обробки керамічні зв'язки поділяються на плавкі та спечені. Перші є скловидними, забезпечують високу міцність абразивних інструментів та краще утримують абразивні зерна. Спечені зв'язки за своїм складом та станом більш подібні до фарфору, що обумовлює високі температури спікання композитів (понад 800 °С) та унеможливує їх використання для виготовлення алмазно-абразивного інструменту. Робочий ресурс алмазних кругів залежить від ґрунтового вибору зв'язки за комплексом фізико-механічних і теплофізичних властивостей. Тому розробка легкоплавких керамічних зв'язок із заданими властивостями є актуальною задачею, вирішення якої дозволить збільшити термін ефективної експлуатації алмазно-абразивного інструменту (ААІ).

В результаті імітаційного моделювання встановлені основні характеристики алмазоносного шару та граничні температури його спікання, які забезпечують цілісність алмазних зерен залежно від їх марки, зернистості та концентрації в композиті [1, 2]. Розробка легкоплавкої керамічної зв'язки відбувалась на підставі прогнозу оцінки структурних особливостей, а також технологічних, теплофізичних і механічних властивостей оксидних композицій систем  $PbO - B_2O_3 - SiO_2$ ,  $Na_2O - PbO - SiO_2$ ,  $Na_2O - B_2O_3 - SiO_2$ . З урахуванням отриманих даних в результаті вирішення задачі оптимізації з урахуванням прийнятих за результатами моделювання обмежень щодо показників термічного розширення ( $\alpha = 5,5 \div 7,0 \cdot 10^{-6}$  1/К), теплопровідності ( $\lambda = 0,5 \div 0,7$ ) Вт/м·К, модуля пружності ( $E = 100 \div 120$  МПа) та модуля здвигу  $G = (35 \div 45) \cdot 10^3$  МПа розроблено склади склакомпонентів і отримано легкоплавкі керамічні зв'язки із комплексом заданих властивостей. Розроблені керамічні зв'язки забезпечують спікання алмазоносного шару в інтервалі температур 550-650 °С та надають можливості виготовляти алмазоносний шар із необхідними характеристиками структури для виготовлення та високопористих та крупнопористих алмазних кругів [3].

**Висновки.** Оцінка працездатності зразків алмазних кругів, виготовлених з використанням легкоплавких керамічних зв'язок за показниками продуктивності шліфування та питомими витратами алмазних зерен підтвердила їх здатних працювати в режимі раціонального самозагострення при обробці твердих сплавів, ситалів та АСПК.

### Список посилань.

1. Simulation of the effect of sintering on the integrity of diamond grains in grinding wheels / [A. I. Grabchenko, D. V. Romashov, D. O. Fedorenko and oth.] // Nanotechnology Perceptions. – Basel: Institute of advanced study. – 2014. – 10(1). – P. 42-53..
2. Оптимизация результатов 3D моделирования процесса изготовления алмазно-абразивных инструментов / [В. А. Коваль, В. А. Федорович, И. Н. Пыжов и др.] // Газотурбинные технологии. – 2014. – № 2 (121). – С. 28-31.
3. Федоренко Д. О. Легкоплавкие керамические связки для алмазно-абразивного инструмента / Д. О. Федоренко, Е. Б. Дайнеко, Н. Ф. Лесных // Вестник НТУ «ХПИ». – 2016. – Вип. 22 (1194). – С. 194-198.

УДК 666.651

**КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ ІЗ ЗАДАНИМИ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ  
ВЛАСТИВОСТЯМИ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ SrO–ZnO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub>**

*д.т.н. Федоренко О.Ю., д.т.н. Лісачук Г. В., к.т.н. Кривобок Р. В., Пруткіна М. С., Белозубкіна К. В.,  
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна*

**CERAMIC MATERIALS WITH DETERMINED ELECTROPHYSICAL PROPERTIES  
BASED ON SYSTEMS SrO-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>**

*Doct. Fedorenko O. Yu., Doct. Lisachuk G. V., Ph.D. Krivobok R. V., Pritkina M. S., Belogubkina K. V.,  
National technical university "Kharkiv politechnical institute", Ukraine*

**Introduction.** Radio-Wave transparent materials (RTM) with the maximum transmittance of radio waves are used mainly in the manufacture of antenna housings or radomes, which protect the antennas of radar sets from the effects of the surrounding medium. The analysis of the advantages and disadvantages of different RTM showed that in the world practice to date there is no material that fully meets the requirements in accordance with the conditions of their operation, as well as the technological possibilities of fabrication of crimpers.

**Presentation of the material.** As is known, the functional properties of RTM are determined by their ability to pass electromagnetic radiation of the radio frequency band ( $10^5 \div 10^{12}$  Hz). The radio-wave transparency of materials is ensured by low dielectric losses ( $\epsilon = 1 \div 10$ ;  $\text{tg } \delta = 10^{-2} \div 10^{-5}$ ) in the temperature range of 60-1200 °C and exiguous radio waves reflection level (up to 1%) [1].

To obtain radio-wave transparent materials the monolithic and porous substances are used. The monolithic substances, mainly glass and ceramics are used in single-layer materials.

The paper considers the possibility of obtaining ceramic RTM at the expense of the synthesis of crystalline phases, which differ in the low coefficient of temperature expansion (CTE) and the given dielectric properties. On the base of the ZnO – SrO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> system, ceramic materials containing the phases of Slavsonite (SrAlSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) and Willemite (Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) can be obtained.

This phases are characterized by such metrics:  $\epsilon$  (5,5 and 7),  $\text{tg } \delta$  ( $5 \cdot 10^{-4}$  and  $50 \cdot 10^{-4}$ ), melting temperature (1510 and 1760 °C), CTE ( $3,2 \cdot 10^{-6}$  та  $6,5 \cdot 10^{-6}$  1/K) and high mechanical strength (E 100 GPa and 115 GPa) accordingly [2, 3].

Based on the study of the basic system subsolidus structure, ceramic materials, in which the ratio of Slavsonite and Willemite varies from 1 : 3 to 3 : 1, were synthesized. The samples were fired in an induction furnace at 1200-1350 °C in steps of 50 °C. The characteristics of sintering (density, porosity, shrinkage), compressive and bending strength, as well as electro-physical properties (dielectric constant and dielectric loss tangent) are determined for laboratory samples.

It has been established that the samples burned at a temperature of 1200 °C satisfy the above requirements for the complex of dielectric characteristics, such as reduced values of dielectric permittivity ( $\epsilon = 5-8$ ) and dielectric loss tangent ( $\text{tg } \delta = (60-110) \cdot 10^{-4}$ ). The main disadvantage of the obtained materials is the insufficient level of sintering and, as a result, relatively low compressive strength (~20-23 MPa) and bending (~8-9 MPa). To intensify the sintering and phase formation of ceramic materials at a reduced firing temperature (1200-1250 °C), small additions (1-2 %) of modifying oxides such as SnO, Li<sub>2</sub>O should be introduced into the masses composition.

**Conclusion.** The phase composition of the obtained materials was investigated by X-ray diffraction analysis using a DRON 3M diffractometer with CuK $\alpha$  radiation and nickel filter. With the use of X-ray phase analysis, as base phases in the synthesis products the slavsonite and willemite were identified. However, in the excess content of zinc oxide in the material, there is Zincite (ZnO) as impurities, and with the predominant content of strontium oxide, the impurity is Hannite (ZnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). In the future, to prevent the formation of these accompanying phases and to ensure the formation of specified compounds (SrAlSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub> and Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), the ceramic masses were corrected toward an SiO<sub>2</sub> content increase.

**References.**

1. Суздальцев Е. И. Керамические радиопрозрачные материалы: вчера, сегодня, завтра / Е. И. Суздальцев // Новые огнеупоры. – 2014. – №10. – С. 5–18.
2. Система ZnO – SrO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> как основа для синтеза радиопрозрачной керамики / [О. Ю. Федоренко, Р. В. Кривобок, А. В. Захаров, М. С. Пруткіна] // Вісник НТУ «ХПІ». – 2016. – № 22(1194). – С. 199–203.
3. Development of radio transparent ceramic materials / R. V. Kryvobok [et al.] // Electronic Materials and Applications 2016, January 20-22, Orlando, Florida USA. – Westerville, Ohio USA : The American Ceramic Society, 2016. – P. 55.

УДК 621.717-112.6

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ МОДУЛЬНОГО СКЛАДАННЯ МАШИН***д.т.н. Григор'єва Н.С., Луцький національний технічний університет, Україна***FORMING OF QUALITY MODULAR ASSEMBLY MACHINES***Doct. Grigorieva N., Lutsk National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Велике значення в забезпеченні якості складаних виробів мають методи управління основними конструкційними і технологічними чинниками при проектуванні модульних технологічних процесів складання з підвищеною якістю. Найбільш складним буде управління різноманітними конструкційними і технологічними чинниками при одночасному їх впливі на якість. Механізм формування показників якості зображений на рисунку 1 реалізується на чотирьох етапах.



Рисунок 1 - Механізм формування показників якості модульного складання

Від загальновідомого традиційного методу отримання показників якості виробів відрізняється чітко вираженою направленістю, взаємозв'язком діючих вхідних чинників і одночасним формуванням всіх взаємозв'язаних показників з обов'язковим використанням зворотних зв'язків.

**Виклад матеріалу.** Методика передбачає встановлення 3-4 варіантів з вибором серед них оптимального. До основних вимог, що висуваються до складальних з'єднань, як основного елементу виробу, є простота виготовлення та автоматизація складання, надійність і довговічність роботи, гнучкість складання, типізація та уніфікація в конструкції та технології, простота підготовки гнучкого модульного складального виробництва, мінімізація витрат при складанні. В конструкції виробів прослідковується кожна її властивість з точки зору взаємозв'язку між собою, творенні та зміні технологічних властивостей, а особливо впливу на всі показники якості. Це ж відноситься і до технологічних властивостей, які ще додатково загачуватимуть конструкційні та експлуатаційні. В конструкції встановлюються потрібні взаємопов'язані конструкційні, технологічні та експлуатаційні властивості робочих поверхонь деталей виробу, завдяки яким і забезпечується службове призначення. На підставі цих властивостей і вибирається матеріал та покриття деталей складальних з'єднань.

Наступним етапом виступає технологічний, на якому і проводиться направлене формування якості, розглядаються технологічні процеси як виготовлення деталей, так і їх модульного складання, найкраще з використанням CALS-технологій. При цьому бажане широке застосування відомих ефектів технологічної спадковості та самоорганізації процесів тощо. В загальному при модульному складанні головне значення має ефективний сучасний модульний процес, котрий автоматично забезпечує направлене формування показників якості. Складніше вирішується питання з вибором переналагоджуваного складального обладнання та оснащення, котре серійно не випускається. Тому поки що вимагається індивідуальне його проектування та виготовлення з усіма впливаючими недоліками.

В майбутній модульній технології складання виробів з її різноманітністю цілей та завдань, що виникають під час прийняття конструкційних, технологічних, організаційних, експлуатаційних і інших рішень зі зростаючою складністю та обмеженнями, вимагається широка комп'ютерна підтримка, а особливо інтерактивні алгоритми рішення багатокритеріальних задач за допомогою генетичних алгоритмів і пакетів прикладних програм прийняття рішень *IDSS, Neural Solution, Statistical Neural Networks, Genetic Library, Fuzzy Logic Toolbox for Matlab* і багатьох інших.

**Список посилань.**

1. Григор'єва Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: Монографія. -Луцьк: Надстир'я, 2008. -529 с.

УДК 678-13:678.744:678.

## СОРБЦІЙНОЗДАТНІ ПЛІВКИ ТА ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ КОПОЛІМЕРІВ ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНУ

*к.т.н. Гриценко О.М., д.т.н. Суберляк О.В., к.т.н. Моравський В.С., Похмурська А.В., Національний університет "Львівська політехніка", Україна*

## SORPTION ABLE FILMS AND COATINGS ON THE BASIS OF METAL-FILLED COPOLYMERS OF POLYVINYLPIRROLIDONE

*Ph.D. Grytsenko O.M., Doct. Suberlyak O.V., Ph.D. Moravskii V.S., Pokhmurska A.V., Lviv National Polytechnic University, Ukraine*

**Introduction.** Polyvinylpyrrolidone copolymers with mono- and dimethacrylic esters of glycols are promising materials for the composite metal hydrogels because they are highly porous systems. Such materials are characterized by combination of polymer matrix properties (sufficient strength, elasticity, sorption ability, biocompatibility with living organism) with metal filler's properties (electrical conductivity, heat conductivity, heat resistance and magnetic properties).

**Presentation of the material.** Polymer film coatings able to sorption for surfaces of different nature are developed in this work. The coating is forming through polymerization of reactive quick-setting compositions on the basis of 2-hydroxyethylenemethacrylate and polyvinylpyrrolidone at room temperature, on the light, under air oxygen presence. The composition hardening time can be regulated in wide ranges through it's formula change. In our case the coating formation will finish in 5-60 min. High reactivity of such compositions is provided due to usage of salts of metals with variable oxidation degree as catalysts for 2-hydroxyethylenemethacrylate polymerization under polyvinylpyrrolidone presence.

Due to availability in co-polymer structure the great number of polar groups, the obtained coatings are characterized with high adhesion to different surfaces, even during swelling in water. The adhesion of obtained film coatings to metal and polymer surfaces have been investigated. It is determined that investigated coatings have the highest adhesion to steel, nickel, aluminum, and the least one to polyamide, polystyrene and adhesion to polyolefines is absent.

It is proved the possibility of production of coatings filled with fine dispersed powders of different nature. The powders of such metals as Zn, Co, Ni, Fe, Cu, Ag, SmCo<sub>5</sub>, FeCo with size of particles in range 5-50 mkm have been used as fillers [1].

The influence of the nature and content of specific metal filler on the filled copolymer PVP structure formation (type and composition of the copolymer crosslinking polymer network) and link structural characteristics on the physical and mechanical, thermal and electrical properties, that can be adjusted over a wide range depending on the nature and the content of the metal-filler composite structure and method of polymerization, is established.

The connection of metal-containing hydrogels sorption ability comparatively to low-molecular substances, pH-medium with their conducting characteristics is determined. It is proved that obtained metal-containing film coatings are characterized by conducting properties which can be regulated in wide range dependently on filler nature and content. Conducting characteristics of such materials are sensitive to variation of humidity, pH-medium, content of dissolved in water low-molecular substances. This sensibility open the perspective of such film covers usage for coating on electrodes of proper sensors in electricity measuring devices for definition of humidity, pH-medium and low quantity of substances content in solutions as well [2].

The research results of the regularities of synthesis, structure formation and properties of metal-filled copolymers of PVP by the method of polymerization filling with dispersed metal powders and development of the basis of their obtaining technology are presented.

**Conclusion.** The low-tonnage technologies of metalfilled PVP co-polymers and articles on their basis production are developed. Such technologies had been successfully tested and recommended for using as sorption able elements of humidity sensors for bulk materials (ground, in particular), as magnetic film articles for metal surfaces cleaning from corrosion, hydrogel silver-containing films with antibacterial and fungicidal properties, film applicators for magnetotherapy.

### References.

1. Suberlyak O., Grytsenko O., Hischak Kh., Hnatchuk N. Researching influence the nature of metal on mechanism of synthesis polyvinylpyrrolidone metal copolymers. Chemistry & chem. Tecnology, 7(3). – 2013. – P. 289-294.
2. Grytsenko O., Spišák E., Dulebová L., Moravskii V., Suberlyak O. Sorption capable film coatings with variable conductivity. Materials Science Forum, 818. – 2015. – P.97–101.

УДК 621.783.24:662.6/8

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ ГАЗОВИХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ КІЛЕЦЬ І БАНДАЖІВ

*к. т. н. Іванов І. І., Лукашов О.О., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

## IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF HEATING OF VERTICAL GAS OVENS FOR THE THERMAL WORKING OF RINGS AND BANDS

*PhD. Ivanov I.I., Lukashov A.A., National metallurgical academy of Ukraine, Dnipro*

**Introduction.** Metallurgy is base industry of economic complex of Ukraine providing more than 40% of export potential of country. At the same time, it one of the most power-hungry industries, where consumed about 11% of all fuel, 10% electric power, other power mediums.

The basic consumers of fuel are stoves different here the subzero indexes of the use of energy. In connection with the considerable deficit of fuel and energy resources an energy-savings in the conditions of Ukraine becomes a vitally important factor. Sharply the problem of contamination of environment industrial extrass costs also. One of directions of complex decision of tasks of energy-savings and ecological safety is an improvement of thermal work of metallurgical stoves, including perfection of the system of their heating.

**Exposition of material.** On INTERPIPE NTRP 29 vertical gas-furnaces are set for heat treatment of rings and bands after rolling. Anti-flocon treatment in them is carried out at a temperature of  $650 \pm 10$  °C for  $6 \div 8$  hours; heating under quenching at  $800-920$  °C for  $3 \div 8$  hours.

The oven is a lined cylindrical chamber with a lid. In height it is divided into two zones of heating. Incineration of natural gas is executed by means of 8 gas-rings by the productivity  $30 \text{ m}^3/\text{hour}$  each. They are located on four levels from opposite parties of stove and provide tangential admission of products of burning in a stove.

Due to energy of stream there is capture to the torch of gases from working space through channels in a lining-up with the communicating section of  $230 \times 750$  mm. This is create internal recirculation of products of combustion. Air on a stove is given by the ventilator of the productivity  $38000 \text{ m}^3/\text{hour}$ ; taking of products of burning is produced through opening in the underbody of stove and through a pipeline by a diameter a  $1160$  mm on a flue.

On results the balance tests of stoves the coefficient of the use of fuel on them makes about 65%, output-input ratio -  $19 \div 19,2\%$ , specific expense of fuel  $42 \div 43$  kg of conditional fuel/t. For the improvement of indexes of thermal work of stoves it offers instead of cold air to give on incineration fuels and organization of internal recirculation smoke gases. It is provided by creation of contour of external recirculation. The products of combustion are taken away from the pipeline of taking of smoke with the temperature of  $210 \div 220$  °C and concentration of oxygen in them about 17% by means of ventilator.

Through the union coupling with a regulative shutter in smoke gases add outward air to the temperature of thermal firmness of ventilator ( $200$  °C) and got thus a recirculate ventilator given by system of pipelines of air to the gas-rings on incineration of fuel. The decline of losses of warmth in the system of external recirculation is provided by the thermal isolation of her pipelines.

A serve on burning instead of air of the same amount of recirculate with the indicated parameters provides complete and steady incineration of fuel, decline of coefficient of expense of oxidant from 1,3 to 1,065 at maintenance of aerodynamics in working space. Incineration of fuel with recirculate is accompanied by an increase the brought coefficient over of radiation on  $3 \div 4\%$  due to the increase of maintenance in smoke gases of triatomic components on  $30 \div 40\%$ . Arrival of physical heat in the swept volume with recirculate increases to  $8 \div 8,5\%$  as compared to  $0,6 \div 0,65\%$  at the serve of air. The set exactness of realization of process of heat treatment is provided; the difference of temperatures required on technology on the thickness of hardware ( $5$  °C) is arrived at already through  $4,8 \div 4,9$  hour after the beginning of heating instead of  $5 \div 5,5$  hours at the former system of heating

**Conclusions.** Perfection of the system of heating of vertical gas-furnaces due to realization of external рециркуляції of products of combustion allows at insignificant capital costs to promote the coefficient of the useful use of fuel on  $9 \div 10\%$ , output-input of these aggregates ratio on  $3 \div 4\%$ , to bring down the specific expense of fuel on  $6,4 \div 6,6$  kg of conditional fuel on a ton and middle expense of fuel on the area of heat treatment on  $14 \div 15\%$ .

УДК 621.74:502.3:57.045

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ ВИКИДАМИ СТАЛЕЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

к. т. н. *Іванов І.І., Лукашов О.О., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

### RESEARCH OF CONTAMINATION OF AIR POOL EXTRASS OF STEEL-MAKING PRODUCTION

*PhD. Ivanov I.I., Lukashov A.A., National metallurgical academy of Ukraine, Dnipro*

**Introduction.** A central place in conception of steady development is occupied by the questions of defence of environment. The powerful source of contamination of atmospheric air is a steel-making production. Technological operations in him are accompanied by the extrass of dust, aerosols and gases. When producing 1 ton of castings from steel and cast iron, about 50 kg of dust, 250 kg of carbon oxides, 1,5 - 2 kg of sulfur and nitrogen oxides are formed, up to 1,5 kg of other harmful substances [1].

Therefore, the task of assessing the risk of air pollution is extremely urgent, which helps prevent the increase in the incidence of the population, conserve bioresources and prevent the degradation of natural ecosystems.

**Exposition of material.** Taking into account the power of emissions from various sources for the conditions of the steel shop No. 2 of PJSC "Dnipropetrovsk arrow factory" the maximum surface concentrations  $C_{max}$  of harmful substances were calculated according to the procedure [2].

Then, taking into account the values of  $C_{max}$ , the hazard classes of substances and the average daily allowable concentrations, a pollution index  $PI = 5768,2\%$  was found. The maximum permissible value of  $PI$ , taking into account the coefficients of the combined effect of 4 compounds of substances that have a summation effect, and 7 substances that do not exhibit it, was 331,66% [3].

The multiplicity of the excess of the maximum permissible value of  $PI$  is much higher than 8 ( $5768,2 / 331,66 = 17,392 > 8,0$ ), therefore the level of pollution is unacceptable, and the degree of its danger is qualified as very dangerous. This is consistent with the findings in [4] on the excess of environmental risks in the foundry production of permissible limits.

An analysis of emissions from pollution components shows that there is a multiple excess of the maximum allowable level of pollution by abrasive metal dust and dust with a silica content of 20 - 70 and more %. The total contribution of these emissions to air pollution exceeds 96% with minor influence of other ingredients ( $NO_2$ ,  $SO_2$ , HCN, CO, benz(a)pyrene, fluorides, Mn, Cr, Fe compounds).

The greatest negative impact on the state of atmospheric air is provided by emissions during cleaning of products in shot blasting drums, from drums of gate breakage, when mixed in runners; these sources account for 57 - 58% of the total pollution. Pollution index exceeds the permissible level also for emissions during transportation of materials and mixes by belt conveyors, from form setting machines and tool sharpening machines, cutting tables and welding posts.

The data obtained indicate a low efficiency of cleaning from contaminants in the used aspiration systems and the need for their modernization.

**Conclusions.** The level of atmospheric pollution by the plant emissions is unacceptable and very dangerous for the health of the population and the natural environment. The established quantitative characteristics of air pollution for various components and sources of emissions allow reasonably to select priority objects for the development and implementation of measures to improve the technospheric safety of the workshop.

#### References.

1. Евтушенко Н.С. Экология литейного производства / Н.С. Евтушенко, О.И. Пономаренко, Л.Н. Чунихина // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Литье. Металлургия. 2016» (24-26 мая 2016 г., г. Запорожье) – Запорожье, ЗТПП, 2016. – с. 84 - 85.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 97 с.
3. ДСП - 201- 97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). – Київ: МОЗ України, 1997. – 45 с.
4. Павлович Л.Б., Садыхова В. В., Шульдишева Д. А. Оценка экологического риска от выбросов литейного производства в атмосферу - Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2014. № 4(10). – с. 52 – 55.

УДК 691.699.88

**БЕТОНИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ***Ковальський А.В., к.т.н. Лемешев М. С., Вінницький національний технічний університет***BETONS FOR PROTECTION FROM ELECTROMAGNETIC RADIATION***Kovalsky A.V., Ph.D.Lemeshev M.S., Vinnytsia National Technical University*

**Вступ.** Встановлено, що організм людини реагує як на зміни природного геомагнітного поля, так і на вплив електромагнітних випромінювань від технічних джерел [1-2]. Варто очікувати, що і в подальшому у зв'язку з постійним зростанням виробництва і використання електромагнітної енергії, її вплив на всі живі організми буде збільшуватися. Тому електромагнітні поля стають потенційно більш небезпечними, чим радіаційні аварії [3].

**Виклад матеріалу.** Зростаючий рівень електромагнітного випромінювання вимагає розробки нового типу будинків і споруд, які захищали б живі організми від його впливу.

У Вінницькому національному технічному університеті виконуються роботи по створенню радіозахисних матеріалів на основі бетону електропровідного металонасиченого (бетел-м). Електропровідним компонентом такого бетону є дисперсний електропровідний наповнювач, а функції в'язучого виконує комплексне металозолофосфатне в'язуче.

Електропровідний наповнювач дисперсний шлам сталі ШХ-15 є відходом шарикопідшипникового виробництва. Металевий порошок має ряд особливостей у порівнянні з порошками, отриманими за допомогою інших технологій. У процесі шліфування при високих температурах відбувається процес окислення металу, який в практичній діяльності отримав назву окисдування [4-5]. На поверхні частинок сталі утворюється три шари, які складаються із закису заліза (FeO), магнетиту (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) і гематиту (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). В результаті шлам сталі ШХ-15 набуває властивостей фериту і його можна розглядати як спеціально підготовлений наповнювач для створення радіозахисних матеріалів [6-7].

В результаті проведених досліджень було встановлено, що ефективність екранування бетелу-м залежить від частоти випромінювання, структури і товщини матеріалу, а також концентрації шламу в матеріалі. Незалежно від структури матеріалу по мірі збільшення концентрації шламу ефективність екранування покращується, але разом з тим збільшуються коефіцієнт відбиття, особливо для бетелу-м щільної структури. Необхідно відмітити, при зменшенні частоти ЕМВ до 4 ГГц ефективність екранування зменшується на 20-30%, а при збільшенні – до 20 ГГц навпаки покращується.

**Висновки.** Шлам сталі ШХ-15, який отримують в результаті технологічного процесу отримання шарикопідшипників, можна вважати спеціально підготовленим наповнювачем для радіозахисних матеріалів через вміст відповідних оксидів заліза.

**Список посилань.**

1. Сердюк В.Р. Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетэла-м / В.Р.Сердюк М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №5. – С. 2 – 6.
  2. Сердюк, В. Р. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка, 2010, Випуск 35. – С. 99-104.
  3. Лемешев М. С. Металлонасыщенные бетоны для защиты от электромагнитного излучения / М. С. Лемешев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури – Одеса: Зовнішрекламсервіс. – 2013. - №33. – С. 253-256.
  4. Лемешев М.С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М.С. Лемешев., О.В. Березюк., О.В. Христин // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
  5. Лемешев М.С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М.С. Лемешев, А.В. Христин // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. н.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.). – Череповец: ЧГУ, 2016. – С.78-83.
  6. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – Вип. 10 (18). – С. 57–62.
- Лемешев М.С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму / М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця. – 2006. – С. 36-41

УДК 691:662.613

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СПАЛЕННЯ ВУГІЛЛЯ НА ТЕС**

*к.т.н. Коверя А.С., Національна металургійна академія України, м. Дніпро;*  
*к.т.н. Хлопицький О.О., Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро;*  
*Чечель П.О., НТУ "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна*

**USING COAL COMBUSTION WASTE OF TPP**

*Ph.D. Koveria A.S., National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro;*  
*Ph.D. Khlopitskiy O.O., Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro;*  
*Chechel P.O., NTU "Dniprovsk Politechnika", Dnipro, Ukraine*

**Вступ.** Розвиток науково-технічного прогресу і підвищення рівня життя безпосередньо залежать від використання паливно-енергетичних ресурсів. Незважаючи на тенденцію збільшення використання в енергетичному секторі частки поновлюваних ресурсів, споживання горючих копалин, за рахунок зростання загального споживання палива, в найближчому майбутньому буде підвищуватися.

В Україні ключовим джерелом отримання енергії є спосіб спалення вугілля на теплоелектростанціях (ТЕС). Процес полягає в подрібненні вугілля з подальшим його спаленням в топці, в результаті чого виділяється тепло і утворюються продукти згорання – димові гази і зольний залишок. В залежності від властивостей вугілля і умов спалення, в продуктах згорання присутня певна кількість так званого "недопалу" (часток неспаленого вугілля), який разом із золою утворює золошлаки. Можливість додаткового використання даного відходу є актуальним завданням, як в екологічному, так і економічному відношенні.

**Виклад матеріалу.** Дієвим рішенням використання даного відходу може стати його фізико-хімічне розділення на фракції з подальшим їх комплексним використанням. Фракції, що містять найбільшу кількість недопалу можуть бути використані в якості добавки до вугілля, яке спалюється на ТЕС, а також в якості сировини для одержання промислового і побутового палива. Решта фракцій можуть знайти застосування в різних галузях промисловості – будівельної, металургійної, хімічної. Ефективність даних рішень буде безпосередньо залежати від властивостей вторинного продукту. Наприклад, для ефективного використання в металургії, буде важливий склад мінеральної частини, тому що в металургійних процесах різні оксиди можуть впливати на процеси плавки і властивості шлаків, що утворюються.

Для дослідження можливості використання відходів спалення, були взяті золошлаки переробки вугілля марки П (пісне), яке використовується на одній з ТЕС України. Технічний аналіз і теплота згорання вихідного вугілля і вторинного матеріалу після збагачення наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Властивості вугілля і недопалу

Матеріал	Показники технічного аналізу (у %) і теплоти згорання (у кДж/кг)							
	W <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>a</sup>	V <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	S <sub>t</sub> <sup>d</sup>	Q <sub>s</sub> <sup>daf</sup>
Початкове вугілля	1,6	22,7	23,1	7,3	7,4	9,7	3,86	35790
Недопал після збагачення	0,2	50,0	50,1	2,9	2,9	5,8	0,43	24265

Як видно, вторинний матеріал характеризується збільшенням зольності в два рази, при цьому володіє значно меншим вмістом летких речовин і вмістом сірки, а теплота згорання навіть не перевищує рекомендовані мінімальні межі для використання на даній ТЕС – 23500 кДж/кг.

**Висновки.** З огляду на досить високі теплотехнічні параметри вторинного матеріалу, він може ефективно використовуватися в сумішах для спалення. Частка його присутності в сумішах може варіюватися в залежності від споживчих вимог. З цієї точки зору, застосування недопалу більш раціонально здійснювати в періоди зниження споживання тепла і електроенергії. При цьому, необхідно враховувати, що використання вторинного матеріалу буде призводити до утворення ще більшої кількості зольного залишку і до зміни його властивостей в сторону зниження органічної частини. Крім того, може виникнути необхідність в окремому складуванні первинних відходів – після спалення вугілля, з метою їх утилізації, і відходів після спалення сумішей за участю вторинного матеріалу. У другому випадку, відходи можуть бути непридатними для утилізації.

УДК 674.815 : 631.572

**ВИЗНАЧЕННЯ ПРОНИКНОСТІ КАРБАМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНОГО КЛЕЮ В СТРУКТУРУ СОЛОМИ***к.т.н. Козак Р.О., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів***DETERMINATION OF UREA-FORMALDEHYDE GLUES PENETRATION IN STRAW STRUCTURE***Ph.D. Kozak R.O., Ukrainian National Forestry University, L'viv*

**Вступ.** Злакова солома є найперспективнішою сировиною, яка здатна замінити деревину у виробництві стружкових плит. Однак, жирно-восковий шар на зовнішній поверхні соломи має гідрофобні та антиадгезійні властивості і не дозволяє проникати карбамідоформальдегідному (КФ) клею в структуру соломи та забезпечити задовільну міцність склеювання солон'яної стружки. Покращити міцність склеювання соломи з жирно-восковим шаром можна модифікуванням КФ клеїв [1]. Але відсутні дані про проникність таких клеїв у структуру різних видів соломи. Тому метою даної роботи було визначення проникності немодифікованого та модифікованого КФ клею в структуру соломи.

**Виклад матеріалу.** Соломини злаків (жита, пшениці, вівса, ячменю) з ділянки міжвузля довжиною 150 мм розрізалися вздовж волокон навпіл і висушувалися до вологості  $2\pm 1\%$ . КФ клей готувався змішуванням смоли марки КФ-МТ з попередньо приготованим затверджувачем – 20%-ним водним розчином хлористого амонію. Вміст затверджувача становив 5 масових частин розчину хлористого амонію на 100 масових частин розчину смоли. Модифікування КФ клею здійснювалось додаванням до нього 96%-ного етанолу з витратою 10 масових частин на 100 масових частин розчину смоли. Експериментальні зразки виготовлялись склеюванням двох частинок кожного виду соломи окремо між собою немодифікованим і модифікованим КФ клеєм зовнішніми та внутрішніми поверхнями шляхом гарячого пресування за температури плит преса 120°C, питомого тиску пресування 1,6 МПа, тривалості пресування 2 хв. Проникність клею в структуру соломи спостерігали та фотофіксували на боковій поверхні зразків у мікроскоп BRESSER Biolux LCD 40-1600x з використанням лінзи 10x. Встановлено, що у зразках житньої соломи склеєних немодифікованим клеєм внутрішніми поверхнями клей частково поглинувся поверхнею, а частково видавився на краї зразка так, що клейовий шов між склеєними поверхнями малопомітний. Після склеювання житньої соломи зовнішніми поверхнями немодифікованим клеєм у структуру соломи через жирно-восковий шар клей не проник. Застосування модифікованого клею під час склеювання зразків житньої соломи як внутрішніми та і зовнішніми поверхнями зумовило проникнення клею в структуру соломи з добре помітним клейовим швом. Проникність немодифікованого клею в структуру вівсяної соломи є дещо кращою ніж у житньої. Склеювання модифікованим клеєм вівсяної соломи внутрішніми поверхнями спричинило рівномірний розподіл клею в структурі соломи й зменшення його кількості в зоні контактуючих поверхонь, а зовнішніми – мало такий самий характер як у зразках з житньої соломи. Після склеювання пшеничної соломи внутрішніми поверхнями немодифікований клей проник в її структуру на незначну глибину з утворенням чіткого клейового шару. Склеювання пшеничної соломи зовнішніми поверхнями виявило незадовільне проникнення немодифікованого клею в структуру соломи. Модифікатор суттєво покращив проникність клею в структуру пшеничної соломи. Після склеювання пшеничної соломи внутрішніми поверхнями модифікований клей майже повністю просочив її. Добре проникнення спостерігалось і після склеювання модифікованим клеєм зовнішніх поверхонь пшеничної соломи. В структуру ячмінної соломи немодифікований клей не проникає. Після застосування модифікованого клею для склеювання ячмінної соломи внутрішніми поверхнями клей просочився в середину структури соломи. Добре помітний клейовий шов між поверхнями, що склеювалися. Після склеювання модифікованим клеєм ячмінної соломи зовнішніми поверхнями клей добре помітний у середині жирно-воскового шару.

**Висновки.** Проникність немодифікованого КФ клею в структуру досліджуваних видів соломи є обмеженою через її внутрішні поверхні та практично відсутньою через зовнішні захищені жирно-восковим шаром зовнішні поверхні. Модифікування КФ клею етанолом збільшує його проникність у структуру соломи всіх досліджуваних видів соломи як через внутрішні, так і через зовнішні поверхні.

**Список посилань.**

1. Патент на винахід № 94372, Україна, МПК В27 К9/00, В27 N3/00, С09 J161/00, В27 N1/00. Спосіб склеювання солон'яних частинок / Бехта П.А., Козак Р.О.; власник Національний лісотехнічний університет України. – Номер заявки а 201009565; заявл. 30.07.10; опубл. 26.04.11. Бюл. № 8.

УДК 678.746.744

**ВПЛИВ МАЛИХ ДОДАТКІВ ПОЛІАМІДУ, МОДИФІКОВАНОГО  
ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНОМ З МОНТМОРИЛОНІТОМ, НА ТЕХНОЛОГІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ ТА ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ПОЛІПРОПІЛЕНУ**

*к.т.н. Красінський В.В., д.х.н. Суберляк О.В., Чопик Н.В., Національний університет "Львівська політехніка"; к.т.н. Гайдос І., Технічний університет Кошице, Словаччина*

**EFFECT OF SMALL ADDITIVES OF POLYAMIDE MODIFIED BY  
POLYVINYLPIRROLIDONE AND MONTMORILLONITE ON POLYPROPYLENE  
TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND HEAT RESISTANCE**

*Ph.D. Krasinskiy V.V., Doct. Suberlyak O.V., Chopyk N.V., Lviv Polytechnic National University, Ukraine;  
Ph.D. Gajdos I., Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia*

**Вступ.** На даний час дослідники приділяють велику увагу одержанню нанокompозитів на основі термопластичних полімерних матриць і мінерального високополярного алюмосилікату – монтморилоніту (ММТ). Широкий інтерес викликають також суміші на основі поліпропілену (ПП) та поліаміду (ПА), змішування яких дозволяє зменшити негативні властивості вихідних полімерів. Так, неполярний поліпропілен під час змішування з полярним високогідрофільним поліамідом суттєво знижує водопоглинання матеріалу, внаслідок чого зменшується вплив вологи на міцність та термостійкість композитів. З іншої сторони, змішування ПП з ПА дозволяє розширити температурний інтервал експлуатації матеріалу за від'ємних температур – знижується температура крихкості ПП. Однак для одержання однорідної суміші ПП з ПА необхідне використання компатибілізаторів, як правило, складної хімічної будови, зокрема малеїнізованого ПП. Але в цьому випадку зростає ймовірність хімічного зшивання макромолекул ПА з частковою втратою текучості.

В попередніх роботах нами розроблено новий метод інтеркаляції монтморилоніту полівінілпіролідоном у водному розчині в ультразвуковому полі. Підтверджена ефективність розробленої монтморилоніт-полівінілпіролідонової суміші (МПС) при модифікації ПА-6.

На основі позитивних ефектів змішування ПП з ПА-6 у присутності ПВП та ММТ з ПВП на механічні і термічні властивості ПА-6 здійснені дослідження сумішей ПП з малими кількостями ПА-6, який модифікований за допомогою МПС.

Мета роботи полягає у встановленні впливу малих додатків полікапроаміду, який модифікований монтморилоніт-полівінілпіролідоновою сумішшю, на термостійкість і текучість поліпропілену.

**Виклад матеріалу.** Об'єктами досліджень були: зразок 1 – чистий ПП, зразок 2 – композиція складу ПП:(ПА-6/МПС)=95:5, зразок 3 – ПП:(ПА-6/МПС)=85:15, зразок 4 – композиція складу ПП:(ПА-6/МПС)=70:30. Зразки для досліджень одержували наступним чином: спочатку одержали суміш на основі ПА-6 і МПС у співвідношенні 90:10 %мас., отриманий агломерат змішували з ПП у співвідношеннях 5:95, 15:85, 30:70 % мас., здійснювали пластикацію одержаних сумішей та литтям під тиском отримували лопатки стандартних розмірів.

Для встановлення здатності полімерних матеріалів до переробки та встановлення технологічних параметрів процесу потрібно знати їх реологічні характеристики. Тому, в першу чергу, визначали вплив складу одержаних в роботі композитів на основі поліпропілену на показник текучості розплаву (ПТР). Термічний аналіз як вихідних компонентів, так і композицій на їх основі здійснювали на дериватографі Q-1500D. Даний прилад дає можливість для одного зразка одночасно визначити втрату маси (термогравіметрія – ТГ), швидкість втрати маси (диференційна термогравіметрія – ДТГ) та теплові ефекти (диференційно-термічний аналіз – ДТА).

**Висновки.** На основі проведених досліджень можна стверджувати про суттєвий вплив малих додатків поліаміду, який модифікований інтеркальованим монтморилонітом, на технологічні властивості та термостійкість поліпропілену. ПТР одержаних композитів зростає більше, ніж у 2 рази, порівняно з чистим ПП, що свідчить про утворення інверсійної суміші у розтопі з меншою в'язкістю. Ці зміни були враховані під час вибору оптимальних параметрів переробки розроблених композитів методом лиття під тиском.

Термоліз зразків модифікованого ПП відбувається впродовж 5-6-ти стадій, на відміну від зразка чистого ПП, термоліз якого відбувається впродовж 3-х стадій. На основі термічних досліджень можна зробити висновок, що додавання до поліпропілену 5-15% мас. поліаміду, модифікованого монтморилоніт-полівінілпіролідоновою сумішшю, суттєво підвищує термостійкість матеріалу, про що свідчить зміщення початку процесів термоокисної деструкції та горіння зразків в область вищих температур на 114-123 °С залежно від вмісту модифікованого ПА-6.

УДК 628.977.1

## ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ СВІТЛОДІЮДНИМИ ЛАМПАМИ

*Крекотень Є. Г., к.т.н. Березюк О. В., Вінницький національний технічний університет, Україна*

### POWERFUL LIGHTING OF PRODUCTION CABINS BY LIGHT LAMPS

*Krekoten E. G., Ph.D. Bereziuk O.V., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Близько 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є важливою умовою роботи зорового аналізатора та біологічним фактором розвитку організму людини в цілому [1]. Недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і активність усіх життєвих процесів. Практичне значення освітлення полягає в забезпеченні можливості виконувати зорову роботу, бачити предмети, встановлювати їх розміри, форму, колір тощо. Раціональне освітлення є одним з найважливіших факторів безпечного та комфортного процесу виробництва.

**Виклад матеріалу.** Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві відбувається через нераціональне освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам: бути достатнім; рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм [2-8]. Так, збільшення освітленості зі 100 до 1000 лк при напруженій зоровій роботі підвищує продуктивність праці на 10-20%, зменшує кількість браку на 20% та знижує число нещасних випадків на 30%.

Найкращим світлом для виконання будь-якого виду робіт є розсіяне природне світло, тому майстерні рекомендується обладнати в приміщеннях з великою площею скління. Якщо ж такої можливості немає або природного світла недостатньо, необхідно забезпечити штучне освітлення, за своїми характеристиками максимально наближене до природного – рівномірне розсіяне світло.

Одним з найбільш перспективних напрямків технологій штучного світла є світлодіодне освітлення (LED освітлення). Джерелом світла в даному випадку виступають світлодіоди.

Як і будь-які інші способи освітлення, світлодіоди не є ідеальними і поряд з перевагами, у них є і свої недоліки. Головний недолік LED освітлення – висока ціна. Але у продажу вже з'явилися світлодіодні лампи за цінами, конкурентоспроможні з компактними люмінесцентними лампами.

Таким чином, враховуючи численні переваги світлодіодів перед традиційними джерелами освітлення, застосування світлодіодних ламп у виробничих приміщеннях є надзвичайно перспективним, оскільки це є запорукою комфортного та безпечного процесу праці.

#### Список посилань.

1. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
2. Гурська А. О. Міське освітлення. Світлодіодне освітлення вулиць / А. О. Гурська, М. С. Лемешев // Якість і безпека: сучасні реалії. Матеріали Науково-практичної конференції, 02-03 березня 2017 р. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – С. 34-36.
3. Кобилянський О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 188 с.
4. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 108 с.
5. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.
6. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.
7. Березюк О. В. Використання віртуального лабораторного стенда для проведення лабораторної роботи «Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях» / О. В. Березюк // Педагогіка безпеки. – 2017. – № 1. – С. 35-39.
8. Березюк О. В. Комп'ютерна програма «Віртуальний стенд для виконання лабораторної роботи "Дослідження ефективності освітлення в виробничих приміщеннях"» ("OP\_LR\_2") / Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 68185 // власник свідоцтва Вінницький національний технічний університет. – К. : Держ. служба інтелект. власності України. – Дата реєстрації: 07.10.2016.

УДК 674-419.32

## ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ

*Кусняк І.І., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

### USING OF THERMOPLASTIC POLYMERS WASTE IN THE PLYWOOD PRODUCTION

*Kusnyak I.I., Ukrainian National Forestry University, L'viv*

**Вступ.** Одним із перспективних видів деревинних композиційних матеріалів є фанера. Основною складовою у її виробництві є полімери. Переважна більшість полімерів, що використовуються у виробництві деревинно-композиційного матеріалу (термореактивні полімери – карбамідо- та фенолоформальдегідні) містять хімічні сполуки, які утворюються в процесі синтезу, що є небезпечним для здоров'я людини. Хімічні речовини, які виділяються з фанери мають негативний вплив на організм людини, зокрема, зумовлюють алергічні реакції та захворювання і мають загально-токсичну дію. Тому найважливішим питанням сьогодення є зменшення токсичності деревинних композиційних матеріалів.

**Теоретичні аспекти дослідження.** Розглядається можливість використання відходів термопластичних полімерів у виробництві фанери, переробка яких зменшить витрати первинного полімеру. В Україні лише 10 % відходів полімерних матеріалів переробляються, а решта накопичуються на полігонах та місцевих сміттєзвалищах. Період розкладання, наприклад, поліетиленових пакетів складає від 500 до 1000 років. Під час спалювання полімерні матеріали забруднюють навколишнє середовище отруйними речовинами, дуже шкідливими для здоров'я людини. Використання вторинних полімерів у виробництві деревинних композитів, зокрема фанери, вирішить проблему захисту навколишнього середовища.

У таблиці наведено показники межі міцності на зріз фанери, склеєної з відходів термопластичних полімерів. Дослідження можливості використання термопластичних відходів у виробництві фанери показали, що термопластичні полімерні матеріали на основі первинних та перероблених відходів можуть успішно використовуватися для склеювання деревинного шпону з високими експлуатаційними властивостями. Їх використання дозволить усунути у клеях токсичність та значно покращити охорону навколишнього середовища.

#### Межа міцності на зріз фанери склеєної з відходів термопластичних полімерів

Відходи термопластичних полімерів	Межа міцності на зріз, МПа
Відходи ПС <sup>1</sup> для фанери породи береза (сосна)	3,5 (2,8)
Відходи поліетилену високої щільності <sup>2</sup>	2,42
Відходи поліпропілену <sup>2</sup>	3,84
Відходи поліетилену високої щільності <sup>3</sup>	2,34
Відходи поліпропілену <sup>3</sup>	4,42
Відходи поліуретану <sup>3</sup>	2,18
Відходи з суміші ПЕНТ, ПП, ПВХ та ПС <sup>4</sup> :	1,1

Примітка. 1.– відходи полістиролу (Borysiuk et al., 2010); 2 – відходи поліетилену та поліпропілену (Kajaks et al., 2014); 3 – відходи поліетилену, поліпропілену та поліуретану (Kajaks et al., 2012); 4 – відходи поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду та полістиролу (Cui et al., 2010).

**Висновки.** В цілому, невисока вартість та екологічні показники сукупно відкривають широкі можливості використання відходів термопластичних полімерів у виробництві деревинних композиційних матеріалів, а саме фанери.

#### Список посилань.

1. Borysiuk, P., Mamiński, M.Ł., Parzuchowski, P., Zado, A. (2010). Application of polystyrene as binder for veneers bonding – the effect of pressing parameters. *European Journal of Wood and Wood Products*, 68 (4), 487–489.
2. Cui, T., Song, K., Zhang, S. (2010). Research on utilizing recycled plastic to make environment-friendly plywood. *Forestry Studies in China*, 2(4), 218–222. <https://doi.org/10.1007/s11632-010-0401-y>.
3. Kajaks, J., Kalniņš, K., Reihmane, S., Bernava, A. (2014). Recycled thermoplastic polymer hot melts utilization for birch wood veneer bonding. *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, 30 (2), 87–102.
4. Kajaks, J., Reihmane, S., Grinbergs, U., Kalniņš, K. (2012). Use of innovative environmentally friendly adhesives for wood veneer bonding. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 61 (3), 207–211. <https://doi.org/10.3176/proc.2012.3.10>.

УДК 004.9:620.92

## КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ВИГОТОВЛЕНІ З ВІДХОДІВ ТЕТРА ПАК І УПАКОВКИ З ПОЛІЕТИЛЕНУ

*к.т.н. Лютий П.В., к.т.н. Ортинська Г.Є., Національний лісотехнічний  
університет України, м. Львів*

## COMPOSITE MATERIALS PRODUCED FROM WASTE TETRA PAK AND PACKAGING WASTES OF POLYETHYLENE

*Ph.D. Lyutyi P.V., Ph.D. Ortynska G.Ye., Ukrainian National Forestry University, Lviv*

**Вступ.** Однією із найбільших проблем сьогодення є значне накопичення твердих відходів на сміттєзвалищах. Зокрема, найбільш проблемними відходами є пластики. Такий приріст відходів пов'язаний із значним зростанням виробництва пластиків за останні роки. Якщо в 1950 р виробництво пластиків складало 1,7 млн. тонн у рік, то в 2012 р – 288 млн. тонн у рік [1,2]. Близько 40% від усіх полімерних відходів становить поліетилен (ПЕ), розклад якого становить усього 0,5% на 100 років. Окрім того, останнім часом все більшої популярності набирає картонне та паперове пакування (Tetra Pak). Tetra Pak складається з 75% паперу і 10-25% ПЕ низької щільності (LLPE), який використовують для ламінування всередині та зовні [3]. Тому значна частина відходів Tetra Pak не піддається повторній переробці. На цій підставі необхідно дослідити можливість виготовлення композиційного матеріалу із залученням твердих побутових і промислових відходів.

**Виклад матеріалу.** У даному дослідженні для виготовлення композиційного матеріалу було використано подрібнені відходи харчової термозбіжної поліетиленової плівки (ХТП) (рис. 1,а), а також подрібнені відходи обгортки з-під цукерок (ОЦ) (рис. 1,б) і відходи Tetra Pak (рис. 1,в). Змішування компонентів композиції здійснювали вручну протягом 10 хв у твердому стані, після чого композицію формували в відкритій прес-формі. Композиційні матеріали пресували в лабораторному пресі, розміри виготовлених плит становили 250×230×8 мм. Тиск пресування становив 3,5 МПа, температура пресування 200 °С, тривалість пресування 9,6 хв (1,2 хв/мм). Після пресування композиційні матеріали піддавали охолодженню в холодному пресі до температури 30-40 °С. Щільність отриманих композиційних матеріалів становила 900 кг/м<sup>3</sup>.



Рисунок 1- Компоненти композиційного матеріалу: а) –ХТП; б) –ОЦ; в) – подрібнені відходи Tetra Pak

Експериментальні дослідження здійснювалося у етапи: 1) дослідження впливу співвідношення між матрицею та наповнювачем на властивості композиційного матеріалу (матриця - ХТП і ОЦ, наповнювач – подрібнені відходи Tetra Pak); 2) дослідження впливу суміші ХТП і ОЦ на фізико-механічні властивості композиційних матеріалів.

Композиційні матеріали на основі подрібнених відходів Tetra Pak характеризуються високими показниками міцності (міцність на статичний згин – 12,3; 15,4 МПа, питомий опір витягуванню шурупів – 142,8; 143,2 Н/мм). Композиційні матеріали на основі ОЦ характеризується дещо вищими показниками міцності порівняно з композиційними матеріалами на основі ХТП. Із підвищенням вмістом ОЦ (зменшенням вмісту ХТП) показники міцності та водостійкості стрімко зростають.

**Висновки.** Такий спосіб утилізації твердих побутових та промислових відходів дає змогу одночасно зменшити навантаження на екосистему та отримати композиційний матеріал, який можна застосовувати в різних сферах життєдіяльності людини. Отриманий композиційний матеріал характеризується високими показниками міцності та водостійкості.

### Список посилань.

1. Plastics – the Facts 2013. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data, 40.
2. Plastic Waste: Ecological and Human Health Impact. Science for Environment Policy. In-Depth Report. 2011, 44
3. Frequently Asked Questions (FAQs) on Regulation (EC) 1013/2006 on shipments of waste. European Commission. 2009, 88 pp.

УДК 621.742

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБЛЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЛИВАРНИХ ФОРМ***к.т.н. Лютий Р.В., к.т.н. Люта Д.В., Національний технічний  
університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"***PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT AND USE OF BINDING MATERIALS FOR  
FOUNDRY MOLDS***Ph.D. Lyutyi R.V., Ph.D. Liuta D.V., National Technical University of  
Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Ливарне виробництво України стоїть на порозі нового етапу розвитку. Це зумовлено тим, що воно є первинною ланкою і заготівельною базою для машинобудування, енергетики, транспортної та будівельної промисловості, електроніки, суднобудування та залізничної галузі, медицини, космонавтики, архітектури та мистецтва. Сучасні досягнення в галузі хімії органічних та неорганічних полімерів дають широкі можливості для вибору нових зв'язувальних компонентів. Але для застосування у ливарних технологіях ці матеріали мають відповідати ряду специфічних жорстких вимог. У першу чергу, ця речовина має забезпечувати зміцнення суміші із вогнетривким наповнювачем (кварцовим піском, цирконом, хромітом, корундом тощо). Багато розроблених для будівельної промисловості ефективних зв'язувальних матеріалів цього не роблять і тому не можуть бути використані для форм. Зв'язувальний компонент для ливарного виробництва має бути вогнетривким і хімічно інертним до розплаву. Важливим є і те, як поводить себе зв'язувальний матеріал після заливання форми. Під час твердіння вилівка відбувається усадка металу. Зменшення лінійних розмірів вилівка має відбуватися без опору з боку ливарної форми. А після остаточного охолодження вилівка він має бути видалений із форми з мінімальними зусиллями. На жаль, переважна кількість зв'язувальних матеріалів, які мають високу вогнетривкість, зберігають високу міцність на усіх етапах роботи ливарної форми, і в деяких випадках процес вибивання вилівка потребує значних енерговитрат. Виготовлення сучасних форм і стрижнів в Україні і світі здійснюють з використанням органічних (смоляних) зв'язувальних компонентів. Сьогодні існує декілька різновидів цих матеріалів. Вони мають переваги у швидкості виготовлення форм і стрижнів та можливості автоматизації процесів. З іншого боку, вони не забезпечили значного підвищення якості литва. Також у багатьох країнах світу постало питання екології подібних технологій. Дослідження шкідливих викидів на етапі приготування сумішей із синтетичними смолами, виготовлення і зміцнення форм, і особливо під час заливання металом, призвело до заборони у декількох країнах використання цих зв'язувальних матеріалів або компонентів для їх синтезу (в першу чергу фурфуролу). Актуальним в усьому світі постає питання пошуку нових матеріалів, які відповідають вимогам ливарного виробництва, можуть бути отримані у значних кількостях та є екологічно безпечними. Саме такими дослідженнями займається кафедра ливарного виробництва КПІ ім. І. Сікорського. За попередні декілька років нами розроблено ряд неорганічних зв'язувальних компонентів, які являють собою солі фосфорних кислот із такими елементами як натрій, калій, алюміній, кремній, цирконій. Зважаючи на значну поширеність фосфатних зв'язувальних матеріалів у різних галузях техніки, слід відзначити нові наукові досягнення у нашій роботі:

- вперше синтезовано фосфатний зв'язувальний компонент при хімічній взаємодії кварцу з ортофосфорною кислотою, досліджено його структуру та властивості. Форми, виготовлені із цим матеріалом, перевірені в умовах контакту з рідким металом (чавун, сталь) і показали високу хімічну та термічну стійкість;

- вперше досліджено умови взаємодії ортофосфорної кислоти із солями інших неорганічних кислот та в результаті практично реалізовано синтез фосфатних зв'язувальних компонентів за цією схемою. Вони також мають комплекс властивостей, необхідних для використання у ливарних формах;

- вперше синтезовано натрій- та калійфосфатні зв'язувальні матеріали як результат прямої взаємодії ортофосфорної кислоти з їхніми неорганічними солями. До цього часу внаслідок високої активності лужних металів та їх простих сполук це вважалося неможливим, окрім раніше відомих поліфосфатів, схема утворення яких значно відрізняється і не може бути реалізована у складі формувальної суміші. Сполуки цього класу мають цінну властивість – розчинність у воді, що може значно розширити їх область застосування у технологіях лиття.

Як підсумок наукової та експериментальної діяльності, ми пропонуємо нові матеріали для виготовлення ливарних форм і стрижнів на основі широко доступних та екологічних речовин, які не поступаються за властивостями сучасним аналогам.

УДК 553.99:630.31

**СПОСІБ РОЗРОБЛЕННЯ ЛІСОВИХ ЗЕМЕЛЬ ПОШКОДЖЕНИХ  
НЕЛЕГАЛЬНИМ ВИДОБУТКОМ БУРШТИНУ***к.т.н. Магура Б.О., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів***THE WAY OF THE DEVELOPMENT OF FOREST LANDS DAMAGED BY THE  
ILLEGAL AMBER MINING***Ph.D. Mahura B.O., Ukrainian National Forestry University, Lviv*

**Introduction.** During last years, illegal and uncivilized amber mining in Ukraine has grown substantially, reaching catastrophic scales. According to geologists data, Ukraine is the leader in Europe and ranks second in the world by amber deposits, while Ukrainian minerals are distinguished by the highest percentage of jewelry amber in the world. In Ukraine, the largest deposits of amber concentrated mainly in the three north-western regions – Volyn, Rivne and Zhytomyr. At the same time, officially and legally Ukrainian companies with the state licenses for amber extraction, annually produce about 4 tons, which is only about 5 % of the real volumes of amber production in Ukraine. According to the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, the amount of illegal amber mining reaches from 120 to 300 tons per year. However, nobody can name exact figures. Approximate total annual revenue in this market is about \$ 300 millions [1].

**Presentation of the material.** Relatively to the areas involved in the "amber fever" – they cover almost the entire north-western part of Ukraine with a total area of over 14.6 thousand km<sup>2</sup>. According to the data of the Rivne Regional Department of Forestry and Game Management, the area of the forest fund lands that have been damaged as a result of the illegal amber mining on the end of 2017 was almost 5 thousand hectares. Negative consequences of illegal and uncivilized amber mining cause serious danger in the economic, social and ecological components of the security of the north-western regions of Ukraine. The ecological component – it is the destruction of the grass cover and fertile soil layer, cutting of trees and damages of their root system, die-back of growing trees, damages to the integrity of maternal geological rocks, depletion of amber layers, destruction of groundwater circulation and drainage networks, water and wind erosion, changes of forest and marsh ecosystems, destruction of biodiversity, regional changes of microclimate. So, the issues of restoration and recultivation of these disturbed lands are urgently important. Therefore, the Government of Ukraine in 2016 approved a pilot project for the recultivation of forestry land in three regions: Rivne, Zhytomyr and Volyn. However, before starting the recultivation works, it is necessary to remove all healthy wood that has not yet died, as well as dried and damaged trees from these areas. The main problem during the development of such forest lands will be the operation of primary timber transportation (yarding), since the use of traditional ground skidding methods (skidders, animal snaking) in these conditions is impossible. No tractors, neither the wheeled, nor the caterpillar, have the ability to move through this devastated territory. One and only way of carrying out logging in such conditions is the use of skyline cable timber yarding. Although the use of cable systems involves additional costs for assembly and disassembly, which require the use of manual labor and significant physical strength, there are currently no alternatives to such equipment in the development of degraded by amber mining lands. Therefore, at the Ukrainian National Forestry University the original technology for the development of degraded, out-of-reach plots using mobile cable yarding equipment, with drive gear on the base of any general purpose wheeled tractor has been developed. The maximum length of the cable way is 400 m. For the lateral yarding of timber it is suggested to use an additional manual mechanical motor winch with a length of a traction cable of 80 m. Thus from one position of the drive station it is possible to develop a plot with an area of up to 6.4 hectares [1]. The carriage of cable yarding equipment is proposed to be equipped with a grapple mechanism, which will allow to minimize manual labor on loading and unloading operations. Moreover, such equipment can be successfully used on the waterlogged areas of the forest fund.

**Conclusion.** The calculations of the structural elements of the cable yarding equipment and a simulation modeling of load stress and tension in the structure of the carriage have confirmed the correctness of the equipment structural parameters choice. For the calculation and analysis we had used the Solidworks Simulation program and conducted a statistical analysis of the most stressed elements at the construction. Proposed cable yarding equipment and carriage construction will ensure its reliable operation during the development of damaged and degraded plots of the forest fund.

**References.**

1. Mahura Bohdan. Do pytannia rekultyvatsii zemel, poskodzhenykh "burshtynovoioiu lykhomankoiu"// Psychological Dimensions of Culture, Economics, Management: Science Journal / Ukraine, Lviv. – XI, 2018. – pp. 408-413.

УДК 658.5:621

**ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА***д.т.н. Шабайкович В.А., к.т.н. Гуменюк Л.О., Луцький національний технічний університет, Україна***PROBLEMS OF MODERN PRODUCTION***Doct. Shabaykovich V.A., Ph.D. Gumenyuk L.O., Lutsk National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Україна зі своїм технічним потенціалом за 25 років незалежності залишилася відкинутою за рівнем виробництва на останні місця серед країн СНД світу. Причина криється в тому, що у другій половині 90<sup>-их</sup> років в Україні можновладцям вдалося створити таку систему, яка прирєкла державу на бідність, а їх на швидке збагачення. Серед багатьох причин відмічається: розвал економіки, непомірне та дике збагачення, поганий соціально-психологічний клімат, низька духовність, подальша відсутність відчуття господаря та інші супутні негативні явища. Не дивлячись на це, роботи по відновленню виробництва частково ведуться, але вони повільні, відрізняються розрізненістю. При цьому, в деяких роботах навіть не називаються неправильні причини такого становища.

**Виклад матеріалу.** На ефективну роботу виробничої системи впливають як внутрішні, так і зовнішні чинники. Внутрішні чинники замикаються на самій виробничій системі, а зовнішні - на впливу середовища. Знаючи і аналізуючи ці чинники, можна визначитись з необхідними заходами для їх усунення, намітити конкретні завдання по покращенню функціонування виробництва.

До головних внутрішніх чинників, які погано впливають на виробництво, можна віднести: застарілість або відсутність матеріально-технічної бази виробництва, відсутність потрібних каліфікованих робітників, середнього та вищого інженерно-технічного персоналу, застарілу примітивну організацію роботи підприємств, низьку заробітну плату на виробництві, дуже велику затратність виробництва, відсутність сучасних нових виробів, процесів, послуг, їх застарілість, повне ігнорування та не впровадження зарубіжного досвіду тощо.

До головних зовнішніх чинників можна віднести: низьку кваліфікацію вищої керівної ланки, поганий фінансово-економічний та соціальний стан держави, відсутність фінансової підтримки виробництва, погане законодавство тощо. Можна вказати на головні заходи щодо покращення виробництва: вивести виробництво на стан 80<sup>-их</sup> років, заборонивши тимчасово будь-які реформи, зосередившись на поточних технічно-організаційних питаннях, відновити зв'язки з вітчизняними й зарубіжними партнерами, оновлювати матеріально-технічну базу виробництва, організацію робіт, загострити відповідальність на виробництві, вирішити проблему кадрового забезпечення на всіх рівнях, починаючи від міністерського і до робітничого, значно підвищити якість підготовки спеціалістів для виробництва у ВУЗ<sup>-ах</sup>, загострити боротьбу з фінансовими злочинами, корупцією, хабарництвом, рейдерством, підвищити заробітну плату виробничникам, відновити систему преміювання та заохочення, розробляти і впроваджувати у виробництво високоефективні інформаційні технології типу *CALS* та устаткування, заборонити існування проміжних ланок виробництва та продажу продукції, заборонити будь-яку партійну "боротьбу" та бізнес на самому виробництві, замінити застарілу продукцію виробництва, розробляти, виносити на обговорення та впроваджувати дійсно потрібне законодавство, організувати постійно діючу систему підвищення кваліфікації виробничого персоналу, збільшити інвестиції у виробництво, унормувати ціну на продукцію, особливо необгрунтовані прибутки тощо.

На жаль тепер справдилась байка *Крилова І.А.* "Беда, коль пироги начнет печи сапожник, а сапоги тачать пирожник". І в наслідку посипались, як з дірявого мішка, недолугі реформи, закони, постанови, ухвали, інструкції, роз'яснення та інший бюрократично-паперовий вал, шкідливий для виробництва. Так і хочеться згадати фрігійського царя *Мідаса* з VII століття д.н.е, який до чого доторкався, все перетворював в золото. Напрошується порівняння з точністю до навпаки: до чого не доторкнуться наші сучасні законодавці, влада, чиновники і інші бюрократи, все перетворюється у непотріб, який гальмує будь-який розвиток країни, але при цьому вони озолочуються.

Мабуть найцікавіше питання: коли можна очікувати суттєвого покращення ситуації з виробництвом? Якщо активно по-справжньому почати працювати, то це може зайняти десятиліття. Тепер поставлені зовсім інші завдання і, мабуть, країні буде потрібний певний час на проходження цього етапу, але його можна буде значно скоротити за рахунок застосування зарубіжного досвіду, наприклад, японського, сингапурського чи багатьох інших.

**Список посилань.**

1. Шабайкович В.А. Сучасне виробництво продукції: -Львів: СПДФО «Марусич М.М.», 2014. -329 с.

УДК 666.972.125

## ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ КЕРАМЗИТУ

*к.т.н. Шукіна Л.П., Галушка Я.О., Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна*

## USE OF MINERAL ADDITIVES TO INCREASE THE STRENGTH OF EXPANDED CLAY

*Ph.D. Shchukina L.P., Galushka Ya.O., National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine*

В сучасному цивільному будівництві задача підвищення теплового захисту споруд може бути вирішена за рахунок використання ефективних будівельних матеріалів, до яких відносяться й легкі бетони на керамзиті. В цьому штучному пористому заповнювачі поєднуються низька теплопровідність, екологічність, атмосферна стійкість, механічна міцність при малій густині, що надає цьому матеріалу необхідної конструктивної якості. Однією з важливих характеристик, які визначають фізико-технічні властивості легкого бетону, є механічна міцність керамзитового гравію. Задачу зміцнення керамзиту можна вирішувати шляхом застосування якісної сировини, її посиленою переробкою, шляхом зміни режиму випалу й охолодження, а також використанням різних зміцнюючих добавок в шихту, зокрема глиноподібних. Останнє рішення є найбільш доцільним технологічним прийомом, враховуючи виснаженість сировинної бази гарно спучуваних керамзитових глин.

Задачею даної роботи було вивчення впливу пірофіліту Овруцького родовища як додаткового алюмосилікатного компоненту маси на спучуваність, густину і механічну міцність керамзиту, який отримують на основі середньоспучуваної полімінеральної глини з добавкою 1,8 % торфу. Як глинистий компонент маси було використано глину родовища «Червона Гора» (м. Бахмут), яка за існуючими прогнозними показниками (діаграма Августініка А.І., коефіцієнти Крупи О.А.) може застосовуватися у керамзитовій технології лише з газотворюючими добавками.

Підготовку сировинних матеріалів до лабораторних випробовувань здійснювали за стандартною методикою, зразки формували спочатку вручну пластичним способом у вигляді гранул розміром  $16 \times 16$  мм, а потім – екструзією маси з отриманням гранул розміром  $8 \times 20$  мм. Висушені зразки підлягали випалу за таким режимом: термічна підготовка за температури  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  впродовж 20 хв, витримка за температури випалу  $1170\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 7 хв і наступне різке охолодження на повітрі.

Для пірофілітвмісних гранул і гранул без добавки пірофіліту були визначені такі їх характеристики, як коефіцієнт спучування, густина, механічна міцність, водопоглинання і втрати маси при визначенні морозостійкості. Означені властивості визначали згідно з ГОСТ 9758-86, класифікаційні ознаки керамзиту встановлювали відповідно до ДСТУ Б В.2.7-17-95. За результатами досліджень визначено, що пірофілітова добавка погіршує характеристики спучування гранул, зменшуючи коефіцієнт спучування з 6 до 3,6, дещо підвищує густину (з  $450\text{ кг/м}^3$  до  $600\text{ кг/м}^3$ ), зменшує водопоглинання при майже постійних втратах маси при визначенні морозостійкості (0,15 – 0,2 %). В той же час важливим позитивним впливом пірофіліту на властивості гранул є суттєве зростання їх міцності – на 78,5 % у порівнянні зі зразками, вільними від цієї добавки. Таке зростання міцності пояснюється синтезом в поверхневому шарі керамзитової гранули новоутворень.

За результатами рентгенофазового аналізу зразку оптимального складу, отриманого за температури  $1170\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в ньому ідентифіковані такі новоутворення, як муліт  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  і герциніт  $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ , які відсутні у фазовому складі зразку без добавки пірофіліту. Утворення муліту за такий короткий час термічної обробки пояснюється тим, що оксиди алюмінію і кварцу знаходяться у пірофіліті у зв'язаному стані, що полегшує наступний синтез муліту. Утворення герцинітової фази стає можливим за рахунок наявності в матеріалі відновника у вигляді вуглецю торфу, який відновлює  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до  $\text{FeO}$  з подальшим утворенням ферумвмісної шпінелі  $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ . Саме присутність означених новоутворень разом з дещо потовщеною скоринкою гранул сприяє їх зміцненню. Утворена в зразках склофаза забезпечує низькі значення водопоглинання і втрат маси при визначенні морозостійкості.

При оптимальному співвідношенні сировинних компонентів (некондиційної глини, пірофіліту), вмісті торфу (1,8 мас. %) та формуванні гранул методом екструзії в лабораторних умовах за температури випалу  $1170\text{ }^{\circ}\text{C}$  отриманий керамзит з наступними показниками: середня густина зерна  $478\text{ кг/м}^3$ , марка за механічною міцністю П75, водопоглинання 6,2 %, морозостійкість 30 циклів, коефіцієнт спучування 4,5. Такий керамзит згідно з існуючою класифікацією відноситься до категорії дуже легких і може використовуватися для виробництва легких і міцних бетонів.

УДК 678-13:678.744:678.

## ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ КОПОЛІМЕРІВ ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНУ

*д.т.н. Суберляк О.В., к.т.н. Гриценко О.М., к.т.н. Волошкевич П.П., Бедльовська Х.М.,  
Національний університет "Львівська політехніка", Україна*

## THE BASIS OF METAL FILLED POLYVINYLPIRROLIDONE CO-POLYMERS OBTAINING TECHNOLOGIES

*Doct. Suberlyak O.V., Ph.D. Grytsenko O.M., Ph.D. Voloshkevych P.P., Bedlovska Kh.M., Lviv National Polytechnic University, Ukraine*

**Вступ.** Широке застосування в практиці знаходять гідрогелі на основі кополімерів полівінілпіролідону (ПВП) з 2-гідроксіетилметакрилатом (ГЕМА). Внаслідок сорбції води в таких сітчастих гідрофільних матеріалах утворюється двофазна система, яка складається з ланцюгів полімеру, хімічно і (або) фізично зв'язаних між собою, і води, яка заповнює вільний простір в сітці. На сьогоднішній день виникла потреба у полімерах, які поряд з гідрофільністю володіли би й іншими характеристиками, наприклад, такими як висока механічна міцність у гідратованому стані, електро- та теплопровідність, магнітні властивості тощо. Модифікація ПВП-ГЕМА кополімерів наповненням металами різної природи відкриває можливість одержання нових матеріалів із специфічними властивостями – полімерних композиційних металонаповнених гідрогелів. Зацікавленість такими матеріалами обумовлена поєднанням властивостей полімерної матриці та металічного наповнювача. У зв'язку з цим, метою даної роботи було розроблення основ технологій одержання металонаповнених кополімерів ПВП та їх композиційних гідрогелевих матеріалів спеціального призначення.

**Виклад матеріалу.** На основі експериментальних досліджень та аналізу літературних джерел обґрунтовано та запропоновано найбільш оптимальні методи одержання металонаповнених кополімерів ПВП з ГЕМА та їх гідрогелів – полімеризаційне наповнення дрібнодисперсними порошками металів різної природи, хімічне відновлення металів в сітці полімерної матриці, суміщення процесів полімеризації та хімічного відновлення металу.

Полімеризаційне наповнення здійснювали введенням дрібнодисперсних порошоків металів у рідку полімер-мономерну композицію з наступною її полімеризацією. Встановлені закономірності кополімеризації ГЕМА з ПВП у присутності металів (Fe, Co, Ni, Pb, Zn, стопів SmCo<sub>5</sub>, FeCo) без використання додаткових ініціаторів та за участі сульфату феруму (II), яка відбувається за кімнатної температури на повітрі, без попереднього очищення від кисню з регульованим часом формування в межах 0,5÷2 год.

Процес хімічного відновлення металів в полімерній сітці на основі ПВП-ГЕМА кополімерів покладено в основу технології формування металонаповнених гідрогелів, які характеризуються високими міцнісними, пружними та електропровідними властивостями із значно меншим вмістом металу, ніж у випадку полімеризаційного наповнення дисперсними порошками металів. В роботі запропоновано технологію хімічного відновлення Ni, Cu та Ag з розчинів їх солей у сітці полімеру з новою об'єднаною стадією насичення полімерної матриці сумісним розчином окисника і відновника за кімнатної температури з підвищеною рівномірністю розподілу наповнювача у композитах.

Поєднання процесів хімічного відновлення Ni, Cu та Ag і полімеризації ГЕМА-ПВП композицій забезпечило одержання металонаповнених гідрогелів в одну стадію. З використанням ініціувальної системи пероксид бензоїлу (ПБ) – сульфат феруму (II) досягається температура екзотермії, достатня для відновлення металів без попереднього нагрівання реакційної композиції.

Досліджено вплив методу наповнення на формування структури і властивості гідрогелевих композитів та на цій основі встановлено режими синтезу матеріалів з прогнозованими характеристиками. Обґрунтовані оптимальні технологічні параметри переробки ПВП-ГЕМА композицій у виробі розробленими методами, спроектовано відповідне обладнання та оснащення.

**Висновки.** Розроблені нові, високопродуктивні та енергоощадні технології одержання металонаповнених композиційних кополімерів ПВП та гідрогелевих матеріалів на їх основі, які володіють, залежно від природи наповнювача, комплексом сорбційних, фізико-механічних, магнітних та електричних властивостей. Електропровідність таких матеріалів змінюється залежно від вмісту вологи, тиску, температури, рН середовища, вмісту низькомолекулярних речовин, що сприяє суттєвому розширенню галузей їх застосування.

УДК 004.9:620.92

**ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЛУЩЕНОГО ШПОНУ  
НА ВЛАСТИВОСТІ ФАНЕРИ***к.т.н. Тимук Д.В., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів***THE INFLUENCE OF VENEER SURFACE MODIFICATION ON THE  
PROPERTIES OF PLYWOOD***Ph.D. Tymuk D.V., Ukrainian National Forestry University, L'viv*

**Вступ.** При формуванні адгезійного з'єднання клей-деревина вирішальна роль належить енергії хімічно активних груп та їх концентрації у поверхневому шарі деревини (шпону). Шорсткість та інші фактори мають менший вплив. Тому серед усіх методів вирішальним є саме хімічне модифікування, оскільки негативний вплив інактивованого шару деревини на процес полімеризації клею – суто хімічний процес і ліквідувати цей шар можна лише нейтралізувавши або видаливши його з поверхні деревини.

**Виклад матеріалу.** Для модифікування поверхні лушеного шпону перед операцією нанесення на нього клею запропоновано модифікувальні речовини різних класів (пероксид водню ( $H_2O_2$ ), оцтова кислота ( $CH_3COOH$ ), натрій карбонат ( $Na_2CO_3$ ), алюміній сульфат ( $Al_2(SO_4)_3$ )).

Встановлено, що модифікована поверхня лушеного шпону характеризується меншим кутом змочування ( $\theta = 47,1-34,1^\circ$ ), а отже проявляє кращу адгезійну здатність порівняно з необробленою поверхнею ( $\theta = 53,5^\circ$ ). Для зміни кислотності поверхневого шару деревини доцільно використовувати щонайменше 2 %-ні розчини модифікувальних речовин.

З метою встановлення раціональних рецептур модифікаторів досліджували вплив концентрації ( $k = 1, 2, 3 \%$ ) та витрати модифікатора ( $q = 10, 20, 30 \text{ г/м}^2$ ) і часу пресування ( $t = 6, 8, 10 \text{ хв}$ ) на фізико-механічні властивості модифікованого шпону та фанери, виготовленої з нього.

Як і передбачалось, застосування кожного із використаних модифікаторів дає змогу підвищити міцність фанери в 1,8-2,3 рази порівняно із вимогами стандарту ДСТУ EN 314-1, за яким міцність фанери на зріз не повинна бути меншою за 1,0 МПа.

Найвища міцність спостерігається у разі використання як модифікатора поверхні лушеного шпону водного розчину перексиду водню концентрацією 3 % (міцність фанери становить 2,39 МПа). Пероксид водню схильний до радикальних реакцій і є надзвичайно хімічно активним. Реагуючи з хімічними компонентами як деревини, так і смоли, він викликає утворення зв'язків (C-C) та (C-O-C) за радикальним механізмом, які міцніше утримують макромолекули, ніж водневі зв'язки чи міжмолекулярна взаємодія, що пояснює високу міцність клейового з'єднання у цьому випадку.

З'ясовано також вплив модифікування поверхні лушеного шпону на спресування фанери. Із збільшенням часу пресування від 6 до 10 хв відбувається підвищення спресування пакета шпону у 1,1-1,2 рази, що спричинене ущільненням деревини. Впливу концентрації модифікатора на величину спресування фанери не встановлено.

Суттєвіший вплив на спресування фанери чинить витрата модифікатора. Річ у тім, що із збільшенням витрати модифікатора зростає кількість вологи, що додатково вноситься в пакет, а це, у свою чергу, призводить до зростання деформації пакета. Деревина розм'якшується, набуває пластичності, що сприяє збільшенню її деформації, оскільки підвищується пластичність лігніну, геміцелюлоз, що призводить до значного її ущільнення. Збільшення витрати модифікатора від 10 до 30  $\text{г/м}^2$  призводить до зростання спресування фанери у 1,3-1,5 рази, а отже, до безповоротних втрат сировини, що ще раз підтверджує недоцільність збільшення витрати модифікатора.

Встановлено, що застосувавши модифікування поверхні шпону водним розчином перексиду водню (витратою 10  $\text{г/м}^2$ , концентрацією 3 %) за виконання умови відповідності вимогам стандарту міцності фанери на зріз, можна зменшити температуру пресування на 20 %, тиск пресування на 33 % і витрату клею на 40 %. Це сприятиме кращому виділенню вологи у процесі склеювання та зменшенню втрат деревини на спресування, а також значній економії енергоресурсів.

**Висновки.** Вивчено вплив запропонованих модифікувальних речовин (перексиду водню, оцтової кислоти, натрій карбонату, алюміній сульфату) на властивості поверхні березового лушеного шпону та міцність фанери, виготовленої з нього. Встановлено можливість підвищення змочувальної здатності поверхні лушеного шпону його модифікуванням запропонованими хімічними речовинами. Значення міцності фанери на зріз, виготовленої в лабораторних умовах, з модифікованого шпону відповідають вимогам стандарту ДСТУ EN 314-1 та EN 314-2: 2003.

Розроблено рецептури модифікаторів для обробки поверхні лушеного шпону, які дають змогу виготовляти фанеру за зменшеної витрати клею.

УДК 621.787

## МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ЕВТЕКТИЧНОГО ПОКРИТТЯ ПРИ НАГРІВАННІ ПОРОШКОВОЇ СУМІШІ

д.т.н. *Голубець В.М.*, *Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;*  
д.т.н. *Пашечко М.І.*, *Люблінський політехнічний університет, Польща*

## MECHANISM OF FORMATION OF EUTECTIC COATING WHEN HEATING POWDER MIXTURE

Doct. *Holubets V.M.*, *National University of Forestry and Wood Technology Ukraine, Lviv;*  
Doct. *Pashechko M.I.*, *Lublin University of Technology, Poland*

**Вступ.** Серед методів поверхневого зміцнення деталей машин чільне місце займають технологічні процеси отримання евтектичних покриттів (ЕП) з порошкових сумішей системи Fe-Mn-B-C, елементи якої взаємодіють при температурі утворення евтектики. В роботі [1] описано спосіб отримання евтектичного сплаву в поверхневому шарі металу, вказано склад порошкових матеріалів, технологічні методи нанесення ЕП, встановлена їх структура, зносостійкість і втомна міцність. Однак, для практичного застосування ЕП важливим є розглянути хід формування розплаву на поверхні виробу при нагріванні порошкової суміші.

**Виклад матеріалу.** Формування розплаву в процесі нанесення ЕП на сталі 45 з порошкової суміші можна описати наступним чином (рис.1). При пічному нагріванні сталі (Г) з попередньо нанесеною на ній порошковою сумішшю (А) до температури утворення евтектики  $T_{евт} = 1553K$  відбувається перекристалізація і дифузія як елементів суміші в поверхневий шар сталі, так і зустрічна дифузія елементів досліджуваної сталі в порошок суміш. Плавлення суміші починається з борного ангідриду  $B_2O_3$  при 850K. Володіючи хорошою рідкотекучістю і змочуваністю, він обволакує частинки порошкової суміші і поверхню зміцнюваного виробу, не допускаючи проникнення в реакційну зону кисню. Відтак плавиться фтористий натрій NaF (при 1273K). При 1373K по досягненню евтектичної концентрації дифундуючих в сталь вуглецю і бору оплавлюється поверхневий шар сталі з утворенням рідкого прошарку глибиною  $h_2$ .

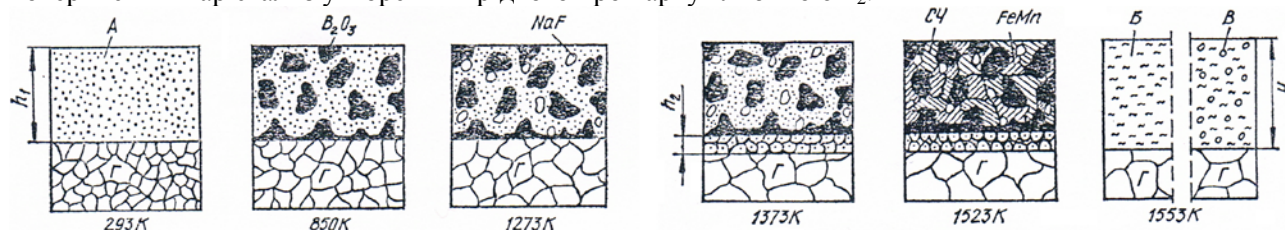


Рисунок 1 - Схема формування розплаву на поверхні сталі 45 при пічному нагріванні порошкової суміші товщиною  $h_1$

Від 1523K починає плавитись феромарганець FeMn і сірий чавун СЧ. При 1553K на поверхні зміцнюючого виробу утворюється суцільний розплав Б глибиною H, в якому дифузійні процеси значно інтенсифікуються. Кількістю утвореного розплаву оцінюється товщина покриття. Внаслідок перерозподілу в розплаві атомів оплавленого шару сталі і розплавленої порошкової суміші в мікрообластях фази, що збагачені атомами марганцю, утворюється марганцевистий карбід заліза  $Fe_{0,4}Mn_{3,6}C$  [2]. Цей перерозподіл впливає на утворення інших фаз. Завершується процес формування ЕП в результаті кристалізації металу з розплаву при його охолодженні. При додаванні до суміші компонентів, температура плавлення яких вище  $T_{евт}$ , утворення розплаву на поверхні сталі аналогічне наведеній схемі (рис. 1), лише з різницею в тому, що при 1553K розплавлена суміш вміщує легуючу тверду фазу (В), яка сприяє утворенню у покритті твердого розчину або хімічного з'єднання.

**Висновки.** Встановлено, що формування евтектичного покриття проходить по дифузійному механізму. При цьому має місце взаємодія компонентів з різних фаз в об'ємі порошкової суміші з протіканням процесів активації і змочування поверхні твердої легуючої фази розплавом. Можна припустити, що саме утворення розплаву приводить до збільшення міцності ЕП за рахунок зниження пористості і покращення зчеплення між фазами завдяки взаємодії компонентів порошкової суміші, що підтверджується результатами інших досліджень, наприклад при спіканні керметів в присутності рідкої фази [3, 4].

### Список посилань.

1. Голубець В.М., Пашечко М.І. Поверхнєве зміцнення деталей машин нанесенням евтектичних покриттів // В зб. "Прикладні науково-технічні дослідження": Матеріали I Міжнар. конференції, 5-7.04.2017 р. - Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2017. - С.139.

2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.: Металлургия, 1983. - 359 с.
3. Кислый П.С., Сторож Б.Д., Горб М.Л. Прочность керметов окись алюминия - вольфрам // Порошковая металлургия. - 1977. - № 4. - С. 75-79.
4. Сторож Б.Д., Кислый П.С. Спекание керметов вольфрам - окись алюминия в присутствии жидкой фазы // Порошковая металлургия. - 1974. - № 9. - С. 24-34.

УДК 666.724

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОРЯННЯ ВУГЛЕЦЕВОЇ СКЛАДОВОЇ ПАЛИВОВМІСНИХ КЕРАМІЧНИХ ШИХТ

*Лігезін С. Л., к.т.н. Щукіна Л.П., Гуміров Е.І., Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна*

## THE INTENSIFICATION OF THE COMBUSTION OF CARBONIC COMPOUNDS OF FUEL-CONTAINING CERAMIC SHIELDS PROCESS

*Lihezin S.L., Ph.D. Shchukina L.P., Humirov E.I., National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine*

The important task facing the domestic ceramic industry is energy-saving technologies development, which is especially important for the energy-consuming production of wall ceramics. The lack of such common type of technological fuel as natural gas in Ukraine makes it urgent to search for alternative types of fuel resources, one of which can be finely dispersed carbonaceous waste from the coal industry.

The positive feature of its use in coarse-ceramic technologies is that, due to the uniformity of its distribution in the shield and increased dispersion, the firing conditions are improved and it becomes possible to intensify this process. At the same time, fuel economy takes place due to the fact that the heat of combustion of the carbon-containing component is almost completely covered by significant part of the thermal energy that is necessary for firing. Then, while using carbon-containing additives, there is a problem associated with providing oxygen access to the inner layers of the semi-finished product during its heat treatment.

This problem lies in the weak diffusion of oxygen from the furnace space, caused by the yield of the combustion products of the additive through the fired material, which significantly reduces the partial pressure of the incoming oxygen. To solve this problem, the technological methods associated with increasing the firing time are usually used.

To reduce significantly the time of this chemical-technological process can be introduced into the shield the oxidizing substances containing oxygen in their composition, capable of releasing in a certain temperature range. The effect of its action is that additional oxygen will improve the process of burning out the additive carbon and reduce the negative effect of weak diffusion of oxygen in the oven space. In its turn, it will contribute to a uniform heating of the material body and intensification of firing conditions due to additional thermal energy coming from the deep layers of the material.

The purpose of this work is to investigate the effectiveness of various oxidant substances while using in combination with a carbon-containing fuel additive in the shields for the production of wall ceramics. In the laboratory conditions, nitrates of a number of alkaline and alkaline-earth metals and their mixtures (oxidants) were tested, as well as complex additives based on oxidants and metal oxides, presumably acting as oxidation catalysts. As a fuel additive taken in different quantities, the waste from coal beneficiation (the Dnipro coal-mining field of Ukraine) with a high content of organic constituents (according to thermal analysis, an average of 40 %) was used. The clay base of the shields is consisted of polymineral loam, used in the current brick production of the Ternopil region.

The number of used oxidants was determined by means of thermo-chemical calculations, based on the composition of the organic part of the waste, the specified degree of carbon oxidation, and the amount of output thermal energy.

Based on the analysis of the composition and properties of the samples obtaining at the temperatures of 950 °C and 1000 °C (the amount of residual carbon, mechanical strength), the oxidizing action of the additives was evaluated. It has been established that the use of complex additives leads to qualitative improvement in the firing out of the carbon component of the shields, which is associated with the expansion of the oxidation temperature range that accelerates the firing process and affects the mechanical properties of ceramic materials positively.

УДК 621.74.042:669

## СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ З ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ ТА ВЛАСТИВОСТЯМИ

к.т.н. *Фесенко М.А., Лук'яненко І.В., Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"*

## METHOD OF MANUFACTURE OF CAST IRON DETAILS WITH DIFFERENTIATED STRUCTURE AND PROPERTIES

*Ph.D. Fesenko M.A., Lukyanenko I.V., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Вступ.** В даний час при конструюванні сучасних машин, механізмів та різного промислового устаткування збільшується попит на чавунні двошарові вироби, в яких досягаються найбільш повне поєднання експлуатаційних властивостей, диференційованих за об'ємом і поверхні деталі.

У більшості випадків від таких деталей потрібно тверда зносостійка робоча поверхню і в'язка ударостійка монтажна частина. Високу зносостійкість робочої поверхні деталей може забезпечити один з більш дешевих матеріалів – білий або вибілений чавун з твердими карбідами заліза в мікроструктурі, а підвищену пластичність та ударну в'язкість основи або серцевини – високоміцний чавун з кулястим графітом ферито-перлітного класу. На сьогоднішній день відомо багато способів отримання чавунних виливків з твердою зносостійкою та в'язкою частинами. Найчастіше для їх отримання застосовуються технологічні процеси послідовного заливання загальної ливарної форми чавунами різного хімічного складу. Необхідність одночасного використання двох плавильних агрегатів для виплавлення чавунів різного складу, а також синхронізація процесів виплавлення та розливання різних чавунів є головними недоліками цих способів.

**Виклад матеріалу.** В роботі запропоновано новий спосіб диференціації структури та властивостей чавуну в різних частинах (зонах) виливка. Спосіб реалізується шляхом заливанні ливарної форми вихідним чавуном, схильним до кристалізації з виділенням графіту (СЧ) або чавуном, схильним до кристалізації з вибіленням (БЧ), виплавленим в одному плавильному агрегаті та обробленні його сфероїдизувальним модифікатором (СМ) у реакційній камері ливникової системи. Після сфероїдизувального оброблення розплав прямує у порожнину ливарної форми, куди попередньо встановлено сталеву, чавунну або графітову пластину (холодильник) для забезпечення прискореного тепловідведення від частини виливка, де формується зносостійка тверда поверхня з білого чавуну (БЧ). Інша частина виливка кристалізується з в'язкого ударостійкого високоміцного чавуну з кулястим графітом (ВЧ) (рис. 1).

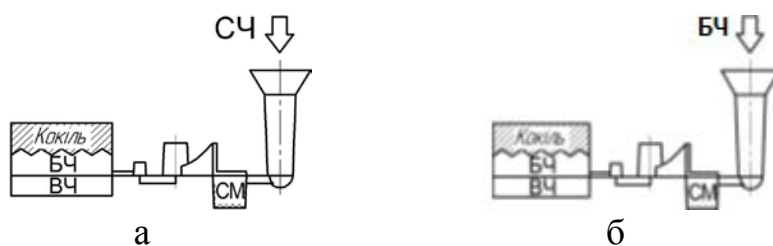


Рисунок 1 – Схеми способу виготовлення виливків з робочою зносостійкою та в'язкою монтажною частинами з одного вихідного чавуну

З метою підтвердження реалізації запропонованого способу в роботі проведені дослідження щодо вибору хімічного складу вихідних чавунів, схильного до кристалізації з вибіленням, а також схильного до кристалізації з виділенням графіту, досліджені їх особливості тверднення та охолодження у ливарній формі. Визначені ефективні сфероїдизувальні модифікатори, їх необхідна кількість та гранулометричний склад, що забезпечують стабільне отримання в монтажній частині виливка високоміцного чавуну з кулястим графітом ферито-перлітного класу. Встановлені закономірності структуроутворення та властивостей зносостійкого чавуну в робочій та в'язкого високоміцного чавуну в монтажній частині виливків. Досліджено вплив матеріалу та товщини зовнішнього холодильника на глибину зносостійкого шару у виливках.

**Висновки.** Отримані експериментальні данні свідчать про перспективність застосування їх на промислових підприємствах при виготовленні деталей, що працюють в умовах ударно-абразивного зношування, таких як, щоки дробарок, робочих елементів дробарок, зубів ковшів екскаваторів, лемехів, інструменту для будівельних робіт тощо.

УДК 69.002.5

## ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ГРУНТОВОГО КУЛАЧКОВОГО КОТКА ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ СВІЖЕ ПІДГОТОВЛЕНОГО ГРУНТУ

к.т.н. *Артеменко Д.Ю.*, к.т.н. *Настоящий В.А.*, *Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

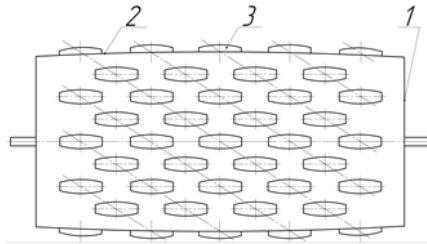
### DESIGN VALIDATION OF THE WORKING SURFACE OF A SHEEP'S FOOT ROLLER FOR COMPACTION OF FRESHLY PREPARED SOIL

*Ph.D. Artemenko D.U., Ph.D. Nastoiashchy V.A., Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy*

**Target setting.** Preparation of the construction site plays an important role in modern civil engineering work during the process of constructing buildings of agricultural purposes [1]. One of the main stages is the preparatory compaction of the soil under the future foundation of the building and approach tracks. This technique allows avoiding such a negative phenomenon as surface subsidence and with time the building foundation and approach tracks ruining. For this reason it is important to increase operational efficiency of the roller for the preparatory compaction of the soil to the maximum depth and uniformity across the width.

**Statement of basic material.** The analysis of modern sheep's foot rollers work showed that both the design of the roller drum itself and the geometric form of the roller foot influence the quality of performance. The main disadvantages of the existing working elements are not uniform distribution of the soil compaction across the width and stirring of the soil by feet due to their design peculiarities. Thus it is necessary to continue further studies on validation of sheep's foot rollers working surfaces.

To avoid above mentioned disadvantages we introduced a roller [2], depicted in a two-level picture 1; the first level (a roller drum) designed for the uniform compaction of the upper layer of the soil, the second level consists of the feet for the uniform compaction of the lower layer of the soil. The roller in question consists of side frames 1 with working arch curved surface 2, covered by overlapping barrel-shaped feet 3 placed on it on a spiral curve (further we consider that the drum and foot surface has an elliptical section).



Picture 1 - A sheep's foot roller: 1 – side frames, 2 – working surface, 3 – feet

Work process of the suggested sheep's foot roller goes on in such a way: in the process the working surface 2 compact the upper layer of the soil uniformly and feet 3 placed on it on a spiral curve compact the lower layer of the soil uniformly providing uniform compaction of the soil across the width and in maximum depth.

The research results show that the character of pressure distribution under the suggested sheep's foot roller meets the requirements of the standardized documents as for the compaction of freshly prepared soil for the future construction site. But to define the rational value of the updated roller design parameters, additional experimental research with the help of simulation modelling and methods of planning an experiment is required.

**Conclusions.** The analysis of the modern sheep's foot rollers operating allowed to define that their design does not meet all the requirements for getting maximum compaction of the soil across the width and to the depth per minimum passes and that is why we introduced a new design of a sheep's foot roller.

Efficiency of the suggested compaction roller design is provided because thanks to the working surface and feet design it is possible to provide homogeneous compaction of the soil across the width and to the maximum depth and reduce the number of passes of the roller for the required compaction of the soil.

#### References.

1. Artemev, K.A. (1982). Road machines. Machines for the installation of pavements (in Russian). – Moscow: Mechanical engineering, 349 P.
2. (2016). Sealant roller: Patent № 108147 U Ukraine, E01C19/28 / Artemenko, D.U., Nastoyaschiy, V.A., Antonyuk, O.M. (in Ukraine). – № 201511733; stated 27.11.2015; painted 11.07.2016, bulletin № 13, 3 P.

УДК 691.5:691.261.1

## ВИКОРИСТАННЯ ГЛИНЯНОГО ПОРОШКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

*Бондар А.В., к.т.н. Ковальський В.П., Вінницький національний технічний університет, Україна*

## USING POWDER CLAY FOR MANUFACTURE OF DRY BUILDING MIXES

*Bondar A.V., Ph.D. Kovalskiy V.P., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Тонкодисперсний глиняний порошок із глин високої пластичності перспективно вводити як мінеральний мікронаповнювач при виготовленні сухих будівельних сумішей і розчинів на їх основі [1-3].

**Виклад матеріалу.** Розроблено та досліджено властивості сухих будівельних сумішей для виготовлення розчинів загальнобудівельного призначення. В даних сумішах за рахунок використання глини з числом пластичності 16-28 та розміром часток 0,315-0,63 мм досягається підвищення пластичності, зниження водопотреби та зменшення витрат цементу без втрати нормованої міцності та якості розчину. Результатом є отримання екологічно чистої і дешевої суміші для виготовлення розчинів М25-100 без перевищень витрат в'язучого [2].

Для зниження водотвердого відношення (В/Т) зі збереженням рухливості розчинової суміші, зменшення водопоглинання, забезпечення необхідної міцності та якості розчину, а також розширення області застосування сухих сумішей даного складу виконувався підбір фракційного складу наповнювачів та заповнювачів. Крім того суміш містить кварцовий пісок з розмірами часток не більше 1,2 мм та золу-винесення теплоелектростанцій (ТЕС) [3].

Використання тонкодисперсного глиняного порошку із глин високої пластичності певного ступеня подрібнення забезпечує високу рухливість, зручнукладальність та адгезію приготованого розчину, дозволяє отримувати поверхню, стійку до розтріскування, без введення у суміш додаткових пластифікаторів та не перешкоджає зчепленню зерен заповнювача з в'язучим. Висока пластичність даних розчинів пояснюється тим, що глина здатна зв'язувати воду затворення, що на етапі замішування дозволяє не збільшувати В/Т-відношення розчину. Зв'язана глиною вода затворення в подальшому вступає в реакції гідратації при твердненні розчину.

При виготовленні поризованих СБС глиняний порошок являється найоптимальнішим стабілізатором технічної піни в порівнянні з іншими мінеральними добавками [4]. Тонкодисперсні глинисті частки насичують пінний розчин, утворюючи піннодисперсну систему підвищеної міцності, у якій глинисті частки дисоціюють на поверхні водної плівки піноутворювача, утвореної навколо бульбашок повітря. Одночасно навколо позитивно заряджених глинистих часток з адсорбованим рядом іонів утворюються водні оболонки хімічно зв'язаної води, які відрізняються підвищеною щільністю та орієнтацією молекул [4, 5]. Таким чином, отриманий із розроблених СБС розчин має стабільну дрібнопористу структуру з рівномірним розподілом пор по всьому об'єму та мінімальними усадками при твердненні. Також, дані розчини характеризуються покращеними тепло- і звукоізоляційними властивостями.

**Висновки.** Із розроблених СБС [2, 3] отримані поризовані розчини з вмістом тонкодисперсного глиняного порошку 10-18% з такими характеристиками: В/Т=0,26-0,37, рухливість розчинової суміші 6-14 см, водоутримуюча здатність 95-98%, середня густина затверділого розчину  $\rho_m=860-1210$  кг/м<sup>3</sup>, пористість –  $P_{зар}=45-66\%$  (закрита пористість становить  $P_z=27-41\%$ ),  $R_{ст}=5,2-8,35$  МПа, коефіцієнт розм'якшення  $k_p=0,81-0,91$  [4].

### Список посилань.

1. Очеретний В.П. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей / В.П. Очеретний, В.П. Ковальський, А.В. Бондар // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Будівництво». – Випуск 10 (18). – 2014. – С. 44-47.
2. Очеретний В.П., Ковальський В.П., Бондар А.В. Суха будівельна суміш. Патент на корисну модель UA 76518 U.
3. Очеретний В.П., Ковальський В.П., Бондар А.В. Суха будівельна суміш. Патент на корисну модель UA 91008 U.
4. Ковальський В.П. Використання глиняного порошку як мінерального мікронаповнювача у сухих будівельних сумішах / В.П. Ковальський, В.П. Очеретний, А.В. Бондар, А.С. Кузьмич // Международное периодическое научное издание «Научные труды SWorld». – Випуск 2(43). Том 7. – Иваново: Научный мир, 2016. – С. 86-92.
5. Семириков И.С. Физическая химия строительных материалов: Учебное пособие / И.С. Семириков. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. – 245 с. – ISBN 5-321-00162-6.

УДК 691.11

**ЯПОНСЬКА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ ВОГНЕМ***к.т.н. Ковальський В.П., Червінська О.О., Вінницький національний технічний університет, Україна***JAPANESE WOOD PROCESSING TECHNOLOGY BY FIRE***Ph.D. Kovalskiy V.P., Chervinska O.O., Vinnitsa National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Екологічно чистий, довговічний, естетичний оздоблювальний матеріал з обгорілого дерева зараз дуже популярний в Японії, США та країнах Європи[1]. За допомогою випалювання можна затемнити фон від золотистого до сріблясто-чорного кольору, виділити рельєф.

Якісугі (焼杉) - традиційний японський метод збереження деревини. «Які» означає вогонь з вогнем, а «сугі» - кипарис. Він також згадується на Заході як shō sugi ban (烧杉板).

Трохи обвуглюючи поверхню дерева без спалювання всього виробу, деревина стає водонепроникною завдяки карбонізації та, отже, більш довговічною.

Метою роботи є впровадження використання японської технології обробки деревини, яка дозволить створювати виняткові фасади і інтер'єри.

**Виклад матеріалу.** Під дією високої температури в верхньому шарі дерева звужуються волоконні канали, закупорюються смолою і продуктами згоряння, що робить зовнішній шар міцнішим і збільшує термін його служби. Колись для випалу використовували звичайний багаття. Зараз для випалу деревини найчастіше використовують газовий пальник. Вигляд обробленої деревини подано на рис. 1.



Рисунок 1 - Вигляд обробленої деревини

Обробка деревини вогнем має безліч переваг:

- підвищена вогнестійкість;
- захищена від комах та грибків;
- зовні дерево не змінюється з плином часу;
- простота у виготовленні;
- довговічність деревини зростає до вісімдесяти років.

Для досягнення потрібного ефекту дошки смолистої породи складаються в трикутну форму, щоб вони утворили короб, і потім обпикаються протягом 7-10 хвилин. Тривалість термічної дії впливає на довговічність обпаленої дошки і визначається видом деревини, її вологістю, товщиною дошки і бажаного ефекту від структури і кольору. Потім поверхню, що горить, очищаємо за допомогою залізних щіток від залишків попелу і промиваємо проточною водою. Тепер цю деревину можна використовувати для облицювання фасаду, траси або паркану.

**Висновки.** Встановлено, що запропонований підхід дозволяє підвищити загальну витривалість до пожеж. Через те, що верхній шар вже згорів, займання у такої дошки буде сповільнюватись.

Досягши такого ефекту та пофарбувавши відповідним чином, можна назвати "штучним старінням", так як час впливає на незахищену деревину схожим чином. З'являється можливість отримати свіжі, барвисті, незвичайні кольори та дуже цікавий вигляд структури деревини.

**Список посилань.**

1. Матеріали та виробни з деревини/Палій Н. О., Науковий керівник – к.т.н., доц. Ковальський В.П.// Електронне наукове видання матеріалів XLIII регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області – Вінниця: ВНТУ, 2014.

УДК 666.972

**ПІДВИЩЕННЯ АКТИВНОСТІ ЗОЛИ-ВИНЕСЕННЯ***к.т.н. Ковальський В.П., к.т.н. Очеретний В.П., Бурлаков В.П., Сідлак О.С., Вінницький національний технічний університет, Україна***INCREASE IN ASH-TAKE-OUT ACTIVITY***Ph.D. Kowalskiy V.P., Ph.D. Ocheretnyi V.P., Burlakov V.P., Sidlak A. S., Vinnitsa National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку будівельної галузі, у зв'язку зі зростанням вартості енергоносіїв, зростає вартість будівельних матеріалів і виробів. Одним із напрямків зниження їх собівартості є заміна енергоємних компонентів побічними продуктами промисловості (золю-винесення) [1]. Ефективні способи введення значної кількості золашлакових відходів до складу різних видів будівельних матеріалів, у тому числі бетонних сумішей, можуть бути реалізовані шляхом використання сучасних технологій отримання в'язучих низької водопотреби, тонкомелених цементів та інтенсивної технології окремого приготування складових бетонної суміші, випуск композиційних цементів та інші [2,3]. Це в свою чергу дозволить економити клінкерну складову цементу за рахунок використання активних мінеральних добавок.

**Виклад матеріалу.** Розширення використання вторинної сировини дозволяє більш оперативно вирішувати ресурсні і екологічні проблеми. При цьому головним напрямком науково-технічного прогресу є створення та впровадження у виробництво ресурсо- і енергозберігаючих безвідходних технологій та виробництв.

При використанні зольних цементів можуть бути застосовані два способи підвищення їх активності: активація взаємодії комплексів золи з гідроксидом кальцію і активація гідратації цементного клінкеру [4]. При цьому активації пуццоланових реакцій проявляється на пізніх стадіях твердіння і при високому вмісті золи. Дослідивши в'язучі на основі золи-винесення активованих лужними сполуками спостерігається, підвищення міцність в'язучих із збільшенням вмісту  $Al_2O_3$ . Досліджуючи продукти гідратації таких в'язучих, прийшли до висновку, що вони представлені гелеподібними фазами лужних гідроалюмосилікатів, за складом аналогічних природному анальциму.

Враховуючи проблеми, що зазвичай мають місце при утилізації золи для отримання будівельних матеріалів, можна вважати, що найбільш раціональним є їх використання як мінеральної добавки в композиційні в'язучі разом зі спеціальними активаторами. В якості активатора золи-винесення нами запропоновано використовувати бокситовий шлам.

Отже, сумісне використання лужного компоненту та портландцементу визначає створення в таких золомістких в'язучих системах лужного середовища, в умовах якого катіон та аніон лужного компоненту виконують роль катализатора деструкції одразу після затворення, а на більш пізніх стадіях разом з оксидами кальцію активно беруть участь у формуванні структури в'язучих.

**Висновки.** Тому сьогодні особливу актуальність набуває здійснення нових наукових розробок, спрямованих на створення ефективних будівельних матеріалів та ресурсозберігаючих технологій з мінімальним вмістом енергоємних компонентів. Заміна енергоємних компонентів відходами виробництва за рахунок їх активації дозволить вирішити прикладні задачі використання відходів промисловості в будівельному комплексі України.

**Список посилань.**

1. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою: монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6.
2. Ковальський В. П. Методи активації золи уноса ТЕС / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47-49.
3. Ковальський В. П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва [Текст] / В. П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта 2005”. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2005. – Т. 55. – С. 31-32.
4. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2006. - № 4. - С. 5-19.
5. Березюк О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів. – Київ : КНУБА, 2011. – Ч. 1. - С. 125-128.

УДК 691.5

**МІКРОНАПОВНЮВАЧІ НА ОСНОВІ ЗОЛИ ВІНОСУ ДЛЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ***к.т.н. Ковальський В.П., Бондар А.В., Бричанський А.О., Матвійчук Є.Р., Вінницький національний технічний університет, Україна***MICROWAVES BASED ON WINE WINES FOR DRY CONSTRUCTION MIXTURES***Ph.D. Kowalskiy V.P., Bondar A.V., Brychanskyi A.O., Matviichuk E.R., Vinnitsa National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** У статті представлені дослідження можливостей застосування золи виносу ТЕС, зокрема у виробництві сухих будівельних сумішей. Інформація статті містить теоретичний матеріал про виникнення золи, її властивості та переваги застосування у виробництві будівельних сумішей [1].

**Виклад матеріалу.** Екологічні проблеми диктують необхідність пошуку шляхів залучення золожужелі, накопиченої в золовідвалах ТЕС, до широкого використання в будівництві, промисловості будівельних матеріалів та в інших галузях для збереження ємності відвалів, а також створення на ТЕС установок сухого відбору золи [2-5].

Світовий досвід свідчить, що сухий відбір золи забезпечує можливість її продажу та створює попит у галузях – споживачах, в першу чергу у виробництві цементу та бетону. Проблема (для збуту золи цим галузям) підвищеного вмісту вуглецю в золі вирішується пофракційним відбором сухої золи або її сепарацією. Зола виносу являє собою твердий відхід від спалювання вугілля [6-7].

Вона видаляється з-під котлів системами гідрозоловидалення (ГЗВ) і накопичується в золожужелевідвалах у вигляді суміші компонентів невизначеного складу, що робить практично неможливим використання золи в помітних обсягах. Крім того, українські ТЕС спалюють в основному вугілля антрацитної групи, зола-винос яких містить 15–25% вуглецю, що обмежує можливість використання в будівельній індустрії.

Пріоритетним перспективним напрямком для промисловості будівельних матеріалів України є залучення у виробництво сухих будівельних сумішей золи-виносу, обсяги якої будуть і далі зростати у зв'язку зі скороченням експорту природного газу та збільшенням питомої ваги вугілля в енергетичному секторі.

**Висновки.** При виробництві сухих будівельних сумішей значні кількості використовуються як наповнювачі та мікронаповнювачі. Зазвичай для цього використовують механоактивовані матеріали на основі природної сировини, що призводить до значних витрат на видобування та подрібнення. Заміна значної кількості природної сировини відходами енергетичної промисловості, а саме золи виносу дозволить зменшити витрати природної сировини за рахунок таких технологічних операцій як: висушування, подрібнення та видобування.

**Список посилань.**

1. Ковальський В.П. Очеретний В.П. Комплексне золо цементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою. – Монографія – ВНТУ –2010 –42с.
2. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2014. - № 1. - С. 35-40.
3. Ковальський В. П. Методи активации золи уноса ТЕС [Текст] / В. П. Ковальський , О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47-49.
4. Березюк О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів. – Київ : КНУБА, 2011. – Ч. 1. - С. 125-128.
5. Ковальський В. П. Методи активации золи уноса ТЕС / В. П. Ковальський , О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47-49.
6. Ковальський В. П. Теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі модифіковані поліпропіленовою фіброю /В. П. Ковальський, Р. В. Варчук // Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція «Найновітє постиження на європейската наука - 2017», 15-22 юни 2017 г. – Софія : «Бял ГРАД-БГ», 2017. - Vol. 8. – С. 85-87.
7. Ковальський В. П. Звукоизоляционные сухие строительные смеси на основании отходов производства [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондарь // Инновационное развитие территорий: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец, 2016. – С. 73–78.

УДК 661.634

## ПЕРЕРОБКА ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

*Лемішко К.К., к.т.н. Лемешев М.С., Вінницький національний технічний університет, Україна*

## PROCESSING OF INDUSTRIAL DANGEROUS WASTE MANUFACTURING

*Lemishko K.K., Ph.D. Lemeshev M.S., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Проблема утворення та раціонального використання відходів, як складової ресурсозбереження та екологізації виробництва, присвячено багато наукових праць. Однак недостатність досліджень даної проблематики в Україні, викликає низку проблем у сфері їх використання, обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі [1-2].

**Виклад матеріалу.** Наукові дослідження, які проводяться у ВНТУ спрямовані на комплексну переробку фосфогіпсових відходів, золи-винос, металевих шламів. Метою даних досліджень є розробка технології переробки промислових відходів з подальшим отриманням комплексного металофосватного та металозолофосфатного в'язучого.

Перепоною для повномасштабного використання техногенних промислових відходів є наявність у їх складі природних радіонуклідів. За результатами проведених досліджень встановлено, що сумарна питома активність фосфогіпсу складає 56,9 Бк/кг, золи-винос – 284 Бк/кг [3].

Однією з негативних характеристик зольних відходів з різних регіонів країни є широкий спектр коливання кількості її хімічних складових. На сьогодні це є також однією із практичних перешкод, які ускладнюють широке використання золи-виносу у виробництві будівельних матеріалів. В роботах [3-4] авторами встановлено, що активність золи зростає із збільшенням вмісту  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Руйнування скловидної оболонки відкриває доступ до реакційно здатних складових компонентів.

Фосфогіпсові відходи є побічним продуктом при виробництві фосфорної кислоти. За хімічним складом фосфогіпсові відходи можна віднести до гіпсової сировини, оскільки вони на 80-95% складаються з сульфату кальцію. Однак, в силу особливостей їх отримання, мають місце ряд негативних властивостей: підвищена вологість, наявність кислих залишків.

В роботах [4-5] авторами досліджено використання кислих стоків фосфогіпсу для хімічної та механо-хімічної активації золи винос. Комплексний метод механо-хімічної активації золи винос передбачає руйнування поверхні склоподібної оболонки частинок шляхом використання кислотних залишків та застосування механічного перемішування золофосфогіпсової суміші.

Металозолофосфатне в'язуче можна використовувати для виготовлення жаростійких бетонів. В якості оксидного компоненту в'язучого доцільно застосовувати залізовміщуючі відходи шарикопідшипникових підприємств – шлам стали ШХ-15 [6]. Даний шлам практично не переробляється через високу дисперсність і вміст мастильно-охолоджувальних речовин.

**Висновки.** Промислові відходи виробництва можна використовувати для отримання комплексного золоцементного, металофосватного та металозолофосфатного в'язучого.

### Список посилань.

1. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково - практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – Ч. III. - С. 381.
2. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63-66.
3. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
4. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
5. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.
6. Лемешев М. С. Металлонасыщенные бетоны для защиты от электромагнитного излучения / М. С. Лемешев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури – Одеса: Зовнішрекламсервіс. – 2013. - №3

УДК 628.394

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РОЗСІЮВАЛЬНОГО ВИПУСКУ ЗВОРОТНИХ ВОД

*к.т.н. Орел В.І., Національний університет "Львівська політехніка";  
Скоропад М.І., Корпорація "Енергоресурс-інвест", м. Львів, Україна*

## METHOD OF CARRYING OUT OF RESEARCH ON DIFFUSIONING DISCHARGE OF REVERSE WATER

*Ph.D. Orel V.I., Lviv Polytechnic National University;  
Skoropad M.I., Corporation "Energoresurs-invest", Lviv, Ukraine*

**Вступ.** Згідно з винаходом [1], зворотні води з очисних споруд надходять у змішувач, в який подають воду з водного об'єкту. Для забезпечення початкового розбавлення зворотних вод у змішувачі влаштовують розсіювальний випуск з водовипускними пристроями.

**Виклад матеріалу.** Для дослідження роботи розсіювального випуску на базі навчальної лабораторії гідравліки кафедри гідравліки та сантехніки НУ "Львівська політехніка" було запроєктовано експериментальну установку, опис якої наведено в [2]. Пропонується така методика проведення дослідження [2]:

1. Відкриттям засувки подають воду у гідравлічний лоток та заповнюють експериментальний канал.
2. Голчастим рівнеміром вимірюють рівень води над водозливом з тонкою стінкою.
3. Голчастим рівнеміром вимірюють глибину води на початку та в кінці гідравлічного лотка.
4. Термометром вимірюють температуру води в гідравлічному лотку.
5. Відкриттям вентиля подають воду в експериментальний канал.
6. Лічильником води вимірюють витрату води, яка надходить в експериментальний канал.
7. За допомогою щита п'езометрів вимірюють п'езометричний напір в експериментальному каналі.
8. Змінюючи ступінь відкриття засувки, повторюють досліди за пп. 1–7 при змінній витраті води в гідравлічному лотку та сталій витраті води в експериментальному каналі.
9. Змінюючи ступінь відкриття вентиля, повторюють досліди за пп. 1–7 при сталій витраті води в гідравлічному лотку та змінній витраті води в експериментальному каналі.

Для забезпечення рівномірності витікання рідини з водовипускних пристроїв розсіювального випуску необхідно дотримуватися виконання умови [3]:  $\beta \geq 1,2$ , де  $\beta$  – коефіцієнт нерівномірності витікання рідини [3],

$$\beta = \frac{q_i}{q_k},$$

де  $q_i$ ,  $q_k$  – відповідно витрата крізь  $i$ -ий та останній (кінцевий за рухом зворотних вод) водовипускні пристрої.

При цьому при  $\frac{q_1}{q_k} > 1,0$ , де  $q_1$  – витрата зворотних вод крізь перший водовипускний пристрій, п'езометрична лінія вздовж розсіювального випуску понижується [4].

**Висновки.** Запропоновано методику проведення дослідження роботи розсіювального випуску, який входить у конструкцію водовипускної споруди для скидання зворотних вод у водний об'єкт.

### Список посилань.

1. Пат. на корисну модель 122711 Україна, МПК E03F 5/12. Водовипускна споруда для скидання зворотних вод у водний об'єкт / В.І. Орел (Україна); Нац. ун-т "Львівська політехніка". – №u201707247; Заявлено 10.07.2017; Опубл. 25.01.2018, Бюл. №2. – 2 с.
2. Орел В.І. Розсіювальний випуск зворотних вод у водотік / В.І. Орел, М.І. Скоропад // Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти (28-30 жовтня 2015 р., м. Київ): матер. III Міжнар. наук.-практ. конф. / Уклад. Г. Собчук, В. Жукова. – К.: НТУ «КПІ», 2015. – С.152-154. – Режим доступу: [http://wtwst.org.ua/Abstracts\\_PURE\\_WATER\\_2015.pdf](http://wtwst.org.ua/Abstracts_PURE_WATER_2015.pdf).
3. Лапшев Н.Н. Расчёты выпусков сточных вод / Н.Н. Лапшев. – М.: Стройиздат, 1977. – 87 с. – (Защита окружающей среды).
4. Смыслов В.В. Гидравлический расчет перфорированных цилиндрических трубопроводов с раздачей расхода / В.В. Смыслов, Н.О. Езерский // Гидравлика и гидротехника: Науч.-техн. сб. – Вып. 30. – К.: Техника. – 1980. – С.52-59.

УДК 72.03

## ТЕНДЕНЦІЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ І ПЕРЕБУДОВИ ІСТОРИЧНИХ БУДИНКІВ ГІРСЬКИХ СХІДНО-КАРПАТСЬКИХ КУРОРТІВ

*к. архітектури Поліщук Л.К., Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, Україна*

## TRENDS OF MODERNIZATION AND REDEVELOPMENT OF HISTORIC BUILDINGS OF THE MOUNTAIN EAST-CARPATHIAN RESORTS

*Ph.D. Polishchuk L., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

**Вступ.** Гірська курортно-рекреаційна архітектура східно-карпатського регіону формувалася з кінця XIX ст. Проте з погляду своїх природних і лікувальних особливостей вже від XVIII ст. тут повставали місцевості оздоровчого характеру. Збережена до сьогодні курортно-рекреаційна забудова багатьох населених пунктів регіону, сформована наприкінці XIX – у першій половині XX ст., представляє тогочасну європейську стильову розмаїтість й унікальні регіональні особливості.

**Виклад матеріалу.** В розвитку архітектури гірських східно-карпатських курортних місцевостей вирізняють кілька основних стильових тенденцій. Перша з них стосується періоду Королівства Галичини та Володимирії. До I світової війни домінував альпійсько-тірольський стиль. Також поширився "закопанський" стиль, який сформувався в західних Карпатах у кінці XIX ст. Рівночасно з'явився гуцульський стиль, пов'язаний з регіональною архітектурою Гуцульщини. Ці дві регіональні тенденції часто виступали разом. Було зроблено також спробу створення архітектурного стилю, який поєднував регіоналізми різних гірських земель давньої австро-угорської монархії [1].

В міжвоєнний період ці стильові тенденції отримали додатковий імпульс розвитку на засадах модернізму. Повстали об'єкти, що поєднували традиційні риси з новими тенденціями. В результаті того процесу архітектура гірських курортних місцевостей, здебільшого на Гуцульщині, становить на сьогодні надзвичайно багату мозаїку різних стилів і формальних тенденцій і є також досконалим прикладом багатокультурної спадщини цієї частини Європи.

Та, на превеликий жаль, маємо констатувати критичний технічний стан цієї цінної історичної забудови. Колишні відпочинкові вілли та пансіонати перебувають у різних формах власності, не забезпечені відповідним фінансуванням для їх утримання, що негативно на них впливає. Також спостерігаємо безповоротну втрату внаслідок перебудови або повного фізичного знищення ряду цінних об'єктів історико-архітектурної спадщини зазначених періодів, особливо в останнє десятиліття [2].

Зменшення кількості курортно-рекреаційної забудови регіону спровоковане ще на початку XX ст., переважно втратами, які сталися у результаті двох світових воєн. Найзначніших втрат зазнала забудови курортних місцевостей під час I світової війни. У міжвоєнний період після надання Трускавцю, Яремче, Ворохті статусу громадського курорту, почався бурхливий розвиток тих місцевостей. Збудовано мережу нових пансіонатів, віл, значних галузевих санаторіїв. Проте II світова війна спричинила втрати десятків об'єктів, в тому числі кількох істотних, важливих для функціонування цих місцевостей, як відпочинкових.

Процес втрати надбань історичної архітектури продовжився після 1945 р. і, на жаль, триває до сьогодні. Прикладами тієї тенденції можуть бути будинки, які зазнають значних нефахових реконструкцій, модернізацій, що призводить до незворотних змін в об'ємі або формальному образі, внаслідок ліквідації архітектурних деталей. Частина будинків перебуває у стані деградації.

**Висновки.** Історична курортно-рекреаційна архітектура східно-карпатського регіону є цінною забудовою, потребує спеціальних досліджень; проведення робіт з виявлення, ідентифікації, наукового вивчення, класифікації, інвентаризації та паспортизації; з консервації, реставрації, ремонту; проведення робіт з ліквідації аварійного стану нововиявлених пам'яток архітектури.

### Список посилань.

1. J. Czubiński. Problemy tożsamości i identyfikacji w ochronie wielokulturowego dziedzictwa architektonicznego w wybranych miejscowości uzdrowiskowych na Huculszczyźnie // Czasopismo techniczne, Architektura. Zeszyt 6 – A (9) Rok 2015 (112). Kraków: Wydawnictwo politechniki krakowskiej, 2015. S. 59 – 73.
2. Polishchuk L. Adaptation of valuable historical resort buildings, situated in Hutsul Region, to spa function / Lukomska Z., Lukomska H. // Architecture in the forming of cities' culture / Monograph edited by: E. Trocka-Leszczynska, E. Przesmycka. Wroclaw, 2016. S. 125 – 138.

УДК 536.248.2

**РЕКУПЕРАТОР ПОВІТРЯ НА ПУЛЬСАЦІЙНИХ ТЕПЛОВИХ ТРУБКАХ***к. т. н. Ващухак І.Р., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу***AIR RECUPERATOR WITH PULSATING HEAT PIPES***Ph.D. Vashchysyak I.R., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Вступ.** Процес рекуперації у системах вентиляції приміщень представляє собою віддачу тепла від витяжного повітря припливному. Завданням рекуператора є забезпечення оптимального повітрообміну шляхом нагрівання свіжого повітря з вулиці за допомогою тепла повітря, що видаляється з приміщення. Різні типи рекуператорів, які застосовуються в системах вентиляції приміщень (пластинчасті, роторні, з проміжним теплоносієм), дозволяють економити від 10 до 50% тепла, яке виділяється з приміщення разом із витяжним повітрям. Однак, їх недоліками є складність конструкції та великі розміри, необхідність видалення вологи, низька надійність. Щоб ліквідувати більшість цих недоліків пропонується конструкція рекуператора на пульсаційних теплових трубках.

**Виклад матеріалу.** Пульсаційні теплові трубки (ПТТ) є новим видом теплових трубок, які завдяки простоті конструкції і високим тепловим характеристикам можуть бути використані як теплообмінники в рекуператорах систем вентиляції. Рух теплоносія у ПТТ здійснюється не тільки за рахунок капілярних сил, сил тяжіння та інерції, але й механічної дії зростаючих парових бульбашок.

На відміну від класичних теплових трубок, у ПТТ немає капілярно-пористої структури – фітиля, що суттєво спрощує технологію їх виготовлення та знижує собівартість.

Конструктивно ПТТ представляє собою тонкостінну металеву герметизовану трубку малого діаметру, частково заповнену робочою рідиною, з якої повністю видалено повітря. Основною відмінністю ПТТ від класичної теплової трубки є наявність вигинів (витків), за допомогою яких ПТТ може мати значну довжину. Працює ПТТ наступним чином. При підведенні тепла у зону нагрівання робоча рідина також нагрівається і при певній температурі в ній починає зароджуватись парова бульбашка. При подальшому підведенні тепла парова бульбашка зростає, в результаті чого виникає рушійна інерційна сила, яка відриває парову бульбашку і виштовхує нагріту робочу рідину в зону конденсації. В зоні конденсації частина парової фази конденсується на внутрішніх стінках трубки, віддаючи їм тепло, а конденсована рідина під дією інерційної сили поступає назад в зону нагрівання. Завдяки тому, що процеси утворення парових бульбашок, їх відриву і переміщення відбуваються за короткі проміжки часу, правильно працююча ПТТ може передавати значну кількість теплоти. Тому така конструкція має високу теплопровідність.

Наведені властивості дають змогу застосувати ПТТ як ефективний та надійний теплообмінник рекуператора повітря. Для цього згідно методики, наведеної в [1], було розраховано та розроблено конструкцію ПТТ, яка буде виготовлена з мідної капілярної трубки, діаметром 2 мм. Кількість витків однієї секції – 16. Площа однієї секції – 9 см<sup>2</sup>, кількість секцій – 10. Секції розміщено у два паралельні ряди – по 5 секцій у кожному. Висота одного витка – 220 мм. При цьому зони нагрівання (нижня частина витка) та конденсації (верхня частина витка) мають по 80 мм, а зона транспортування теплоносія – 60 мм. Сумарний тепловий потік, який передають 10 секцій рекуператора – 260 Вт. Через те, що характеристики ПТТ в значній мірі залежать від характеристик зони транспортування, трубки в цій зоні доцільно розмістити в теплоізолюючому водонепроникному середовищі, наприклад фторопласті або капролоні. Витяжне повітря служитиме джерелом тепла і омиватиме нижню частину теплообмінника, а припливне – служитиме стоком теплоти і омиватиме верхню його частину.

Оскільки температура повітря, що виводиться з приміщення, як правило, не перевищує +40 °С, а різниця температур між витяжним і припливним повітрям може становити від одиниць до кількох десятків градусів, то як робочу рідину для ПТТ доцільно використати етиловий спирт.

Рекуператор на ПТТ легко розрахувати під тепловий потік будь-якої інтенсивності. Для цього потрібно тільки змінити кількість секцій. Такий рекуператор є простим за конструкцією малогабаритним високонадійним пристроєм, оскільки в ньому немає рухомих частин.

**Висновки.** Запропонований рекуператор на ПТТ, на відміну від рекуператорів існуючих типів, матиме малі габарити і масу, високу надійність та низьку вартість, а також буде зручним в установці та експлуатації.

**Список посилань.**

1. Наумова А.Н., Кравец В.Ю., Николаенко Ю.Е. Физическое представление и расчет начала кипения в пульсационной тепловой трубе. Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2014. № 2-3. С. 42-45.

УДК 666.943

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОГІПСУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

*к.т.н. Ковальський В.П., Зузяк С.Ю., Вінницький національний технічний університет, Україна*

## ACCEPTABLE USE OF PHOSPHOGYPS FOR PREPARATION OF DRY CONSTRUCTION MIXTURES

*Ph.D. Kovalsky V.P., Zuziak S.Yu., Vinnytsia National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Найефективнішою сферою застосування фосфогіпсу є сухі будівельні суміші. До складу яких входять пластифікатори, наповнювачі, сповільнювачі і, при потребі, інші компоненти. Використання сухих будівельних сумішей з фосфогіпсу дозволяє підвищити якість виконання будівельно-монтажних робіт, збільшити продуктивність праці, знизити трудомісткість, а також вони мають кращі характеристики властивостей аніж цементні або вапняні суміші.

**Виклад матеріалу.** Сухі будівельні суміші на основі фосфогіпсу мають широкий асортимент та сферу використання. З відходів фосфогіпсу отримують гіпсове в'язуче, з якого виготовляють сучасні модифіковані штукатурні та шпаклювальні стартові та фінішні маси, клейові суміші для приклеювання гіпсокартонних плит та зароблення швів між ними.[1]

Основною відмінністю властивостей гіпсового в'язучого з фосфогіпсу порівняно з в'язучим на основі природного гіпсового каменю є висока пористість в'язучого, присутність активного ангідриду та надмірна електростатична взаємодія між частинками в'язучого, що приводить до агрегування дрібнодисперсних частинок при замішуванні з водою. [2]

Для опоряджувальних штукатурних розчинів ефективним є введення добавки нейтралізованого та висушеного фосфогіпсу, для економії модифікованого гіпсового в'язучого. Міцність розчину на стиск оптимального складу досягає  $R_{ct} \geq 6$  МПа. Термін придатності таких сумішей 30-40 хв. Рухомість сумішей при водов'язучому відношенні 0,42 складає до 10 см. Для шпаклівок також доцільно використовувати добавку нейтралізованого та висушеного фосфогіпсу для економії модифікованого в'язучого. Міцність при стиску складає не менше 5 МПа. [1-3]

У Вінницькому національному технічному університеті були проведені дослідження щодо використання високопластичних глин як наповнювача до СБС на основі фосфогіпсу. Приведені результати експериментальних досліджень в [4] підтверджують позитивний вплив високопластичних глин на структуру поризованої маси та реологічні властивості розчину, отриманого із сухих будівельних сумішей з фосфогіпсу. Таким чином, доведено, що мінеральний наповнювач у вигляді порошку із тонкодисперсних високопластичних глин у складі поризованих сухих будівельних сумішей виконує роль стабілізатора, пластифікатора і водоутримуючого компоненту.[5]

**Висновки.** Використовуючи сухі будівельні суміші на основі фосфогіпсу ми зможемо покращити та врегулювати їх властивості, розширити асортимент продукції та забезпечити високі показники якості цих сумішей.

### Список посилань.

1. Лемешев М. С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христинич, О. В. Березюк // *Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015».* – Praha (Czech) : Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – 2015. – Díl 7 : Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62..
2. Ковальський В. П. Методи активації золи уноса ТЕС [Текст] / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // *Вісник Сумського національного аграрного університету.* – 2014. – № 10(18). – С. 47-49.
3. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах [Текст] / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві.* - 2014. - № 1. - С. 35-40.
4. Використання глиняного порошку як мінерального мікронаповнювача у сухих будівельних сумішах [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондарь, А. С. Кузьмич // *Збірник наукових праць Sworld «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті».* Мистецтвознавство, архітектура і будівництво – Сучасні будівельні технології та матеріали, 7-14 липня 2016 р. - 2016. - С.
5. Проектування складів сухих будівельних сумішей з мінеральними добавками [Текст] / В. П. Очеретний, В. В. Смоляк, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві.* - 2010. - № 1. - С. 48-54.

УДК 691.5

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗТАШУВАННЯ АВТОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ***к.т.н. Ковальський В.П., Трофименко К.О., Вінницький національний технічний університет, Україна***FEATURES OF LOCATION OF BUS STATION COMPLEXES***Ph.D. Kowalskiy V.P., Trofumenko K.O., Vinnitsa National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** У даній статі розглядаються варіанти для доцільного розташування автовокзальних комплексів.

**Виклад матеріалу.** Автовокзальні комплекси призначені для обслуговування пасажирів на кінцевих пунктах міжміських автобусних ліній в великих містах. Невдале розташування автовокзалу може спричинити ряд незручностей таких як: затори, незадовільний санітарно-гігієнічний стан кварталу, перенавантаження громадського транспорту[1].

При дотриманні наступних рекомендацій щодо проектування, перенесення вокзалів:

- вокзал має бути розміщений на території котра має доступні транспортні маршрути з усіх районів міста

- через підвищений шум, вібрацію та надмірне забруднення повітря не рекомендується розміщувати автовокзали неподалік від житлових будівель

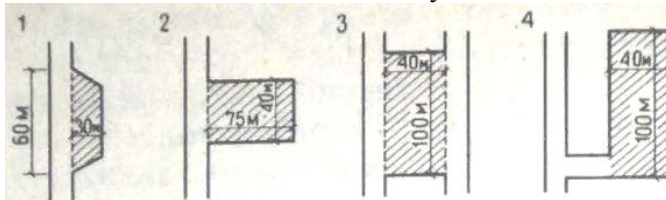
- залежно від величини і розподілу пасажиропотоків на маршруті роботу автобусів організують зі звичайним, швидким чи експресним режимом руху чи з режимом руху по системі спарених рейсів.

- при виборі автобусного маршруту має бути відповідний тип покриття, стан і ширина проїзної частини дороги та узбіч, горизонтальних і вертикальних радіусів кривих, поздовжніх ухилів, видимості та облаштування доріг.

- при наявності стійкого пасажиропотоку на будь-якої частини маршруту в межах зазначеної частини маршруту організуються укорочені рейси.

- розташування початкових і кінцевих зупиночних пунктів маршрутів в досить великих пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих місцях.

Стоянки індивідуальних автомобілів розміщують або в кишенях уздовж проїжджої частини, або на спеціальних майданчиках за межами вулиць. Ємності стоянок визначають з розрахунку 10 машино-місць на 100 пасажирів, які прибувають в годину пік. На рис.1 зображено розміщення автобусних вокзалів і станцій щодо міських вулиць.



- 1 - бухтоподібне;
- 2 - тупикове;
- 3 - острівне;
- 4 - примикаюче.

Рисунок 1 – Розміщення автобусних вокзалів і станцій щодо міських вулиць.

Проектування автовокзалів і автостанцій має принципову відмінність, що характеризується пропускною спроможністю і місткістю. Автобусний транспорт є тим єдиним видом позаміського транспорту, який може в найкращій мірі задовольнити потреби пасажирів, які прибули в місто, в добавці їх в таку точку міської забудови, звідки вони з найбільшими зручностями і з найменшою витратою часу можуть потрапити додому, в готель, установа, торгові підприємства, т. е. в центр розгалужених внутрішньоміських транспортних зв'язків [2].

**Висновки.** Аналіз світової практики будівництва автовокзалів в великих містах показує, що розміщення автовокзалів поблизу центра міста визнано найбільш відповідає потребам високого рівня обслуговування пасажирів і отримує повсюдне поширення.

**Список посилань.**

1. Ковальський В. П. Принципи формування архітектурно-планувальних рішень автовокзальних комплексів на прикладі проекту центрального автовокзалу у місті Вінниця [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. О. Берегеля // Матеріали регіональної науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2018)", Вінниця, 6-8 червня 2018 р. - Електронні текстові дані. - 2018. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/view/3721>
2. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406>.

УДК 614.842.6:621.796+620.261

## РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ СКЛАДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

*к.т.н. Алексеєнко С.О., к.т.н. Шайхлісламова І.А., Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро; Масур Г.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна*

## DEVELOPMENT OF FIRE-EXTINGUISHING EQUIPMENT FOR POWDER HOUSES

*Ph.D. Alekseenko S.O., Ph.D. Shaikhislamova I.A., State University "National Mining University", Dnipro; Masur H.S., Dniprovskiy National University of Railway Transport named after V. Lazarian*

**Вступ.** В даний час однією з актуальних проблем в Україні є вибухи і пожежі на складах вибухових речовин. Вибухи і пожежі на складах з вибуховими речовинами вже не випадковість, а тенденція. Статистика показує, що тільки за роки гібридної війни з Росією на військових складах боєприпасів сталося чотири найбільших пожежі. Одна з найбільш масштабних пожеж сталася в Балаклії (на Харківщині). У березні 2017 року, там загорівся найбільший в Україні склад боєприпасів. Вибухи не припинялися кілька днів поспіль. Були жертви і постраждали. Пошкоджено 265 будівель. Сума збитків перевищила 200 мільйонів гривень. На складах боєприпасів та арсеналах України на даний час склалася ситуація, яку можна визначити як критичну і найнебезпечнішу. Основними причинами таких катастроф є диверсії спецслужб Росії та недбалість посадових осіб України. Всі ці обставини вимагають вирішення питань розробки технічних засобів щодо попередження вибухів і гасіння пожеж.

**Виклад матеріалу.** На кафедрі Аерології та охорони праці ДВНЗ "Національний гірничий університет" на базі вогнегасника ОПШ-20-А розроблено автоматичний газоаккумуляторний порошковий вогнегасник закачного типу для гасіння пожеж [1], який має переваги у технічному рішенні. Детальний опис, принцип дії та технічна характеристика автоматичного порошкового вогнегасника АПВ-20 наведено в [2], а схема на рис.1.

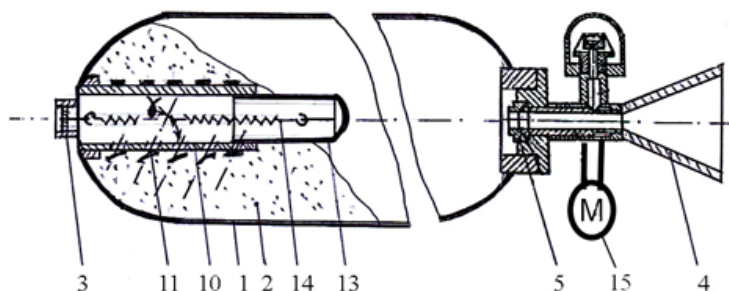


Рис. 1. Схема автоматичного порошкового вогнегасника АПВ -20:

1 - резервуар; 2 - вогнегасний порошок; 3 - зарядний клапан; 4 - сопло для виходу суміші; 5 - запірно-пусковий пристрій; 10 - газоаккумулятор; 11 - отвори, 13 - рухомий корпус; 14 - пружина; 15 - манометр.

**Висновки.** Застосування автоматичного порошкового вогнегасника АПВ-20 на складах вибухових речовин дасть змогу гасити вогнище в початковій стадії його загоряння більш ефективно, за рахунок підвищення вогнегасної здатності вогнегасника, що забезпечується створенням постійного тиску газопорошкової суміші, регулюванням подачі газу в резервуарі і можливістю досить рівномірного розпушування порошкового складу по всьому об'єму в період зниження тиску і подачі газопорошковим суміші до сопла при збереженні дальності в автоматичному режимі. Для завершення комплексу робіт по створенню вогнегасника необхідне відповідне фінансування і міжнародна співпраця у цьому важливому напрямку.

### Список посилань.

1. Пат. 105433 UA Україна, МПК А62С 13/62 (2006.01) Порошковий вогнегасник / Пилипенко А.А., Алексеєнко С.О., Булгаков Ю.Ф., Дікенштейн І.Ф.; заявник і власник патенту ДВНЗ «Національний гірничий університет». – № а201214743; заявл. 24.12.2012; опубл. 12.05.2014, Бюл. №9 2. S. Alekseenko & I. Shayhislamova. Development of powdered compounds extinguish exogenous fires in mines. The 2nd International Academic Congress «Fundamental and Applied Studies in Amerika, Europe, Asia and Afrika» (USA, New York, 27 September 2014). «Columbia Press», New York 2014. – p. 677-681.

УДК 622.817: 622.411.5

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ З ВИБОРУ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ОРГАНІВ СЛУХУ ПРАЦЮЮЧИХ

д.т.н. Чеберячко С.І., к.т.н. Столбченко О.В., Державний ВНЗ "Національний гірничий  
університет", м. Дніпро, Україна

## ANALYSIS OF METHODS ON THE SELECTION MEANS PROTECTION ORGANS THE WORK OF WORKERS

Doct. Cheberiahko S.I., Ph.D. Stolbchenko O.V., National Mining University, Dnipro, Ukraine

**Вступ.** У "Керівництві з профілактики професійної втрати слуху" [1] з метою обізнаності працівників були проаналізовані основні фактори, які погіршують захисну ефективність ЗІЗОС. Перш за все до них відносять нещільний контакт корпусів ЗІЗОС з головою користувача, або з вушною раковиною через невміння правильно користуватись, відсутності підготовки або у достатній мірі мотивації.

Крім того потрібно враховувати і збільшення гучності мови на 5 – 6 дБ з кожними 10 дБ підвищення рівня шуму навколишнього середовища.

**Виклад матеріалу.** У країнах Європи існує декілька методів стосовно оцінювання акустичної ефективності пасивних засобів індивідуального захисту органів слуху: метод октавних смуг, метод HML та метод SNR. Для їх використання передбачені законодавством певні вихідні дані, що наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Характеристика методів оцінювання

Рекомендований метод	Потрібна інформація
Метод октавних смуг	Постійні шуми. Відомі рівні звукового тиску в октавних смугах та еквівалентний рівень звукового тиску октавної смуг, $L_{\text{окт}}$ . Переривчастий або імпульсний шум.
Метод HML	Рівень звукового тиску за частотною корекцією A, $L_A/(L_C - L_A)$ Переривчастий або імпульсний шум. Еквівалентні тривалі дані $L_{A \text{ екв}}/(L_{C \text{ екв}} - L_{A \text{ екв}})$
Метод SNR	Рівень звукового тиску за частотною корекцією A, $L_A/(L_C - L_A)$ Переривчастий або імпульсний шум. Еквівалентні тривалі дані $L_{A \text{ екв}}/(L_{C \text{ екв}} - L_{A \text{ екв}})$

Вибір методу з визначення ефективного ЗІЗОС є досить непростою задачею, яка потребує ще детального дослідження. Зрозуміло, що в кожному конкретному випадку вибрана проделу повинна забезпечити найбільш точний розрахунок ефективності вибраного захисного пристрою, при цьому розрахунки і докази мають бути простими і зрозумілими.

З цього приводу самим поширеним є метод октавних смуг, тому що він дозволяє встановити рівень зниження шуму входячи з вимірних даних на робочому місці та даних щодо акустичної ефективності в октавних смугах частот ЗІЗ органів слуху. Тоді як іншими методами, наприклад HML, краще користуватись, коли невідомий звуковий тиск у октавних смугах.

**Висновки.** Таким чином для вибору ефективного ЗІЗОС потрібно враховувати, що погіршення захисного ефекту відбувається через нещільний контакт корпусів з головою користувача, також через невміння правильно користуватись і відсутності в достатній мірі мотивації, тому для розрахунку послаблення шуму ЗІЗОС використовувати надані постачальники значення SNR не можна, оскільки вони є значно завищені і вводять в оману.

Також, слід орієнтуватись на реальні значення ефективності для вкладишів до 5 дБ з корекцією A, і до 10 дБ з корекцією A для навушників, та до 15 дБ з корекцією A – для їх комбінації.

### Список посилань.

1. The Control of Noise at Work Regulations 2005. – Statutory instruments, No.1643. – 16 pp. (URL:[http://www.legislation.gov.uk/uksi/2005/1643/pdfs/uksi\\_20051643\\_en.pdf](http://www.legislation.gov.uk/uksi/2005/1643/pdfs/uksi_20051643_en.pdf))

УДК 911.2:504.062

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ШЛЯХАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

*Ruda M.V., Національний університет "Львівська політехніка", Україна*

## TRANSPORTATION PROCESS TO ENSURE THE ENVIRONMENTAL SAFETY ON RAILWAY LINES

*Ruda M.V., Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

**Вступ.** Основним показником високого рівня забезпечення безпеки руху на залізницях є мінімізація аварійних ситуацій з підвищенням пропускної здатності й вантажообігу.

Залізничний транспорт впливає на довкілля як великий споживач паливних, лісових і земельних ресурсів, мінеральних і будівельних матеріалів. Структура негативного впливу залізничного транспорту на середовище включає:

- порушення стійкості природних ландшафтів транспортною інфраструктурою шляхом розвитку ерозій і зсувів;
- забруднення атмосфери відпрацьованими газами;
- постійний ріст рівня забруднення ґрунту нафтою, свинцем, продуктами видудання й опадання сипучих вантажів (вугілля, руда, цемент).

**Виклад матеріалу.** Консорційні екотони захисного типу (КЕЗТ) на шляхах залізничного транспорту є винятковим засобом підтримання екологічної рівноваги, стабілізації збалансованої взаємодії основних екологічних систем біосфери. За стійкістю і пристосованістю до змін зовнішніх умов вони перевершують усі інші екосистеми та є екологічним чинником великого значення в охороні навколишнього природного середовища на шляхах залізничного транспорту.

КЕЗТ – своєрідний "зелений конвеєр" лінійних екологічних ланок, які своєчасно змінюють один одного через певні проміжки часу. На відміну від цілком біотичних систем, які, за В.І. Вернадським, виникли спонтанно, стихійно, природним шляхом, формувалися впродовж тривалого часу органічної еволюції і мають такого самого походження генетичні механізми саморегуляції, МЗТ є наслідком потужної роботи людського розуму і керованої ним праці. Їхнє зародження також було спонтанним, стихійним і природним, але механізми саморегуляції за своєю суттю – соціального походження і генезисно пов'язані з вищою від біотичної формою організації, оскільки будучи за своєю суттю біологічними об'єктами виконують функції інженерних споруд.

Оскільки залізниця – це лінійний об'єкт великої протяжності, вздовж якого розташовується безліч обслуговуючих її стаціонарних підприємств. Весь цей комплекс впливає на природне середовище, так само як природа впливає на умови роботи залізниці. Будь-який вплив об'єктів транспорту на природу викликає відповідну реакцію, яка проявляється в наступних формах: адаптаційної – з локальним або статичним розміщенням рівноваги; відновлювальної – повне повернення екосистеми в початковий стан; частково відновлювальної – екосистема відновлює тільки частину своїх властивостей і характеристик; невідновлювальної – в екосистемі утворюються необоротні зрушення від її вихідного стану. Забезпечення екологічної безпеки на шляхах залізничного транспорту залежить від стану природних комплексів (мезоекосистем) та наявності природних ресурсів, розвитку інфраструктури штучного середовища, соціально-економічного середовища суспільства. При цьому з кожним із елементів системи у залізничного транспорту є прямі та зворотні зв'язки, а також певні обмеження по використанню природних комплексів, природних, трудових та фінансових ресурсів. При розвитку, функціонуванні об'єктів залізничного транспорту та забезпеченні екологічної безпеки слід враховувати властивості природних комплексів, багатозв'язковість, стійкість, комутативність, адитивність, інваріантність, а також багатофакторну кореляцію.

**Висновки.** Забезпечення екологічної і техногенної безпеки на шляхах залізничного транспорту має спиратися на принципи та критерії сформульовані у матеріалах Міжнародної Конференції у Потсдамі (*Potsdam EWC`98*), враховувати їх як основні напрямлення пріоритетного розвитку. Головним при цьому має бути задекларований принцип попередження надзвичайних ситуацій, аварій та катастроф. Він змушує розробляти та застосовувати наукові та інноваційні засоби, які дозволяють заздалегідь прогнозувати і попереджати надзвичайні ситуації. Важливим у цьому напрямі є науково-технічні розробки кіберфізичних систем, що дозволяють автоматизувати бір та опрацювання даних, щодо якості та захисної ефективності МЗТ на шляхах залізничного транспорту.

УДК 621.785

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІДКОГО ЧАВУНУ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

к.т.н. *Тарасов В.К.*, к.т.н. *Румянцев В.Р.*, *Новоқцонова О.В.*, *Ткаліч І.О.*, *Запорізька державна інженерна академія, Україна*

## PERFECTION OF MODERN TECHNOLOGY OF TRANSPORTING LIQUID CAST-IRON OF HIGH FURNACES

*Ph.D. Tarasov V.K.*, *Ph.D. Romyantsev V.R.*, *Novokshchonova O.V.*, *Tkalich I.O.*, *Zaporizhzhia state engineering academy, Ukraine*

**Вступ.** Найбільш складним ланцюгом в технології доменного процесу є транспортування рідкого чавуну і шлаку до ківшів. Для зниження часу випуску чавуну, полегшення обслуговування жолобів впливу, зниження витрат на випаровування використовують різноманітні технології. Звичайна технологія з використанням відкритих жолобів із скимером для розділення чавуну і шлаку полегшує обслуговування жолобів: чистки і футерування вогнетривкою цеглою і набивкою термостійкою глиною. Проте є більш суттєві недоліки: значна поверхня контакту рідкого металу з високою температурою 1500-1600 °С із киснем повітря. За рахунок окислення виникає додатковий шлак, який під час руху рідини налипає на стінки жолобу. Знижується вихід годного чавуну, затрудняється очищення поверхні жолобів, погіршуються умови праці при їх обслуговуванні. Можливі опіки від бризків, негативний вплив на органи дихання пилу, газів і тепловипромінювання.

**Виклад матеріалу.** Згадані недоліки можна видалити за рахунок сучасних схем укриття жолобів, що включають знімні кришки у вигляді плит з вогнестійким футеруванням. Дві плити на початку і в кінці укриття виконано з вентиляційною витяжкою вихідних газів. При цьому створюються різні умови температурного режиму чавуну вздовж жолоба і різних за величиною втрат опору на окремих ділянках. З цією метою проводились аеродинамічні розрахунки системи аспірації укриття. Визначались втрати опору: місцеві і за довжиною. Повний опір газового тракту визначається з формули (Па):

$$\Delta P = \Delta P_{\Sigma} + \Delta P_{\text{м\text{л}}},$$

де  $\Delta P_{\Sigma}$  – сумарний опір на тертя за довжиною газопроводу, Па;

$\Delta P_{\text{м\text{л}}}$  – сума місцевих опорів, Па.

Опір на тертя за довжиною газопроводу  $\Delta P_1$  визначається за формулою:

$$\Delta P_1 = \lambda \frac{l}{d} \frac{w_{\text{ф}}^2}{2} \rho_{\text{г}},$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору;

$l$  – довжина ділянки газопроводу, м;  $d$  – діаметр ділянки газопроводу, м;

$w_{\text{ф}}$  – фактична швидкість руху газу на ділянці, м/с;

$\rho_{\text{г}}$  – густина газу при робочих умовах, кг/м<sup>3</sup>.

Схема аспірації була розділена на десять ділянок, п'ять із них безпосередньо на жолобі. За результатами розрахунків побудовано номограму загального опору системи (рис.1).

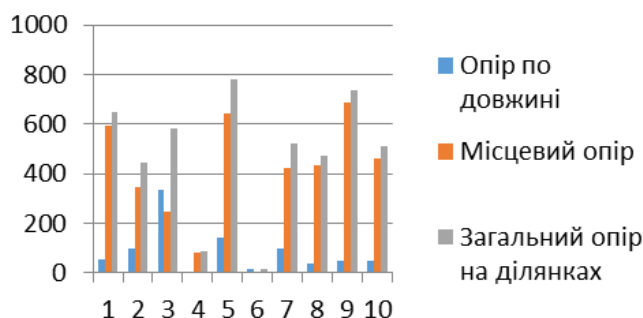


Рисунок 1 – Номограма загального опору системи

**Висновки.** Визначено, що найбільші втрати належать ділянкам із скимерами (783 Па). Відносно температури рідкого чавуну, то вона підвищується на виході із жолоба при заливці в ківш в порівнянні з відкритою схемою. Таким чином, зменшуються втрати чавуну і додаткове утворення шлаку, тобто збільшується вихід придатного металу. Для покращення роботи аспіраційної системи запропоновано встановити додатковий витяг на ділянки підвищеного опору.

УДК 656.078

## ПРАКТИКА БЕЗПЕЧНОГО ДЕМОНТАЖУ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИСОТНИХ СПОРУД

*к.т.н. Терещенко О.П., д.т.н. Поляков А.П., Вінницький національний технічний  
університет, Україна*

## PRACTICE OF SAFE DISMANTLING OF SPATIAL CONSTRUCTIONS FROM HIGH-RISE BUILDINGS

*Ph.D. Tereschenko O.P., Doct. Poliakov A.P., Vinnytsya National Technical  
University, Ukraine*

**Вступ.** В останній час, у зв'язку з переходом до цифрового телебачення гостро стоїть питання з заміною обладнання на об'єктах, головним чином, концерну радіомовлення, радіозв'язку та телебачення(КРРТ). Саме там встановлені у великі кількості великогабаритні і, відповідно, важкі рупорно-параболічні антени, потреби в яких вже нема.

Під час виконання поставленої задачі виникає дві достатньо складних проблеми-демонтаж та опускання антен з висоти, іноді понад 100 м та транспортування їх на значну відстань для складування і подальшої утилізації.

**Виклад матеріалу.** Рупорно-параболічна антена РПА-2П-2 має довжину біля 7 м, ширину більше 4 м і важить близько 1,5 т. Як привило, встановлені антени на значній висоті-понад 100 м. Об'єкт демонтажу – просторові конструкції, виконані з алюмінієвого сплаву, встановлені на закріплених до консольних майданчиків щогли сталевих поворотних рам. З'єднання елементів конструкцій між собою виконане на болтах.

Для виконання демонтажних робіт залучається генпідрядник (підрядники), які мають ліцензію на виконання передбачених видів робіт. Також виконавці робіт повинні мати дозвіл органу Держпраці на виконання робіт підвищеної небезпеки.

Перед початком робіт на території діючого підприємства адміністрація підприємства та генпідрядник за участю субпідрядних організацій оформляють акт-допуск на виконання будівельно-монтажних робіт на території діючого підприємства та наряд-допуск. Відповідальність за невиконання заходів, передбачених нарядом-допуском, несуть керівники монтажних організацій і діючого підприємства.

Демонтаж металоконструкцій виконувався у безвітряну погоду (при швидкості вітру не більше 5 м/с) та при плюсовій температурі.

Автовантажувачем виконуються роботи з влаштування тимчасових якорів для лебідок. Кожен з тимчасових якорів виконувався у вигляді бетонного фундаментного блоку ФБС 24.6 або інших залізобетонних конструкцій, аналогічних за масою. Кріплення лебідки забезпечувалось до монтажних петель конструкції.

В процесі демонтажу кожна з антен розкріплювалася тимчасовими відтяжками, які через лебідки вантажопідйомністю не менше 1,0т кріпилися до тимчасових якорів. У якості відтяжок були використані канати з полімерних волокон з розривним зусиллям не нижче 1000кгс.

Роботи виконувались ланкою, яка складається з п'яти монтажників, між якими був встановлений постійний зв'язок.

Спуск демонтованих антен виконувався за допомогою лебідки. Канат лебідки перекидався через монтажні блоки, закріплені над антеною. Тимчасові відтяжки закріплювалися до такелажних скоб та лебідок, закріплених до тимчасових якорів.

Під час підйому-спускання положення антени стабілізувалося відтяжками.

На деяких опорах антени встановлені у самій верхній точці. В таких випадках щогла надбудовулася приблизно на 2-3 м, там закріплювалася консоль з блоком для троса лебідки.

Другим етапом роботи було транспортування демонтованих антен на склад. Проблема полягає в тому, що ширина антени перевищує 4 м при дозволеній ширині транспортного засобу 2,55 м. Тому перед транспортуванням оформлялися відповідні дозволи органів патрульної поліції. Саме транспортування відбувалося в нічний час, коли на дорогах значно менша кількість транспортних засобів. Транспортування супроводжувалося нарядами патрульної поліції.

**Висновки.** Таким чином, проведене дослідження дало можливість винайти засоби вирішення як задачі демонтажу конструкцій великих габаритів та ваги, так і транспортної задачі, при цьому були розроблені і запропоновані заходи безпеки, що дозволило вдало виконати доручені роботи.

УДК 614:57.022

**ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ***к.т.н. Тарасов В.К., Запорізька державна інженерна академія, Україна***MEASURES OF ENHANCING THE SAFETY OF WATER SUPPLY  
NETWORKS OPERATION***Ph.D. Tarasov V.K., Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine*

**Вступ.** Водопровідні мережі звичайно розташовуються під землею в зоні вулиць і тротуарів з інтенсивним рухом транспорту та пішоходів. Їх аварії призводять до необхідності розкриття покриття доріг; кропіткої та важкої роботи по ремонту пошкоджених трубопроводів. Особливі труднощі виникають при роботі взимку на промерзломому ґрунті і асфальту та наявності снігових сугорбів на обочинах проїжджих частин вулиць і тротуарів. Використається складна і габаритна землерийна техніка, що суттєво ускладнює рух транспорту і людей.

**Виклад матеріалу.** В зв'язку з цим необхідно приділяти більше уваги до вибору матеріалу труб. Вони повинні відповідати високим експлуатаційним вимогам: міцність при одночасній дії внутрішніх і зовнішніх навантажень; герметичність (безконтрольні витіки води призводять до раптових обрушень покриття доріг і небезпек для машин і людей); низькі втрати напору води; довговічність і мінімальна вартість. Таким вимогам найбільш відповідають неметалеві труби: азбестоцементні, залізобетонні і пластмасові. Азбестоцементні труби випускають діаметром 100-500мм і довжиною 3-4м. Переваги – відносно легкі, низька шорсткість внутрішньої поверхні, висока стійкість проти корозії, діелектричність; до недоліків можна віднести-слабкий супротив ударам, крихкість. Залізобетонні труби з діаметром 500-1600мм мають такі ж самі переваги, проте у них більш складне з'єднання-розтрубне з гумовим ущільненням кільцями і цементним розчином. Пластмасові труби: поліетиленові й вінілпластові, випускають діаметром 10-630мм та значно більшою довжиною 6, 8, 10, 12м. Вони суттєво легші, мають більшу пропускну здатність і нескладний монтаж. Однак у них великий коефіцієнт температурного розширення і старіють внаслідок дії сонячного світла й низьких температур. Однак ці недоліки не визначаються при підземному розташуванні труб.

Більш дорогі металеві труби необхідно використовувати для переходу під залізницями і шосейними дорогами в місцях динамічних навантажень, при високому тиску - більше 1,2 МПа, та прокладки через яри, водні перешкоди, у вічномерзлих і заторфованих ґрунтах. Вони мають високу міцність, стійкість до раптових знакозмінних зусиль і вібрацій. Проте внаслідок схильності до корозії потребують значних витрат на спеціальні покриття, та мають менший термін служби. Сталеві труби випускають на тиск до 2,5МПа, діаметром 100-1400мм. Більшою стійкістю і високою міцністю відрізняються чавунні труби, які випускають з діаметром 650-1200мм, довжиною 2-7м.

Для захисту мереж від механічних ушкоджень і створення стабільних температурних умов експлуатації необхідно витримати раціональну глибину закладання труб. Вона залежить від рівня промерзання ґрунту, температури води і режиму її подання. Для виключення замерзання води розташування труб повинно бути на 0,5м більше розрахункової товщини промерзання ґрунту. Для регіону Харків, Дніпро, Запоріжжя достатньо глибини до 1,2м. Досліди і розрахунки підтверджують, що цього також досить для виключення нагрівання води в літню пору (1м) і зменшення впливу зовнішніх навантажень.

**Висновки.** При виборі матеріалу труб необхідно враховувати детально-технічне обґрунтування їх доцільності. Переваги надавати неметалевим трубам. Для низького тиску доцільно використання пластмасових труб, для більшого тиску – азбестоцементних та залізобетонних. Металеві труби необхідно використовувати в зоні динамічних навантажень, вібрацій в місцях переходу під залізницями і шосейними дорогами та подолання перешкод через яри, водойми, у вічномерзлих і заторфованих ґрунтах. Завдяки цьому підвищується довговічність і надійність мереж, безпечність їх експлуатації, а також поліпшуються умови роботи працівників.

**Список посилань.**

- 1 Тарасов В. К., Кожемякін Г. Б., Кутузова І. О. Безпечна експлуатація інженерних систем і споруд. Навч.-метод посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. 160 с.;
- 2 Ткачук О.А., Шадура В.О. Водопровідні мережі: Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2004. 117 с.;
- 3 Гіроль М.М., Бернацький М.В., Хомко В.Є. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві. Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2010. 351 с.

УДК 629.016

## ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОМОСТІ РЕЖИМІВ РУХУ АВТОБУСІВ У МІСЬКОМУ ЇЗДОВОМУ ЦИКЛІ

к.т.н. Дембіцький В.М., Медведєв І.І., Луцький національний технічний університет, Україна

## DETERMINATION THE WEIGHT OF MOTION REGIME BUSES IN THE CITY DRIVING CYCLE

Ph.D. Dembitskiy V.M., Medvediev I.I., Lutsk National Technical University, Ukraine

**Вступ.** Проблема визначення витрати палива автобусами у реальних умовах експлуатації є завжди актуальною. Зміна умов руху, швидкостей руху, інтенсивності та насиченості транспортних потоків призводить до необхідності постійних коригувань витрати палива, оскільки фактична витрата палива відрізняється від нормативної. Для можливості оцінки будь-якого їздового циклу варто визначити вагомості його режимів руху.

**Метою роботи** є визначення вагомості режимів руху автобуса у міському їздовому циклі, регламентованого ГОСТ 20306 [1], який наведеного на рисунку 1.

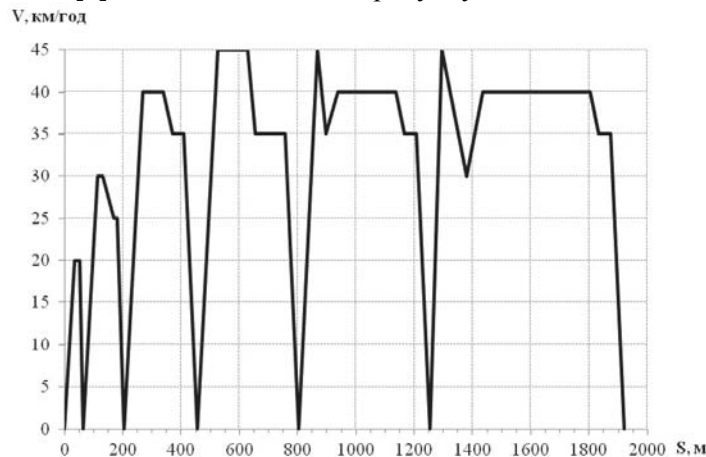


Рисунок 1 – Міський їздовий цикл для автобусів [1]

Наведений на рисунку 1 їздовий цикл характеризується наступними основними режимами руху: розгін до заданої швидкості, рух з постійної швидкістю, гальмування двигуном. Вагомість режиму руху у їздовому циклі визначається відношенням тривалості режиму  $\Delta S$  до загальної тривалості циклу  $S$ , за залежністю:

$$k = \frac{\Delta S}{S}. \quad (1)$$

За результатами розрахунків отримано наступні значення вагомості режимів руху: розгін до заданої швидкості – 0,27, рух з постійної швидкістю – 0,44, гальмування двигуном – 0,31.

Оскільки загальна витрата палива автобуса за їздовий цикл  $Q_{\Sigma}$  складається з витрат палива у режимах розгону  $Q_p$ , постійної швидкості  $Q_u$  та гальмування  $Q_z$ , то вона може бути визначена за залежністю:

$$Q_{\Sigma} = (k_p \cdot Q_p + k_u \cdot Q_u + k_z \cdot Q_z) \cdot T, \quad (2)$$

де  $k_p, k_u, k_z$  - значення вагомості відповідного режиму руху;  $T$  - тривалість циклу.

Або, для їздового циклу руху міських автобусів:

$$Q_{\Sigma} = (0,27Q_p + 0,44Q_u + 0,30Q_z) \cdot 1920. \quad (3)$$

**Висновки.** За результатами проведених досліджень визначено вагомості режимів руху автобусів у міському їздовому циклі, згідно ГОСТ 20306, а також наведено рівняння, для визначення загальної витрати палива транспортним засобом за їздовий цикл. Отримані результати будуть застосовані в подальших дослідженнях, пов'язаних з визначенням витрати палива транспортними засобами.

### Список посилань.

1. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний: ГОСТ 20306 – 90. – [введен с 01.01.1992]. – М.: Изд – во стандартов, – 1991. – 34 с.

УДК 629.076

## ПРОБЛЕМА ВИБОРУ РУШІЯ ПІД ЧАС РУХУ ГІБРИДНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

*к.т.н. Дембіцький В.М., Павляшик С.М., Луцький національний технічний університет, Україна*

## THE PROBLEM OF CHOICE OF THE MOVER WHILE DRIVING HYBRID VEHICLE

*Ph.D. Dembitskyi V.M., Pavliashyk S.M., Lutsk National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** На даному етапі розвитку автомобільного транспорту, з кожним днем все гостріше постає питання зменшення шкідливих викидів двигунами внутрішнього згоряння та зменшення витрати палива, що зумовлено підвищенням рівнів екологічних стандартів та вичерпністю запасів нафти. Одним з способів вирішення зазначеної проблеми є застосування електричних та гібридних транспортних засобів, які розвиваються досить стрімко. Разом з тим відкритою на сьогоднішній день залишається проблема вибору двигуна під час руху автомобіля. Одна дослідники пропонують на перехідних режимах здійснювати рух на електричній тязі, а на постійних режимах руху – використовувати двигун внутрішнього згоряння, інші вважають з точністю до навпаки [1 - 5].

*Метою роботи* є визначення способів вибору рушія під час руху гібридного транспортного засобу.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільш оптимальним варіантом може бути аналіз режимів руху за стандартизованими їздовими циклами, однак якщо проводити дослідження для легкових автомобілів, то виникає питання який саме їздовий цикл повинен бути використаний, в той же час для автобусів відсутній стандартизований їздовий цикл, за виключенням ГОСТ 20306, який втратив чинність. Окрім того зазначеним стандартом передбачаються швидкісні режими, які зовсім не відповідають реальним режимам руху, так середня швидкість руху становить близько 40 км/год. Аналіз режимів руху автобусів у міських умовах значно відрізняється залежно від ряду факторів: інтенсивності руху, пропускної спроможності вулиць, пасажиропотоку, кількості зупинок та відстані між ними і т.п. Таким чином під час руху гібридного автобуса у різних містах, показники його витрати палива та електричної енергії можуть значно відрізнятись. Тому першочерговим завданням постає створення математичної моделі їздового циклу, яку б можна було адаптувати під конкретні умови руху. Спираючись на міський їздовий цикл для автобусів, який наведено у ГОСТ 20306, виділено основні його елементи: значення прискорення/сповільнення (час розгону/гальмування до заданої швидкості), значення швидкості руху, кількість циклів розгону-гальмування, довжина ділянки, час проходження ділянки.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень встановлено, що вибір рушія під час руху міського автобуса повинен здійснюватися за певним їздовим циклом, однак при цьому виникає необхідність створення математичної моделі міського їздового циклу для автобусів, з врахуванням реальних умов експлуатації транспортних засобів. Подальші дослідження повинні бути зосереджені на отриманні експериментальних даних реальних режимів руху автобусів міськими маршрутами.

### Список посилань.

1. Сахно В.П. Моделювання та керування гібридною силовою установкою автомобіля виконаною за паралельною схемою / В.П. Сахно, О.М. Тімков, О.С. Іванов // Вісник Національного транспортного університету. — К. : НТУ, 2014. — Вип. 30. — с. 349 – 356.
2. Флоренцев С.Н. Экономичный экологичный городской гибридный автобус. / С.Н. Флоренцев, Л. Макаров, В. Менухов // Электронные компоненты. – 2008. – № 12. – С. 24-39.
3. Шамардина В.Н. Исследование динамических характеристик городского автобуса с гибридной силовой установкой / В.Н. Шамардина, С.М. Лемешко // Електротехнічні та комп'ютерні системи, 2011. – Вип. 03 (79). – с. 135 – 137.
4. Борисенко А.О. Визначення витрат енергоносіїв гібридними транспортними засобами в умовах експлуатації. – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет МОН України, Харків, 2016. – 233 с.
5. Смирнов О.П. Науково-технічні основи підвищення ефективності експлуатації гібридних транспортних засобів. – Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет МОН України, Харків, 2016. – 426 с.

УДК 656.22

## АНАЛІЗ ОБІГУ ВАГОНА НА ДНІПРОВСЬКІЙ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА 2017 РІК

*д.т.н. Горобець В.Л., Музикін М.І., к.т.н. Авраменко С.І., к.т.н. Нестеренко Г.І., Онацька А.Ю.,  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпро, Україна*

## ANALYSIS OF RAILCAR TURNOVER AT THE DNIPRO MANAGEMENT OF RAILWAY TRANSPORTATION FOR 2017 YEAR

*Doct. Horobets V.L., Muzykin M.I., Ph.D. Avramenko S.I., Ph.D. Nesterenko H. I., Onatska A.Yu.,  
Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after  
Academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine*

**Вступ.** Одними з основних показників оцінки роботи дирекції є експлуатаційні показники. Адже саме вони є основними даними для оцінки роботи, планування перевезень на наступний рік та характеризують роботу дирекції за певний період. Робота залізниць планується та оцінюється за експлуатаційними показниками. Показники експлуатаційної роботи залізничного транспорту умовно можна розділити на дві основні групи: кількісні, які дозволяють визначити обсяг запланованої або виконаної роботи; якісні, які дозволяють оцінити якість запланованої або виконаної роботи, особливо якість використання рухомого складу. До основних якісних показників роботи залізниць відносяться обіг, середньодобовий пробіг та продуктивність вагонів і локомотивів, швидкості руху поїздів, навантаження вагону.

**Виклад матеріалу.** Обіг вагона – це час, на протязі якого виконується повний цикл операцій від початку одного навантаження до початку іншого. Обіг вагона визначає не тільки ступінь використання вагонів, але і якість експлуатаційної роботи залізниць в цілому. Для підрозділів, в межах яких повний цикл операції не відбувся, обіг визначається від моменту закінчення навантаження або прийому в навантаженому стані до моменту закінчення наступного навантаження або до здачі у навантаженому стані і в цьому випадку він називається умовним обігом вагона. Прискорення обігу вагона є однією з найважливіших експлуатаційних задач, так як воно дозволяє одним і тим же вагонним парком виконати більший обсяг перевезень.

Обіг вагона складається з часу його знаходження (в год): на дільницях (в складі поїздів); на технічних станціях; на станціях навантаження і вивантаження.

Обіг місцевого вагона у 2017 році складає 3,25 доб., що у відсотках до 2016 року виконано 91,1%, а по відношенню до плану, який складає 2,99 доб. виконано на 92,0%.

До плану сповільнено через: збільшення робочого парку на 200 вагонів, що уповільнило обіг на 0,31 доби; сповільнено до плану з причин непропорційного збільшення робочого парку на 10,7%, а роботи на 1,9%. До минулого року сповільнено через: зменшення роботи (вивантаження) на 70 вагонів, що уповільнило обіг на 0,32 доби; сповільнено до минулого року з причин непропорційного зменшення робочого парку на 1,1%, а роботи на 9,9%.

Обіг навантаженого вагона у 2017 році складає 1,10 доб., що у відсотках до 2016 року виконано 97,3%, а по відношенню до плану, який складає 1,09 доб. виконано на 99,1%.

До плану сповільнено через: зменшення роботи на 153 вагони, що уповільнило обіг на 0,03 доби в т. ч. через недоприймання 152 навантажених вагонів; сповільнено до плану з причин непропорційного зменшення роботи на 3,1%, а одночасного робочого парку на 1,9%. До минулого року сповільнено через: зменшення роботи на 156 вагонів, що уповільнило обіг на 0,04 доби в т. ч. через недоприймання 168 навантажених вагонів, що уповільнило обіг на 0,04 доби; збільшення робочого парку на 187 вагонів, що уповільнило обіг на 0,04 доби; сповільнено до плану з причин непропорційного зменшення роботи на 3,2%, а робочого парку на 0,6%.

Обіг транзитного вагона у 2017 році складає 0,77 доб., що у відсотках до 2016 року виконано 162,3%, а по відношенню до плану, який складає 0,81 доб. виконано на 105,2%.

Обіг порожнього вагона у 2017 році складає 1,94 доб., що у відсотках до 2016 року виконано 98,5%, а по відношенню до плану, який складає 2,31 доб. виконано на 119,1%.

До минулого року сповільнено через: збільшення робочого парку порожніх на 57 вагонів, що уповільнило обіг на 0,07 доби; сповільнено до минулого року з причин непропорційного збільшення робочого парку на 3,8%, а роботи на 2,2%.

**Висновки.** Проаналізувавши основні якісні та кількісні показники роботи дирекції можна зробити висновок, що майже всі показники роботи виконуються в повному обсязі, задовольняючи план.

УДК 004.096:656.256

## ВИБІР СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ У ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

*к.т.н. Ланко А.О., к.т.н. Каменев О.Ю., Сагайдачний В.Г., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

## SELECTION AUTOMATIC DESIGN SYSTEM FOR DEVELOPMENT TECHNICAL DOCUMENTATION IN THE FIELD OF RAILWAY AUTOMATIC

*Ph.D. Lapko A.O., Ph.D. Kameniev O.Y., Sahaidachnyi V.H., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Вступ.** На сьогоднішній день в діяльності проектних організацій все більша частина розробки та оформлення проектною документації перекладаються на комп'ютерну техніку, що дозволяє значно підвищити якість проектування. Вибір оптимальної системи автоматизованого проектування з однієї сторони є надійною умовою ефективного проектування, а з іншої сторони – досить важкою задачею.

**Виклад матеріалу.** Вирішення задачі вибору системи автоматичного проектування залежить від ряду критеріїв, тобто задача вибору є багатокритеріальною. В умовах обмеженої кількості критеріїв вибору і альтернативних варіантів найбільш простий і зручний формалізацією прийняття багатокритеріального рішення виступає метод аналізу ієрархій Томаса Саати [1].

В якості систем автоматичного проектування розглянуто наступні найбільш популярні системи: САПР-Альфа [2]; AutoCAD Electrical [3]; EPlan [4]; E3.Series [5]; SolidWorks Electrical [3].

Для аналізу було обрано наступні, найбільш значущі для проектувальників критерії: створення електричних принципових схем (Schema); створення моделей компонування силових шаф (Panel); автоматичне прокладання дротів у моделях компонування (Wire); автоматична побудова звітної документації (Logic); додаткові функціональні можливості (Other). За допомогою методу аналізу ієрархій на основі експертних оцінок було створено матрицю для визначення вектору глобальних пріоритетів.

Таблиця 1 – Визначення вектор глобальних пріоритетів

Критерій	Вага	Альтернативи систем автоматичного проектування				
		САПР-Альфа	AutoCAD Electrical	EPlan	E3.Series	SolidWorks Electrical
Schema	0,08	0,08	0,12	0,34	0,34	0,12
Panel	0,08	0,08	0,25	0,13	0,13	0,41
Wire	0,26	0,07	0,11	0,21	0,21	0,4
Logic	0,45	0,36	0,1	0,27	0,21	0,06
Other	0,13	0,17	0,21	0,09	0,16	0,37
Загальна оцінка		0,2164	0,1313	0,2254	0,2075	0,2168
Ранг		3	5	1	4	2

Також окремою увагою слід виділити методи та засоби автоматизованого проектування, що базовані на графоаналітичному підході до інтерпретації проєктованих об'єктів. Вони передбачають наявність певної оболонки (інтерфейсу) користувача, що забезпечує введення вихідних даних у геометричні моделі. Їх розвиток слід вважати не менш перспективним за вищенаведені [6].

**Висновки.** Виходячи з результатів розрахунку, отриманих за допомогою методу аналізу ієрархій, кращою системою автоматичного проектування для створення проєктів у галузі залізничної автоматики виявилась EPlan. Найбільш не привабливою системою, для створення проектних рішень в галузі залізничної автоматики, є AutoCAD Electrical.

### Список посилань.

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – Москва: Радио и связь, 1993. – 315 с.
2. Одегов, П. Программный комплекс «САПР-АЛЬФА»: краткий обзор / П. Одегов // САПР и графика. – 2009. – №2. – С.50-53.
3. Малюк, В. Введение в современные САПР / В. Малюк; Москва: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
4. Гишель, Б. EPLAN Electric P8 - Практическое пособие пользователя / Б. Гишель. – Москва: EPLAN Россия, 2010. – 255 с.
5. Спиридонов, А. Новые возможности электротехнического проектирования в среде E3.series / А. Спиридонов // САПР и графика. – 2006. – №8 – С.57-60.
6. Кустов, В.Ф. Экспериментально-статические модели распределённых технологических объектов / В.Ф. Кустов, А.Ю. Каменев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – №2. – С. 97-101.

УДК 681.518.5:656.256

## РОЗВИТОК ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

*д.т.н. Мойсєєнко В.І., к.т.н. Каменєв О.Ю., Гаєвський В.В., Щєблїкїна О.В.,  
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

## DEVELOPMENT OF TECHNICAL DIAGNOSTICS MEANS OF INFORMATION-CONTROL SYSTEMS ON RAILWAY TRANSPORT

*Doct. Moiseenko V.I., Ph.D. Kameniev O.Y., Gaievskiy V.V., Shcheblykina O.V.,  
Ukrainian state university of railway transport, Kharkiv*

**Вступ.** Широке впровадження сучасних інформаційно-керуючих систем (ІКС), пов'язаних із забезпеченням руху поїздів на залізничному транспорті, вимагає специфічних підходів щодо їх технічної діагностики. Відповідним чином обумовлюється розвиток технічних засобів, покликаних ефективно реалізовувати належні контрольно-діагностичні заходи.

**Виклад матеріалу.** До останнього часу основними засобами технічної діагностики ІКС на залізничному використовувалися компоненти неперервного та архівного збору даних, що не передбачали активного впливу на систему. Інтерфейс користувача технічних засобів у такому випадку визначається автоматизованими робочими місцями (АРМ) технічного персоналу, що дозволяє переглядати контрольно-діагностичну інформацію в реальному часі та в режимі історії.

Досвід експлуатації сучасних ІКС на магістральному та промисловому транспорті показав, що достовірність функціонування підсистем технічної діагностики значним чином залежить від надійності та безпечності функціонування діагностованих багатоканальних технічних засобів. Тобто, має місце бути зворотній зв'язок між функціонуванням об'єкта та суб'єкта технічного діагностування [1]. При такому порядку речей необхідним є активний вплив на ІКС в ході діагностичних процедур, що має бути відображено в методологічних та технічних аспектах їх реалізації. Окремої уваги заслуговує також обмеженість статистичних даних, необхідних для подальшого прогнозування поведінки об'єктів технічного діагностування [2].

Таким чином, подальший розвиток засобів технічної діагностики ІКС на залізничному транспорті визначається такими напрямками та підходами [1 - 3]: впровадження програмно-апаратних підсистем активного впливу на ІКС, реалізованих на базі імітаційних та комбінованих моделях; поглиблення інтерактивної взаємодії ІКС як з оперативним, так і з технічним персоналом; запровадження спеціалізованого програмного забезпечення, що реалізує методи обробки обмежених статистичних даних про функціонування системи (методів нерівноточних спостережень, максимальної правдоподібності, розподілу Ст'юдента тощо) з метою його прогнозування; використання програмних засобів оперативної реконфігурації об'єктів діагностування на основі апарату графо-функціонального синтезу.

Попередня апробація новітніх засобів технічного діагностування на промисловому залізничному транспорті підтвердила доволі високу достовірність їх застосування.

**Висновки.** Таким чином, успіх подальшого впровадження ІКС на залізничному транспорті залежить від забезпечення достовірності їх технічної діагностики. У свою чергу це вимагає запровадження передових технологій та засобів діагностування, що пропонуються у проведеному науково-прикладному дослідженні.

### Список посилань.

1. Каменєв, О.Ю. Процедура періодичного контролю підсистеми технічної діагностики об'єктних контролерів мікропроцесорної централізації [Текст] / О.Ю. Каменєв // Залізничний транспорт України. – 2014. – №3. – С.34-46.
2. Moiseenko, V. Predicting a technical condition of railway automation hardware under conditions of limited statistical data [Text] / V. Moiseenko, O. Kameniev, V. Gaievskiy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. – 2017. – №3/9(87). – P. 26-35.
3. Moiseenko, V. Interactive approaches to the organization off staff interaction with automated control systems / V. Moiseenko, O. Kameniev, V. Gaievskiy // V International Scientific Technical Conference «Engineering. Technologies. Education. Security'2017»: Proceedings [Text]. Vol. 2. Technics and Technologies. Information Technologies, Natural and Mathematical Sciences. 31.05.2017 – 03.06.2017, Veliko Tarnovo. – Sofia, Bulgaria: Scientific technical union of mechanical engineering “Industry-4.0”, 2017. – P. 221-224.

УДК 656.224

## ІНТЕРМОДАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ І ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

*к.т.н. Примаченко Г.О., Ілларіонов Є.В., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

### INTERMODAL TRANSPORTATION SYSTEMS AND FORMATION OF LOGISTIC CHAINS OF TRAFFIC FLOWS OF PASSENGERS

*Ph.D. Prymachenko H.O., Illarionov E.V., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Introduction.** Intermodal transport systems are characterized by the possibility of carriage "from door to door" based on the principles of logistics. At each stage of the transportation process, the balance of the number of seats offered to passengers is ensured in accordance with the level of demand. Delivery of passengers on the route is carried out by various modes of transport, working on a single agreed schedule. Transportation is carried out by one legal entity (organization), which can carry out transportation independently or entrust this process to other transport companies. The trip is carried out on the basis of a single transport document for all modes of transport on the route. In addition, a single level of passenger service is provided throughout the entire route on all modes of transport, in accordance with the class of travel.

**Presentation of the material.** Intermodal transport systems in passenger traffic are divided into complete and incomplete ones. Complete is called a complex of two or more types of transport having the appropriate quantitative characteristics and qualitative parameters and operate according to a single agreed schedule and a single cross-country travel document (ticket) "from door to door". At this stage of the development of the transport industry in Ukraine, only incomplete intermodal transport systems are used. The incomplete difference is that its organizer carries passengers not "from door to door", but only at a separate stage of the transfer route. For example, with the help of an intermodal transport system, which includes a train and a bus, passengers are taken to the main bus station and then independently organize their trip using urban transport. The incomplete intermodal transport system does not guarantee the passenger the coherence of the schedules of the movement of the modes of transport and the balance of places that they offer.

In order to implement the full intermodal transport system in Ukraine, it is necessary to solve the issue of developing and implementing a single travel document (ticket) for all modes of transport included in the intermodal transport system. The first steps have already been taken in this direction, now the only travel document for the urban transport in Lviv is in place and it is planned to introduce such technology in Kyiv and Kharkiv. But the main question remains about the use of a single fare ticket on aviation, rail and road transport of long distance.

Intermodal transport system in long-distance passenger communication can be organized under the following conditions. To deliver residents of major cities to airports, train stations and other transport terminals. Residents of large cities of Ukraine often carry out business and recreational trips around the country, while using long-distance passenger trains, air and road transport. In order to ensure fast and comfortable delivery of the metropolitan population to transport terminals, it is necessary to create intermodal transport systems of different types based on the construction of logistic chains (figure 1)

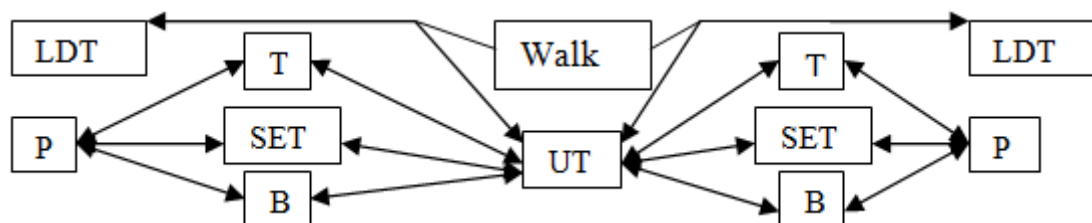


Figure 1 – Example of logistics chain for serving long-distance passenger traffic, LDT – Long distance train; P – Plane; SET – Suburban electric train; B – Bus; T – Taxi; UT – Urban transport

**Conclusion.** In general, the creation of an intermodal transport system of passenger traffic is aimed at the rational unification of modes of transport with the use of technical means to reduce unproductive downtime of socially significant and paying segments of passenger traffic and the organization of coordinated high-quality passenger services for obtaining guaranteed revenues from transport services that will ensure non-destructive work of modes of transport.

УДК 629.4.077:629.463

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДУАЛЬНОГО ФРИКЦІЙНОГО ЗНОСУ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

*к.т.н. Равлюк В.Г., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

### STUDY OF THE CAUSES OF THE DUAL FRICTION SITUATION OF BASKET CARTONS OF CARGO WAGONS

*Ph.D. Ravlyuk V., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkov*

**Вступ.** Інтенсифікація процесу перевезень вантажів залізничним транспортом зумовлює необхідність удосконалення та впровадження в експлуатацію більш ефективних та надійних конструкцій рухомого складу. Одним із найбільш вживаних транспортних засобів на залізниці є вантажні вагони. Техніко-економічні показники роботи вантажних вагонів ПАТ "Укрзалізниця" свідчать про те, що за чверть століття незалежності України гальмівні системи вантажних поїздів стали дуже вразливі в сучасних умовах експлуатації і у більшості вагонного парку знаходяться у незадовільному стані. У зв'язку з цим в ПАТ "Укрзалізниця" і у провідних установах, які відносяться до залізничного транспорту, виконуються роботи щодо підвищення надійності гальм вантажних поїздів [1, 2].

**Виклад матеріалу.** Гарантування надійної роботи гальмівного обладнання вантажних вагонів, що в найбільшій мірі сприяє ефективності їх дії в умовах інтенсивної експлуатації на залізницях України, є однією з головних проблем удосконалення розрахункових методів конструкції механічної частини гальма й системи її технічного обслуговування та ремонту вагонів в цілому [1].

У гальмівних важільних передачах вантажних вагонів із колодковим гальмом характерною особливістю є одnobічне розташування колодок, які притискуються до поверхонь кочення колісних пар. Самі гальмівні колодки закріплюються жорстко на гальмівній балці — триангелі та розташовуються у гальмівній системі візка відносно коліс.

За зібраним, в умовах експлуатації, статистичним матеріалом встановлено, що характер зносу гальмівних колодок у вантажних вагонах не відповідає загальноприйнятому клиноподібному зносу [3]. Проведені дослідження дозволили вперше виділити специфічний знос гальмівних колодок, з-за якого тільки на їх верхніх частинах розпочатковується та інтенсивно й випереджаючи зростає місцева фрикційна стертість не під час гальмувань, а коли відбувається основний рух вагонів у режимах тяги та вибігу.

Встановлено, що таке негативне явище відбувається через недосконалу конструкцію триангеля та низьку надійність пристрою рівномірного відведення колодок від коліс. Через це за власною вагою деталей гальмівної системи виникає гравітаційна сила  $N$  (рисунок 1, а), під дією якої відбувається схилення колодки повертанням навколо шарніра  $d$  до притиснення зусиллям  $G$  в колесо, що обертається. За збільшенням фрикційного зносу утворюється площа  $Q$ , на якій розподіляється сила  $G$  питомим зусиллям  $q_{cm}$ . Під дією таких зусиль утворюється сила тертя  $F_{cm}$ , а в контактні колеса з рейкою виникає і реалізується зусилля опору  $B_{on}$  кочення колеса.

За складеною розрахунковою схемою (рисунок 1, а) можна записати рівняння:

$$N \cdot a = G \cdot b, \text{ звідки } G = \frac{N \cdot a}{b}, \quad (1)$$

де  $N$  – гравітаційна сила, що утворюється від ваги деталей гальмівної системи візка;

$G$  – сила притиснення верхівки колодки до колеса;

$a$  – відстань від шарніра  $d$  маятникової підвіски до шарніра  $c$ ;

$b$  – відстань від шарніра  $c$  до точки дії сили  $G$ .

Сила тертя  $F_{cm}$  визначається за законом Кулона-Амонтона:

$$F_{cm} = G \cdot \varphi_k, \quad (2)$$

де  $\varphi_k$  – коефіцієнт тертя колодки по колесу.

Сила  $F_{cm}$  під час руху (обертання колеса  $\omega$ ) реалізується у контактні колеса з рейкою, що утворює шкідливо діючу силу опору рухові, тобто  $F_{cm} = B_{on}$  (рисунок 1, а) і, як наслідок, збільшує витрати енергоносіїв на тягу поїздів.

Під час гальмування колодкою з верхньою стертістю сила  $K$  натиснення на колодку, спонукає поворот її навколо точки  $A$  (рисунок 1, б). Тому, верхня, вже стерта частина колодки, відходить від поверхні кочення колеса та не приймає участі в гальмуванні. Нижня частина колодки притискується до колеса, але є вкороченою через що питомі гальмівні натиснення  $q_2$  перерозподіляються вздовж колодки нерівномірно. У верхній частині концентруються значно більші і до низу поступово

зменшуються. Пропорційно змінюються інтенсивність зносу колодки і температура тертьової пари під час гальмувань.

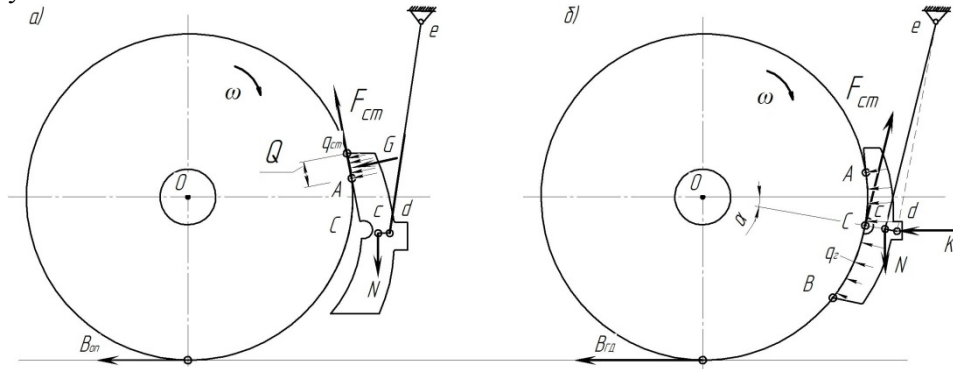


Рисунок 1 — Схема: а) відтворення початкового осередку стирання верхнього краю колодки під час руху без гальмувань; б) гальмування колодковим гальмом вантажного вагона з утворенням дуального фрикційного зносу колодки

Результуюче значення гальмівної сили за наявності дуального зносу колодки (рисунок 2) має вигляд:

$$B_{ГД} = F_{Kcm} = K \cdot \varphi_k \cdot \Delta_D, \quad (3)$$

де  $\Delta_D$  – коефіцієнт зменшення сили тертя через дуальний знос колодки.

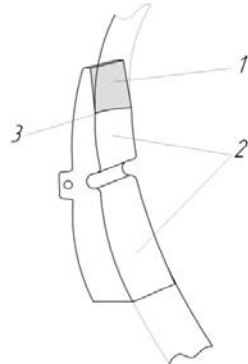


Рисунок 2 — Схема гальмівної колодки з дуальним зносом: 1 – площа верхньої стертості; 2 – площа нижньої стертості; 3 – лінія розмежування площин

За результатами виконаних досліджень розробляються варіанти модернізації триангеля та пристрою рівномірного відведення колодок з метою ліквідації дуального зносу гальмівних колодок у вантажних вагонах.

#### Висновки.

1. Для виділення особливого характеру двоплощинного переломного профілю зносу гальмівних колодок, що має місце у великій кількості гальм сучасних вантажних вагонів, вперше введено поняття дуального фрикційного зносу гальмівних колодок (за формулюванням схематично наведеною на рисунку 2).

2. За наявності дуального зносу гальмівних колодок процес гальмування у поїздах набуває негативних наслідків: підвищення температури тертя в парі колодка-колісо спричиняє інтенсивний нерівномірний знос колодок; зменшує ресурс колодок і коліс; погіршує ефективність гальмувань у поїздах; зростають витрати енергоносіїв на тягу поїздів.

3. Поставлена актуальна задача розробки технічних засобів для ліквідації дуального зносу гальмівних колодок вантажних вагонів.

#### Список посилань.

1. Бабаєв А. М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст]: навч. посіб. / А. М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв. – К. : ДЕТУТ, 2007. – 176 с.
2. Розробка конструкторсько-технологічної документації на проведення модернізації гальмівних важільних передач візків вантажних вагонів : Звіт про НДР (заключ.) : Укр. держ. акад. залізнич. трансп. ; кер. Мартинов І. Е. ; викон.: Равлюк В. Г. [та ін.] — Х., 2012. – 53 с. – Бібліогр.: с. 44. – № ДР 0111U008972.
3. Равлюк В. Г. Щодо визначення силових перетворень при клиноподібному зносі гальмівних колодок вантажних вагонів / В. Г. Равлюк // Вісник НТУ «ХП». Серія: Динаміка і міцність машин. – Х. : НТУ «ХП», 2017. – № 40 (1262). – С. 75-80.

УДК 629.113

## МЕХАТРОННА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ КУТІВ СХОДЖЕННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ

*к.т.н. Щербина А.В., к.т.н. Дударенко О.В., к.т.н. Сосик А.Ю., Запорізький національний технічний університет, Україна*

## MECHATRONIC SYSTEM ADJUSTMENT TOE-IN OF WHEELS VEHICLE

*Ph.D. Shcherbyna A.V., Ph.D. Dudarenko O.V., Ph.D. Sosyk A.Y., Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine*

**Вступ.** Відомо, що правильне регулювання кутів сходження коліс на автомобілі в статичнім положенні важливе, але ще важливіше те, що відбувається зі сходженням надалі, тобто чи зберігається сходження коліс при русі автомобіля або змінюється під час ходів стиску та відбою підвіски. Як показали дослідження [1, 2] кути сходження коліс змінюються при русі автомобіля, при цьому на різних режимах руху автомобіля динаміка зміни кутів сходження коліс різна. Зміни кутів сходження коліс під час руху автомобіля можуть бути наслідком незадовільної кінематики рульового керування або деформації деталей у результаті перевантаження, але можуть бути створені і спеціально - для одержання певних параметрів стійкості та керованості автомобіля. Щоб у зв'язку із відведенням шин не відбувалося підвищеного зношування й не було підвищеного опору коченню, а також не створювалися перешкоди прямолінійному руху автомобіля в ідеалі не повинно бути ніяких змін сходження коліс при русі автомобіля по дорожньому покриттю.

**Виклад матеріалу.** Подолати вище перераховані недоліки повинні мехатронні системи регулювання кутів сходження коліс. Данні системи повинні по показникам датчиків, наприклад, прискорення чи бокової сили на колесі, за допомогою електричних приводів змінювати кути сходження. Треба зазначити, що сучасний розвиток техніки та електроніки вже дозволяє вести розробки таких мехатронних систем. Приклад такої мехатронної системи представлено на рис. 1.

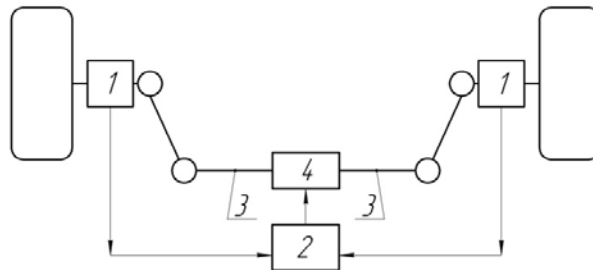


Рисунок – 1 Принципова схема активної системи регулювання кутів сходження коліс

Призначення такої системи, за рахунок автоматичного регулювання сходження коліс підтримувати мінімальні значення бокових сил у площині контакту колеса із дорогою. Завдяки цьому реалізуються максимальні поздовжні сили в площині контакту кожного колеса як при прямолінійному русі автомобіля, так і при розгоні та гальмуванні, а отже, таким чином забезпечується найкраща бокова стійкість автомобіля.

Робота даної системи зводиться до наступного, наприклад, при русі по прямій і позитивному куті сходженні на колеса діють бокові сили, які спрямовані усередину, до поздовжньої осевої лінії автомобіля. Датчики 1, виявивши наявність цих сил, видають у блок керування 2 відповідні сигнали. Блок 2 виробляє команду на скорочення довжини поперечної тяги 3 та передає цю команду виконавчому пристрою 4. Пристрій за допомогою електроприводу виконує команду, зменшуючи тим самим позитивне значення кута сходження та зводячи бокові сили до мінімуму. Якщо кут сходження по деяким причинам стає негативним, то усе відбувається навпаки, тобто блок керування 2 подає команду на збільшення довжини поперечної тяги.

**Висновки.** Така мехатронна система дозволить підтримувати оптимальні кути сходження коліс на усіх режимах руху автомобіля, забезпечивши тим самим кращі показники керованості та стійкості автомобіля, його паливної економічності та зношування шин.

### Список посилань.

1. Вербицький В. Г. Дослідження кутів сходження коліс при різних швидкостях руху автомобіля / В. Г. Вербицький, А. В. Щербина // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології. – 2016. – №10. – С. 81-85.
2. Щербина А. В. Дослідження кутів сходження коліс автомобіля / А. В. Щербина // Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 5-7 квітня 2017 р. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2017. – С. 151.

УДК 629.1

## МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАГРУЗОК В ТРАНСМИССИИ ПЕРЕДНЕПРИВОДНОГО АВТОМОБИЛЯ С МЕХАНИЧЕСКИМ ВАРИАТОРОМ

*к.т.н. Сидоров С.А., Сонич О.А., Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

## MODEL FOR RESEARCH OF LOADS IN THE TRANSMISSION OF A FRONT-WHEEL CAR WITH MECHANICAL VARIATOR

*Ph.D. Sidarau S.A., Sonich O.A., Belarusian National Technical University, Minsk*

В настоящее время при проектировании колесных транспортных средств повсеместно широко применяются пакеты компьютерного моделирования, например LMS Imagine.Lab AMESim. Преимуществами данного пакета является достаточно обширная библиотека встроенных компонентов, представляющих модели узлов и агрегатов машин, что позволяет быстро создавать и рассчитывать поведение сложных мехатронных систем, возможность создания интуитивно понятного эскиза модели с помощью интерактивного графического интерфейса, а также возможность взаимодействия с другими программами, например, MATLAB Simulink.

Работниками кафедры "Автомобили" и научно-исследовательской испытательной лаборатории транспортных средств Белорусского национального технического университета разработана имитационная модель, приведенная на рисунке 1, позволяющая проводить исследования нагрузок, возникающих в элементах трансмиссии, таких как механический бесступенчатый вариатор, шестерни главной передачи и межколесного дифференциал, полуоси, карданные шарниры переднеприводного легкового автомобиля.

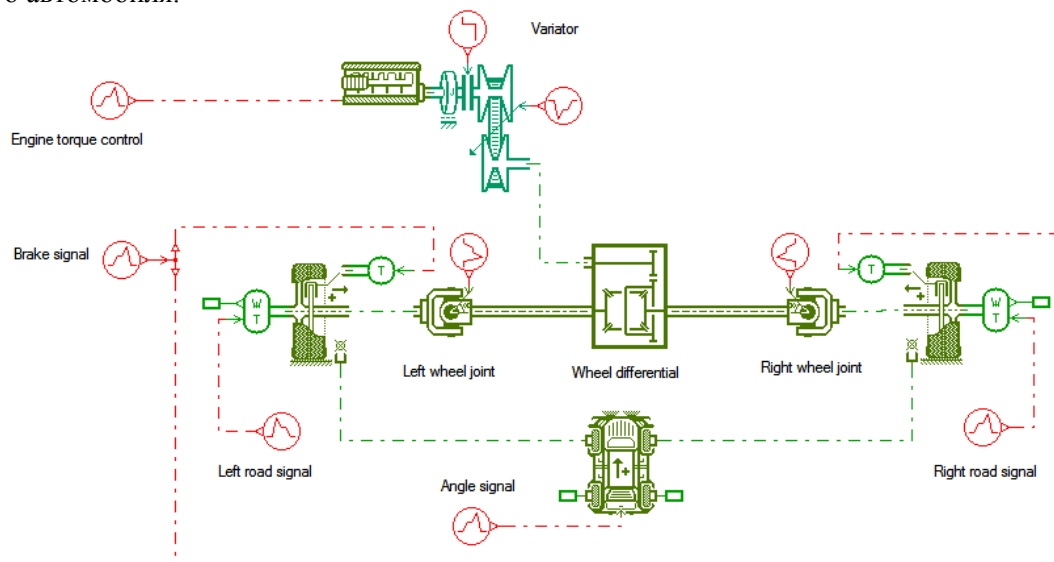


Рисунок 1 - Схема модели для исследования нагрузки трансмиссии автомобиля с вариатором

Подмодель двигателя достаточно проста и включает в себя источник крутящего момента с ограничением по частоте вращения, изменение которого можно описать в табличном виде, и учитывает инерционные, упругие и диссипативные элементы привода трансмиссии. Выходным параметром данной подмодели является крутящий момент. Подмодель может быть использована как для моделирования двигателя внутреннего сгорания, так и электродвигателя.

Подмодель бесступенчатого механического вариатора из библиотеки IFP Drive позволяет учитывать моменты инерции ведущего и ведомого шкивов, коэффициент трения, коэффициент полезного действия. Входными параметрами подмодели являются состояние муфты сцепления и передаточное отношение. Также с использованием стандартных элементов библиотеки Powertrain был достаточно подробно смоделированы межосевой дифференциал, полуоси, карданные шарниры. Внутренние параметры элементов, входящих в подмодели, учитывают кинематические передаточные отношения, инерционные, упругие и диссипативные характеристики. В частности кинематические параметры шестерен дифференциала, их моменты инерции, параметры жесткости и демпфирования полуосей, угол карданного шарнира и разность фаз между его ведущей и ведомой частями.

Использованная подмодель шины в контакте с дорогой, входит в ту же библиотеку. Подмодель учитывает инерцию колеса, вертикальную нагрузку от веса колесной машины, изменяющуюся при изменении угла подъема/спуска, а также позволяет отдельно учитывать момент сопротивления и тормозной момент.

УДК 656.073.436

## УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ У ВАГОНАХ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВАНТАЖАМИ

*к.т.н. Запара В.М., к.т.н. Запара Я.В., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

### IMPROVING THE METHOD OF DETERMINING FIRE IN CARGONS WITH DANGEROUS CARGOES

*Ph.D. Zapara V.M., Ph.D. Zapara Y.V., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Вступ.** Перевезення небезпечних вантажів пов'язане з можливим виникненням загрози здоров'ю і життю людей, майну або навколишньому середовищу. Тому підготовка таких вантажів до перевезення та організація їх просування повинні повністю відповідати вимогам безпеки.

**Виклад матеріалу.** В основу нового способу покладено покращення роботи з виявлення, гасіння пожежі у вагонах залізничного транспорту шляхом введення нових технічних операцій і їх зв'язку, який дозволить покращити роботу з виявлення, гасіння пожежі у вагонах, а також дозволить виявляти, інформувати і виконувати пожежогасіння у вагонах під час перевезення небезпечних вантажів, виключити людський фактор при виявленні пожежі у вагонах, дозволить автоматично включити пристрої пожежогасіння та інформувати машиніста і провідника по супроводу небезпечних вантажів, на найближчій станції - чергового по станції, маневрового диспетчера, поїзного диспетчера, автоматично включає пристрої пожежогасіння.

Ця задача вирішується тим, що шляхом передачі інформації до системи керування про пожежу безпеку у вагонах, попередньо розробляють автономний модуль керування та контролю, а після завантаження вагону небезпечним вантажем до автономного модулю керування та контролю заносять дані про особливості вантажу, при цьому до автономного модулю керування та контролю підключають пожежні сповіщувачі, а у випадку виявлення загоряння у вагоні під час перевезення небезпечних вантажів за допомогою автономного модуля керування та контролю включають пристрої пожежогасіння та передають інформацію про виникнення пожежі, номер вагону та про вантаж машиністу локомотиву та провіднику по супроводу небезпечних вантажів, на найближчу станцію.

У разі неможливості повного гасіння пожежі пристроями пожежогасіння, викликаного потужністю пожежі або закінченню засобу пожежогасіння за допомогою автономного модулю керування та контролю передають відповідну інформацію для вжиття необхідних заходів машиністу локомотиву та провіднику по супроводу небезпечних вантажів, на найближчу станцію. Тип пожежного сповіщувача вид та об'єм вогнегасної речовини пристроїв пожежогасіння визначається згідно діючих норм.

Спосіб впроваджують наступним чином: попередньо розробляють автономний модуль керування та контролю, а після завантаження вагону небезпечним вантажем до автономного модулю керування та контролю заносять дані про вантаж: тип вантажу, вага, особливості та ін. Для виявлення загоряння у вагоні під час перевезення небезпечних вантажів до автономного модулю керування та контролю підключають пожежні сповіщувачі. У разі виникнення пожежі автономний модуль керування та контролю включає пристрої пожежогасіння для усунення загоряння та, за допомогою апаратури радіозв'язку, передає інформацію про виникнення пожежі, номер вагону та про вантаж наступним особам: машиністу локомотиву та провіднику по супроводу небезпечних вантажів, на найближчу станцію - черговому по станції за допомогою автоматизованого робочого місця (АРМ) чергового по станції, маневровому диспетчеру за допомогою АРМ маневрового диспетчера, поїзному диспетчеру за допомогою АРМ поїзного диспетчера.

**Висновки.** Представлений спосіб дозволить виключити людський фактор при виявленні пожежі у вагонах під час перевезення легкозаймистих та самозаймистих речовин. У разі виявлення пожежі спосіб дозволить автоматично включити пристрої пожежогасіння та інформувати машиніста і провідника по супроводу небезпечних вантажів, на найближчій станції - чергового по станції, маневрового диспетчера, поїзного диспетчера, автоматично включає пристрої пожежогасіння.

Виявлення, гасіння і інформування про виникнення пожежі у вагонах під час перевезення легкозаймистих та самозаймистих речовин виконується без безпосередньої участі людини. Це дозволяє зменшити поширення пожежі та збитків.

Цей спосіб також дозволяє зменшити втрати часу як на пожежогасіння, так і затримку руху поїздів по дільниці залізниці.

УДК 656.225

## ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ "СУХИЙ ПОРТ" В УМОВАХ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

*д.т.н. Ломотко Д.В., Сморгісь І.В., Овчіїв М.Ж., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

## FORMATION OF LOGISTIC TECHNOLOGY "DRY PORT" IN CONDITIONS OF RAIL CONTAINER TRANSPORTATION

*Doct. Lomotko D., Smorkis I., Ovchiiiev M., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Вступ.** Активізація процесів європейської транспортної інтеграції безумовно вимагає нової орієнтації транспортних потоків і розвитку транспортної мережі. Основою інфраструктурної політики ЄС стане перетворення національних транспортних систем в єдину транс'європейську транспортну мережу (TEN-T). Однією з головних тенденцій розвитку міжнародної транспортної системи є зростання контейнерних перевезень та побудова сучасної вітчизняної мережі логістичних центрів.

**Виклад матеріалу.** Об'єднання типу "сухий порт" представляє собою вантажний термінал, який доцільно створювати біля великих міст в разі доставки багатомономенклатурної продукції. Створення таких структур дозволяє мінімізувати, або зовсім виключити будівництво складської інфраструктури у виробників продукції та доставляти вантажопотоки у вигляді вагонних або контейнерних відправок. Таким чином, логістична технологія "сухий порт" повинна стати елементом єдиного логістичного ланцюга доставки матеріальних ресурсів за участю залізниць.

Доцільність створення контейнерного "сухого порту" обумовлена привабливістю його для клієнтури, можливістю прискорення доставки вантажів, скороченням часу перевантаження, забезпеченням високого рівня збереження вантажу. Для встановлення раціональних технологічних параметрів запропонована модель логістичної технології "сухий порт". У зв'язку з цим при створенні "сухого порту", як регулятора вантажопотоків, виникає ряд завдань:

- визначення умов доцільності використання логістичної технології "сухий порт" в залежності від потужності контейнеропотоку;
- визначення доцільності використання логістичної технології "сухий порт" при обслуговуванні контейнеропотоків з точки зору виконання вимоги "точно в строк";
- визначення економічної доцільності включення інших логістичних центрів до логістичного ланцюга за участю "сухого порту" з метою економії експлуатаційних витрат;
- визначення оптимальної партії вантажу у контейнерах, яка формується на "сухому порті" з багатомономенклатурних вантажопотоків на адресу одного або декількох отримувачів.

Для забезпечення максимального економічного ефекту та покращенню якості інвестиційних процесів при формуванні логістичної технології "сухий порт" слід використовувати метод проектно-орієнтованого підходу у взаємозв'язку з прогностичними маркетинговими оцінками очікуваних масштабів вантажо-, контейнеро- та вагонопотоків.

**Висновки.** Прогресивність розвитку та збільшення обсягів контейнерних перевезень тісно пов'язані з підвищенням пропускної здатності контейнерних терміналів. Дослідження технології функціонування контейнерних терміналів типу "сухий порт" визначили основні напрямки удосконалення їх роботи:

- необхідність в достатньої перевантажувальної здатності з боку автомобільного, залізничного та, при наявності, морського транспорту;
- прискорення обігу контейнера за рахунок скорочення часу його перебування на терміналі з використанням логістичних когнітивних технологій та сучасних методів ідентифікації вантажів;
- необхідність сучасних процедур здійснення митного, санітарного, карантинного контролю, оформлення вантажів у контейнерах та частки контейнерів, які потребують зважування.

### Список посилань.

1. Butko T., Prokhorchenko A., Muzykin M. Усовершенствование методов определения схем обращения локомотивов с учетом технологических особенностей вагонопотоков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – Т. 5. – №. 3. – С. 47-55.
2. Intelligent transport systems [Electronic resource] : ISO 14813-1: 2015 (en). – Access : <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:14813:-1>.
3. Ломотко Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В. Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Т. 6. – №. 3 (78). – С. 11-17, <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>.

**РІШЕННЯ**  
**II Міжнародної науково-практичної конференції**  
**"ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ"**

II Міжнародна науково-практична конференція "ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ" пройшла в м. Івано-Франківську з 3 по 5 квітня 2018 року на базі Академії технічних наук України та Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника за підтримки:

- Міністерства освіти і науки України
- IT Компанії Yellow Leaf
- Інженерно-впровадницької фірми "Темпо"
- Connective Technologies LTD

У роботі цієї конференції приймали участь **305** вчених з **10** країн: **України, США, Великобританії, Німеччини, Іспанії, Чеської республіки, Польщі, Словаччини, Республіки Молдови та Республіки Білорусь**, зокрема: **47** докторів наук, **139** кандидатів наук, **119** науковців-виробничників, викладачів, аспірантів та студентів.

На конференції працювало 11 секцій технічного спрямування:

- o Природничі науки
- o Інформаційні технології
- o Механічна інженерія
- o Електрична інженерія
- o Автоматизація та приладобудування
- o Хімічна та біоінженерія
- o Електроніка та телекомунікації
- o Виробництво та технології
- o Архітектура та будівництво
- o Цивільна безпека
- o Транспорт

В процесі роботи конференції відбувся обмін досвідом, науковими і практичними досягненнями, визначені основні тенденції, перспективи розвитку наукових досліджень в технічній галузі.

За результатами роботи конференції опубліковано збірник, який містить **160** тез доповідей. Серед представлених доповідей слід відзначити роботи:

- Інституту енергетики Академії наук Молдови (м. Кишинів, Республіка Молдова);
- Фірми Bosch, (м. Альтенкунштадт, Німеччина);
- Фірми IntraFind Software AG (м. Мюнхен, Німеччина);
- Фірма Монделіс Глобал, (м. Нью Йорк, США);
- Природничого університету в Любліні (м. Люблін, Польща);
- Познанського технологічного університету (м. Познань, Польща);
- Технічного університету м. Кошице (м. Прешов, Словаччина);
- Фірми Red Systems Plus (Іспанія);
- Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України (м. Київ, Україна);
- Білоруського національного технічного університету (м. Мінськ, Республіка Білорусь);
- Технічного університету Молдови (м. Кишинів, Республіка Молдова);
- Національного університету "Львівська політехніка" (м. Львів, Україна);
- Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (м. Київ, Україна);
- Люблінського політехнічного університету (м. Люблін, Польща);
- Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника (м. Івано-Франківськ, Україна);
- ТОВ «Інженерно-впровадницька фірма "Темпо" (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України (м. Київ, Україна);
- Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця, Україна);
- Національного гірничого університету (м. Дніпро, Україна);
- Карпатського національного природного парку (м. Яремче, Україна);

- Центральноукраїнського національного технічного університету (м. Кропивницький, Україна);
- Одеського національного політехнічного університету (м. Одеса, Україна);
- Запорізької державної інженерної академії (м. Запоріжжя, Україна);
- Тернопільського національного економічного університету (м. Тернопіль, Україна);
- АТ "Райффайзен Банк Аваль" (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Державного підприємства "Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації" (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Запорізького національного технічного університету (м. Запоріжжя, Україна);
- Національного лісотехнічного університету України (м. Львів, Україна);
- Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв, Україна);
- IT Brains s.t.o. (м. Прага, Чеська республіка);
- Сумського державного університету (м. Суми, Україна);
- Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (м. Харків, Україна);
- Connective Technologies LTD (м. Лондон, Великобританія);
- Національної металургійної академії України (м. Дніпро, Україна);
- ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» (м. Дніпро, Україна);
- Черкаського державного технологічного університету (м. Черкаси, Україна);
- Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна);
- Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Університету Короля Данила (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Академії технічних наук України (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Київського національного університету ім. Шевченка (м. Київ, Україна);
- Карпатської філії Українського державного центру радіочастот (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Військового інституту Київського національного університету ім. Шевченка (м. Київ, Україна);
- Корпорація "Енергоресурс-інвест" (м. Львів, Україна);
- Луцького національного технічного університету (м. Луцьк, Україна);
- Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту (м. Дніпро, Україна);
- Льотної академії Національного авіаційного університету (м. Кропивницький, Україна);
- Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків, Україна);
- ДВНЗ "Український державний хіміко-технологічний університет" (м. Дніпро, Україна);
- Національного університету "Одеська юридична академія" (м. Одеса, Україна);
- Чорноморського національного університету ім. Петра Могили (м. Миколаїв, Україна).

Доцільно відзначити високий рівень прикладних досліджень учасників конференції, роботи яких орієнтовані на вирішення актуальних наукових і практичних завдань у галузі технічних наук.

За результатами роботи конференція рекомендує:

- розвивати співробітництво науковців різних країн у галузі технічних наук;
- збірник тез конференції надіслати у науково-технічні бібліотеки України;
- провести наступну міжнародну науково-практичну конференцію "ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ" в березні-квітні 2019 року в м. Івано-Франківську.

Голова оргкомітету другої міжнародної науково-практичної конференції "ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ",  
академік Академії технічних наук України,  
завідувач кафедри інформаційних технологій  
Прикарпатського національного університету  
ім. В. Стефаника, доктор технічних наук



С.І. Мельничук

## ЗМІСТ

*Природничі науки*

стор.

<b>Анікеев С.Г., Габльовський Б.Б.</b> МЕТОДИ ГЕОЛОГО-ГРАВІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗРІЗУ БЕРЕЗІВСЬКОЇ КІЛЬЦЕВОЇ СТРУКТУРИ).....	3
<b>Архипова Л.М.</b> ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД .....	4
<b>Березюк О. В.</b> ОСНОВНІ АСПЕКТИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	5
<b>Губенко С.І.</b> ВПЛИВ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА УТВОРЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ В ПІДШИПНИКОВИХ СТАЛЯХ В АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ .....	6
<b>Хомко Н.Ю.</b> ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ "АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ" У НУ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА".....	7
<b>Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б.</b> БАГАТОРІЧНА ЗМІНА ПЛОЩІ ГІРСЬКОГО ОЗЕРА МАРЧЕЙКА (КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК).....	8
<b>Мартиненко С.А., Мірзак Т.П.</b> МЕХАНІЧНИЙ ВИМІРНИК АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ.....	9
<b>Мітрясова О.П., Степанова О.І.</b> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД .....	10
<b>Мокрий В.І., Мороз О.І., Петрушка І.М., Бобуш О.А.</b> МОНИТОРИНГ ПРОЦЕСІВ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ОЗЕРА ЯВОРІВСЬКОГО СІРЧАНОГО КАР'ЄРУ.....	11
<b>Мотрук М.В., Петрашук Я.В., Кравчинський Р.Л.</b> ФЕНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ У ВИВЧЕННІ КЛІМАТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ.....	12
<b>Петрушка К.І., Мальований М.С., Петрушка І.М.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗШИРЕНОЇ ТРЬОХПРОВІДНОЇ МОДЕЛІ ПРОВІДНОСТІ ІОНООБМІННОЇ СМОЛИ КУ-2.....	13
<b>Погребенник В.Д., Подольчак І.І.</b> НОВІТНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	14
<b>Погребенник В.Д., Джумеля Е.А.</b> АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	15
<b>Приходько С.Б., Приходько Н.В., Пугаченко К.С.</b> ПОБУДОВА РІВНЯНЬ, ДОВІРЧИХ ІНТЕРВАЛІВ ТА ІНТЕРВАЛІВ ПЕРЕДБАЧЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ РЕГРЕСІЙ НА ОСНОВІ БАГАТОВИМІРНИХ НОРМАЛІЗУЮЧИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ .....	16
<b>Шибанова А.М., Юрків Х.І.</b> АНАЛІЗ ВПЛИВУ НГВУ "БОРИСЛАВНАФТОГАЗ" ПАТ "УКРНАФТА" НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	17
<b>Шибанова А.М., Погребенник В.Д.</b> ВИКОРИСТАННЯ АКТИВОВАНИХ ЦЕОЛІТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД ІОНІВ ЗАЛІЗА .....	18
<b>Белей Л.М., Куців Л.П.</b> СТАЦІОНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІСІВ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ.....	19

*Інформаційні технології*

<b>Артеменко О.В.</b> ЕЛЕКТРОННИЙ ЗАСІБ НАВЧАННЯ "ЗМІНА МАРШРУТУ ПІД ЧАС ПОЛЬОТУ".....	20
<b>Анікеев М.С., Іванов О.О.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ВИДОБУТКУ НАФТИ І ГАЗУ.....	21
<b>Борукаєв З.Х., Остапченко К.Б., Лісовиченко О.І.</b> СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ.....	22
<b>Галів В.М., Мельничук С.І.</b> МЕТОДИ АВТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ WEB-РЕСУРСІВ.....	23
<b>Абабий В., Судачевски В., Бордиан Д., Калугарь Д., Мунтяну С.</b> ОБУЧАЕМЫЙ НЕЧЕТКИЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР.....	24
<b>Глухова Н.В., Пісоцька Л.А.</b> ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ ГАЗОРОЗРЯДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВОДИ .....	25

<b>Іванов В.О., Павленко І.В., Трояновська Ю., Пітель Я.</b> ПІДГОТОВКА СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ .....	26
<b>Іванишин Т.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВОВЕРСТАТНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛІНІЇ З ЖОРСТКИМ МІЖАГРЕГАТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ.....	27
<b>Козіна М.О., Логінова Н.І., Козін О.Б., Трофіменко О.Г.</b> СТЕГАНОАЛГОРИТМ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ СИНГУЛЯРНЕ РОЗКЛАДАННЯ МАТРИЦІ КОНТЕЙНЕРА.....	28
<b>Мазіашвілі А.Р., Корольова Н.А.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ІЄРАРХІЧНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ.....	29
<b>Кубявка М.Б., Кубявка Л.Б.</b> ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЙСЬКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ, ЯК ЗАПОРУКА ПРИЙНЯТТЯ ЕФЕКТИВНОГО КОМАНДИРСЬКОГО РІШЕННЯ.....	30
<b>Мануляк І.З.</b> АНАЛІЗ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ПЕРВИННОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВИТРАТИ ГАЗУ.....	31
<b>Кузь М.В., В. Новак, М. Новак</b> МОДЕЛЬ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	32
<b>Пашкевич О.П., Мельничук С.І.</b> ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗСЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ.....	34
<b>Портянко Т.М.</b> ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ ОГЛЯДІВ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ НА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	35
<b>Приходько С.Б., Спінов О.В.</b> ПОБУДОВА РІВНЯННЯ НЕЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РНР-СИСТЕМ З ВІДКРИТИМ КОДОМ.....	36
<b>Приходько С.Б., Приходько А.С.</b> СТИСНЕННЯ З ВТРАТАМИ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ.....	37
<b>Руда М.В.</b> ІНФОРМАЦІЙНА СУТЬ КОНСОРЦІЙНИХ ЕКОТОНІВ ЗАХИСНОГО ТИПУ НА ШЛЯХАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ.....	38
<b>Толопа С.В., Браїловський М.М., Толопа Є.О.</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД КІБЕРАТАК.....	39
<b>Винничук А.Г.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ВТРАТ ТИСКУ В ТРУБОПРОВОДАХ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЙОГО ЗМІНИ.....	40
<b>Яковин С.В., Мельничук С.І.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОБМЕЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ІНТЕРФЕЙСУ GOOGLE DRIVE .....	41
<b>Касянчук М.М., Орищак Р.Т., Кладій Ю.М., Пекельна В.В.</b> ДЕКОДУВАННЯ ГОЛОСОВОГО СИГНАЛУ НА ОСНОВІ ІМПУЛЬСНО-КОДОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ.....	42
<b>Касянчук М.М., Духницький Р.В., Гринчук А.М., Мачуляк М.В.</b> МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ.....	43
<b>Яцків В.В., Олексів В.М.</b> АЛГОРИТМ ОБЧИСЛЕННЯ ПЕРЕВІРОЧНИХ СИМВОЛІВ В КОРИГУЮЧИХ КОДАХ СИСТЕМИ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ.....	44
<b>Яцків Н.Г., Яцків С.В., Ільків Ю.В.</b> СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ РЕЖИМІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТОВАРІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН.....	45
<b>Галанжина Г.А.</b> НАВЧАННЯ БЕЗ ВЧИТЕЛЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СЕМАНТИЧНОГО ЗНАЧЕННЯ СЛОВА.....	46

#### *Механічна інженерія*

<b>Артеменко Д.Ю., Онопа В.В., Батраков О.Ю.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НАРАЛЬНИКА СОШНИКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ.....	48
<b>Алексейчук О.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ НА НДС ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК.....	49
<b>Артим В.І.</b> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ВИСОКОАСИМЕТРИЧНОГО НИЗЬКОАМПЛІТУДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	50
<b>Бариляк В.В., Рудько І.М.</b> ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ В ПРИВОДІ ПІДВІСНОЇ КАНАТНОЇ ЛІСОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ.....	51

<b>Білішук В. Б.</b> БЕЗВІБРАЦІЙНИЙ МЕХАНІЧНИЙ ВУЗОЛ ПРИЛАДУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ РІДИН МЕТОДОМ ОБЕРТОВОЇ КРАПЛІ.....	52
<b>Бондаренко О.В., Ключков І.Є., Устиненко О.В.</b> АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСМІСІЇ ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА-ТЯГАЧА МТ-ЛБ ЗА МАСОЮ ...	53
<b>Гасій О. Б., Степанишин В. І., Гончар І. М.</b> ВПЛИВ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЙОННО-ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ КОНДЕНСАТІВ	54
<b>Іванова Л.Х.</b> ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ЧАВУННОГО ПРОКАТНОГО ВАЛКА .....	55
<b>Холявко В.В., Прокопчук М.Д., Ремез М.В.</b> ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕГОВАНИХ Мо ІНТЕРМЕТАЛІДІВ TiAl.....	56
<b>Холявко В.В., Івашук Т.О., Коваленко М.В.</b> МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ В ПРОЦЕСІ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	57
<b>Осипов І.М., Сисоліна І.П.</b> ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИК ПНЕВМОМЕХАНІЧНОЇ ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ.....	58
<b>Пилипчук М.І., Тарас В.І.</b> КРУГЛІ ПИЛКИ ДЛЯ ПОЗДОВЖНЬОГО РОЗПИЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ.....	59
<b>Усов А.В., Папковська О.Б., Козін О.Б.</b> МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ПЛАСТИНИ ТА ХРЕСТОПОДІБНОГО ВКЛЮЧЕННЯ.....	60
<b>Устиненко О.В., Протасов Р.В., Андрієнко С.В.</b> МЕТОДИКА АНАЛІЗУ РЕСУРСУ ЛАНЦЮГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗА КРИТЕРІЄМ ЗНОСУ ПРОФІЛЮ ЗУБЦЯ ЗІРОЧКИ.....	61
<b>Вашист Б.В., Павленко І.В.</b> ЯВИЩЕ НЕСТАЦІОНАРНИХ КОЛИВАНЬ В ЕЛЕМЕНТАХ ВІДЦЕНТРОВИХ МАШИН .....	62
<b>Васильківська К.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРИФЕРІЙНО РОЗТАШОВАНИХ КОМІРОК ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА .....	63
<b>Сокольський О.Л., Герасименко Ю.Ю.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОГО ПРИСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ ТРУБЧАСТОЇ ФОРМИ З ДОРНОМ В НАГРІВНОМУ КАНАЛІ.....	64

#### *Електрична інженерія*

<b>Болюх В.Ф., Кочерга О.І.</b> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ТИПІВ КОМБІНОВАНИХ ЛІНІЙНИХ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ.....	66
<b>Олещук В.И.</b> ШЕСТИФАЗНАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ГИБКИМ СИНХРОННЫМ ШИМ-РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЧЕТЫРЕХ ИНВЕРТОРОВ.....	67
<b>Остапенко О.П.</b> ПРИНЦИПИ ВИБОРУ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ПІКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОТИ.....	68
<b>Остапенко О.П.</b> ПРИНЦИПИ ВИБОРУ ОБЛАСТЕЙ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛО-НАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ПІКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОТИ .....	69
<b>Плешков П.Г., Стець П.Г.</b> ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ НА ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ГРУНТОВОГО МАСИВУ З УРАХУВАННЯМ БІОКЛІМАТИЧНОГО РАЙОНУВАННЯ.....	70
<b>Плешков П.Г., Солдатенко В.П.</b> КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ.....	71
<b>Шутенко О.В.</b> МЕТОД РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ НЕГЕРМЕТИЧНОГО ВИКОНАННЯ.....	72
<b>Сорочак О.З., Бохонко І.В.</b> МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА МІЖ РІШЕННЯМИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	73
<b>Котиш А.І., Котиш П.А.</b> ВПЛИВ СУЧАСНИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ЕНЕРГОРИНОК УКРАЇНИ.....	75

#### *Автоматизація та приладобудування*

<b>Байцар Р.І., Квіт Р.І.</b> МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ МОНОКРИСТАЛІЧНИХ РЕЗОНАНСНИХ СЕНСОРІВ.....	76
---	----

<b>Бойко С.С.</b> УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВІРКИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ .....	77
<b>Боднар Р.Т.</b> ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ В'ЯЗКИХ РІДИН.....	78
<b>Бутенко В.М.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТУ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	80
<b>Дороніна М.А., Корсун В.І.</b> ВИКОРИСТАННЯ ТВІРНИХ ФУНКЦІЙ МОМЕНТІВ ІМПУЛЬСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТА ДЛЯ ОЦІНКИ ЧАСУ ЗАТРИМКИ ВХІДНОГО СИГНАЛУ .....	81
<b>Гринишин Т.А.</b> АНАЛІЗ ПОХИБОК РЕЗУЛЬТАТІВ ФОТОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ВМІСТУ ГЕМОГЛОБІНУ В КРОВІ.....	82
<b>Єніна І.І., Мунштуков І.В.</b> ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ РОЗЧИНУ ЕЛЕКТРОЛІТУ ТА ЇЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ НА ОЧИЩЕННЯ МОЛИБДЕНОВОЇ ФОЛЬГИ .....	83
<b>Єніна І.І., Мацуї А.В.</b> АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ОЧИЩЕННЯ МОЛИБДЕНОВОЇ ФОЛЬГИ .....	84
<b>Харламова Ю.М., Корсун В.І.</b> ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ СЕНСОРІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ НЕСТАБІЛЬНИХ УМОВАХ .....	85
<b>Клочко Н.Б.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОЧИХ УМОВ ЕТАЛОННОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБІННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ.....	86
<b>Кононенко М.А., Габльовська Н.Я.</b> ДО ПИТАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗВЕДЕНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ РІЗЬБОВОЇ ЧАСТИНИ ТРУБ НАФТОВОГО СОРТАМЕНТУ (НКТ) ПРОТЯГОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	87
<b>Кузь М.В.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ОБЛІКОВАНИХ ОБ'ЄМІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ, СПРИЧИНЕНОЇ ЗМІНОЮ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ.....	88
<b>Кузів І.В., Витвицька Л.А.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШВИДКІСНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ГАРЯЧОЇ ВОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ.....	89
<b>Лях В.-Д. М., Чуйко М.М.</b> ВИХРОСТРУМОВА ДІАГНОСТИКА ІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ.....	90
<b>Лукаш Я.В., Витвицька Л.А.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОЛУМ'ЯНО-ІОНІЗА- ЦІЙНОГО ДЕТЕКТОРА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ХРОМАТОГРАФІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ.....	91
<b>Лютенко Т.В., Середюк О.Є., Криницький О.С.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОХИБОК ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ.....	92
<b>Лютак І.З., Лютак З.П.</b> ОБЧИСЛЕННЯ ДИСПЕРСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ В ТВЕРДИХ СЕРЕДОВИЩАХ.....	93
<b>Погребенник В.Д.</b> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ.....	94
<b>Романів В.М.</b> ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОСНОВНИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ БЕЗПОСЕРЕДНЬО У ГАЗОПРОВОДІ.....	95
<b>Середюк Д.О.</b> ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ОБ'ЄМУ ДЗВОНОВОГО МІРНИКА ПРИ КАЛІБРУВАННІ ДЕРЖАВНОГО ПЕРВИННОГО ЕТАЛОНА ОДИНИЦІ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ.....	96
<b>Стрілецький Ю.Й.</b> МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ СТІНКИ ТРУБИ.....	97
<b>Томашевський О.В., Ігнаткін В.У.</b> ВПЛИВ ОЦІНОЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА МЕТРОЛОГІЧНУ НАДІЙНІСТЬ.....	98
<b>Цих В.С., Яворський А.В.</b> ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТУ НА ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ.....	99
<b>Ващишак С.П., Ламмерт П.</b> ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ НАГРІВАЧ ДЛЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ.....	100
<b>Ващишак І.Р., Шеремета Т.</b> КАМІН З ПОДВІЙНОЮ ВОДЯНОЮ СОРОЧКОЮ ТА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ .....	101
<b>Вашкурак Ю.З., Теплюх З.М., Ділай І.В.</b> ДИНАМІЧНІ СИНТЕЗАТОРИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ГАЗОАНАЛІТИЧНИХ ЗАСОБІВ.....	102
<b>Василенко О.В., Сніжної Г.В.</b> МОДЕЛІНГ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ	

ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ.....	103
<b>Рудак С.М.</b> СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИ СВЕРДЛОВИНИ №180 НГВУ "ПОЛТАВАНАФТОГАЗ" ПАТ "Укрнафта".....	104

*Хімічна та біоінженерія*

<b>Гвіцький І.І., Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л.</b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ У КОСМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	105
<b>Колосов О.Є.</b> ВУГЛЕПЛАСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ РЕАКТОПЛАСТІВ .....	106
<b>Колосова О.П., Ванін В.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОАПОВНЮВАЧІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОЛІМЕРНИХ РЕАКТОПЛАСТІВ.....	107
<b>Копанський М.М.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ СТІНОВИХ ЛИЧКУВАЛЬНИХ ПАНЕЛЕЙ ВИГОТОВЛЕНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ СТЕБЕЛ РІПАКУ.....	108
<b>Мікульонюк І.О.</b> ПРИСТРОЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО УКЛАДАННЯ КІЛЬЦЕВИХ НАСАДОК У МАСООБМІННОМУ АПАРАТІ.....	109
<b>Моравський В.С., Кучеренко А.М., Масюк А.С., Гриценко О.М., Паньків М.П., Дулебова Л.</b> ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ.....	110

*Електроніка та телекомунікації*

<b>Горбатий І.В., Іванов О.Ю.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ СИГНАЛУ ДЛЯ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ У БЕЗПРОВОДОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ТА МЕРЕЖАХ .....	111
<b>Кузьмичев А.І., Перевертайло В.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ НВЧ ПОЛЯ У ХВИЛЕВОДНО-РЕЗОНАТОРНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ПІДПАЛУ ГАЗОВОГО РОЗРЯДУ .....	112
<b>Лазарович І.М.</b> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РАНДОМІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАВАДОСТІЙКОГО ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....	113
<b>Попович П.В., Боковий П.О.</b> КОНЦЕПЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ MASSIVE MIMO ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В БЕЗПРОВОДОВИХ МЕРЕЖАХ.....	115
<b>Штомпель М.А.</b> БІОІНСПРОВАНЕ ДЕКОДУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ЗГОРТКОВИХ КОДІВ.....	116
<b>Толюпа С.В., Наконечний В.С.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗІ ЗНИЖЕНОЮ ЕПВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ОБ'ЄМУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	117
<b>Толюпа С.В., Дружинин В.А.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ Й ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЯХ ТА ЗАСОБАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ.....	118
<b>Ващишак С.П.</b> АКТИВНА РУПОРНА АНТЕНА ДІАПАЗОНУ 4,9 - 5,9 ГГЦ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ШИРОКОСМУГОВОГО РАДІОДОСТУПУ.....	119

*Виробництво та технології*

<b>Басалай І.А., Лапко О.А.</b> МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ ПРЕСОВИХ ПРИМІЩЕНЬ ТОРФБРИКЕТНОГО ЗАВОДУ.....	120
<b>Басалай І.А., Бельская Г.В.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ МЕТАЛОБРУХТУ У ШРЕДДЕРНОМУ ОБЛАДНАННІ .....	121
<b>Бехта П.А., Байзова Л.Р.</b> ВПЛИВ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГКИХ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ.....	122
<b>Бражник Д.А., Старолат О.Є., Рожко І.М., Руденко Л.В., Авдєєва О.П., Канунніков І.О.</b> ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГІДНОЇ СМОЛИ ЕЛЕМЕНТООГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД ВУГЛЕЦЬВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	123
<b>Должанський А.М., Бондаренко О.А.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ САМОКОНТРОЛЮ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МАСОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	124
<b>Федоренко О.Ю., Федоренко Д.О., Богданова К.Б., Регеда Н. М.</b> РОЗРОБКА	

КЕРАМІЧНИХ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ВИСОКОРЕСУРСНИХ АЛМАЗНИХ КРУГІВ.....	125
<b>Федоренко О.Ю., Лісачук Г. В., Кривобок Р. В., Приткіна М. С., Белогубкіна К. В.</b> КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ ІЗ ЗАДАНИМИ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ SrO-ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> .....	126
<b>Григор'єва Н.С.</b> ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ МОДУЛЬНОГО СКЛАДАННЯ МАШИН.....	127
<b>Гриценко О.М., Суберляк О.В., Моравський В.С., Похмурська А.В.</b> СОРБЦІЙНОЗДАТНІ ПЛІВКИ ТА ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ КОПОЛІМЕРІВ ПОЛІВІНІЛПРОЛІДОНУ.....	128
<b>Іванов І. І., Лукашов О.О.</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ ГАЗОВИХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ КІЛЕЦЬ І БАНДАЖІВ.....	129
<b>Іванов І.І., Лукашов О.О.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ ВИКИДАМИ СТАЛЕЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	130
<b>Ковальський А. В., Лемешев М. С.</b> БЕТОНИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	131
<b>Коверя А.С., Хлопицький О.О., Чечель П.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СПАЛЕННЯ ВУГІЛЛЯ НА ТЕС.....	132
<b>Козак Р.О.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ПРОНИКНОСТІ КАРБАМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНОГО КЛЕЮ В СТРУКТУРУ СОЛОМИ.....	133
<b>Красінський В.В., Суберляк О.В., Чопик Н.В., Гайдос І.</b> ВПЛИВ МАЛИХ ДОДАТКІВ ПОЛІАМІДУ, МОДИФІКОВАНОГО ПОЛІВІНІЛПРОЛІДОНОМ З МОНТМОРІЛОНІТОМ, НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ПОЛІПРОПІЛЕНУ.....	134
<b>Крекотень Є. Г., Березюк О. В.</b> ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ СВІТЛОДІОДНИМИ ЛАМПАМИ.....	135
<b>Кусняк І.І.</b> ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ.....	136
<b>Лютий П.В., Ортинська Г.Є.</b> КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ВИГОТОВЛЕНІ З ВІДХОДІВ ТЕТРА ПАК І УПАКОВКИ З ПОЛІЕТИЛЕНУ.....	137
<b>Лютий Р.В., Люта Д.В.</b> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБЛЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЛИВАРНИХ ФОРМ.....	138
<b>Магура Б.О.</b> СПОСІБ РОЗРОБЛЕННЯ ЛІСОВИХ ЗЕМЕЛЬ ПОШКОДЖЕНИХ НЕЛЕГАЛЬНИМ ВИДОБУТКОМ БУРШТИНУ.....	139
<b>Шабайкович В.А., Гуменюк Л.О.</b> ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	140
<b>Щукіна Л. П., Галушка Я. О.</b> ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ КЕРАМЗИТУ.....	141
<b>Суберляк О.В., Гриценко О.М., Волошкевич П.П., Бедльовська Х.М.</b> ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛОНАПОВНЕНИХ КОПОЛІМЕРІВ ПОЛІВІНІЛПРОЛІДОНУ.....	142
<b>Тимик Д.В.</b> ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЛУЩЕНОГО ШПОНУ НА ВЛАСТИВОСТІ ФАНЕРИ.....	143
<b>Голубець В.М., Пашечко М.І.</b> МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ЕВТЕКТИЧНОГО ПОКРИТТЯ ПРИ НАГРІВАННІ ПОРОШКОВОЇ СУМІШІ.....	144
<b>Лігезін С. Л., Щукіна Л.П., Гуміров Е.І.</b> ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОРЯННЯ ВУГЛЕЦЕВОЇ СКЛАДОВОЇ ПАЛИВОВІСНИХ КЕРАМІЧНИХ ШИХТ.....	145
<b>Фесенко М.А., Лук'яненко І.В.</b> СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ З ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ ТА ВЛАСТИВОСТЯМИ.....	146

#### *Архітектура та будівництво*

<b>Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А.</b> ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ГРУНТОВОГО КУЛАЧКОВОГО КОТКА ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ СВІЖЕ ПІДГОТОВЛЕНОГО ГРУНТУ.....	147
<b>Бондар А.В., Ковальський В.П.</b> ВИКОРИСТАННЯ ГЛИНЯНОГО ПОРОШКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ.....	148
<b>Ковальський В.П., Червінська О.О.</b> ЯПОНСЬКА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ ВОГНЕМ.....	149

<b>Ковальський В.П., Очеретний В.П., Бурлаков В.П., Сідлак О.С. ПІДВИЩЕННЯ АКТИВНОСТІ ЗОЛИ-ВИНЕСЕННЯ.....</b>	150
<b>Ковальський В.П., Бондар А.В., Бричанський А.О., Матвійчук Є.Р. МІКРОНАПОВНЮВАЧІ НА ОСНОВІ ЗОЛИ ВІНОСУ ДЛЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ.....</b>	151
<b>Лемішко К.К., Лемешев М.С. ПЕРЕРОБКА ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА.....</b>	152
<b>Орел В.І., Скоропад М.І. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РОЗСПІВАЛЬНОГО ВИПУСКУ ЗВОРОТНИХ ВОД.....</b>	153
<b>Поліщук Л.К. ТЕНДЕНЦІЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ І ПЕРЕБУДОВИ ІСТОРИЧНИХ БУДИНКІВ ГІРСЬКИХ СХІДНО-КАРПАТСЬКИХ КУРОРТІВ.....</b>	154
<b>Вашишак І.Р. РЕКУПЕРАТОР ПОВІТРЯ НА ПУЛЬСАЦІЙНИХ ТЕПЛОВИХ ТРУБКАХ.....</b>	155
<b>Ковальський В.П., Зузяк С.Ю. ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОГІПСУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ.....</b>	156
<b>Ковальський В.П., Трофименко К.О. ОСОБЛИВОСТІ РОЗТАШУВАННЯ АВТОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ.....</b>	157

### *Цивільна безпека*

<b>Алексєєнко С.О., Шайхлісламова І.А., Масур Г.С. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ СКЛАДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН.....</b>	158
<b>Чеберячко С.І., Столбченко О.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ З ВИБОРУ ЗАСОБІВ ЗАХІСТУ ОРГАНІВ СЛУХУ ПРАЦЮЮЧИХ.....</b>	159
<b>Руда М.В. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ШЛЯХАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ.....</b>	160
<b>Тарасов В.К., Румянцев В.Р., Новокщонава О.В., Ткаліч І.О. ВДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІДКОГО ЧАВУНУ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ.....</b>	161
<b>Терещенко О.П., Поляков А.П. ПРАКТИКА БЕЗПЕЧНОГО ДЕМОНТАЖУ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИСОТНИХ СПОРУД.....</b>	162
<b>Тарасов В.К. ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ.....</b>	163

### *Транспорт*

<b>Дембіцький В.М., Медведєв І.І. ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОМОСТІ РЕЖИМІВ РУХУ АВТОБУСІВ У МІСЬКОМУ ЇЗДОВОМУ ЦИКЛІ.....</b>	164
<b>Дембіцький В.М., Павляшик С.М. ПРОБЛЕМА ВИБОРУ РУШІЯ ПІД ЧАС РУХУ ГІБРИДНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ.....</b>	165
<b>Горобець В. Л., Музикін М. І., Авраменко С. І., Нестеренко Г. І., Онацька А. Ю. АНАЛІЗ ОБІГУ ВАГОНА НА ДНІПРОВСЬКІЙ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА 2017 РІК..</b>	166
<b>Лапко А.О., Каменєв О.Ю., Сагайдачний В.Г. ВИБІР СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ У ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ.....</b>	167
<b>Мойсєєнко В.І., Каменєв О.Ю., Гаєвський В.В., Щєблїкіна О.В. РОЗВИТОК ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ.....</b>	168
<b>Примаченко Г.О., Ілларіонов Є.В. ІНТЕРМОДАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ І ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ПАСАЖИРОПОТОКІВ.....</b>	169
<b>Равлюк В. Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДУАЛЬНОГО ФРИКЦІЙНОГО ЗНОСУ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ.....</b>	170
<b>Щєрбіна А.В., Дударенко О.В., Сосик А.Ю. МЕХАТРОННА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ КУТІВ СХОДЖЕННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ.....</b>	172
<b>Сидоров С.А., Сонич О.А. МОДЕЛЬ ДЛЯ ІССЛЕДОВАНИЯ НАГРУЗОК В ТРАНСМИСІЙ ПЕРЕДНЕПРИВОДНОГО АВТОМОБІЛЯ С МЕХАНИЧЕСКИМ ВАРИАТОРОМ .....</b>	173
<b>Запара В.М., Запара Я.В. УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ У ВАГОНАХ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВАНТАЖАМИ.....</b>	174
<b>Ломотько Д.В., Сморгісь І.В., Овчівєв М.Ж. ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ "СУХИЙ ПОРТ" В УМОВАХ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....</b>	175

## CONTENTS

page

*Natural sciences*

<b>Anikeyev S.G., Gablovsky B.B.</b> METHODS OF GEOLOGY-GRAVITATIONAL MODELING (ON AN EXAMPLE OF A GEOLOGICAL SECTION OF THE BEREZIVSKA RING STRUCTURE).....	3
<b>Arkhypova L.M.</b> ENVIRONMENTALLY SAFE IMPLEMENTATION OF REMOVED ENERGY SOURCES FOR TERRITORIAL COMMUNITIES.....	4
<b>Bereziuk O.V.</b> MAIN ASPECTS OF MANAGEMENT WITH SOLID INDUSTRIAL WASTE IN UKRAINE.....	5
<b>Gubenko S.I.</b> INFLUENCE OF NON-METALLIC INCLUSIONS ON THE FORMATION OF DAMAGES IN BEARING STEELS IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS.....	6
<b>Khomko N.Y.</b> STUDY OF THE DISCIPLINE "ALTERNATIVE ENERGY SOURCES" AT THE NATIONAL UNIVERSITY "LVIV POLYTECHNIC".....	7
<b>Korchemyuk M.V., Kravchinskiy R.L., Savchuk B.B.</b> LONG-TERM CHANGES IN AREA OF MOUNTAIN LAKE MARICHEIKA (CARPATHIAN NATIONAL NATURE PARK) .....	8
<b>Martinenko S.A., Mirsak T.P.</b> MECHANICAL MEASURING DEVICE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION.....	9
<b>Mitryasova O., Stepanova O.</b> ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF TREATMENT FACILITIES.....	10
<b>Mokryi V., Moroz O., Petrushka I., Bobush O., Urban D., Sender J.</b> MONITORING THE REVITALIZATION PROCESSES OF THE TECHNOGENIC LAKE OF YAVORIV SULFUR QUARRY. ....	11
<b>Motruk M.V., Petrashchuk Ya.V., Kravchinskiy R.L.</b> PHENOLOGICAL ASPECT IN THE STUDY OF CLIMATIC FEATURES OF THE CARPATHIAN NATIONAL NATURAL PARK.....	12
<b>Petrushka K.I., Malyovanny M.S., Petrushka I.M.</b> MODELING OF PARAMETERS OF EXTENDED THREE-WIRELESS MODEL OF CONDUCTIVITY OF ION-EXCHANGE BLOCK KU-2.....	13
<b>Pohrebennyk V.D., Podolchak I.I.</b> NEW INFORMATION TECHNOLOGIES OF MANAGEMENT SOLID WASTE.....	14
<b>Pohrebennyk V.D., Dzhumelia E.A.</b> ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ENVIRONMENT DUE TO ACTIVITY OF THE MINING AND CHEMICAL ENTERPRISE.....	15
<b>Prykhodko S.B., Prykhodko N.V., Pugachenko K.S.</b> BUILDING THE EQUATIONS, CONFIDENCE AND PREDICTION INTERVALS OF NON-LINEAR REGRESSIONS ON THE BASIS OF MULTIVARIATE NORMALIZING TRANSFORMATIONS.....	16
<b>Shybanova A.M., Yurkiv Kh.</b> ANALYSIS OF THE INFLUENCE OIL AND GAS MINING DEPARTMENT "BORYSLAVNAFTOGAZ" PUBLIC STOCK COMPANY "UKRNAFTA" ON THE ENVIRONMENT.....	17
<b>Shybanova A.M., Pohrebennyk V.D.</b> USE OF ACTIVATED ZEOLITES TO PURIFY DRINKING WATER FROM IRON IONS.....	18
<b>Beley L.M., Kutsiv L.P.</b> STATIONARY FOREST RESEARCH OF CARPATHIAN NATIONAL NATURE PARK.....	19

*Information Technology*

<b>Artemenko O.V.</b> E-LEARNING TOOL "CHANGING THE ROUT DURING FIGHT".....	20
<b>Anikeyev M.S., Ivanov O.O.</b> PERSPECTIVES IN USING 3D MODELING FOR SOLVING PROBLEMS OF EXTRACTION OF OIL AND GAS.....	21
<b>Borukaev Z.H., Ostapchenko K.B., Lisovychenko O.I.</b> DECISION SUPPORT SYSTEMS TO IMPROVE THE MECHANISMS OF FUNCTIONING OF THE ORGANIZATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS.....	22
<b>Galiv V.M., Melnytschuk S.I.</b> USERS AUTHENTICATION METHODS FOR ACCESS TO INFORMATION WEB-RESOURCES.....	23
<b>Ababii V., Sudacevski V., Bordian D., Calugari D., Munteanu S.</b> TRAINED FUZZY LOGIC CONTROLLER.....	24
<b>Glukhova N.V., Pesotskaya L.A.</b> APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR ANALYSIS OF IMAGES OF GAS-DISCHARGE RADIATION OF WATER.....	25

<b>Ivanov V.O., Pavlenko I.V., Trojanowska J., Pitel' J.</b> TRAINING MODERN ENGINEERS WITH THE USE OF AUGMENTED REALITY.....	26
<b>Ivanyshyn T.V.</b> MODELING OF QUALITY INDICATORS OF AUTOMATED LINE WITH HARD CONNECTION OF TWO MACHINES.....	27
<b>Kozina M.O., Loginova N.I., Kozin O.B., Trofimenko O.G.</b> STEGOALGORITHM WITH THE SINGULAR-VALUE DECOMPOSITION.....	28
<b>Maziashvili A.R., Korolyova N.A.</b> RESEARCH OF USE OF INFOCOMMUNICATION SYSTEMS WITH USE OF IRRADIATION INTERPOLATION IN TELECOMMUNICATION NETWORKS.....	29
<b>Kubiavka N.B., Kubiavka N.B.</b> INFORMATION TECHNOLOGIES OF MILITARY FORECASTING, AS A PREVENTION OF THE ADOPTION OF AN EFFECTIVE COMMANDER DECISION.....	30
<b>Manulyak I.Z.</b> ANALYSIS OF SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE MEASUREMENT SIGNS OF THE PRIMARY GAS COSTS CONVERSION.....	31
<b>Kuz M.V., V. Novak, M. Novak, Reighard Silva</b> FORM EXAMPLE OF THE REPORT TO THE CONFERENCE "APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH".....	32
<b>Pashkevych O.P., Melnychuk S.I.</b> PROS AND CONS OF SERVERLESS ARCHITECTURES.....	34
<b>Portyanko T.M.</b> FEATURES OF PERIODIC REVIEW OF COMPUTERIZED SYSTEMS ON PHARMACEUTICAL ENTERPRISES.....	35
<b>Prykhodko S.B., Spinov A.V.</b> CONSTRUCTING THE NON-LINEAR REGRESSION EQUATION FOR ESTIMATING THE SOFTWARE SIZE OF OPEN-SOURCE PHP-BASED SYSTEMS.....	36
<b>Prykhodko S.B., Prykhodko S.B.</b> LOSSY COMPRESSION OF RANDOM SIGNALS ON THE BASIS OF STOCHASTIC DIFFERENTIAL EQUATIONS.....	37
<b>Ruda M.V.</b> INFORMATION PRINCIPLES OF THE FUNCTIONING OF CONSORTIVE PROTECTIVE ECOTONES.....	38
<b>Toliupa S., Brailovsky M., Toliupa E.</b> SECURITY OF INFORMATION SYSTEMS FROM CYBERNETIC ATTACK.....	39
<b>Vynnychuk A.G.</b> MODELING OF PRICING LOSS OF PIPES AND DEVELOPING SOFTWARE TO CALCULATE ITS CHANGE.....	40
<b>Yakovyn S.V., Melnychuk S.I.</b> SPECIFIC AND LIMITATIONS OF GOOGLE DRIVE APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE.....	41
<b>Kasianchuk M.M., Oryshchak R.T., Kladiy Yu.M., Pekel'na V.V.</b> DECODING OF VOICE SIGNAL ON THE BASIS OF IMPULSE-CODED MODULATION.....	42
<b>Kasianchuk M.M., Dukhnyts'kyj R.V., Hrynychuk A.M., Machuliak M.V.</b> MODEL OF GENERATOR OF PSEUDORANDOME ARRAY BASED ON STOCHASTIC CONVERGENCE... ..	43
<b>Yatskiv V.V., Oleksiv V.M.</b> ALGORITHM FOR CALCULATION OF THE CHECK SYMBOLS FOR CORRECTING CODES BASED ON RESIDUE NUMBER SYSTEM.....	44
<b>Yatskiv N.G., Yatskiv S.V., Ilkiv Yu.V.</b> MONITORING SYSTEM FOR THE GOODS TRANSPORTATION MODES CONTROL BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY.....	45
<b>Galanžina H.A.</b> UNSUPERVISED TRAINING FOR DETERMINATION OF WORD MEANING... ..	46

#### *Mechanical engineering*

<b>Artemenko D.U., Onopa V.A., Batrakov O.Y.</b> ENHANCEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE WORKING ELEMENT OF THE PLOUGHARE SEED DRILL.....	48
<b>Alekseychuk O.M.</b> INVESTIGATION OF THE STRESS CONCENTRATORS INFLUENCE ON CYCLEINDRICAL SHELLS TENSE-DEFORMED STATE.....	49
<b>Artym V.I.</b> FEATURES OF THE CALCULATION OF DURABILITY OF MACHINE PARTS AND STRUCTURAL ELEMENTS THAT OPERATE IN HIGHLY ASYMMETRIC LOW AMPLITUDE LOADING.....	50
<b>Baryliak V.V., Rudko I.M.</b> DYNAMIC LOADS OF DRIVE OF SUSPENDED TIMBERTRANSPORTING ROPE SYSTEM.....	51
<b>Bilishchuk V. B.</b> VIBRATION-FREE MECHANICAL UNIT OF THE SPINNING-DROP APPARATUS FOR INTERFACIAL TENSION MEASUREMENT.....	52
<b>Bondarenko O.V., Klochkov I.E., Ustynenko O.V.</b> ALGORITHM OF OPTIMAL DESIGN FOR TRANSMISSION OF TRACKED LOAD-CARRIER/PRIME MOVER MT-LB BY MASS.....	53

<b>Hasiy O. B., Stepanyshyn V. I., Honchar I. M.</b> INFLUENCE OF MODIFIED PARAMETERS OF THE ION-PLASMA SPUTTERING PROCESS ON CONDENSATES WEAR RESISTANCE.....	54
<b>Ivanova L. Kh.</b> SELECTION OF THE RATIONAL TECHNOLOGICAL PROCESS CASTING OF THE ROLLING ROLL.....	55
<b>Kholiavko V.V., Prokopchuk M.D., Remez M.V.</b> TEMPERATURE INFLUENCE ON MECHANICAL CHARACTERISTICS OF DOPED Mo ALLOYS BASED ON INTERMETALLIC TiAl.....	56
<b>Kholiavko V.V., Ivashchuk T.O., Kovalenko M.V.</b> MECHANICAL PROPERTIES OF THE BAINITIC CAST IRON DURING PROCESS OF PLASTIC DEFORMATION IN DIFFERENT TEMPERATURES.....	57
<b>Osipov I.M., Sysolina I.P.</b> AIR DISTRIBUTOR OF PNEUMOMECHANICAL TILLED DRILL.....	58
<b>Pylypchuk M.I., Taras V.I.</b> CIRCULAR SAWS FOR LONGITUDINAL WOOD SAWING.....	59
<b>Usov A.V., Papkovska O.B., Kozin O.B.</b> MODELLING OF CONTACT PROBLEM FOR PLATE AND CROSS-SHAPED INCLUSION.....	60
<b>Ustynenko O.V., Protasov R.V., Andrienko S.V.</b> METHOD OF ANALYSIS THE RESOURCE CHAIN DRIVE ON THE CRITERION OF WEAR OF THE SPROCKET TOOTH PROFILE.....	61
<b>Vashyst B.V., Pavlenko I.V.</b> PHENOMENA OF NON-STATIONARY OSCILLATIONS IN ELEMENTS OF CENTRIFUGAL MACHINES.....	62
<b>Vasytkovska K.</b> CHARACTERIZATION OF PERIPHERALLY BASED CELLS OF THE PNEUMATIC-MECHANICAL SEEDING MACHINE.....	63
<b>Sokolskiy O.L., Herasimenko Y.Y.</b> INVESTIGATIONS OF TUBULAR POLYMER MATERIAL MELTING IN HEATER CHANNEL WITH A DORN.....	64

#### *Electrical engineering*

<b>Bolyukh V.F., Kocherga O.I.</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE TYPES OF COMBINED LINEAR PULMONARY ELECTROMECHANICAL CONVERTERS.....	66
<b>Oleshchuk V.I.</b> SIX-PHASE POWER CONVERSION SYSTEM WITH FLEXIBLE AND SMART PWM-ADJUSTMENT OF FOUR INVERTERS.....	67
<b>Ostapenko O.P.</b> PRINCIPLES FOR SELECTION OF HIGHLY EFFECTIVE OPERATION MODES OF ENERGY SUPPLY SYSTEMS WITH COGENERATION HEAT PUMP INSTALLATIONS AND PEAK SOURCES OF HEAT.....	68
<b>Ostapenko O.P.</b> PRINCIPLES FOR SELECTION OF THE AREAS OF ENERGY-ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF ENERGY SUPPLY SYSTEMS WITH COGENERATION HEAT PUMP INSTALLATIONS AND PEAK SOURCES OF HEAT.....	69
<b>Pleshkov P.G., Stets P.G.</b> COMPARATIVE EVALUATION OF THE LONG TERM OPERATION INFLUENCE OF THE HEAT-BASED INSTALLATION ON THE THERMAL MODEL OF SOIL MASSIVE WITH THE CONSIDERATION OF BIOCLIMATIC REGIONING DISTRIBUTION.....	70
<b>Plieshkov P.G., Soldatenko V.P.</b> A CONTROL OF THE OPERATING MODES OF THE DISTRIBUTIVE ELECTRICAL NETWORK IN THE PRESENCE OF THE DISTRIBUTED GENERATION SOURCES.....	71
<b>Shutenko O.V.</b> METHOD FOR EARLY DETECTION OF DEFECTS IN HIGH-VOLTAGE EQUIPMENT A NON GERMETIC EXECUTION.....	72
<b>Sorochak O.Z., Bokhonko I.V.</b> MODEL OF DISTRIBUTION OF INVESTMENT RESOURCES OF ENERGY SUPPLY COMPANY BETWEEN DECREASES ON LOWER ELECTRICITY LOSS.....	73
<b>Kotysh A.I., Kotysh P.A.</b> INFLUENCE OF MODERN HIDROELECTRIC POWER STATIONS ON ENERGY MARKETS OF UKRAINE.....	75

#### *Automation and instrumentation*

<b>Baitsar R.I., Kvit R.I.</b> METROLOGICAL ASPECTS OF MONOCRYSTAL RESONANCE SENSORS QUALITY ASSURANCE.....	76
<b>Boyko S.S.</b> STANDS FOR CALIBRATION OF GAS METERS.....	77
<b>Bodnar R.T.</b> ENHANCING THE ACCURACY OF MEASUREMENT OF SURFACE TREATMENT OF BOND LIQUIDS.....	78
<b>Butenko V.M.</b> IMPROVING OPERATING CHARACTERISTICS OF TRANSPORT BY MEANS OF INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS.....	80

<b>Doronina M.A., Korsun V.I.</b> THE USE OF GENERATING FUNCTIONS OF THE MOMENTS OF THE OBJECT'S IMPULSE CHARACTERISTIC IN ORDER TO ESTIMATE THE DELAY TIME OF THE INPUT SIGNAL.....	81
<b>Grynyshyn T.A.</b> ANALYSIS OF ERRORS IN THE RESULTS OF BLOOD HEMOGLOBIN PHOTOMETRIC MEASUREMENTS.....	82
<b>Ienina I.I., Munshtukov I.V.</b> INFLUENCE OF TEMPERATURE OF THE ELECTROLYTE SOLUTION AND ITS CONCENTRATION AT THE ETCHING OF MOLYBDENUM FOIL.....	83
<b>Ienina I.I., Matsui A.V.</b> ANALYSIS OF THE TASKS OF RESEARCHING THE PROCESS OF ELECTROLYTIC ETCHING OF MOLYBDENUM FOIL.....	84
<b>Kharlamova J.N., Korsun V.I.</b> DETERMINATION OF THE LOCATION OF SENSORS FOR MEASURING THE HUMIDITY OF POROUS MATERIALS UNDER UNSTABLE CONDITIONS.....	85
<b>Klochko N.B.</b> STUDY OF WORKING CONDITIONS STABILITY FOR METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF TURBINE FLOWMETERS.....	86
<b>Kononenko M.A., Hablovska N.Y.</b> TO THE QUESTION OF THE SECURED COEFFICIENT PRACTICAL APPLICATION IN THE QUALITY EVALUATION OF THE OIL PIPE TUBES PETROL PART IN THE OPERATION PROCESS.....	87
<b>Kuz M.V.</b> DETERMINATION OF THE CHANGE IN THE MEASURED VOLUME OF NATURAL GAS CAUSED BY THE CHANGE OF ITS PARAMETERS.....	88
<b>Kuziv I.V., Vytvytska L.A.</b> IMPROVING THE CONSTRUCTION OF THE HOT WATER SPEED METER FOR INCREASING ACCURACY OF MEASUREMENT.....	89
<b>Liah V.-D. M., Chuiko M. M.</b> EDDY CURRENT DIAGNOSTICS OF UNDERGROUND PIPELINES ISOLATION.....	90
<b>Lykash I.V., Vytvytska L.A.</b> IMPROVING THE CONSTRUCTION OF THE SEMI-IONIZATION DETECTOR ON THE CARRYING OUT OF NATURAL GAS CHROMATOGRAPHY.....	91
<b>Lytenko T.V., Serediuk O.Ye., Krynythy O. S.</b> STUDY OF STATISTICAL LAWS OF CHANGE OF OPERATIONAL EXCHANGE HOUSEHOLD GAS METER.....	92
<b>Lyutak I.Z., Lyutak Z.P.</b> DISPERSION ACOUSTIC WAVE PROPERTIES CALCULATION APPROACH IN SOLID MEDIA.....	93
<b>Pohrebennyk V.D.</b> INCREASING THE RELIABILITY OF NON-DESTRUCTIVE TESTING COMPOSITE ARTICLES.....	94
<b>Romaniv V.M.</b> MEASUREMENT OF THE CONCENTRATION OF BASIC HYDROCARBON COMPONENTS OF NATURAL GAS DIRECT IN THE GAS PIPELINE.....	95
<b>Serediuk D.O.</b> EVALUATION OF UNSECURENESS OF MEASUREMENT OF THE CHECKING OBJECTIVE OF THE BELL ON THE CALIBRATION OF THE STATE PRIMARY ETHNOY OF THE UNIVERSAL UNIT AND THE LOAN EXPENDITURE OF GAS.....	96
<b>Striletskyi Yu.</b> METHOD OF MEASURING THE TEMPERATURE OF THE INTERNAL SURFACE OF THE PIPE.....	97
<b>Tomashevsky O.V.</b> THE INFLUENCE OF THE ESTIMATED STATUS CHARACTERISTICS OF INFORMATION AND MEASURING EQUIPMENT ON METROLOGICAL RELIABILITY.....	98
<b>Tsykh V.S., Yavorskyi A.V.</b> SOIL PARAMETERS INFLUENCE ON ANALYSYS OF BURIED PIPELINES COATING CONDITIONS.....	99
<b>Vashchyshak S., Lammert P.</b> HIGH-PERFORMANCE HEATER FOR ELECTRIC HEATING SYSTEMS.....	100
<b>Vashchyshak I.R., Sheremeta T.</b> FIREPLACE WITH DOUBLE WATER TUBE AND THERMOELECTRIC BATTERY.....	101
<b>Vashkurak J.Z., Teplukh Z.M., Dilay I.V.</b> DYNAMIC SYNTHESIZERS FOR GAS ANALITICAL MEANS TESTING.....	102
<b>Vasylenko O.V., Snizhnoi G.V.</b> MODELING OF AUTOMATED SYSTEM FOR MAGNETIC SUSCEPTIBILITY MEASUREMENT.....	103
<b>Rudak S.M.</b> CONTROLLED FROM DISTANCE CHECKING OF MINING HOLE №180 WORK "POLTAVA OIL & GAS PRODUCTION" OF "UKRNAFTA".....	104

*Chemical and bioengineering*

<b>Ivitskiy I.I., Sivetskiy V.I., Kolosov O.E., Sokolskiy O.L.</b> INTELLIGENT POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS IN THE SPACE INDUSTRY.....	105
---	-----

<b>Kolosov A.E.</b> FUNCTIONALITY OF CARBON PLASTICS BASED ON REACTOPLASTS.....	106
<b>Kolosova E.P., Vanin V.V.</b> MODELING OF STRUCTURAL PARAMETERS OF CARBON NANOFILLERS INTENDED FOR FORMATION OF FUNCTIONAL POLYMERIC REACTOPLASTS.....	107
<b>Kopansky M.</b> FEATURES OF MANUFACTURING WALL FACING PANELS USING RAPE STALKS.....	108
<b>Mikulionok I.O.</b> DEVICES FOR SPACING PLACEMENT OF RING PACKING ELEMENTS IN THE MASS-TRANSFER APPARATUS.....	109
<b>Moravskiy V.S., Kucherenko A.N., Masyuk A.S., Grytsenko O.N., Pankiv M.P., Dulebova L.</b> THE TECHNOLOGY OF OBTAINING OF METAL-FILLED POLYMER COMPOSITES.....	110

*Electronics and telecommunications*

<b>Horbatyi I.V., Ivanov O.Y.</b> RESEARCHING OF MODERN SIGNAL MODULATION METHODS FOR THE DATA TRANSMISSION IN WIRELESS TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS.....	111
<b>Kuzmichev A.I., Perevertailo V.V.</b> MICROWAVE FIELD SIMULATION IN WAVEGUIDE-RESONATOR SYSTEM FOR GAS DISCHARGE IGNITION.....	112
<b>Lazarovich I.M.</b> APPLICATION OF RANDOMIZATION METHODS FOR NOISE IMMUNITY DATA TRANSMISSION IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS.....	113
<b>Popovych P.V., Bokovyi P.O.</b> CONCEPT OF MASSIVE MIMO TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN WIRELESS NETWORKS.....	115
<b>Shtompel M.A.</b> BIOINSPIRED DECODING OF ALGEBRAIC CONVOLUTIONAL CODES.....	116
<b>Toliupa S., Nakonechnyi V.</b> THE INCREASING OF AIRCRAFT RADIO EFFICIENCY WITH THE REDUCED EFFECTIVE SURFACE OF RADIATION (ESR) IN CONDITIONS OF LIMITED RADAR INFORMATION.....	117
<b>Toliupa S., Druzhinin V.</b> THE INCREASE OF NOISE IMMUNITY AND EFFICIENCY OF SIGNAL PROCESSING IN RADIO ENGINEERING DEVICES AND MEANS OF TELECOMMUNICATION.....	118
<b>Vashchyshak S.P.</b> ACTIVE HORN ANTENNA IN THE RANGE OF 5 GHZ FOR MONITORING RADIO ELECTRONIC DEVICES BROADBAND RADIO ACCESS.....	119

*Production and technology*

<b>Basalai I.A., Lapko O.A.</b> MODERNIZATION OF THE PRESS ROOM ASPIRATION SYSTEM OF THE PEAT BRIQUETTING PLANT.....	120
<b>Basalai I.A., Belskaya G.V.</b> PERFECTION OF SCRAP METAL REPROCESSED TECHNOLOGY IN SHREDDER EQUIPMENT.....	121
<b>Bekhta P.A., Bajzova L.R.</b> THE INFLUENCE OF EXPANDED POLYSTYRENE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT PARTICLEBOARD.....	122
<b>Brazhnyk D.A., Starolat O.Ye., Rozhko I.M., Rudenko L.V., Avdyeyeva O.P., Kanunnikov I.O.</b> INFLUENCE OF PHENOLFORMALDEHYDE RESIN MODIFYING BY ELEMENTORGANIC SUBSTANCES ON PHASE COMPOSITION OF CARBON-CONTAINING MATERIALS.....	123
<b>Dolzhanskiy A.M., Bondarenko O.A.</b> SELF-CONTROL PROCESS IMPROVEMENT AT MASS PRODUCTION MAKING.....	124
<b>Fedorenko O.Yu., Fedorenko D.O., Bohdanova K.B., Regeda N.M.</b> DEVELOPMENT OF VITRIFIED BONDS WITH DESIRED PROPERTIES FOR THE HIGH-RESOURCE DIAMOND-ABRASIVE TOOLS.....	125
<b>Fedorenko O.Yu., Lisachuk G.V., Krivobok R.V., Pritkina M.S., Belogubkina K.V.</b> CERAMIC MATERIALS WITH DETERMINED ELECTROPHYSICAL PROPERTIES BASED ON SYSTEMS $\text{SrO-ZnO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ .....	126
<b>Grigorieva N.</b> FORMING OF QUALITY MODULAR ASSEMBLY MACHINES.....	127
<b>Grytsenko O.M., Suberlyak O.V., Moravskii V.S., Pokhmurska A.V.</b> SORPTION ABLE FILMS AND COATINGS ON THE BASIS OF METAL-FILLED COPOLYMERS OF POLYVINYLPIRROLIDONE.....	128
<b>Ivanov I.I., Lukashov A.A.</b> IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF HEATING OF VERTICAL GAS OVENS FOR THE THERMAL WORKING OF RINGS AND BANDS.....	129

<b>Ivanov I.I., Lukashov A.A.</b> RESEARCH OF CONTAMINATION OF AIR POOL EXTRASS OF STEEL-MAKING PRODUCTION.....	130
<b>Kovalsky A. V., Lemeshev M.S.</b> BETONS FOR PROTECTION FROM ELECTROMAGNETIC RADIATION.....	131
<b>Koveria A.S., Khlopitskiy O.O., Chechel P.O.</b> USING COAL COMBUSTION WASTE OF TPP...	132
<b>Kozak R.O.</b> DETERMINATION OF UREA-FORMALDEHYDE GLUES PENETRATION IN STRAW STRUCTURE.....	133
<b>Krasinskyi V.V., Suberlyak O.V., Chopyk N.V., Gajdos I.</b> EFFECT OF SMALL ADDITIVES OF POLYAMIDE MODIFIED BY POLYVINYLPIRROLIDONE AND MONTMORILLONITE ON POLYPROPYLENE TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND HEAT RESISTANCE.....	134
<b>Krekoten E. G., Bereziuk O.V.</b> POWERFUL LIGHTING OF PRODUCTION CABINS BY LIGHT LAMPS.....	135
<b>Kusnyak I.I.</b> USING OF THERMOPLASTIC POLYMERS WASTE IN THE PLYWOOD PRODUCTION.....	136
<b>Lyutyy P.V., Ortynska G.Ye.</b> COMPOSITE MATERIALS PRODUCED FROM WASTE TETRA PAK AND PACKAGING WASTES OF POLYETHYLENE.....	137
<b>Lyutyy R.V., Liuta D.V.</b> PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT AND USE OF BINDING MATERIALS FOR FOUNDRY MOLDS.....	138
<b>Mahura B.O.</b> THE WAY OF THE DEVELOPMENT OF FOREST LANDS DAMAGED BY THE ILLEGAL AMBER MINING.....	139
<b>Shabaykovich V.A., Gumenyuk L.O.</b> PROBLEMS OF MODERN PRODUCTION.....	140
<b>Shchukina L.P., Galushka Ya.O.</b> USE OF MINERAL ADDITIVES TO INCREASE THE STRENGTH OF EXPANDED CLAY.....	141
<b>Suberlyak O.V., Grytsenko O.M., Voloshkevych P.P., Bedlovska Kh.M.</b> THE BASIS OF METAL FILLED POLYVINYLPIRROLIDONE CO-POLYMERS OBTAINING TECHNOLOGIES.....	142
<b>Tymyk D.V.</b> THE INFLUENCE OF VENEER SURFACE MODIFICATION ON THE PROPERTIES OF PLYWOOD.....	143
<b>Pashechko M.I.</b> MECHANISM OF FORMATION OF EUTECTIC COATING WHEN HEATING POWDER MIXTURE.....	144
<b>Lihezin S.L., Shchukina L.P., Humirov E.I.</b> THE INTENSIFICATION OF THE COMBUSTION OF CARBONIC COMPOUNDS OF FUEL-CONTAINING CERAMIC SHIELDS PROCESS.....	145
<b>Fesenko M.A., Lukyanenko I.V.</b> METHOD OF MANUFACTURE OF CAST IRON DETAILS WITH DIFFERENTIATED STRUCTURE AND PROPERTIES.....	146

*Architecture and construction*

<b>Artemenko D.U., Nastoiashchy V.A.</b> DESIGN VALIDATION OF THE WORKING SURFACE OF A SHEEP'S FOOT ROLLER FOR COMPACTION OF FRESHLY PREPARED SOIL.....	147
<b>Bondar A.V., Kovalskiy V.P.</b> USING POWDER CLAY FOR MANUFACTURE OF DRY BUILDING MIXES.....	148
<b>Kovalskiy V.P., Chervinska O.O.</b> JAPANESE WOOD PROCESSING TECHNOLOGY BY FIRE...	149
<b>Kowalskiy V.P., Ocheretniy V.P., Burlakov V.P., Sidlak A.S.</b> INCREASE IN ASH-TAKE-OUT ACTIVITY.....	150
<b>Kowalskiy V.P., Bondar A.V., Brychanskyi A.O., Matviichuk E.R.</b> MICROWAVES BASED ON WINE WINES FOR DRY CONSTRUCTION MIXTURES.....	151
<b>Lemishko K.K., Lemeshev M.S.</b> PROCESSING OF INDUSTRIAL DANGEROUS WASTE MANUFACTURING.....	152
<b>Orel V.I., Skoropad M.I.</b> METHOD OF CARRYING OUT OF RESEARCH ON DIFFUSIONING DISCHARGE OF REVERSE WATER.....	153
<b>Polishchuk L.</b> TRENDS OF MODERNIZATION AND REDEVELOPMENT OF HISTORIC BUILDINGS OF THE MOUNTAIN EAST-CARPATHIAN RESORTS.....	154
<b>Vashchyshak I.R.</b> AIR RECUPERATOR WITH PULSATING HEAT PIPES.....	155
<b>Kovalsky V.P., Zuziak S.Yu.</b> ACCEPTABLE USE OF PHOSPHOGYPS FOR PREPARATION OF DRY CONSTRUCTION MIXTURES.....	156
<b>Kowalskiy V.P., Trofumenko K.O.</b> FEATURES OF LOCATION OF BUS STATION COMPLEXES.....	157

*Civil security*

<b>Alekseenko S.O., Shaikhlislamova I.A., Masur H.S.</b> DEVELOPMENT OF FIRE-EXTINGUISHING EQUIPMENT FOR POWDER HOUSES.....	158
<b>Cheberiahko S.I., Stolbchenko O.V.</b> ANALYSIS OF METHODS ON THE SELECTION MEANS PROTECTION ORGANS THE WORK OF WORKERS.....	159
<b>Ruda M.V.</b> TRANSPORTATION PROCESS TO ENSURE THE ENVIRONMENTAL SAFETY ON RAILWAY LINES.....	160
<b>Tarasov V.K., Rummyantsev V.R., Novokshchonova O.V., Tkalich I.O.</b> PERFECTION OF MODERN TECHNOLOGY OF TRANSPORTING LIQUID CAST-IRON OF HIGH FURNACES.....	161
<b>Tereschenko O.P., Poliakov A.P.</b> PRACTICE OF SAFE DISMANTLING OF SPATIAL CONSTRUCTIONS FROM HIGH-RISE BUILDINGS.....	162
<b>Tarasov V.K.</b> MEASURES OF ENHANCING THE SAFETY OF WATER SUPPLY NETWORKS OPERATION.....	163

*Transport*

<b>Dembitskyi V.M., Medviediev I.I.</b> DETERMINATION THE WEIGHT OF MOTION REGIME BUSES IN THE CITY DRIVING CYCLE.....	164
<b>Dembitskyi V.M., Pavliashyk S.M.</b> THE PROBLEM OF CHOICE OF THE MOVER WHILE DRIVING HYBRID VEHICLE.....	165
<b>Horobets V.L., Muzykin M.I., Avramenko S.I., Nesterenko H.I., Onatska A.Yu.</b> ANALYSIS OF RAILCAR TURNOVER AT THE DNIPRO MANAGEMENT OF RAILWAY TRANSPORTATION FOR 2017 YEAR.....	166
<b>Lapko A.O., Kameniev O.Y., Sahaidachnyi V.H.</b> SELECTION AUTOMATIC DESIGN SYSTEM FOR DEVELOPMENT TECHNICAL DOCUMENTATION IN THE FIELD OF RAILWAY AUTOMATIC.....	167
<b>Moiseenko V.I., Kameniev O.Y., Gaievskiy V.V., Shcheblykina O.V.</b> DEVELOPMENT OF TECHNICAL DIAGNOSTICS MEANS OF INFORMATION-CONTROL SYSTEMS ON RAILWAY TRANSPORT.....	168
<b>Prymachenko H.O., Illarionov E.V.</b> INTERMODAL TRANSPORTATION SYSTEMS AND FORMATION OF LOGISTIC CHAINS OF TRAFFIC FLOWS OF PASSENGERS.....	169
<b>Ravlyuk V.</b> STUDY OF THE CAUSES OF THE DUAL FRICTION SITUATION OF BASKET CARTONS OF CARGO WAGONS.....	170
<b>Shcherbyna A.V., Dudarenko O.V., Sosyk A.Y.</b> MECHATRONIC SYSTEM ADJUSTMENT TOE-IN OF WHEELS VEHICLE.....	172
<b>Sidarau S.A., Sonich O.A.</b> MODEL FOR RESEARCH OF LOADS IN THE TRANSMISSION OF A FRONT-WHEEL CAR WITH MECHANICAL VARIATOR.....	173
<b>Zapara V.M., Zapara Y.V.</b> IMPROVING THE METHOD OF DETERMINING FIRE IN CARBONS WITH DANGEROUS CARGOES.....	174
<b>Lomotko D., Smorkis I., Ovchiiev M.</b> FORMATION OF LOGISTIC TECHNOLOGY "DRY PORT" IN CONDITIONS OF RAIL CONTAINER TRANSPORTATION.....	175