



International scientific conference

**MININGMETALTECH 2023 – THE MINING
AND METALS SECTOR: INTEGRATION
OF BUSINESS, TECHNOLOGY
AND EDUCATION**

November 29–30, 2023

Volume 2



IZDEVNIECĪBA
BALTIJA
PUBLISHING

2023

International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education” : conference proceedings (November 29–30, 2023, Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. Vol. 2. 348 pages.

Program Committee

Head of the Program Committee – **Yurii RYZHENKOV** – CEO, LLC “METINVEST HOLDING”

Deputy Head of the Program Committee – **Oleksandr POVAZHNYI** – Doctor of Economics, Professor, Rector of LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Secretary of the Program Committee – **Maksym KARAKAI** – PhD in Public Administration, Academic Secretary, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Oleksandr MYRONENKO – Operations Director, LLC “METINVEST HOLDING”

Tetiana PETRUK – HR & Organizational Development Director, LLC “METINVEST HOLDING”

Olha OVCHYNNYKOVA – Director of Economics and Business Systems Development, LLC “METINVEST HOLDING”

Yuliia DANKOVA – Chief Financial Officer, LLC “METINVEST HOLDING”

Svitlana ROMANOVA – Chief Legal Officer, LLC “METINVEST HOLDING”

Andrii YEMCHENKO – PhD in Engineering, Chief Technology Officer, LLC “METINVEST HOLDING”

Dmytro TEVELIEV – CEO Advisor, LLC “METINVEST HOLDING”

Oleksii KOMLYK – member of the Supervisory Board

Oleksandr PIMKIN – Director of the Department of Organizational Management and Compensation Management, LLC “METINVEST HOLDING”

Oleksandr PODKORYTOV – Chief Technology and Quality Officer, LLC “METINVEST HOLDING”

Pavlo UZBEK – Director of the Department of Labor Safety, Industrial Security and Environmental Protection, LLC “METINVEST HOLDING”

Vitalii KOVALENKO – Director of the Department of Sustainability Development and Environmental Management, LLC “METINVEST HOLDING”

Maria VASYLIEVA – CEO, LLC “METINVEST SICHSTEEL”

Gregory MASON – Head of the Supervisory Board

Andrii KOSTRYZHEV – Project Manager – Material Characterization Scientist, The University of Queensland

Organizational Committee

Head of the Organizing Committee – **Volodymyr KUKHAR** – Doctor of Engineering, Professor, Professor at the Department of Metallurgy, Materials Science and Industrial Management, Vice Rector for Research, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Deputy Head of the Organizing Committee – **Natalia REKOVA** – Doctor of Economics, Professor, First Vice Rector – Vice Rector for Academic Affairs, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Secretary of the Organizing Committee – **Khrystyna MALII** – PhD in Engineering, Head of the Research Department, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Kostiantyn MOISEIENKO – PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Education Quality Management and International Projects, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Iryna SHKRABAK – Doctor of Economics, Professor, Dean of the Faculty of Mining and Metallurgy, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Viktoriia ROVENSKA – PhD in Economics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Production Automation and Digital Technologies, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Volodymyr PASHYNSKYI – Doctor of Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Metallurgy, Materials Science and Industrial Engineering, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Natalia VOLODCHENKOVA – PhD in Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Labor Safety and Environmental Protection, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Nadiia RAGULINA – PhD in Economics, Head of the Department of Linguistics and Humanities, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Oleksiy KOYFMAN – PhD in Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Automation, Electrical and Robotic Systems, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Iryna SMYRNOVA – PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Digital Technologies and Project-Analytical Solutions, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Nataliia HRUDKINA – Doctor of Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Natural Sciences and General Engineering Disciplines, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Viacheslav KAMENETS – PhD in Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Mining Industry, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Maksym SHTODA – PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Metallurgy, Materials Science and Industrial Management, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Pavlo SAHAIDA – Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor at the Department of Digital Technologies and Project-Analytical Solutions, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Oleh KRUZHLYKO – Doctor of Engineering, Professor, Professor at the Department of Labor Safety and Environmental Protection, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Dmytro PIKARENIA – Doctor of Geology, Professor, Professor at the Department of Labor Safety and Environmental Protection, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”

Each author is responsible for content and formation of his/her materials.

The reference is mandatory in case of republishing or citation.

CONTENTS

INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS, ROBOTIC AND MECHATRONIC SYSTEMS

Study of the efficiency of the metal trading organization Boiko V.O., Rybnytskyi M.V.	14
Automatic monitoring of industrial buildings for the safety of structures, adjacent installations and technological units Bondar O.V., Bespalov K.I.	17
Research of automatic water level control in a tank Vinkovskyi M.S., Koyfman O.O.	20
Improving the process of loading the ball mill with grinding material Kovalevets R.V., Myrna N.V., Bundza O.Z.	25
Use of systems with artificial intelligence for controlling the sheet leveling machine Kovalenko A.K., Sahaida P.I.	28
Comparison of the methods for determining the parameters of controlled process Koyfman O.O., Miroshnychenko V.I., Vinkovskyi M.S., Isaiev A.B.	31
Automation of electric heating of industrial premises Kravchenko S.O., Miroshnychenko V.I.	35
Application of wave chain gears in drives of technological machines Krupko V.G., Krupko I.V., Suglobov V.V.	37
A system for predicting optimal mill performance to stabilize the finished product quality of the ore dressing factory Nikulin V.O., Miroshnychenko V.I.	41
Digital technical means of automation of distribution networks Omelnyskyi Yu.A.	43
The automation system of the heating unit of the plant management premises and adjacent buildings Okhrimenko S.S., Koyfman O.O.	46
Prospects for the use of drones in the mining industry Polovynkyn V.I.	49

An overview of automated control systems cos φ in the 6 kV electricity network Razzhyvin O.V., Prasol V.A.	51
Peak loads reduction in the energy system by adjusting the power consumption modes of coal mines Rukhlov A.V., Rukhlova N.Yu.	56
Automated system for vibration monitoring and diagnostics of a coke oven pusher Simkin O.I., Zolotarov D.G.	60
Use of modern automation technologies to improve personnel safety, reliability and efficiency of the coke oven gas pressure stabilization unit Simkin O.I., Korotysh V.Yu.	64
Analysis of the conditions for modernization of the blast furnace hot blast stove block control system Stetskiy V.V., Miroshnychenko V.I.	67
Information security of rental management systems Subotin O.V.	68
Automation of drying drum Uvarov M.O., Miroshnychenko V.I.	72
Study of gripper productivity and safety bridge cranes Kharchenko I.V., Holotiuk M.V.	74
Improving the efficiency of rock excavator electrical equipment and quarry power supply lines in the conditions of mining and ore enterprises of the Kryvyi Rih basin Khilov V.S.	77
Automation of glass glue filling unit of sewing press Cherepashchuk G.O., Potylchak O.P.	80
Improvement of control methods for pallet cars of the lurgi roasting machine Shcherbyna O.V., Bundza O.Z.	83

INNOVATIONS IN CIVIL AND OCCUPATIONAL SAFETY

Improvement of the system for ensuring safe working conditions
for employees of the wagon farming
Andrushchenko O.O. 86

Rope transport system
Bartashevskiy S.Ye., Denischenko O.V. 89

Combating industrial dust at mining enterprises
Bondarchuk R.D. 94

Rik-oriented system of management of occupational safety of a mining
and metallurgical company
Burlachenko K.O. 96

Implementation of concept in the educational process
Volodchenkova N.V., Bohdanova O.V., Kruzhylo O.Ye. 100

Regulatory accordance of the component of occupational safety
at a metallurgical enterprise
Gerasimenko A.V. 102

Development of labor protection measures in coal mines
Hizha M.P. 105

The practice of risk assessment at the workplace
Dardesov A.O. 106

Artificial intelligence as an effective tool for ensuring the work safety
of enterprises in modern conditions
Dziurban M.H. 109

About the manufacture of protective structures and containers
from ductile iron
Doroshenko V.S., Klymenko S.I. 112

Protective properties of respirators and methods of their determination
Zaitsev I.O. 113

Innovative technologies for the electrochemical synthesis of multifunctional
materials for filter ventilation systems
Karakurkchi H.V., Sakhnenko M.D., Korogodskaya A.M. 118

Implementation of European labor safety standards into Ukrainian legislation
Kniazkova L.M., Chernykh Ye.M. 121

Expediency and practical application of the Elmeri method for identifying occupational hazards and assessing occupational risk at an enterprise Koniev L.L.	124
Sustainability of the work of pipe enterprises in wartime Korol R.M., Protopopova N.A.	127
Peculiarities of industrial safety audit at the enterprise Maistrenko V.V.	129
Rational use of collective and individual means of protection at the enterprise Peresunko N.V.	132
Implementation of a risk-oriented approach to increase safety during work at height in the construction industry Petchenko I.V.	135
Peculiarities of master’s training in civil safety under the educational program “Labor safety audit and consulting” Rekova N.Yu., Kruzhylo O.Ye., Volodchenkova N.V.	139
Improvement of working conditions in converter production as a result of modernization of technological equipment Repin M.V., Solodchenko T.V.	141
Analysis of accidents in the mining industry Rus Ya.V.	144
Identification of potential hazards in the construction of vibrating delivery and loading installations Tkalych I.M., Reshotka V.V.	146
Analysis and forecasting of the main indicators of injury in the construction industry Tsymbal B.M., Ursu O.O.	150
Research of hygiene working conditions and health conditions for assessment of occupational risk, injuries at the workplace Cheberiachko Yu.I., Kosternyi S.O.	154
Innovations in the field of labor safety during the repair work of high-rise buildings Shatov S.V., Bogachenko S.V., Goncharov D.D., Poslavsky D.S.	158

Identification of hazards, assessment of risks and development
of preventive measures on the example of a repair enterprise
Shmyhlenko O.V. 161

The impact of stress on productivity and efficiency of work on the enterprise
Yakovliev Ye.M. 164

MODERN ECO-FRIENDLY PRACTICES AND PROSPECTS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

Modernization of the fire equipment of the mining and metallurgical
complex based on jet-niche technology
Abdulin M.Z., Terenchuk D.I., Dvortsyn G.R...... 168

Overview of atmospheric protection measures
in mining industry development regions
Avlasonok K.I., Maksymova N.M...... 171

Review of dust protection measures in the areas
of coke industry development
Halai V.A., Maksymova N.M. 175

Development of a methodology for calculating a sufficient amount
of reagent-collector for flotation enrichment of ash slag waste
Hlukhoveria M.R., Mladetskyi I.K...... 179

Use of macrophytes for assessment of the ecological condition
of technologically changed aquatic ecosystems
Hudym N.H...... 182

The latest technologies for reuse of sludge of metallurgical enterprises
in Ukraine
Dreshpak O.S., Berezniak O.O., Berezniak O.O., Chechel P.O...... 185

Study of the possibility of recycling waste from metallurgical productions
using glass technology
Zhdaniuk N.V...... 188

Relevance and prospects of using alternative raw materials
in metallurgical production
Zinchenko V.V...... 191

Features of the production of iron ore raw materials from hematite quartzites
Ivanchenko A.V., Smirnov O.Ya. 193

Biological reclamation of mining lands with biohums materials Kovrov O.S., Kolisnyk K.V.	196
Technical and economic indicators of the low carbon technology of renewable gas injection into the blast furnace Kutz H.O., Teslenko O.I.	199
Innovative technologies in the field of garbage sorting and waste disposal Miniailo D.O., Nakempii O.K.	203
Some issues of regulatory and legal provision of environmental protection in Ukraine Navolniev I.Yu., Maksymova N.M.	207
Comprehensive visual survey as a mandatory tool for safe operation of tailings Pikarenia D.S., Orlinska O.V., Rudakov D.V.	211
Environmental and economic security of the enterprise: content and implementation of the development plan Polishchuk A.A., Maksymova N.M.	215
Analnsis of the impact of the metallurgical complex on the environment and health of the population Snihovyi D.V., Nakempii O.K.	219
Use of natural sorbents in water treatment processes Fediv I.S., Konanets R.M., Stepova K.V.	222
The use of returne water after flotation in the conditions of the production process of mining and concentration plants Khrystoforova O.O.	224
 MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL AND BUSINESS PROCESSES	
Hybrid turbo-decoding method Bodnarenko B.O., Ivanov Yu.Yu., Skuratov S.M.	228
Mathematical simulation of rolling processes by pressure using MAPLE computer mathematics systems Hrudkina N.S., Malii Kh.V., Papazov V.M.	230

Development of a mathematical model of user behavior on the website and increasing its conversion	
Derzhevetska M.A., Kryvtsov O.V.	233
Exponential estimation of asynchronous motor parameters	
Dmytryshyn I.S.	236
Features of decoding block turbo-product codes	
Zvuzdetskii Ye.O., Ivanov Yu.Yu.	238
The mathematical modeling of physical processes as an element of practical training of students of technical specialties	
Kaidan V.P.	240
The use of maple cms in the course of studying the discipline “Higher and discrete mathematics” by students of economic specialties	
Kaidan N.V.	243
Qualitative analysis of the solution of one physical model switching in excel	
Kolesnykov S.O., Pogosyan A.V.	245
Implementation of elements of mathematical modeling in institutions of professional technical and vocational higher education during the teaching of mathematical disciplines	
Kotenko T.M., Sahay O.V.	248
Numerical simulation of energy-efficient solutions of steel melting bath with regarding kinetics of desulphurization under pneumatic stirring in the arc furnace of foundry class	
Niemytsev E.M., Timoshenko S.M.	251
Study of plastic deformation of copper under conditions of intensive combined loading	
Pashynska O.G., Boiko I.O., Zavdovieiev A.V., Kraliuk M.A.	255
Modeling the foundations of unit economics	
Pylypenko V.M.	259
Modeling of the synergetic effect of the university ecosystem	
Chala K.Yu.	262

**MODERN TOOLS IN BUSINESS
PERFORMANCE MANAGEMENT**

Optimal planning of long-term circulating stocks at the warehouses
of a motor transport enterprise

Hrushko V.V. 266

The method of qualimetric quality assessment improving
as the process management tool manufacturing

Dolzhanskiy A.M., Bondarenko O.A., Maksakova O.S. 268

Features of the organization of the staff mentoring process

Zaitseva D.M. 271

The method of hierarchy analysis in determining the priorities
of internal communication in the conditions of Metinvest Sichstal LLC

Zubavlenko V.V. 275

Martial law influence on staff turnover: causes analysis and consequences
in the conditions of “Southern mining and concentration combination”
Joint stock company

Kiblyk M.V. 277

Enhancing the efficiency of enterprise transport service processes
by using interactive dashboards

Kovalenko O.V. 280

Searching for opportunities to improve the system for assessing
the cost of strategic investment projects at Metinvest Sichsteel LLC

Kononiuk D.V., Latysheva O.V. 284

Management peculiarities of long-term stock in the mining
and concentration company condition

Latysheva O.V., Vyshniakova K.S. 288

Creativity as a key to the success of operational efficiency projects

Latysheva O.V. 291

Analysis of methods of forecasting volumes of rolled metal demand

Lyashenko S.V., Mints O.Yu., Bezruk R.I. 294

Counterparty compliance risk assessment and management methods

Mints O.Yu., Fokin Ye.A. 296

Researching the prospects of using data visualization to optimize the business decision-making process Nepliakh I.V., Shevchenko N.Yu.	299
Directions of improving the strategy of the ferriera valsider spa mining and metallurgical complex enterprise Ostrovyi S.O.	301
Improving metallurgical production management based on the compliance Petrenko V.O., Tuboltsev L.H., Fonarova T.A.	306
Optimizing the replacement of press equipment Pitsenko S.Yu.	309
The role of soft project manager skills in achieving company success in today’s environment of uncertainty and rapid change Rovenska V.V.	311
Increasing employees performance through their development Smyrnova I.I., Osadcha V.V.	314
Improving employees assessment as a tool of business efficiency management Smyrnova I.I., Osadchy D.A.	318
Leadership, self-development and teamwork as components of ensuring a favourable business environment Smyrnova I.I.	322
Improvement of the motivation system for the personnel of the repair service of the ingulets mining and processing plant Streltsov V.O.	325
Peculiarities of socially oriented investment projects in the field of metal construction in the conditions of Metinvest-SMC LTD Suiarko D.V.	328
Problems of cost estimation for projects at the initial stages of its planning Usatyi D.O.	331
Organizational structure optimization for ensuring enterprise resilience (case study Metinvest-Promservice, LLC) Kharchenko O.S., Isachenko D.Yu.	335

Lean philosophy in the budget development process
of industrial enterprises

Chupruna Yu.V. 338

Development of main digitalization measures at the enterprise

Shevchyk T.V., Mints O.Yu. 340

Innovative studying methods in personnel performance management

Shkrabak I.V., Neborachko A.V. 342

INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS, ROBOTIC AND MECHATRONIC SYSTEMS

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-85>

STUDY OF THE EFFICIENCY OF THE METAL TRADING ORGANIZATION

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МЕТАЛОТОРГУЮЧОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

Boiko V.O.

*student (group 133-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Бойко В.О.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Rybnytskyi M.V.

*student (group 133-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Рибницький М.В.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Торгові організації, які ведуть торгівлю металопрокатом в своїй діяльності використовують вантажопідіймальні механізми – козлові та мостові крани. В залежності від обсягу перевалки (прийняття/відвантаження) металопрокату інтенсивність роботи вантажопідіймальних кранів буває високою, що в свою чергу приводить до зношуванню окремих елементів крана і в першу чергу кранових коліс.

Для металоторгуючої організації ремонт кранових коліс не є основною діяльністю, тому більшість компаній замовляють послугу ремонту кранових коліс у підрядних організацій, але від якості ремонту та безперебійної роботи кранів напряму залежить діяльність металобаз.

Починаючи з 2013 року в Україні скорочується кількість компаній які в змозі виконувати цю послугу, у зв'язку з чим вартість росте, а якість знижується. Нові кранові колеса придбати майже неможливо, тому що під виглядом нового колеса у 99% продають відновлене.

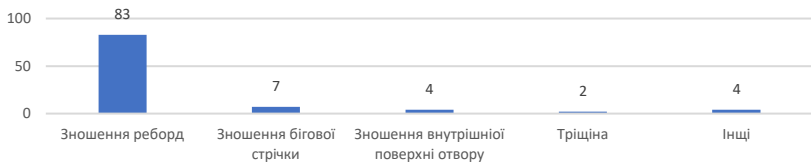


Рис. 1. Причини вибраківки коліс, %

Виходячи зі статистичної інформації, яка наведена на рис. 1 та рис. 2 (джерело – ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ») приходим до висновку, що основними причинами вибраківки коліс являються зношення реборд та бігової стрічки, але у зв'язку зі складнощами в пошуку підрядних організацій для ремонту та збільшеної вибраківки у зв'язку з неякісним ремонтом 12% від всього парку кранових коліс знаходиться в невідремтованому стані та при настанні негайної потреби їх буде не можливо встановити на кран.

Виходячи з цього, основною метою ремонту кранових коліс власними силами є необхідність відновлення саме коліс, на яких зношені реборди та бігова стрічка.



Рис. 2. Парк коліс металотрейдера, %

Згідно [1, с. 91] при ремонті машин і обладнання основне застосування отримало зварювання плавленням (наплавка) за допомогою теплової електричної дуги. На ремонтних підприємствах отримали розповсюджене застосування автоматичні (механізовані) способи зварювання і наплавлення під шаром захисних газів, в якості яких для сталі та чавуну застосовують вуглекислий газ.

Для наплавлення спрацьованих поверхонь деталі циліндричної форми [1, с. 101] як правило застосовують токарний верстат із зниженими оборотами шпинделя. Деталь встановлюють в центри токарного верстата. Механізм подачі електродного дроту разом з касетою встановлюють на супорті токарного верстата, разом з яким вони здійснюють в процесі наплавлення повздовжнє переміщення.

Наплавлення у середовищі вуглекислого газу виконують на постійному струмі зворотної полярності. Марку електродного дроту вибирають залежно від матеріалу відновлюваної деталі і потрібних фізико-механічних властивостей, рекомендується застосовувати дроти діаметром 0,5–2,5 мм марок Св-08Г2С, Св-08ХГСМА та ін.

Під час роботи кранових колес згідно [2] поверхні тертя зазнають декілька видів пошкоджень

Тріщиноутворення термічного походження – розтріскування поверхонь тертя в результаті термічного впливу (під час гальмування відбувається інтенсивне нагрівання, а потім охолодження);

Утомне спрацювання – тріщини утворюються на поверхні тертя і входять, звужуючись у глибину шару. Розвиваючись по довжині, дрібні тріщини створюють сітку на окремих обмежених або великих ділянках поверхні.

Виходячи з вищенаведеного, приходимо к висновку, що колесо перед ремонтом методом наплавки необхідно прибрати зовнішній шар металу, в якому утворились тріщини. Зняти зовнішній шар металу доцільно буде на токарному верстаті.

В зоні термічного впливу (наплавки) спостерігається збільшення розмірів зерна, змішана феритно-перлітна структура з окремими ділянками відманштеттової структури, що свідчить про сильний перегрів і схильність до крихкого розтріскування. Для усунення наслідків перегріву потрібно провести термічну обробку для подрібнення зерна.

Виходячи з вищенаведеного технологія ремонту кранових коліс методом наплавки виглядає наступним чином:

Механічна обробка під наплавку (видалення розтріскувань, які утворились під час роботи колеса);

Наплавка (відновлення зношених поверхонь);

Термічна обробка (для подрібнення зерна);

Механічна обробка (доведення геометричних параметрів відновленого колеса до наведених у кресленні).

Наступним кроком є аналіз креслень коліс, які потрібно буде ремонтувати, їх кількості для визначення обладнання для виконання ремонту.

Перелік використаних джерел

1. Хітров І.О., Гавриш В.С. Ремонт машин і обладнання: Навчальний посібник / Рівне : НУБГП, 2012. 184 с.

2. Фесенко А.Г. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин: Навчальний посібник. Дніпропетровськ : ДНУ, 2015. 104 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-86>

**AUTOMATIC MONITORING OF INDUSTRIAL BUILDINGS
FOR THE SAFETY OF STRUCTURES, ADJACENT
INSTALLATIONS AND TECHNOLOGICAL UNITS****АВТОМАТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ
ДЛЯ БЕЗПЕКИ СПОРУД, СУМІЖНИХ УСТАНОВОК
ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ АГРЕГАТІВ****Bondar O.V.**

*Expert, Design Department,
LLC "METINVEST SICHSTAL",
Dnipro, Ukraine*

Бондар О.В.

*експерт, Управління проектування,
ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ»,
м. Дніпро, Україна*

Bespalov K.I.

*Senior Engineer, Design Department,
LLC "METINVEST SICHSTAL",
Dnipro, Ukraine*

Беспалов К.І.

*провідний інженер,
Управління проектування,
ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ»,
м. Дніпро, Україна*

Приклад можливого застосування системи автоматичного моніторингу навантажень несучих колон колектора прямого перетікання ОМ Лурги 522А ПрАТ «ПІВНГЗК».

Промислові будівлі, виробничі будівлі промислових підприємств, будівлі, призначені розміщувати промислові виробництва і які забезпечують необхідні умови праці людей і експлуатації технологічного устаткування, це особливий вид споруд, призначених для організації всередині них якихось технологічних процесів. Залежно від типу виробництва дані будівлі мають різні об'ємно-планувальні характеристики, конструктивні та інженерні особливості.

У групі Метінвест застосовуються будівлі та споруди, що відносяться до процесів видобутку та переробки сировини та переробка сировини в металургійну продукцію – чавун, сталь (сляби, прокат).

У процесі експлуатації/роботи обладнання можуть виникати несприятливі дії на елементи конструкції або будівлю в цілому

Рекомендований комплекс параметрів, що підлягають виміру для промислової будівлі типу цех:

- рівні води;
- тиск та надмірний проміжний тиск в інженерних мережах (АСКОЕ, АСУ ТП);
- зусилля на опорних конструкціях основи та інженерного захисту;
- навантаження на елементи жорсткості (стяжки, стійкі);
- загальне та диференціальне осадження фундаменту;
- зусилля та деформації в бетоні та в арматурі фундаменту;
- поверхневі та глибинні зміщення ґрунту;
- зусилля та деформації в бетоні та в арматурі несучих елементів;
- зміщення несучих елементів, відхилення від вертикалі;
- ротаційні рухи стін будівлі;
- поверхневі та глибинні зрушення ґрунту;
- зміщення, деформація конструкцій;
- ротаційні рухи стінок конструкції.

Контроль зазначених параметрів дозволить завчасно виявити причину та виключити негативні наслідки.

Моніторинг технічного стану будівель та споруд – це система контролю, що забезпечує безпечне функціонування об'єктів за рахунок своєчасного виявлення та вжиття заходів щодо усунення негативних впливів, що ведуть до погіршення технічного стану.

Функціонал моніторингу інженерних конструкцій:

- контроль напружено-деформаційного стану;
- зіставлення отриманих параметрів стану контрольованих конструкцій з еталонними параметрами, визначеними у проекті, чи нормативних документах;
- звіт (висновок) про поточний технічний стан об'єкта моніторингу та прогнозу щодо зміни технічного стану на найближчий період;
- забезпечення безпечного функціонування інженерних конструкцій при зведенні будівель та споруд, а також у ході їх експлуатації прийняття у разі потреби своєчасних та адекватних заходів щодо посилення несучих конструкцій.

Система моніторингу інженерних конструкцій включає у себе:

- серверне обладнання (телекомунікаційна шафа 19', сервер системи, комутаційне та контролерне обладнання, АЦП та перетворювачі інтерфейсів, обладнання для передачі даних);
- лінійне обладнання (кабельна продукція, матеріали для монтажу та маркування);

– кінцеве обладнання – засоби вимірювання: інклінометри, акселерометри, тензодатчики, датчики тиску та тахеометр;
 – програмне забезпечення;
 – автоматизоване робоче місто (АРМ) оператора системи;
 – СМІК – система моніторингу інженерних конструкцій, що дозволяє контролювати «життєвий цикл» будівлі.

Структура програмно-технічного комплексу системи моніторингу опорних конструкцій колектору прямого перетікання Lurgi 522A наведена на рис. 1. Для запобігання граничному рівню накопичення металізованого пилу в колекторі та створення понаднормових навантажень, що призводить до непереможних деформацій у несучих конструкціях передбачається створення системи статичного контролю в нерухомих опорних конструкціях через особливості технологічного процесу: температура у колекторі – до 1050 °С, запиленість – 4...6 г/м³, температура на поверхні колектору – до 140 °С, насипна вага пилу 1,85 т/м³, прямі методи – технічно неможливі (радарний, ультразвуковий датчик рівня).

Застосовуваний метод – непрямий, встановлення спеціальних датчиків сили на 2 МН, з урахуванням стабільної роботи при підвищенні навантаження на 30% від заданої величини на опору (130 тон).

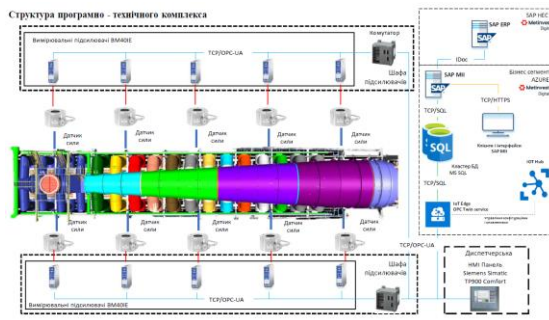


Рис. 1. Система моніторингу опорних конструкцій колектору прямого перетікання Lurgi 522A

Опис компонентів системи:

1. Спеціалізований датчик сили – компанія Hygienic Weighing Solutions (HBM) K-KMR-2M00-05m0-Y – 10 шт.
2. Промисловий перетворювач сигналу Clip BM40IE – компанія Hygienic Weighing Solutions (HBM) K-KMR-2M00-05m0-Y – 10 шт.
3. НМІ Панель Siemens Simatic TP900 Comfort – 1 шт.
4. Комутатор Siemens Scalance XB008 – 2 шт.

Експлуатаційний персонал отримає можливість в режимі реального часу отримувати дані про накопичення металізованого пилу в колекторі

Усі служби, відповідальні за підготовку планово-попереджувальних ремонтів, зможуть завчасно передбачати необхідні ресурси для своєчасного вивантаження металізованого пилу з колектору.

Дані за величиною навантажень на несучі конструкції автоматично надходять на e-mail відповідальних осіб і фіксуються в модулі SAP Manufacturing Integration and Intelligence* (SAP application for synchronizing manufacturing operations with both back-office business processes and standardized data. It functions as a data hub between SAP ERP and operational applications).

Пропоноване рішення дозволить не збільшувати металоємність колектору, не вимагатиме зміни конструкції існуючих несучих/опорних елементів і дозволять виключити ризики незмінних деформацій через відсутність даних за величиною навантаження на опорні конструкції.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-87>

RESEARCH OF AUTOMATIC WATER LEVEL CONTROL IN A TANK

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ВОДИ В БАЦІ

Vinkovskyi M.S.
*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Вінковський М.С.
*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Koifman O.O.
*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Койфман О.О.
*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Автоматичне регулювання рівня рідини в баках є однією з ключових технологічних операцій в різних промислових галузях, наприклад для підготовки підживлювальної води, яка використовується в ТЕЦ металургійних комбінатів. Точне і надійне регулювання рівня є важливим для забезпечення безперервного виробництва та уникнення

небезпечних ситуацій, таких як перелив рідини або недостатній рівень для підживлення котлів парогенераторів.

Ця робота присвячена дослідженню різних законів автоматичного регулювання рівня в баках, включаючи їх переваги, недоліки та області застосування.

Необхідно зазначити наступні технічні аспекти автоматичного регулювання рівня в баках, яке зазвичай включає в себе наступні елементи: сенсор рівня для вимірювання значення поточного рівня рідини в баці та передавання цієї інформації контролеру; електронний або програмний контролер для обробки сигналу від сенсора рівня і видачі сигналу для керування виконавчими пристроями; виконавчі пристрої для регулювання рівня рідини в баці, такі як насоси, клапани або інші.

Також можна виділити наступні регулятори для автоматичного регулювання рівня:

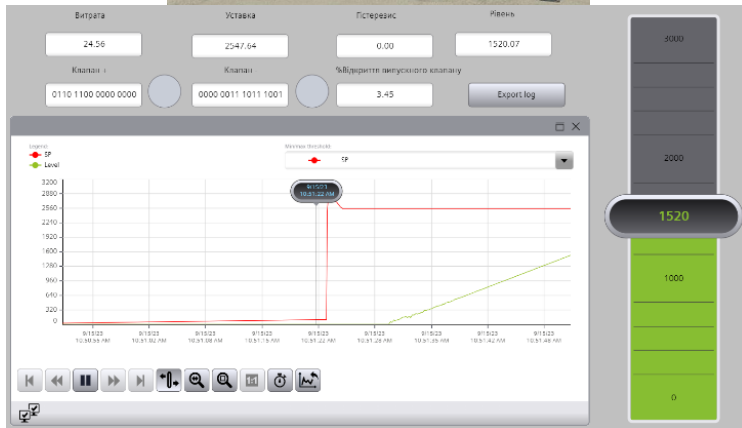
1. Пропорціональний регулятор (П) базується на відносному відхиленні поточного рівня від заданого значення. Він видає сигнали виконавчому пристрою пропорційно цьому відхиленню. Цей метод простий та досить ефективний, але може призводити до постійного зсуву (offset), коли система не досягає точного значення рівня.

2. Пропорціонально-інтегральний регулятор (ПІ) включає в себе інтегральну ділянку, яка компенсує постійний зсув. Цей метод допомагає досягти точності в регулюванні та знижує статичну похибку.

3. Пропорціонально-інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД) є найбільш універсальним методом і зазвичай забезпечує найкращу продуктивність та точність регулювання.

Для проведення дослідження було реалізовано цифровий двійник бака-накопичувача (рис. 1, а) за допомогою Factory I/O – програмного застосунку від виробника Real Games для симуляції програмованих контролерів (PLC) різних фірм, таких як Siemens і Allen-Bradley, а також використовуючи такі протоколи як Modbus & OPC, та тривимірної візуалізації різноманітних виробництв на основі заздалегідь визначених компонентів.

В якості програмного регулятора було обрано симулятор контролера S7-PLCSIM Advance V4.0 та для аналізу і обробки даних використано пакет WinCC Unified (рис. 1,б). Ці продукти фірми Siemens, як і Factory I/O, можна віднести до концепції Industry 4.0.



а)

б)

**Рис. 1. Цифровий двійник бака-накопичувача (а)
та Web-інтерфейс WinCC Unified (б)**

Для розширення можливості дистанційного керування моделлю і роботи над експериментом декількома людьми була додатково створена програма в середовищі Node-RED, яке дозволяє поєднати передачу даних по протоколу MQTT з моделлю бака (рис. 2).



Рис. 2. Взаємозв'язок програмного забезпечення

Загалом, наведені інструменти дозволяють проводити експерименти цілком в кіберпросторі, з апаратної частини використовуючи лише комп'ютер. Це забезпечує безпеку дослідів, низький ризик та більший діапазон можливостей, якщо порівнювати з дослідженнями на реальних об'єктах.

В рамках дослідження були проведені порівняння різних типів регуляторів рівня води: релейний, П-регулятор, жорсткий і усереднюючий ПІ-регулятор, ПІД-контролер який налаштований за допомогою вбудованих можливостей TIA Portal, таких як автотюнінг, а також ПІД-контролер, налаштований за допомогою нейромережі в середовищі MATLAB.

На рис. 3 зображені результати дослідів для релейного (а), ПІД-регулятора (б), та два ПІ-регулятора з різними параметрами (в) і (г).

Релейний регулятор (рис. 3, а) забезпечує швидке досягнення уставки, однак низку точність. До переваг цього регулятора можна віднести його простоту. За необхідністю його можливо відтворити без використання мікропроцесорної техніки. ПІД-регулятор (рис. 3, б), налаштований за допомогою вбудованого автотюнінгу в TIA portal, забезпечує точне регулювання, однак занадто часто змінює положення виконавчого клапану, що приводить до небажаних частих коливань. ПІ-регулятор з параметрами $K_p=1$ і $t_i=12$ с (рис. 3, в) надає результаті схожі з релейним регулятором, однак перехідний процес більш «м'який» та точний. ПІ-регулятор з параметрами $K_p=0,6$ і $t_i=1200$ с (рис. 3, г) забезпечує максимально стабільне підтримання заданого параметра, однак має динамічну похибку до 1,2%.

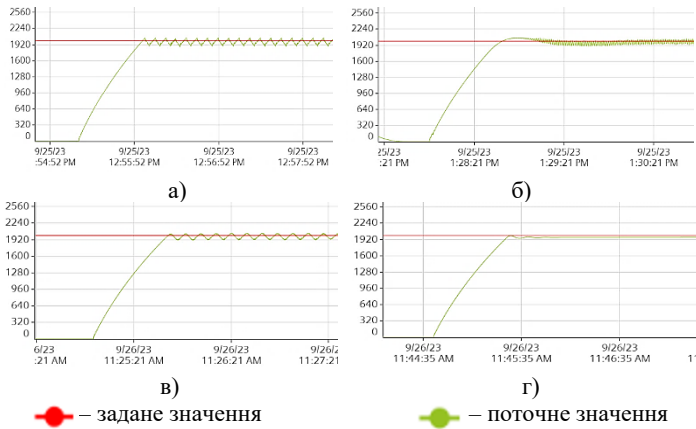


Рис. 3. Результати досліджень

В подальшому отримані результати та висновки досліджень будуть представлені у докладі на конференції та при захисті кваліфікаційної випускної роботи на здобуття другого магістерського рівня вищої освіти.

Перелік використаних джерел

1. Corripio A. B. Tuning of Industrial Control Systems Second Edition. 2nd ed. North Carolina, 2001. 230 p.
2. Siemens AG. SIMATIC S7-1200 easy book manual: Nürnberg, Germany: Division Digital Factory, 2015. 454 p.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-88>

IMPROVING THE PROCESS OF LOADING THE BALL MILL WITH GRINDING MATERIAL

ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАВАНТАЖЕННЯ КУЛЬОВОГО МЛИНА ПОДРІБНЮЮЧИМ МАТЕРІАЛОМ

Kovalevets R.V.

*student (group 133-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Ковалець Р.В.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Myrna N.V.

*student (group 133-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мирна Н.В.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Bundza O.Z.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, National
University of Water and Environmental
Engineering, Rivne, Ukraine*

Бундза О.З.

*к.т.н., доцент, Національний
університет водного господарства
та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У зв'язку з постійним зростом попиту на металеву продукцію зростають і об'єми виробництва сталі, чавуну та інших металів. Основною сировиною чорної металургії є залізні та марганцеві руди, виробництво яких також постійно зростає.

Процеси збагачення, що забезпечують металургійні підприємства високоякісною рудною сировиною, займають одне з провідних місць в гірничій промисловості. Збагаченню піддаються більш ніж $\frac{2}{3}$ залізної руди, що видобувається та вся марганцева руда. Збагачувальні фабрики для руд чорних металів являють собою потужні, повністю механізовані підприємства зі складними технологічними процесами збагачення, насичені великою кількістю різноманітним збагачувальним обладнанням [1, 3].

Модернізація технологічного обладнання гірничо-збагачувальних підприємств [2] забезпечує значний економічний ефект, збільшення об'ємів виробництва та якості продукції.

Одним із гірничодобувних підприємств у Кривому Розі є ПРАТ «ПІВНІЧНИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ». Рудну базу комбінату складають Першотравневе та Ганнівське родовища, розташовані в північній частині Криворізького залізорудного басейну. Одним з важливих етапів збагачування руди є процес подрібнення. Даний процес виконується на рудозбагачувальній фабриці № 1 (далі РЗФ-1). Перша черга (секції № 1–16) введені в експлуатацію в 1963–1964 рр., друга черга (секції № 17–27) в 1970 р. Технологічна схема збагачення секцій № 1–16 включає дві стадії подрібнення, чотири стадії магнітної сепарації, три стадії знешламлювання, в т.ч. знешламлювання зливу класификаторів, та фільтрування. Технологічна схема збагачення секцій № 17–27 включає три стадії подрібнення, три стадії знешламлювання, п'ять стадій вологої магнітної сепарації та фільтрування.

Для подрібнення руди на РЗФ-1 використовуються барабанні циліндричні кульові млини з розвантаженням через решітку (МКР 3,6*4,0; 4,0*5,0) та з центральним розвантаженням (МКЦ 3,6*5,5). Процес подрібнення: при обертанні барабана подрібнювальні тіла завдяки тертю захоплюються внутрішньою поверхнею барабана і підіймаються на деяку висоту, потім падають (або перекачуються) вниз. В млин подрібнювальний матеріал подається через патрубок завантаження в торцевій кришці всередину барабана і, просуваючись уздовж нього, піддаються впливу подрібнювальних тіл. При цьому подрібнення частинок матеріалу відбувається ударом падаючих подрібнювальних тіл і стиранням та роздавлюванням частинок між тілами. Розвантаження подрібненого матеріалу проводиться через патрубок розвантаження в торцевій кришці, а далі через бутару.

В якості подрібнювального матеріалу використовують помольні кулі, виготовлені із високоміцної сталі. Процес завантаження млина кулями відбувається наступним чином: ємність з кулями (кюбель) мостовим краном подається до млина і кулі завантажуються в ємність (кульовий живильник) для завантаження (довантаження) млина кулями. В млинах МКР з живильника, кулі, через перевантажувальний пристрій, подаються на равликовий живильник і далі разом із матеріалом доправляються до барабану млина. В млинах МКЦ з живильника кулі потрапляють одразу до барабану.

Проблемою такого способу завантаження є те, що при нерегульованому завантаженню млина кулями, у великій кількості одразу, частина куль потрапляє до шахти равликового живильника, що в свою чергу призводить до швидкого зносу черпаків, обриву хоботів

равликового живильника і далі призводить до аварійної зупинки млина та тривалого простою технологічного обладнання в ремонті.

Ми пропонуємо покращити процес завантаження кульового млина молотильними тілами шляхом установки додаткового обладнання, яке забезпечить порційну їх подачу до равликового живильника без потрапляння куль до шахти.

Перелік використаних джерел

1. Bobkov V.I., Dli M.I., Fedulov A.S. Chemical and technological thermally activated process research of roasting pellets in dense bed of conveyor indurating machine // 2017, Solid State Phenomena, 265 SSP, pp. 925–930.

2. Meshalkin V.P. Knowledge representation models for computer-aided synthesis of multi-item batch process systems //Computer application to batch process-90: Proc. Int. Conf., Cengio, Italy. 1990. P. 19.

3. Щербина В.Ю. Розвиток теорії та удосконалення технологічних процесів при виробництві будівельних матеріалів у високотемпературних агрегатах: дисертація ... доктора технічних наук: 05.17.08 / Щербина Валерій Юрійович. Київ, 2017. 393 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/21630>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-89>

USE OF SYSTEMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONTROLLING THE SHEET LEVELING MACHINE

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЛИСТОПРАВИЛЬНИМИ МАШИНАМИ

Kovalenko A.K.

*PhD Student,
Donbass State Engineering Academy,
Ternopil, Ukraine*

Коваленко А.К.

*аспірант,
Донбаська державна машинобудівна
академія, м. Тернопіль, Україна*

Sahaida P.I.

*DSc (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Сагайда П.І.

*д.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Розвиток металургії дає змогу для отримання сучасних міцних матеріалів зі значними значеннями межі плинності. Такі матеріали потребують попередню обробку у листопривильних машинах (ЛПМ) для отримання листового прокату з визначеними фізичними властивостями: площинність листа (у межах стандарту ДСТУ 8540:2015) та збільшення твердості на поверхнях листу. На ЛПМ, робота яких керується математичною моделлю процесу правки [1], конструкції ПрАТ НКМЗ для керування використовують систему автоматизації Simatic (людина-машинного інтерфейсу WinCC) розроблену фірмою Siemens AG для взаємодії зі своїми апаратними засобами автоматизації (датчики, периферійне обладнання, тощо) та для збору інформації виправленого прокату програмний комплекс IBA Analyzer. В систему автоматизації Simatic можна додати свої програмні блоки, так система дозволяє інтегрувати певні математичні моделі за допомогою підключення бібліотечних модулів написаних у вигляді зовнішніх dll-модулів (Dynamic Link Library). В якості методів моделювання правки листового металопрокату використовуються чисельні [2] і скінченно-елементні моделі [3] або їх комбінації [1, 4].

Метою даної роботи є забезпечення можливостей прогнозування налаштувань верхньої касети роликів ЛПМ (рис. 1) для зменшення вихідної кривизна листа за допомогою штучної нейронної мережі для

сучасних матеріалів з межею плинності понад 800 МПа та товщинами понад 20 мм. При вирішенні поставлених завдань в якості цільової функції була використана чисельна математична модель процесу правки [1, 4], а також її програмна реалізація, яка дозволяє визначати кривизну листа після правки в залежності від індивідуального налаштування роликів ЛПМ:

$$[W] = f(n, d, t, B, E, \chi_0, h, \sigma)$$

де $[W]$ – масив налаштувань верхньої касети роликів ЛПМ; n – кількість роликів в касеті; d – діаметр роликів; t – відстань між роликами одного ряду (верхнього або нижнього); B – ширина листа; E – модуль пружності матеріалу листа; χ_0 – початкова кривизна листа; h – товщина листа; σ – границя текучості матеріалу листа.

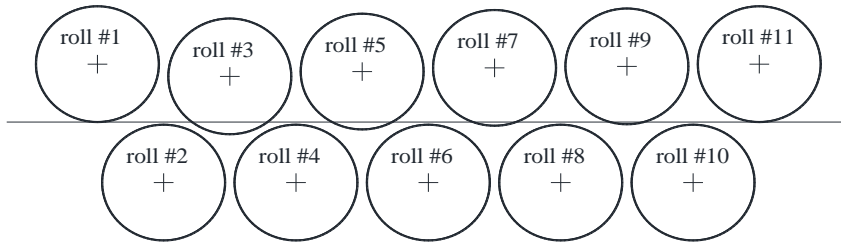


Рис. 1. Графічна інтерпретація розташування роликів в ЛПМ

На отриманих експериментальних даних від системи автоматизації Simatic та IBA Analyzer в пакеті для всебічного аналізу даних Statistica було побудовано штучну нейронну мережу для подальшого її інтеграції в систему автоматизованого керування ЛПМ, в якості вхідних параметрів використовуємо чисельна вхідні данні математичної моделі процесу правки. Пакет Statistica, на даних для навчання штучної нейронної мережі, запропонував штучну нейронну мережу з 10 нейронів вхідного слою, 10 прихованих шарів по 10 нейронів та на одного вихідного нейронна, який указує позиціонування другого ролика (roll #3, рис. 1) верхньої касети. Позиція одного другого ролика верхньої касети ЛПМ достатня оскільки всі ролики в касеті розташовуються за лінійним законом[1] і всі інші ролик розраховуються за формулою:

$$W(i)|_{i=5,7,9} = W(3) * (2 - i)$$

де $W(i)$ – позиція i -того ролика, i – номер ролика у касеті.

Для навчання було використано більше 10000 унікальних записів, враховуючи, що ЛПМ конструкції ПрАТ НКМЗ має варіативну

конфігурацію (кількість роликів у касеті та відстань між роликами одного ряду), а автоматизована система керування ЛПМ є уніфікована для всіх варіантів конфігурації ЛПМ тому і штучна нейронна мережа навчалася для всіх варіантів конфігурації ЛПМ.

Використання штучної нейронної мережі дає змогу отримати параметри налаштувань для сортamentів листів із межею плинності понад 800 МПа та товщинами понад 20 мм, для яких чисельна математична модель процесу правки не завжди дає адекватний результат через додаткові обмеження ЛПМ (максимальне зусилля правки по кожному ролику та загалом для верхньої касети роликів ЛПМ) та обмеження по часу на розрахунок (менше ніж 3 секунди).

Перелік використаних джерел

1. E.P. Gribkov, A.K. Kovalenko and S.S. Hurkovskaya “Research and simulation of the sheet leveling machine manufacturing capabilities”. *Int J Adv Manuf Technol* 120, 743–759 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08806-z>

2. J.-B. Lee and S.-S. Kang, “Numerical Modeling of Roller Leveler for Thick Plate Leveling,” *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, vol. 19, no. 3, pp. 425–430, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12541-018-0051-x>

3. N. Mathieu, R. Dimitriou, A. Parrico, M. Potier-Ferry and H. Zahrouni, “Flatness defects after bridge rolls: a numerical analysis of levelling,” *International Journal of Material Forming*, vol. 6, no. 2, pp. 255–266, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12289-011-1083-2>

4. A. V. Barabash, E. Yu. Gavril’chenko, E. P. Gribkov and O. E. Markov, “Straightening of Sheet with Correction of Waviness,” *Steel in Translation*, vol. 44, no. 12, pp. 916–920, 2014. <https://doi.org/10.3103/S096709121412002X>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-90>

COMPARISON OF THE METHODS FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF CONTROLLED PROCESS

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

Koifman O.O.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Койфман О.О.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Miroshnychenko V.I.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мірошниченко В.І.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Vinkovskyi M.S.

*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Вінковський М.С.

*студент (гр. 151-22-1м),
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Isaiev A.B.

*Senior Lecturer,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine;
SHEE "Pryazovsky State
Technical University",
Dnipro, Ukraine*

Ісаєв А.Б.

*старший викладач,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна;
ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»,
м. Дніпро, Україна*

Налаштування та налагодження систем автоматичного регулювання технологічних параметрів ґрунтується на відомих параметрах об'єкту керування (ОК), що характеризують його основні властивості: взаємозв'язок між вихідним та вхідним параметрами ($K_{об}$), запізнення реакції об'єкта керування на збурення ($\tau_{об}$), інерційність об'єкта керування ($T_{об}$).

В процесі функціонування технологічного агрегату поступово змінюються його експлуатаційні характеристики. Наприклад, знос футерування робочого простору нагрівальної печі призводить до збільшення втрати теплоти, яке, у свою чергу, безпосередньо впливає на оптимальне регулювання температури в зонах. Ці зміни повинні бути враховані періодичним налаштуванням регуляторів відповідних технологічних параметрів.

Сучасні локальні системи автоматичного регулювання переважно обладнані контролерами та програмними засобами з функцією налаштування регуляторів в автоматичному режимі, що дозволяє персоналу не заглиблюватись у ідентифікацію ОК. Недоліком цього заходу є суттєва тривалість обчислень та забезпечення працездатності системи лише у вузькому діапазоні регулювання. Незважаючи на широке, зумовлене зручністю, використання автоматичного налаштування промислових регуляторів, залишається багато невирішених проблем, пов'язаних з якістю налаштування системи регулювання, зміною параметрів ОК та зовнішніх збурень в процесі ідентифікації, а також забезпеченням потрібних показників якості процесів регулювання.

Метою цього дослідження є аналіз методів ідентифікації (визначення параметрів K_{06} , τ_{06} , T_{06}) ОК для виявлення найменшої статичної помилки.

Найпоширенішим експериментом для ідентифікації ОК є отримання його реакції на вхідний ступінчастий вплив – кривої розгону (КР), що використовується для визначення моделі процесу в технологічних додатках у межах амплітуди кроку.

Аналіз вітчизняних і закордонних джерел [1, 2] дозволяє розділити методи визначення параметрів ОК на наступні групи:

1. Інженерний метод – визначення точки перегину (максимальна швидкість зміни параметру), побудова дотичної та графічне визначення декількома способами значень параметрів для аперіодичної ланки першого порядку та аперіодичної ланки другого порядку.

2. Методи визначення реакції об'єкта у одній або двох точках: метод 0,632; метод точок 0,1..0,15 та 0,8..0,85; метод точок 0,283 та 0,632; метод точок 0,25 та 0,75; метод точок 0,353 та 0,853.

3. Апроксимації КР аперіодичними ланками першого та другого порядку із запізненням та без нього.

4. Бібліотеки Python [3] для розв'язування задач керування.

5. Визначення параметрів ОК з використанням нейронної мережі (MATLAB).

У дослідженні з використанням вищезазначених методів опрацьовано більш ніж п'ятдесят емпірично отриманих кривих розгону технологічних процесів, які можна представити аперіодичним ОК, наприклад, регулювання температури або тиску у зоні нагрівальної печі, загальної витрати газу на опалення агрегату тощо.

Перевірка адекватності отриманих результатів здійснювалась:

– моделюванням КР числовими методами для аперіодичних ланок першого порядку із запізненням або аперіодичної ланки другого порядку;

– моделюванням КР з використанням вбудованих можливостей математичних пакетів MATLAB (Simulink) та Scilab (Xcos).

Для кількісної оцінки адекватності було обрано величину достовірності апроксимації R^2 та статичну помилку (рис. 1) – залишкове відхилення параметра при досягненні сталого значення. Для інженерних розрахунків в сфері автоматизації прийнято допустимий розмір похибки до 5%.

Для результатів дослідження значення R^2 варіюється від 0,85 до 0,99, в залежності від обраного методу визначення параметрів. Аналіз отриманих результатів показав, що немає єдиного універсального методу, використовуючи який можна отримати адекватні параметри ОК для кожної кривої розгону з досліджуваної вибірки. В деяких методах визначений час запізнення перевищує час запізнення вхідної кривої розгону, квадрат похибки та статична помилка мають низькі значення.

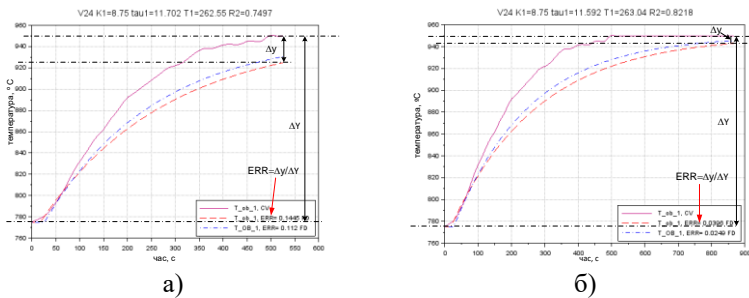


Рис. 1. Вплив кількості значень кривої розгону, змодельованої на підставі інженерного методу, на величину статичної помилки: а) 61 значення, б) 100 значень

Додатково встановлено вплив на якість отриманих результатів кількості значень кривої розгону, змодельованої з використанням визначених за певним методом параметрів ОК (рис. 1).

Для формування цілісної картини в подальшому буде визначено вплив ступеня та типу згладжування вхідних даних на зменшення квадрату похибки та статичної помилки, розроблено алгоритм для визначення точки перегину КР; визначено параметр оцінки якості результатів моделювання; розроблено алгоритм визначення параметрів об'єкту на працюючому агрегаті / технологічному процесі; досліджено вплив отриманих параметрів ОК на налаштування регулятора та якість перехідних процесів.

В наявних на виробництві системах автоматизованого управління реалізація автоматичного визначення параметрів об'єкту керування дозволить підвищити ефективність роботи системи та, відповідно, технологічного агрегату за рахунок більш якісного онлайн налаштування контурів регулювання.

Перелік використаних джерел

3. Corripio A. B. Tuning of industrial control systems. 2nd ed. ISA–The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2001. 252 p.
4. Lipták B. G. INSTRUMENT ENGINEERS' HANDBOOK. 4th ed. Taylor & Francis Group : CRC Press, 2006. Vol. 2 : Process Control and Optimization. 2304 p.
5. A Python library for solving textbook control problems ed. North Carolina. URL: <https://github.com/alchemyst/Dynamics-and-Control>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-91>

AUTOMATION OF ELECTRIC HEATING OF INDUSTRIAL PREMISES

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Kravchenko S.O.

*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кравченко С.О.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Miroshnychenko V.I.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мірошниченко В.І.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Згідно з санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 температура в холодний період року за умов важкої та фізичної праці середньої важкості повинна складати 16–19°C. Тому розробка та впровадження системи автоматизації електричного опалення виробничих приміщень покликані забезпечити зниження показників енергоспоживання обладнання, а також покращення умов роботи працівників і підвищення рівня комфорту робочого середовища. Зокрема, в рамках роботи з розробки та автоматизації системи опалення ремонтної бульдозерної ділянки запропоновано використати в якості основного нагрівального елемента карбоновий кабель, що є економічно обґрунтованим рішенням завдяки високим техніко-експлуатаційним характеристикам вуглецевого волокна.

Для автоматичної системи регулювання температурним режимом в приміщенні пропонується використати наступні компоненти:

- мікроконтролер Arduino UNO, як найбільш недорогий, надійний та функціональний у своєму класі;
- плата CD74HC4067, за допомогою якої здійснюється підключення до 16 пристроїв або датчиків до Arduino з використанням мінімуму пінів;
- плата LM2576 16 Channel Relay Module для Arduino з 16 реле для підключення до Arduino;

- модуль LCD1602 для Arduino, символьний рідкокристалічний дисплей для виведення текстової інформації;
- 4x4 Matrix Keyboard для Arduino – клавіатура, що складається з 16 кнопок для зчитування введених через кнопки даних від користувача;
- сенсори DHT22 (або AM2302) (2 од.) – датчики вологості та температури, які можуть бути використані для вимірювання відповідних параметрів робочого середовища.

Запропонована система дозволяє здійснювати моніторинг температури у виробничих приміщеннях, своєчасно реагує на зміни температури як всередині, так і ззовні приміщення, та автоматично регулює роботу нагрівачів для підтримки заданого режиму. Це забезпечує комфортні умови роботи у будь-яку пору року, дозволяє підвищити продуктивність праці та підвищує якість виконаної роботи.

Передбачається ефективне використання електроенергії завдяки реалізації роздільного керування нагрівальними елементами та оптимальному розподіленню навантаження, що дозволяє зменшити переріз силового кабелю та знизити енерговитрати. Це сприяє збереженню енергоресурсів та позитивно впливає на екологічну стійкість дільниці.

Зручність взаємодії з персоналом забезпечується використанням дисплею LCD1602 та пристрою вводу – клавіатури 4x4 Matrix Keyboard. Працівники можуть спостерігати показники температури, контролювати режим опалення та взаємодіяти з системою за допомогою пристрою вводу. Це спрощує процес налаштування та моніторингу системи, забезпечуючи швидкий доступ до необхідної інформації.

Використання візуального інструменту для програмування потоків даних від контролерів Arduino на основі веб-технологій Node-RED значно спрощує процес автоматизації та моніторингу системи опалення, а також забезпечує більшу гнучкість управління системою опалення. Node-RED призначений для обробки потоку даних, побудови потоків логіки та створення взаємодіючих програм за допомогою вузлів (компонентів), які відповідають за конкретні функції або задачі.

Node-RED надає можливість об'єднувати декілька контролерів Arduino в одну систему, отже керувати опаленням різних виробничих приміщень і вирішити проблему диспетчеризації.

Фізичний зв'язок між пристроями історично забезпечувався спеціальним оптичним волокном, Ethernet, ARCNET, RS-232, RS-485 але в нашому випадку доцільніше вибрати бездротову мережу використовуючи стільниковий зв'язок за допомогою спеціальних GSM модулів.

Запропоноване рішення з використанням сучасних елементів, які є надійними та заощадливими, а також такими, що вимагають

мінімальних вкладень на початковому етапі реалізації та в подальшій експлуатації, дозволить швидко та без суттєвих матеріальних затрат втілити його для будь-яких промислових приміщень.

Перелік використаних джерел

1. Carbon cable. URL: https://skycarbon.com.ua/shop/thread-and-cable/carbon_cable (дата звернення: 12.06.2023).
2. Полішко С.М. Паспорт об'єкта «Виробнича будівля-гараж бульдозерів ПрАТ «ЦГЗК», 2018.
3. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 : постанова від 01.12.1999 р. № 42.
4. Node-RED. URL: <https://nodered.org/> (date of access: 29.06.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-92>

APPLICATION OF WAVE CHAIN GEARS IN DRIVES OF TECHNOLOGICAL MACHINES

ЗАСТОСУВАННЯ ХВИЛЬОВИХ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ В ПРИВОДАХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Krupko V.G.

*PhD (Engineering), Associate
Professor, State Higher Education
Institution "Pryazovskyi State Technical
University", Dnipro, Ukraine*

Krupko V.G.

*к.т.н., доцент,
ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»,
м. Дніпро, Україна*

Krupko I.V.

*PhD (Engineering), Associate
Professor, LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Krupko I.V.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Suglobov V.V.

*DSc (Engineering), Professor, State
Higher Education Institution
"Pryazovskyi State Technical
University", Dnipro, Ukraine*

Suglobov V.V.

*д.т.н., професор,
ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»,
м. Дніпро, Україна*

В сучасних галузях господарського комплексу України при виконанні будівельних, землерийних, транспортно-складських та інших

технологічних операцій, досить широке застосування знаходять машини і механізми, які забезпечують виконання технологічних операцій, а відповідно і рух робочих органів зі змінною, іноді пульсуючою швидкістю. Так, навантаження і транспортування насипних масових вантажів у будівництві, гірничій промисловості, пов'язане не тільки з підніманням і переміщенням вантажів, але і таких процесів, як руйнування зовнішнього середовища та заповнення і розвантаження робочих органів(ківшів, відвалів, грейферів),що потребує зміни швидкості для підвищення їх продуктивності. Тому розробка нових і удосконалення існуючих приводів виконавчих механізмів, з метою забезпечення широкого спектра швидкостей робочих органів технологічних машин, що дозволить зменшити енергоємність процесів є досить актуальною науково – технічною задачею.

Найбільш наглядним прикладом таких явищ де необхідно змінювати швидкість робочих органів можна вважати процес взаємодії ківшів екскаваторів з ґрунтом, будівельними матеріалами або гірничими породами, коли перед робочим органом виникає значне ущільнення матеріалу що руйнується і накопичується в ківшах. Це явище істотно впливає на процес різання ґрунтів за рахунок ущільненого ґрунту (нароста), який утворюється в зоні взаємодії ріжучої кромки і ґрунту [1, 2], що називають також «ущільненим ядром». Процес наросто утворення або у відповідності з термінологією різання металів «ґрунтовий нарост» проявляється у формуванні на поверхні робочої зони ножа землерийної машини тіла з ущільненого ґрунту при різанні. Це явище істотно знижує ефективність технологічного процесу, оскільки різання здійснюється вже безпосередньо ґрунтовим наростом. Руйнування і відновлення ґрунтового наросту на ножі при деяких умовах контрольовані. Можливо як часткове рішення даної проблеми застосування дискретного руху робочого органу за рахунок застосування хвильових ланцюгових передач , що дозволить змінити швидкість руйнування ґрунту та процес наросте утворення і зменшити час циклу «руйнування– відновлення» ґрунтового наросту з меншим обсягом і щільністю останнього.

Конструктивна схема хвильової ланцюгової передачі дозволяє передати принцип роботи такої передачі, на практиці це здійснюється так (рис. 1):

– жорстке колесо 3 виконується збірним з двох паралельних співвісних дисків;

– між дисками розташовується генератор хвиль 1 з «утопленнями» в зазор між цими дисками роликами, що деформують гнучкий елемент (ланцюг);

– гнучке колесо утворюється з ланцюга 5 в результаті відсутності жорсткого дна та збільшення периметру гнучкої частини, яка перетворюється в гнучкий зв'язок;

– додається новий – ведений диск 4 кінематично об'єднаний з жорстким колесом та генератором хвиль гнучким зв'язком.

Миттєве значення передатного числа для цієї передачі знаходиться з виразу:

$$U_{\text{мит}} = \frac{R_2}{R} \cdot \frac{1}{\sin(\varphi_0 + \varphi) - \frac{R_0 - r'}{R}}$$

$$\alpha_0 = \arccos \frac{R_0 - r}{R}$$

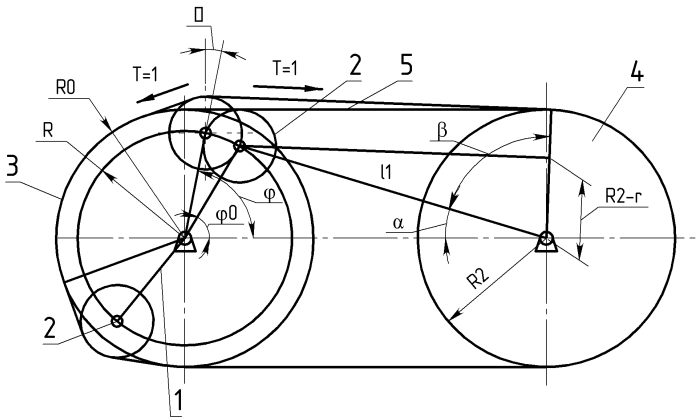


Рис. 1. Хвильова передача з зовнішнім обкатуванням гнучкого зв'язку(неспіввісна) передача

Принцип дії такої передачі полягає у пульсуючому русі веденої ланки, наприклад, зірочки 4, яка буде повертатися відносно вісі веденого колеса на кут, що відповідає переміщенню ланцюга 5 котком (ролик) 2 з радіусом r на шлях, рівний кількості ланок, що вступають в контакт з цим роликом. Таким чином, обертання водила з роликами 2 з постійною кутовою швидкістю, забезпечує пульсуючу кутову

швидкість обертання зірочки 4. Геометрична схема та основні параметри провідного елемента ланцюгової хвильової передачі визначаються зі схеми (див. рис. 1), звідки видно, що центри котків з радіусом r розміщені на колі радіусом R . Нерухома зірочка ланцюгової передачі може виконуватися з різним числом зубів, радіус дільного кола зірочки R_0 [1, 2].

Розглянуті в роботі хвильові ланцюгові передачі мають цілий ряд специфічних особливостей що дозволяє їх застосувати в приводах гірничих машин [3, 4];

– забезпечення нерівномірної (пульсуючої) швидкості руху веденого елемента ,яка залежить від конструктивних параметрів передачі;

– дозволяє в широкому діапазоні змінювати передатне відношення привода механізму з можливим вистом веденого елемента або без нього;

– при відповідній кутовій швидкості ведучого елемента забезпечити імпульсний рух веденої ланки, наприклад робочого органу, що показано на механізмі натиску ;екскаватора;

– застосування привода з хвильовою ланцюговою передачею механізму натиску дозволить підвищити ефективність роботи екскаватора і подолати негативний вплив явища ущільнення ґрунтів в процесі копанні.

Перелік використаних джерел

1. Патент України на корисну модель № 68714 МПК Е 02F 16 G 13/00 від 16 08.2004 р. Хвильовий ланцюговий редуктор. Дорохов М.Ю. Крупко В.Г.

2. Крупко В.Г., Кучер Н.О. Хвильові ланцюгові передачі у приводах землерийних машин. *Вісник ХДАДТУ*. 2016. Вип. 73. С. 184–189.

3. Крупко В.Г., Дорохов М.Ю. Розробка привода сучасних підйомно-транспортних машин із хвильовим ланцюговим передаточним механізмом. *Підйомно-транспортна техніка*. 2004. № 2 (10). С. 41–45.

4. Патент України на корисну модель №67932 МПК Е 02 F 3/08 від 15.07.2004 р. Натискний механізм екскаватора. Альошичев П.В., Дорохов М.Ю. Крупко В.Г.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-93>

**A SYSTEM FOR PREDICTING OPTIMAL MILL PERFORMANCE
TO STABILIZE THE FINISHED PRODUCT QUALITY
OF THE ORE DRESSING FACTORY**

**СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ
ПРОДУКТИВНОСТІ МЛИНА ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ
ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ**

Nikulin V.O.

*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Нікулін В.О.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Miroshnychenko V.I.

*PhD (Engineering), Associate
Professor, LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мірошниченко В.І.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Збагачення магнетитових кварцитів на рудозбагачувальних фабриках здійснюється способом магнітної сепарації руди, яка послідовно подрібнюється.

Автоматизація процесів подрібнення та магнітної сепарації є потужним засобом підвищення рентабельності виробництва за рахунок підвищення якості концентрату та зниження втрат металу у хвості збагачення.

Оптимальним варіантом постановки задачі автоматизації рудозбагачувальної фабрики є пропозиції, спрямовані на зниження коливання вмісту заліза в концентраті, при забезпеченні його якості на заданому рівні.

Неодноразово робилися спроби автоматизувати процес збагачення магнетитових руд шляхом побудови класичних схем, використовуючи як регулюючий параметр якість концентрату, а як керований – зміни продуктивності вихідного живлення. Вказані способи автоматизації виявилися важко реалізовані, насамперед, через значне транспортне запізнення між входом і виходом системи автоматичного регулювання

(САР), коли за показаннями вмісту заліза в концентраті, отриманого з руди з одними фізико-хімічними властивостями, керують на вході секції рудою з іншими фізико-хімічними властивостями.

Аналіз кореляційних зв'язків між змінними технологічного процесу збагачення показав, що переділом, який задає режим роботи наступним переділом, є технологічний блок – перша стадія подрібнення та класифікації та перша стадія магнітної сепарації. Режим роботи цього блоку визначає режим роботи всіх наступних стадій збагачення [1].

Суть пропозиції полягає у розробці системи автоматичного управління технологічним процесом, що включає САР продуктивності млина, яка забезпечує стабілізацію на заданому рівні витрати руди, яка, в свою чергу, надходить до кульового млина, а також систему прогнозування оптимальної продуктивності млина для стабілізації якісних характеристик готової продукції. Особливість цієї системи полягає у додатковому вимірюванні поточного значення вмісту заліза магнітного у вхідній руді, порівнянні його із заданим (плановим) та фактичним значенням заліза загального на виході та корекції заданої продуктивності млина в залежності від величини відхилення планового та фактичного значення заліза загального на виході та вмістом заліза магнітного у вихідній руді з урахуванням затримки за даними для порівняння на час технологічного процесу, тобто на час поки сировина (вхідна руда) пройде через технологічний процес подрібнення, класифікації та магнітної сепарації.

Це завдання можна вирішити за допомогою штучного інтелекту на базі нейронних мереж (НМ), для реалізації якого розробляється цифрова модель прогнозування з подальшим коригуванням завдання в САР продуктивності млина.

Для вирішення задач адаптації математичної моделі до особливостей даного технологічного процесу доцільно застосування нейронного регулятора. Завданням використання нейронного регулятора є видача скоригованого керуючого вхідного сигналу (продуктивності млина), отриманого з бази даних (знань). Це завдання вирішується шляхом навчання НМ на прикладах з навчальної множини. Критерієм навчання є середньоквадратична помилка навчання.

Таким чином, для системи прогнозування оптимальної продуктивності, пропонується запровадити нейронний регулятор нечіткого управління. За допомогою програми ANFIS MatLab FuzzyLogicToolbox можлива реалізація модуля нечіткого керування [2, 3].

Перелік використаних джерел

1. Азарян, А. А., Кривенко, Ю. Ю., Кучер, В. Г. Автоматизація першої стадії подрібнення, класифікації та магнітної сепарації – реальний шлях підвищення ефективності збагачення залізних руд. *Вісник Криворізького національного університету*, 2014, № 36. 275–280.
2. Berezshnaya, Olena, Razzhivin, Aleksey, Zubenko, Ekaterina (2016). Synthesis of Neural Network Regulator for Electrocontact Surfacing on the Basis of Fuzzy Control Module. *Proceedings of the International Symposium on Embedded Systems and Trends in Teaching Engineering: TEMPUS (Nitra)*, pp. 189–194, ISBN: 978-80-558-1041-6.
3. Zollo, G., Iandoli, L., Cannavacciuolo, A. The performance requirements analysis with fuzzy logic. In: *Fuzzy economic review*, 1999, Vol. IV, № 1, pp. 35–69.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-94>

**DIGITAL TECHNICAL MEANS OF AUTOMATION
OF DISTRIBUTION NETWORKS****ЦИФРОВІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ
РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ****Omelynyskiy Yu.A.**

*student 151-22-1m,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Омельницький Ю.А.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

В умовах швидкого розвитку технічних галузей соціально-економічна сфера постійно покращується, це призводить до зростання споживання електроенергії. Оскільки традиційні методи розподілення електричної енергії у більшості випадків не задовольняють потреби споживачів, енергопостачальним компаніям доводиться модернізувати енергосистему. Цифрові технічні засоби автоматизації розподільчих мереж можуть ефективно вирішувати проблеми, що існують в енергосистемі [1]. Впровадження ряду цифрових рішень в існуючі електромережі має значною мірою підвищити ефективність роботи,

зменшити витрати робочої сили та матеріальних ресурсів, а також зменшити ймовірність людської помилки.

Підвищені вимоги до ефективності розподілу електроенергії викликають необхідність, а цифрові технічні засоби дають змогу підвищити рівень автоматизації технологічних процесів передачі та розподілу енергії.

Самі ж технічні засоби автоматизації можна розділити на три групи: датчики, засоби інформації та управління, виконавчі пристрої. Датчики збирають фізичні параметри та перетворюють їх на електричні сигнали, які можна аналізувати та обробляти. Вони вимірюють різні параметри електромережі, такі як напруга, струм, тощо. Ця інформація допомагає відстежувати стан системи, виявляти аномалії та забезпечувати безпеку. Засоби інформації та управління – ця група включає в себе системи, пристрої та програмне забезпечення, які збирають, обробляють та передають інформацію операторам або автоматично приймають рішення щодо керування мережею [2]. Виконавчі пристрої – ця група включає в себе пристрої, які виконують фізичні дії на основі команд від системи управління. Це можуть бути автоматичні вимикачі, реле, приводи для увімкнення та вимкнення обладнання, а також інші механічні та електромагнітні пристрої.

Звичайні промислові трансформатори струму та напруги засновані на добре вивчених принципах, які використовуються з усіма їх перевагами, а також недоліками напрутязі більш ніж 100 років. Однак, пристрої, які використовують вихідний сигнал з трансформаторів останнім часом зазнали значних змін. Нові реле захисту та керування встановлюють підвищені вимоги до первинного вимірювального обладнання у порівнянні з класичними електромеханічними реле. На заміну застарілих трансформаторів струму та напруги стають датчики струму та напруги, які мають ряд переваг. Датчики струму та напруги розроблені без використання феромагнітного сердечника. Датчик струму заснований на принципі котушки Рогівського, датчик напруги заснований на принципі резистивного дільника. В порівнянні з трансформаторами датчики володіють кількома важливими перевагами для користувача. Основна перевага полягає в тому, що на поведінку датчиків не впливає нелінійність та ширина кривої гістерезису, що дає більш точні та лінійні характеристики у широкому динамічному діапазоні вимірюваних величин що показано на рис. 1 та рис. 2. Лінійні та високоточні характеристики датчика у всьому робочому інтервалі дозволяють об'єднати вимірювальні та захисні функції в одній обмотці.



Рис. 1. Вихідний сигнал традиційних трансформаторів



Рис. 2. Вихідний сигнал цифрових датчиків

Лінійні та високоточні характеристики датчика у всьому робочому інтервалі дозволяють об'єднати вимірвальні та захисні функції в одній обмотці [3].

Засоби інформації та управління у автоматизованих розподільчих мережах є основною частиною інфраструктури електроенергетичних систем і використовуються для ефективного управління та моніторингу розподільчими електричними мережами. Ці прилади приймають та опрацьовують вхідні сигнали від датчиків струму та напруги [4]. На основі цих сигналів інформаційна підсистема за допомогою алгоритмів виконує моніторинг та діагностику, що дає можливість в режимі «реального часу» відслідковувати стан електромережі, виявляти несправності та виконувати аналіз витрат енергетичних ресурсів. Після проведення збору та обробки вхідних сигналів інформаційна підсистема надає керуючі впливи на систему управління. Система управління використовуючи цифрові сигнали керує роботою розподільчої мережі. Керування роботою електромережі включає в себе відключення або включення обладнання, регулювання потоку ресурсів та планування обслуговування.

У цій роботі розглянуто важливу тему цифрових засобів автоматизації розподільчих мереж, що стає все більш актуальною в умовах сучасного технологічного розвитку та зростаючої потреби у надійному та ефективному функціонуванні електроенергетичної інфраструктури.

Перелік використаних джерел

1. Digital Substations in the news. Medium Voltage Products. URL: <https://new.abb.com/medium-voltage/digital-substations/digital-substations-in-the-news>

2. Helping to make the Digital Transformation a Reality – Interview with Nicolas V. and Byron F. Featured. URL: <https://resources.gegridsolutions.com/iec-61850/intelligent-digital-substation-digital-transformation>
3. Protection and control products for power distribution. Medium Voltage Products. URL: <https://new.abb.com/medium-voltage/digital-substations>
4. New Digital Current Sensors Improve Reliability URL: <https://www.powerelectronicsnews.com/new-digital-current-sensors-improve-reliability-in-harsh-environments/>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-95>

**THE AUTOMATION SYSTEM OF THE HEATING UNIT
OF THE PLANT MANAGEMENT PREMISES
AND ADJACENT BUILDINGS**

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛОПУНКТУ ОБІГРІВУ
ПРИМІЩЕНЬ ЗАВОДОУПРАВЛІННЯ
ТА ПРИЛЕГЛИХ СПОРУД**

Okhrimenko S.S.

*student, gr. 151-22-1m,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Охріменко С.С.

*студент, гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Koifman O.O.

*PhD (Engineering), Associate
Professor, LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Койфман О.О.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Теплопункт обігріву приміщень загальною площею 10000 м² є важливою складовою системи опалення підприємства і забезпечує ефективний теплообмін між водою, яка знаходиться в контурі системи опалення, та парою, що поступає від ТЕЦ до теплопункту, і виступає основним джерелом тепла. Теплообмінний модуль складається з двох

теплообмінників, до яких надходить технологічна пара та вода з контуру опалення, та забезпечує високу теплову потужність до 1000 кВт і температурний режим 80–60°C.

Сучасні технології та бажання підприємства рухатись в напрямку впровадження автоматизованих систем від малого до великого спонукає провідних спеціалістів до інтелектуальних рішень, а саме покращення якості обігріву приміщень та раціональнішого використання ресурсів. Тому за мету було поставлено переведення теплопункту повністю до автоматичного режиму роботи.

Система управління теплопункту зараз включає декілька манометрів та гідростатичний рівнемір, регулювання поточних параметрів здійснюється обслуговуючим персоналом виключно у ручному режимі. Тому система автоматичного регулювання (САР) тиску теплоносію у робочому контурі опалення, який обрано за основний параметр, забезпечить стабільну роботу теплопункту, циркуляцію води в контурі опалення до теплообмінників та подачі води для обігріву трьох поверхових будівель, підвищуючи ефективність та безпеку роботи теплопункту.

Для побудови САР було визначено наступні технологічні параметри для контролю та керування: витрата води на підживлення, тиск води у колекторі на підживлення, тиск води у зворотному контурі, температура води у зворотному контурі, тиск води на нагнітанні циркуляційного та підживлюючого насосів, температура води у прямому контурі, тиск пари на вході кожного теплообмінника, витрата пари на тепловий пункт, температура пари на вході теплового пункту, рівень конденсату у збірнику.

Було вирішено проектувати САР на основі програмованого логічного контролеру Siemens S7-1200, який включатиме процесорний модуль CPU 1214C, два модулі аналогового вводу, один модуль дискретного вводу та один модуль дискретного виводу, що повністю відповідає поставленим вимогам. Офіційний постачальник гарантує 10 років стабільної роботи системи до подальшої її модернізації, згідно наданої технічної інформації.

Результати вирішення поставленої задачі в АСУ ТП для теплопункту будуть мати наступну практичну значущість:

- завдяки автоматизованому керуванню процесами теплопункту, система дозволить досягти оптимального використання ресурсів, зниження енерговитрат і покращення ефективності опалювальної системи;

- оптимальне керування параметрами теплопункту, такими як тиск, температура і витрати, допоможе знизити витрати на опалення та експлуатацію системи;

- автоматичне регулювання параметрів теплопункту дозволить забезпечити стабільну температуру та комфортні умови в приміщеннях, сприяючи задоволенню потреб персоналу;

- система автоматизованого керування дозволить виявляти та реагувати на можливі аварійні ситуації, забезпечуючи безпеку та запобігаючи можливим несправностям;

- АСУ ТП забезпечить операторам зручні інструменти для моніторингу, керування та аналізу параметрів теплопункту, спрощуючи процес управління та знижуючи його трудомісткість.

Згідно попередніх розрахунків термін окупності впровадження системи має складати 4 роки.

Отримані результати вирішення поставленої задачі продемонструють, що впровадження сучасної системи управління теплопункту надасть змогу ефективно контролювати та керувати параметрами технологічного процесу, забезпечуючи оптимальні умови опалення приміщень, що, у свою чергу, забезпечить зниження витрат енергії, покращення якості обслуговування та зниження ризиків аварійних ситуацій.

Результати впровадження можуть бути корисними для подальшого вдосконалення систем опалення та їх автоматизації в інших промислових теплопунктах.

В подальшому отримані результати та висновки досліджень будуть представлені у докладі на конференції та при захисті кваліфікаційної випускної роботи на здобуття другого магістерського рівня вищої освіти.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-96>

PROSPECTS FOR THE USE OF DRONES IN THE MINING INDUSTRY

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ У ГІРНИЧОДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Polovynkyn V.I.

*student (group 133-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Половинкин В.І.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Сучасний розвиток гірничодобувної промисловості характеризується деякою консервативністю. Нові технології в цій галузі запроваджуються, у порівнянні з іншими галузями, значно рідше. Але конкурентоздатність галузі визначається саме стрімким запровадженням інновацій, які дозволяють підвищити її рентабельність.

Згідно [1] запровадження цифрових технологій у вугільних компаніях є об'єктивною необхідністю. Зараз вугільна галузь перебуває на новому етапі цифрової трансформації.

Як відомо цифрова трансформація передбачає запровадження сучасних засобів телекомунікацій, робото технічних комплексів, сучасних обчислювальних технологій. Як виявив аналіз наукових досліджень [2, 3] цифрова трансформація може бути ефективною за умови одночасної модернізації всієї техніки – технологічної структури підприємств, оптимізації організаційної структури та підвищення кваліфікації персоналу.

Одним із перспективних напрямків інтенсифікації розвитку гірничодобувної промисловості є застосування безпілотних літальних апаратів, які останнім часом привертають все більше уваги та переносять мобільні комп'ютери в нову еру.

Завдяки здатності дронів літати високо, вони здатні охопити широку перспективу зображень та оперативно передавати інформацію про стан об'єктів. У гірничодобувній промисловості дрон може виконувати декілька функцій: проводити геологічну розвідку та надавати оперативну інформацію про потребу організації рятувальних робіт.

Завдяки високій якості камер, встановлених на дронах, а також швидкості за допомогою яких вони можуть знімати та передавати

зображення, інформація та якість зображень, що надходять із безпілотників, можуть виявитися неоціненними для рятувальників.

Запровадження БПЛА в процес видобутку сприятиме зростанню ефективності та продуктивності підприємства, цьому сприятимуть значні скорочення строків вирішення складних завдань.

Крім того, дрони можуть проводити практично цілодобовий нагляд за роботою техніки. Моніторинг може вестись і за робітниками та підприємцями на майданчику. Ще вони часто використовуються для охорони об'єктів – дрони, обладнані інфрачервоними камерами, зможуть патрулювати об'єкт у нічний час. За їхньою допомогою можна контролювати чисельність і якість видобутої продукції.

За підтримки дронів дослідити кар'єри та шахти на наявність загроз для видобутку стане простіше та швидше. Саме витрати за часом критичні, оскільки найчастіше роботу на об'єктах не хочуть відкладати для проведення інспекції. Тому дрони зможуть попередити аварії і будь-які пошкодження. За умови обладнання спеціальними датчиками, вони зможуть оцінити скупчення шкідливих речовин на виробництві, виявити причину викидів. Також дрони можуть оцінити стан техніки без витрат часу на її зупинку та огляд, що значною мірою скоротить час простоїв.

У світі налічується не один десяток тисяч занедбаних шахт. І ці об'єкти є серйозною небезпекою, якщо не виконувати регулярний моніторинг. Проводити його безпосередньо на землі та традиційними методами дуже небезпечно та затратно. Однак робити це необхідно, а тому на допомогу у цьому питанні приходять безпілотники. Обладнання: камери різного типу, лазерні сканери, газоаналізатори – дозволяє контролювати ситуацію зі скупченням та витоком газів, спостерігати за геологічними змінами, які можуть призвести до катастрофічних наслідків, повеней та інших стихійних лих.

Підсумовуючи викладене, можемо зробити висновок, що цифровізація у гірничодобувній промисловості це не модний тренд, а інновація, яка дозволяє за рахунок максимальної кількості точних та повних даних підвищити ефективність управління на підприємстві і сприятиме його розвитку.

Перелік використаних джерел

1. Hillier B. Industry 4.0: Smart Production of the Future. Experience in Digitalization in Germany / Presentation In: Information Modeling for Infrastructure Projects and Busic ness Development in Greater Eurasia: VI International Forum, June 7th, 2017. P. 76–79.

2. Цюльке Д. Звіт про створення технологій май/ бутнього: як Інтернет речей зробить революцію у промисловому виробництві. URL: http://www.skf.com/ua/uk/news/and/media/news/search/2015/02/04_how_the_internet_of_things_will_revolutionise_industrial_production.html

3. Янович С.А., Шендеровський Л.П. Розвиток індустрії 4.0 в різних країнах. *Мат. III міжн. Наук.-практ. конф. «Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми і перспективи»*. 8.12.2022. С. 124–125.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-97>

AN OVERVIEW OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS $\cos \varphi$ IN THE 6 KV ELECTRICITY NETWORK

ОГЛЯД АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ $\cos \varphi$ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ 6 КВ

Razzhyvin O.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Разживін О.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Prasol V.A.

*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Прасол В.А.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Ефективне використання електричної енергії має вирішальне значення у глобальному світі. Економічна доцільність використання генерованої потужності вираховується мільйонами мегават і з кожним роком попит тільки зростає. Тож, ефективне використання електроенергії є першочерговим питанням, оскільки потужність генерації не може зростати нескінченно. Враховуючи той факт, що природа втрачає свій потенціал шляхом виснаження родовищ корисних копалин, глобального потепління і, як наслідок, змінення клімату, забруднення територій по всьому світу – людству необхідно замислитись над питанням розумного та ефективного використання

електричної енергії. У XXI сторіччі нам стає на допомогу безліч технологій та часткова або повна автоматизація різноманітних процесів, які допомагають заощаджувати не тільки природні ресурси, а й людські.

Цифрова трансформація у сфері електроенергетики була спрямована саме на «розумну» генерацію і «ефективне» споживання електроенергії. Генерація потужності за допомогою альтернативних джерел тобто сонячної, вітрової, гідро електроенергії підходять під ці критерії та вважаються досить екологічними. Основна мета – цілеспрямоване зменшення використання природних ресурсів, а також децентралізація виробництва електроенергії для задовільнення попиту серед віддалених об'єктів. Зменшення показників викидів вуглецю від генерації традиційними способами якнайкраще відображає ефективність використання технологічних ресурсів. Щодо промисловості, то ефективне використання електричної енергії допомагає економити ресурси та знижувати показники «втрат», таких як реактивна потужність.

Насамперед, зменшення реактивної потужності – це технологія, яка використовує конденсатори для зменшення реактивної складової і досягається шляхом корекції коефіцієнту потужності. Коефіцієнт потужності вимірює ефективність використання енергії в системі і є одним з головних критеріїв для покращення якості електроенергії. Зазвичай це показник енергоефективності який у відносному вираженні та при високих показниках якості енергомережі приближений до одиниці. Автоматизація процесу коригування коефіцієнту потужності у мережі 6 кВ надає великі переваги у порівнянні з ручним перемиканням. Для розуміння самого процесу взаємодії потрібно зрозуміти принципи роботи цифрової підстанції і головної ролі автоматизації у енергомережі.

Цифрова підстанція фокусується на перетворенні аналогових вимірювань та інформації про стан підстанції у цифровий код, який передається засобами стандарту IEC 61850. Такий спосіб передачі інформації забезпечує надійний і безпечний метод передачі даних, та знижує інвестиційні і експлуатаційні витрати якнайкраще. Рішення технологічної шини реалізовано за допомогою впровадження об'єднуючих блоків біля первинного обладнання в розподільчих пунктах. Цей блок зчитує вихідні значення вимірювальних трансформаторів, перетворює їх у цифрові сигнали та надсилає до вторинного обладнання через з'єднання на основі Ethernet. Такий підхід зменшує залежність від дротових з'єднань із зовнішнім обладнанням. Технологічна шина розроблена відповідно до стандарту IEC 61850, який забезпечує сумісність між первинним і вторинним обладнанням для оновлення та розширення системи [1]. Завдяки можливості цифрового

управління підстанцією автоматизоване обладнання має змогу вирішувати певні задачі керування об'єктом та процесами перерозподілу електричної енергії згідно заданим алгоритмам – без втручання людини. Це дозволяє мінімізувати витрати ресурсів і зменшити вплив людського фактору. Саме у таких системах використання автоматичної корекції коефіцієнту потужності є найбільш доцільним.

Серед варіантів реалізації компенсації є декілька варіантів наприклад централізована, групова або індивідуальна. Централізована компенсація конденсаторними установками з автоматичним регулюванням є найпростішим та найбільш економічним рішенням. Потужність з реактивною складовою розподіляється на декілька конденсаторних ступенів, які можна підключити незалежно один від одного. На контролер реактивної потужності в режимі реального часу подається вимірвальна інформація з параметрами електричної мережі. Відповідно наданої інформації контролером формуються керуючі сигнали на включення або відключення певного ступеню, згідно заданого значення. Перевага такої системи полягає у тому, що загальна потужність конденсаторів менша ніж сума яка необхідна для індивідуальної компенсації. У схемі групової компенсації кілька індуктивних навантажень об'єднують в одну групу і обладнують загальними конденсаторами. Такого роду рішення зазвичай застосовуються для тих користувачів які мають власні установки з розподільчими трансформаторами та високовольними лініями електропередачі. Реактивна потужність, яка споживається трансформаторами, компенсується за допомогою конденсаторів підключених до вторинної обмотки постійно. Схема індивідуальної компенсації зазвичай застосовується для об'єктів з великими обсягами часу напрацювання. Конденсатори підключаються безпосередньо до клем навантаження. Такого роду рішення мінімізують реактивний струм, який циркулює через установку, дозволяючи використати менший обсяг розподільчих пристроїв і кабелів.

Також існують різні рішення втілення компенсації реактивної потужності: автоматичні коректор потужності, статичні тиристорні компенсатори, статичні синхронні компенсатори реактивної потужності та інші [2].

Автоматичний контролер або коректор встановлюється на оснащену конденсаторними пристроями шафу і перемикає в автоматичному режимі кожний конденсаторний каскад на основі вирахованих даних. Контролер аналізує поточний коефіцієнт потужності, розмір кожної ступені і вмикає або вимикає ступені для досягнення запрограмованого значення. Також

пристрій оснащений сигналами тривоги/сповіщення як от надмірна або недостатня компенсація, відсутність вхідного струму, несправність каскаду, гармонійні спотворення та інші. Контролер зазвичай поєднується з системою автоматизації підстанції за допомогою Ethernet та має можливість дистанційного керування з робочого місця оператора.

Статичні варисторні компенсатори (SVC) складаються з комутаційних реакторів і конденсаторів, керованих тиристорами. Тиристри надзвичайно швидко реагують на сигнали керування, кількість перемикачів їх не обмежується тому вони і використовуються як комплекс компенсації реактивної потужності. Коли напруга змінюється статичний компенсатор можна швидко і плавно регулювати, відповідно до потреб динамічної компенсації, і в той же час він може досягати фазової компенсації. Перевага тиристорного управління ще і у тому що компенсатор має пристосованість до трифазних незбалансованих навантажень та ударних навантажень. Однак, оскільки в процесі перемикачів реактора, керованого тиристором, будуть генеруватися гармоніки високого порядку потрібно використання спеціального фільтру. Статичний компенсатор має здатність поглинати та віддавати реактивний струм, і використовується для поліпшення коефіцієнта потужності мережі, стабілізації напруги мережі та зменшення коливань системи. Обладнання індуктивної реактивної потужності може здійснювати безступінчасте безперервне регулювання, а обладнання ємнісної реактивної потужності може регулюватися поетапно для реалізації статичного та швидкого покращення якості напруги. Таким чином задовольняються вимоги до електропостачання, зменшуються втрати активної потужності, підвищується стабільність роботи системи [3].

Статичний синхронний компенсатор (STATCOM) – це найновіша доступна технологія компенсації реактивної потужності. Це швидкодіючий пристрій який здатний видавати або поглинати реактивний струм, і таким чином, регулювати напругу в точці підключення до енергомережі. Пристрій відноситься до пристроїв гнучкої системи передачі змінного струму (FACTS).

Типова конфігурація компенсатора складається з багаторівневих тиристорів на основі IGBT, фазних реакторів і підвищувального трансформатора з підключенням до мережі через шунт. Реактивний струм генерується або поглинається шляхом створення керованої форми хвилі внутрішньої напруги. Форма сигналу напруги регулюється відповідно до напруги в точці підключення до мережі. Зазвичай компенсатор працює як пристрій керування змінним струмом, хоча керування вихідним струмом досягається шляхом регулювання внутрішньої напруги STATCOM за амплітудою. Якщо амплітуда

напруги STATCOM вища за амплітуду напруги в мережі, в мережу видається ємнісна реактивна потужність. Якщо навпаки – струм тече від системи до STATCOM – виникає індуктивна реактивна потужність. Величина реактивного струму залежить від реактивного опору короткого замикання трансформатора та різниці напруг і обмежується тепловими межами IGBT. У нормальному режимі роботи, тобто коли напруга системи знаходиться в певних межах, обидві амплітуди напруги рівні, і реактивна потужність не обмінюється з мережею. Якщо напруга в мережі перевищує порогове значення пристрою, блок керування зменшує амплітуду напруги, змушуючи STATCOM діяти як індуктивний елемент і поглинати реактивну потужність з мережі. Коли напруга в мережі перевищує порогове значення, амплітуда кривої напруги збільшується, змушуючи компенсатор діяти як ємнісний елемент і віддавати реактивний струм в мережу [4].

Різноманітні систем компенсації реактивної потужності застосовуються у будь-яких енергомережах. Їх доцільність, спроможність та ефективність була доведена часом та прийнята за невід’ємну частку енергосистеми. Оскільки більшість крупних промислових підприємств використовує саме мережу 6 кВ як основну то й використання компенсаторів такого класу напруги і відіграє ключову роль. Також, всі вищевказані засоби компенсації працюють із системами автоматизації, при використанні яких переваги та ефективність енергетичної мережі тільки зростають. Щодо переваг використання систем компенсації реактивної потужності то головним чинником є:

- зниження виплат за споживану реактивну потужність;
- зменшення витрат в мережі – зменшення собівартості активної потужності;
- значне підвищення якості електроенергії;
- зменшення рівня гармонік;
- стабілізація струму та напруги.

Перелік використаних джерел

1. What is Digital Substation? URL: <https://www.global.toshiba/ww/products-solutions/transmission/products-technical-services/protection-relay/digital-substation.html> (дата звернення: 24.08.23)

2. The ABB comprehensive solution for automatic power factor correction. URL: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105408A5557&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> (дата звернення: 25.08.23)

3. R. Mohan Mathur, Rajiv K. Varma. Thyristor-based FACTS controllers for electrical Transmission systems. ISBN 0-471-20643-1, 2002. – p. 16-39 (дата звернення: 29.08.23)

4. Static Synchronous Compensator (STATCOM) URL: <https://www.entsoe.eu/Technopedia/techsheets/static-synchronous-compensator-statcom> (дата звернення: 29.08.23)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-98>

**PEAK LOADS REDUCTION IN THE ENERGY SYSTEM
BY ADJUSTING THE POWER CONSUMPTION MODES
OF COAL MINES**

**ЗМЕНШЕННЯ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ
ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ
ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Rukhlov A.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Рухлов А.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Rukhlova N.Yu.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Рухлова Н.Ю.

*к.т.н., доцент,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

Одним із основних сучасних викликів для енергетичної системи України вже багато років залишається проблема покриття нерівномірності графіків електричного навантаження (ГЕН), яка останнім часом тільки ускладнилася через військові дії та регулярні атаки ворога на енергетичну інфраструктуру нашої країни. Добові графіки споживання й забезпечення навантажень енергосистеми України для різних періодів року характеризуються значною нерівномірністю (в основному – за рахунок приросту побутового й комунального електроспоживання). Аналіз фактичних ГЕН, приклад

яких наведено на рис. 1, дозволяє стверджувати, що значна частина маневреної складової графіку величиною від 4–5 (влітку) до 8–10 ГВт споживання (взимку) покривається твердопаливними енергоблоками теплових електростанцій (ТЕС) потужністю 150–300 МВт, що мають досить обмежений «маневрений» потенціал [1].

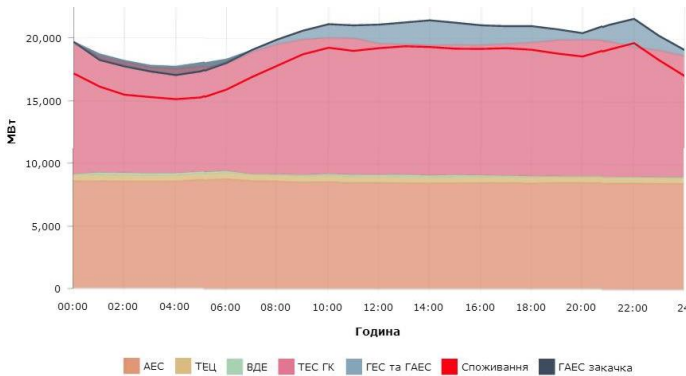


Рис. 1. Приклад фактичного добового ГЕН енергосистеми України

Внаслідок низької якості вугілля та технічних обмежень (у першу чергу у зв'язку з фізичним зношенням), фактичний регулювальний діапазон енергоблоків ТЕС становить до 20% при проектному 30–40%. У зв'язку з несприятливою структурою потужності (низький рівень маневреної складової, обмеження регулювального діапазону ТЕС), в енергосистемі практикуються щодобові зупинки 7–10 блоків на період нічного зниження навантаження з наступними їх пусками до ранкового/вечірнього максимуму навантаження. Такі режими приводять до зменшення ресурсу устаткування, підвищеної аварійності та перевитрат палива [2].

З точки зору вирішення проблеми забезпечення максимальних навантажень в енергосистемі важливим є не тільки їх рівень, а також й час доби, коли вони найбільш характерні. Знов таки, аналіз фактичних добових ГЕН енергосистеми (рис. 1) дозволяє сказати, що взимку пікові навантаження спостерігаються приблизно з 17:00 по 20:00 год., а влітку – з 19:00 по 22:00 год. Такі часові проміжки та безпосередньо проблема забезпечення максимальних навантажень у вечірні години підтверджують відповідні повідомлення від енергетичної компанії, які ми з вами регулярно отримуємо, як побутові споживачі, через соціальні

мережі. Енергосистема «просить нас допомогти їй» шляхом вимикання потужних електроприладів (наприклад, кондиціонерів) з 16:00 до 23:00.

Безперечно ми маємо це зробити, однак так само можуть вчинити й промислові підприємства, рівень електроспоживання яких перевищує потужність тисяч побутових об'єктів. Для цього підприємства мають впроваджувати заходи з регулювання режимів електроспоживання, використовуючи з цією метою споживачі-регулятори (СР), які здатні до обмеження або перенесення частини свого електричного навантаження з одних годин доби на інші (при добовому регулюванні) або з робочих днів на вихідні (при тижневому регулюванні). При чому зміна режиму роботи СР має відбуватися без завдання шкоди протіканню технологічного процесу, у якому вони задіяні.

Однак у деяких випадках споживачем-регулятором може виступати не окрема технологічна установка, а саме підприємство. На рис. 2 наведений фактичний добовий ГЕН однієї з шахт Західного Донбасу. Форма графіку свідчить про значне зниження електроспоживання приблизно з 8:30 до 13:30 год. Варто зазначити, що схожий профіль навантаження характерний майже для всіх вугільних шахт, відрізняються тільки абсолютні значення потужності залежно від продуктивності та технічної озброєності підприємства. Це пояснюється режимом роботи шахт: три 6-ти годинні зміни з видобутку вугілля та одна 6-ти годинна зміна з ремонту обладнання, під час якої видобуток вугілля не виконується. Якщо подивитись на ГЕН (рис. 2), то нескладно здогадатися, що ремонтна зміна триває з 8:00 до 14:00.



Рис. 2. Фактичний добовий ГЕН вугільної шахти Західного Донбасу

Очевидно, що з точки зору енергосистеми шахта буде виконувати регулювання власних режимів електроспоживання найбільш ефективно у випадку, коли у періоди вечірніх пікових навантажень зможе максимально

знижувати споживану потужність. Досягти цього можна шляхом зміни режиму роботи підприємства – перенести ремонтну зміну на час з 18:00 до 24:00 год. Тоді три видобувні зміни проходять з 00:00 до 18:00 год. щодня. Впровадження такого організаційного заходу майже не вимагає економічних вкладень. Основна складність – це змінити режим роботи шахти, що існує десятиліттями, переконати у доцільності цього робітників, відповідно перебудувати логістику. Перевага для енергосистеми очевидна – значне зниження споживаної потужності у вечірні пікові години, що у середньому можна оцінити на рівні 2–3 МВт для одного підприємства. Для прикладу, якщо прийняти середню потужність побутового кондиціонера 1,5 кВт (сучасні інверторні апарати мають ще менше навантаження), то одна вугільна шахта здатна «допомогти» енергосистемі як 1300–2000 побутових кондиціонерів.

Перелік використаних джерел

1. Рухлов А.В. Про сучасні виклики для енергетичної системи України. *XV Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи. Методи моделювання та оптимізації»*: Збірник тез. (Кременчук, КрНУ, 11-12 квітня 2017 р.). Кременчук, 2017. С. 78–79.
2. Рухлова Н.Ю., Кошеленко Є.В., Кириченко М.С. Енергоефективний спосіб функціонування ГВУ вугільних шахт. *Міжнародна науково-практична конференція «Енергозбереження та енергоефективність – 2022»*: Збірник тез. (Дніпро, НТУ «ДП», 25 грудня 2022 р.). Дніпро, 2022. С. 26–27.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-99>

**AUTOMATED SYSTEM FOR VIBRATION MONITORING
AND DIAGNOSTICS OF A COKE OVEN PUSHER**

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВІБРОМОНІТОРИНГУ
ТА ДІАГНОСТИКИ КОКСОВИШТОВХУВАЧА**

Simkin O.I.

*PhD (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Сімкін О.І.

*к.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Zolotarov D.G.

*student, (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Золотарьов Д.Г.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Експлуатація складних машинних комплексів, таких як коксовиштовхувач, вимагає забезпечення надійності, технічної та екологічної безпеки їх функціонування. Саме тому під час роботи коксовиштовхувача слід приділяти його постійному моніторингу. Ефективним інструментом визначення справності елементів механічних обертових систем є вібраційна діагностика, перш за все, завдяки великій інформативності вібраційних процесів, швидкому розвитку комп'ютерних технологій та можливості аналізу без демонтажу обладнання.

Вітчизняний і закордонний досвід металургійного виробництва доводить, що впровадження засобів діагностування є одним із найважливіших чинників підвищення економічної ефективності використання устаткування в промисловості. Призначення діагностування – виявлення і попередження відмов та пошкоджень, підтримка експлуатаційних показників у встановлених межах, прогнозування стану обладнання з метою повного використання ресурсу.

Система, що проектується в рамках магістерської роботи, складається з таких основних блоків (рис. 1) – перетворювача, підсилювача, аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) та персонального комп'ютера (ПК) зі спеціалізованим програмним забезпеченням, яке реалізовано в блоці опрацювання.

Найбільш узагальненими моделями ритмічних сигналів є:

- стаціонарні випадкові процеси з дискретним спектром;
- періодично корельовані випадкові процеси.

Дійсні стаціонарні випадкові процеси з дискретним спектром можуть бути подані в наступному вигляді:

$$\xi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma_k e^{i2\pi f_k t} \quad (1)$$

де γ_k – незалежні однаково розподілені комплексні випадкові величини.

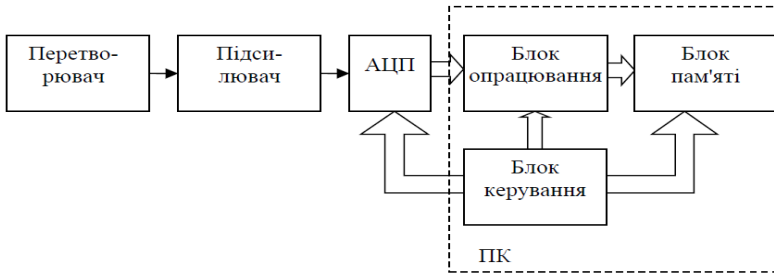


Рис. 1. Структурна схема системи збирання, ресстрування та опрацювання акустичних сигналів

Для моделювання будемо використовувати формулу (1), яку перепишемо в дійсній формі:

$$\xi(t) = \gamma_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cos(2\pi f_k t - \varphi_k)$$

Алгоритм моделювання містить наступні етапи:

1. Задати кількість гармонік n .
2. Задати амплітуди гармонік γ_k .
3. Задати початкові фази φ_k .
4. Задати тривалість реалізації T .
5. Визначити крок дискретизації виходячи з частоти вищої гармоніки f_n : $T_d = 1/f_d, f_d \gg f_n$.
6. Змодельовати реалізацію процесу, підсумовуючи всі гармоніки.

Прикладне програмне забезпечення є одним з основних компонентів систем моніторингу, на нього покладено реалізацію функції взаємодії з модулями апаратного комплексу системи, керування інформаційними потоками всередині системи, реалізацію алгоритмів цифрової та статистичної обробки інформаційних сигналів, побудови зображень

інформаційних полів, формування інтерфейсу користувача, збереження отриманої інформації та вихідних результатів, тощо.

Розроблена загальна структура програмного забезпечення систем моніторингу представлена на рис. 2.

Основні функції автоматизованої системи вібромоніторингу та діагностики коксовиштовхувача містять:

1. Моніторинг вібрації. Система вимірює і аналізує параметри вібрації коксовиштовхувача, такі як частота, амплітуда, спектр вібрації та інші характеристики. Це дозволяє виявляти відхилення від норми та потенційні проблеми.

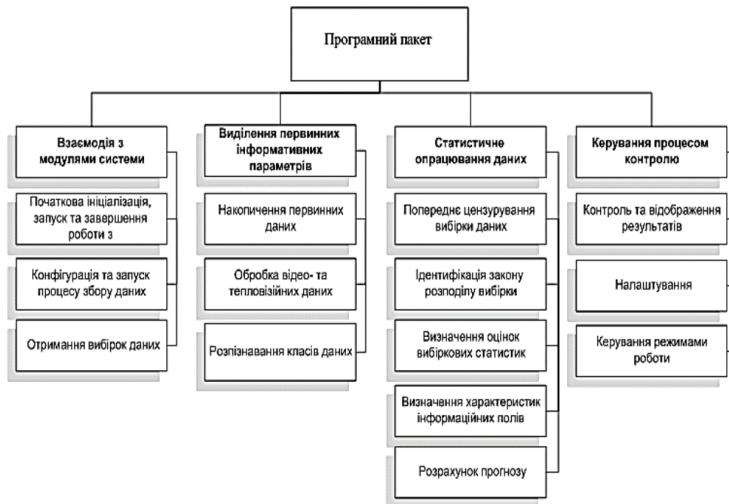


Рис. 2. Структура програмного забезпечення

2. Діагностика стану. Система використовує аналіз вібраційних даних для виявлення ознак зносу, дефектів або інших проблем в роботі коксовиштовхувача. Вчасна діагностика дозволяє уникнути аварій та планувати регулярне обслуговування.

3. Сповіщення та тривоги. Система може надсилати автоматичні повідомлення операторам або інженерам при виявленні критичних відхилень у вібрації або стані коксовиштовхувача.

4. Збір та зберігання даних: Всі дані про вібрацію та стан коксовиштовхувача збираються, обробляються та зберігаються для

подальшого аналізу та використання при прийнятті рішень щодо обслуговування та ремонту.

5. Планування обслуговування. На основі даних про стан коксовиштовхувача система може розробляти оптимальний графік обслуговування та ремонту, щоб забезпечити безперебійну роботу обладнання.

Автоматизована система вібромоніторингу та діагностики коксовиштовхувача допомагає підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати на обслуговування та ремонт, а також забезпечити безпеку працівників і обладнання. Вона є важливою частиною сучасної металургійної промисловості, де точний моніторинг та діагностика є важливими аспектами управління обладнанням.

Перелік використаних джерел

1. І.М. Яворський Методи вібраційної діагностики початкових стадій пошкодження обертових систем. Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів.

2. Прилади для вібраційного моніторингу і діагностики: URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/700971/mod_resource/content/1/%D0%9F6.pdf (дата звернення: 18.09.23)

3. ТОВ СКБ Вібрації та Ресурсу. URL: <https://vibrationvir.com.ua/article/view/sistema-vibromonitoringa-i-diaagnostiki-otechestvennogo-proizvodstva/> (дата звернення: 21.09.23)

4. Моніторинг, діагностування та прогнозування вібраційного стану гідроагрегатів. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/114/197/225-1?inline=1>

5. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії: Монографія / В.П. Бабак, В.С. Берегун ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / К.: Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016. 298 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-100>

**USE OF MODERN AUTOMATION TECHNOLOGIES
TO IMPROVE PERSONNEL SAFETY, RELIABILITY
AND EFFICIENCY OF THE COKE OVEN GAS PRESSURE
STABILIZATION UNIT**

**ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ,
НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВІДДІЛЕННЯ
СТАБІЛІЗАЦІЇ ТИСКУ КОКСОВОГО ГАЗУ**

Simkin O.I.

*PhD (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Сімкін О.І.

*к.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Korotysh V.Yu.

*student gr. 151-22-1m,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Коротиш В.Ю.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Коксовий газ є цінним ресурсом, який використовується в різних галузях промисловості. Важливим аспектом його використання є стабілізація тиску та збереження в газопроводах. Відділення стабілізації тиску коксового газу виконує ці функції, забезпечуючи надійність, безпеку та ефективність роботи підприємства.

Існуюча система управління відділенням стабілізації тиску коксового газу має ряд недоліків, які суттєво обмежують її ефективність та забезпечення безпеки:

- відсутність функцій аварійної зупинки системи через переповнення газозбірників та контролю за можливістю спрацьовування відсічних клапанів, що може спричинити небезпеку для персоналу та обладнання;

- газодувні машини працюють у холостому режимі більшу частину своєї роботи за рахунок байпасування газу, що призводить до недоцільного споживання ресурсів та збільшення витрат енергії;

– відсутність автоматичної системи вібродіагностики для газодувних машин призводить до втрати можливості виникнення ризикових станів та попередження про можливість дефектів або пошкодження компонентів. Це ускладнює планування профілактичного обслуговування та може призвести до непередбачених зупинок обладнання.

Збільшити функціонал системи та усунути вище вказані недоліки можливо лише за допомогою модернізації системи. Основні ідеї щодо технічного забезпечення системи, що пропонується:

1. Доповнити систему автоматичного керування системою вібродіагностики на базі Siemens SIPLUS CMS для газодувних машин, яка завдяки використанню алгоритмів машинного навчання аналізує вібраційні дані. Система може збирати та аналізувати вібраційні дані в реальному часі, а також аналізувати вібраційні дані протягом тривалого періоду часу, щоб визначити тенденції та виявити потенційні проблеми.

Система використовує такі алгоритми:

– Фільтрація. Фільтрація використовується для видалення небажаних компонентів з вібраційних даних, таких як низькі частоти, пов'язані з шумом, або високі частоти, пов'язані з нелінійними явищами.

– Декомпозиція. Декомпозиція використовується для розкладання вібраційних даних на основні компоненти, такі як гармоніки, модальні форми та резонансні частоти. Це може допомогти полегшити аналіз даних та ідентифікацію аномалій.

– Вимірювання. Вимірювання використовуються для оцінки різних характеристик вібраційних даних, таких як амплітуда, частота та фаза. Ці вимірювання можуть використовуватися для моніторингу стану обладнання та виявлення проблем.

– Класифікація. Класифікація використовується для визначення типу або ступеня дефекту на основі вібраційних даних. Це може допомогти вчасно виявити проблеми та запобігти серйозним пошкодженням обладнання.

Ця сучасна технологія дозволяє забезпечити неперервний моніторинг вібрацій газодувних машин, що допоможе заздалегідь аварійно зупинити систему через відслідковування вібраційних показників, що дозволить знизити ризик аварій та надати оператору час для здійснення заходів безпеки у разі виявлення аномалій.

2. Вдосконалити системи підготовки осушеного повітря, яка є ключовим елементом для ефективної роботи відсічних клапанів та зниження ризику корозії в системі розподілення повітря. Встановлення мембранної системи осушення є однією з найсучасніших технологій на

ринку. Впровадження мембранних систем осушення дозволить пропускати лише повітря, а не водяну пару, що дозволяє значно зменшити витрати на електроенергію, навіть при низькій вологості.

Впровадження сучасних технологій у системи осушення, таких як мембранні, є ефективним способом забезпечити стабільне та оптимальне забезпечення осушеного повітря.

3. Впровадити системи реєстрації відкриття та закриття відсічних клапанів використовуючи наступні алгоритми:

- Алгоритм детекції переходу стану. Цей алгоритм визначає, коли клапан перейшов з одного стану в інший. Для цього він використовує інформацію про положення клапана, наприклад, положення штока або положення ланцюга.

- Алгоритм підрахунку спрацювань. Цей алгоритм підраховує кількість разів, коли клапан перейшов з одного стану в інший. Для цього він зберігає інформацію про попередній стан клапана та поточний стан клапана.

- Алгоритм визначення часу спрацювання. Цей алгоритм визначає час, коли клапан перейшов з одного стану в інший. Для цього він використовує інформацію про поточний час та час попереднього спрацювання.

Ці алгоритми дозволяють системі реєстрації відкриття та закриття відсічних клапанів збирати та зберігати інформацію про стан клапанів. Ця інформація використовується для організації системи наступних сповіщень оператора:

- коли кількість спрацювань клапана перевищує певне значення. Це дозволяє оператору дізнатися, що клапан може потребувати заміни або ремонту;

- коли час спрацювання клапана перевищує певний час. Це дозволяє оператору дізнатися, що клапан може мати проблеми з відхиленням від норми.

Така система сповіщень допомагає операторам аналізувати стан клапанів та своєчасно проводити заміну або ремонт. Це сприяє покращенню безпеки та забезпеченню надійності роботи.

Таким чином, впровадження сучасних технологій автоматизації може істотно покращити безпеку персоналу, надійність та ефективність роботи відділення стабілізації тиску коксового газу та підвищення ефективності та безпеки коксового виробництва.

Перелік використаних джерел

1. Іванов В.А. Автоматизація коксохімічних виробництв. К.: НТУУ «КПІ», 2009. 232 с.
2. Ломакін Н.П. Автоматизація технологічних процесів коксохімічних виробництв. К.: НТУУ «КПІ», 2015. 336 с.
3. Шевцов В.В. Автоматизація технологічних процесів коксохімічних виробництв. К.: НТУУ «КПІ», 2017. 432 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-101>

**ANALYSIS OF THE CONDITIONS
FOR MODERNIZATION OF THE BLAST FURNACE HOT BLAST
STOVE BLOCK CONTROL SYSTEM**

**АНАЛІЗ УМОВ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
БЛОКОМ ПОВІТРОНАГРІВАЧІВ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ**

Stetskyi V.V.

*student (group 151-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Стецький В.В.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Miroshnychenko V.I.

*PhD (Engineering), Associate
Professor, LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мірошниченко В.І.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Технологічний процес виробництва чавуну в доменних печах потребує значного рівня автоматизації. Одним з найважливіший його етапів, до якості якого висуваються вимоги з точки зору ефективності роботи всього доменного цеху, є нагрів дуття за допомогою повітрянагрівачів. Повітрянагрівачі доменної печі забезпечують задану температуру гарячого дуття і є пристроями з періодичним режимом роботи. Система автоматичного управління блоком повітрянагрівачів покликана забезпечити стабільність роботи агрегатів, що є важливою

складовою економії енергоресурсів та підвищення продуктивності доменних печей, яка визначає ефективність роботи цеху в цілому.

Модернізація системи автоматизованого управління блоком повітрянагрівачів передбачає застосування сучасного технічного та програмного забезпечення для усіх її рівнів. Зокрема, згідно зі Стандартом АСУТП для рівня автоматизації L2 пропонується використання програмного забезпечення WinCC TIA Portal, для рівня L1 ПЛК Siemens SIMATIC S7-1500, а також технічних засобів автоматизації для рівня L0 серій SITRANS P, TH та FS.

Це комплексне рішення дозволить забезпечити підвищення якісних показників роботи блоку повітрянагрівачів та всього доменного цеху.

Перелік використаних джерел

1. Підсистема управління блоком повітрянагрівачів АСУТП виплавки чавуну в доменній печі / А. О. Поліщук та ін. *Наука та виробництво*. 2020. № 22. URL: <https://doi.org/10.31498/2522-9990222020211217>. (дата звернення: 12.05.2023).

2. Industrial Automation. *siemens.com Global Website*. URL: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation.html> (date of access: 03.06.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-102>

INFORMATION SECURITY OF RENTAL MANAGEMENT SYSTEMS

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОКАТНИХ СТАНІВ

Subotin O.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Суботін О.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Аналіз технологічних процесів прокатного виробництва [1–3] показав, що найбільш значущим технологічним завданням є контроль наявності та положення заготовок на технологічній лінії – організація

системи інформаційного супроводу металу на лінії табору. Здійснення стеження за рухом кожного сляба, аж до передачі розкатоної і згорнутої в рулон смуги на конвеєр, що охолоджує, відбувається за допомогою первинних перетворювачів, переважно фотоелектричного типу.

На рисунку 1 наведено функціональну схему ІВС листового стану гарячої прокатки. Інформаційна система включає в себе підсистеми транспортної, технологічної та режимної автоматизації.

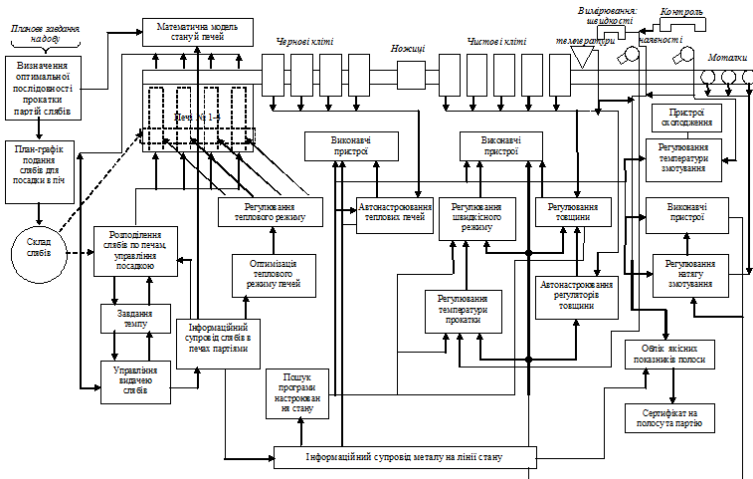


Рис. 1. Функціональна схема інформаційно-вимірювальної системи листового стану гарячої прокатки

Організація ефективного ходу технологічного процесу прокатки з малою часткою браку забезпечується практично на кожній його стадії. Найбільш важливі з них, де велика ймовірність отримання браку, у пічному районі, при різанні металу ножицями, саме прокатці, змотуванні полоси.

Встановлено, що нестабільність часу нагріву злитків та часу їх прокатки на стані суттєво ускладнює роботу пічного району, ускладнюючи прогнозування часу закінчення нагріву злитків. Не виключені і аварійні ситуації всередині самої печі через недостатню перешкодостійкість первинних перетворювачів.

Виданий з печі нагрітий сляб подається рольгангами до чорнової групи клітей, перед якими встановлений окалиноломач. Розкришена окалина видаляється з поверхні слябу гідрозбивом. При цьому мінливість температури слябів, що подаються в стан, визначає

мінливість зусиль, що діють на валки, коливання величин силових деформацій клітей, і, як наслідок, коливання геометричних розмірів прокатного профілю, неузгодженості швидкостей металу на окремих ділянках технологічної лінії стану.

Ножиці відрізають передній витягнутий кінець розкатаного сляба без зупинки його рольгангу перед чистою групою клітей. Відрізання переднього кінця має на меті зменшення величини гострого «язику», що часто призводить до забурювання металу в клітях і в моталках. Команда включення приводу ножиць дається фотоелектричним вимірником товщини, встановленим перед ножицями, коли ширина переднього кінця досягає 70...80% номінальної. На момент сходження ножів передній кінець, просуваючись через ножиці, досягає номінальної ширини. Точність різки та кількість відходів металу визначається головним чином швидкістю смуги, точністю та швидкодією первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) контролю параметрів різки.

Отже, ефективність будь-якої інформаційної системи визначається швидкісними та якісними показниками первинних перетворювачів, що використовуються.

Відповідно до вимог до точності та швидкодії, що пред'являються до ряду вітчизняних (за чинними нормативами) та зарубіжних (наприклад, вимоги Національного Бюро Стандартів, США) систем оптимізації різання швидкодія їх має бути не менше 1100 вимірювань за секунду (~0.9 мс), для забезпечення заданої точності різання за необхідної швидкості різання. Існуючі вимірювальні перетворювачі фотоелектричного типу мають швидкодію на рівні 10...50 мс. Це зумовлює необхідність підвищення швидкості обробки інформації у фотоелектричних перетворювачах практично в 10 разів.

Дослідження стану автоматизації станів гарячої прокатки і ряду аналогічних виробництв показали, що існуючі фотоелектричні вимірювальні перетворювачі аналогового та імпульсного типу при роботі в умовах інтенсивних оптичних та електромагнітних перешкод, забезпечуючи ймовірність появи помилки контролю на рівні 10^{-3} , не відповідають повною мірою вимогам та достовірності формованої інформації. Це призводить до аварійних ситуацій у роботі прокатного стану (забурювання, заклинювання слябів у виконавчих пристроях, поломка обладнання) та, як наслідок, до значних матеріальних втрат [4].

Вирішення завдання на користь продуктивності можливе шляхом створення або удосконалення ІВС контролю технологічних параметрів прокатного стану шляхом підвищення достовірності вимірювальної інформації та швидкодії системи інформаційного супроводу металу на технологічній лінії прокатного стану [2, 5].

Наведені приклади свідчать про значущість проблеми забезпечення систем контролю технологічних параметрів прокатних станів високонадійними безконтактними вимірювальними перетворювачами, здатними працювати в екстремальних умовах металургійного виробництва, забезпечуючи високу достовірність та швидкодію контролю. Особливо важливу роль вони відіграють в умовах, екстремальних за температурою та іншими факторами, що заважають, зокрема оптичними перешкодами. Вони дозволяють вирішувати транспортну, технологічну та режимну автоматизацію як усієї лінії, так і окремих ділянок прокатних станів.

Отже, створення сучасних комплексів із засобами контролю з високою заводостійкістю та швидкодією для систем управління складними теплотехнічними процесами є актуальним завданням з економічної та науково-технічної точок зору. Це зумовлено неприпустимістю затримки чи втрати інформації на стадіях контролю, передачі та зберігання виробничої інформації для організації ефективного та безаварійного технологічного процесу прокатки.

Перелік використаних джерел

1. George Kelk Corporation. KELK Sensors for Rolling Mills. *Description and Specifications*. Ontario, Canada, 1998.

2. Суботін О.В. Шляхи підвищення продуктивності прокатних станів. *Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні*: Зб. наук. пр. ДДМА Краматорськ, 2000. С. 405–407.

3. Oleksii Razzhivin, Oleg Markov, Oleg Subotin. Automated Melt Temperature Control System In Induction Furnace // 4th IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine 20 – 22 October, 2022. pp. 535–538. IEEE Catalog Number: CFP22K83-ART. DOI: 10.1109/MEES58014.2022.10005650.

4. Суботін О.В., Разживін О.В. Підвищення достовірності первинної інформації в системах комплексної автоматизації прокатних станів. *Обробка матеріалів тиском*: Зб. наук. пр. ДДМА Краматорськ, 2010. № 3 (24). С. 205–211.

5. Таланчук П.М. Засоби вимірювання в автоматичних та керуючих системах.: Підручн. для студентів вузів, які навчаються із спец. «Автоматизація технологічних процесів і виробництв.» / П.М. Таланчук, Ю.О. Скрипник, В.О. Дубровний. К.: Райдуга, 1994. 672 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-103>

AUTOMATION OF DRYING DRUM

АВТОМАТИЗАЦІЯ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНУ

Uvarov M.O.

*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Уваров М.О.

*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Miroshnychenko V.I.

*PhD (Engineering), Associate
Professor, LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мірошниченко В.І.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Поточний стан автоматизації сушильних барабанів на більшості промислових підприємств можна охарактеризувати як відсутність або наявність на мінімальному рівні. В умовах багатьох виробництв сушіння сировини виконується застарілими методами, де регулювання витрати газу для нагріву об'єкта сушіння відбувається в ручному режимі, на підставі візуальної оцінки процесу та досвіду операторів. Відсутність автоматичного контролю та моніторингу параметрів, зокрема, температури сушіння, призводить до зниження ефективності процесу та збільшення споживання енергоресурсів. Окрім цього необхідність постійно перебувати поблизу обладнання задля реалізації візуального контролю та ручного керування агрегатом створює додаткові ризики для здоров'я оператора. Відтак автоматизація сушильного барабана є суттєвим кроком до підвищення рівня безпеки його експлуатації, оскільки передбачає можливість віддаленого контролю та регулювання технологічних параметрів, зменшуючи вплив людського фактору на безпеку та ефективність процесу. Отже за відсутності належного рівня автоматизації сушильного барабану складно досягти стабільності показників технологічного процесу та знизити надлишкові затрати енергоресурсів.

Система автоматизованого керування сушильним барабаном передбачає вирішення задачі дотримання заданого теплового режиму сушіння задля запобігання невідповідності вихідного матеріалу вимогам до якості внаслідок його недо- або перегріву. Регульованими параметрами є: температура сушильного агента, розрідження в барабані, витрати газу та повітря, продуктивність сушильного барабану.

Контрольованими параметрами, що використовують для корекції, є вологість вихідного матеріалу та температура сушильного агенту на виході з барабану.

Технічні засоби польового рівня для реалізації поставленої задачі автоматизації сушильного барабану були обрані у відповідності до Стандарту АСУ ТП, прийнятому в METINVEST ХОЛДІНГ. Для контролю витрати газу, тиску газу та тиску повітря запропоновані перетворювачі серії Sitrans FX330 та P500. Для контролю температури сушильного барабану на вході, виході та в топці пропонуються перетворювачі температури SITRANS TH200 з сенсором терморпарою типу К. Для вимірювання вологості порошків для вогнетривів згідно зі Стандартом АСУ ТП було обрано онлайн-аналізатор вологості LB 350 Berthold Technology, що забезпечує високу точність вимірювання вмісту вологи в сипких матеріалах за складних умов експлуатації. В системі також передбачені дискретні датчики, такі як Siemens QRA2 для контролю присутності полум'я, Siemens SU1052 для перемикання режиму та Siemens SU1152 для аварійної зупинки. Вони дозволять здійснювати моніторинг стану технологічного обладнання та вчасно реагувати на можливі аварійні ситуації.

Виконавчі механізми, такі як AUMA SA 16.2 та EQ 40 в комплекті з клапанами регулювання витрат газу та повітря Siemens VGG10.2041P і VGG41 пропонуються застосувати для регулювання витрат газу та повітря в процесі сушіння, а також розрідження в робочому просторі барабану. Актуатор Siemens SKP25, що передбачає уповільнене відкриття та швидке закриття газового відсічного клапана Siemens VGD40.065U, а також сигнальні лампи Siemens 8WD4408-0AA, 8WD5320-0CC, 8WD5320-0CB покликані забезпечити надійну роботу та безперервне сповіщення про стан обладнання.

Впровадження запропонованої системи автоматизації сушильного барабану покликане забезпечити підвищення продуктивності його роботи та безпеки для персоналу. Завдяки моніторингу технологічних параметрів процесу сушіння порошків для вогнетривів та відповідному аналізу даних є можливим оптимізувати роботу агрегату, обладнання та персоналу з метою енерго- та ресурсозбереження. Ця ініціатива підвищить безпеку експлуатації завдяки можливості аварійної зупинки обладнання в разі виникнення відповідних ситуацій.

Усі перелічені аспекти забезпечать ефективне та енергозберігаюче використання технологічного агрегату, стабільно високі показники якості вихідного матеріалу, повністю придатного для подальшої обробки, чим сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку.

Перелік використаних джерел

1. Інструкція по експлуатації сушильного барабану №2. ЦМВ, 2019.
2. Паспорт барабану сушильного 2,2x12 № 2, 1977.
3. Industrial Automation. siemens.com Global Website. URL: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation.html> (date of access: 04.09.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-104>

**STUDY OF GRIPPER PRODUCTIVITY
AND SAFETY BRIDGE CRANES**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ
ГРЕЙФЕРНИХ МОСТОВИХ КРАНІВ**

Kharchenko I.V.

*student (group 133-22-1м),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Харченко І.В.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Holotiuk M.V.

*PhD (Engineering), Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Голотюк М.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Світовий розвиток технологій спонукають промислові підприємства України впроваджувати модернізацію у всіх ланцюгах виробничих процесів. Основними тезами науково-технічного прогресу пропоную розглянути застосування мехатронних систем та автоматизації обладнання. На основі трансформації обладнання шляхом автоматизації процесів можливо перейти від традиційних методів до рівня прогресивних технологій, які дають можливість підвищити ключові показники рівня безпеки та продуктивності процесів підприємства.

Одним із транспортних потоків у гірничо-металургійній промисловості застосовують грейферно-мостові крани у підготовці виробництва або навантаження готової продукції, що безпосередньо

впливає на ефективність основних параметрів виробництва організації і головним завданням стає підвищення безпечної експлуатації та подовження тривалості робочого циклу грейферно-мостових кранів, забезпечити прямий контроль над процесом навантажувально-розвантажувальних робіт.

Розглянемо головні критерії та ризики впливу на процес навантажувально-розвантажувальних робіт грейферно-мостових кранів:

- зачеплення грейфера;
- контроль розгойдування вантажу;
- швидкість операції закриття та підйому грейфера;
- швидкість та переміщення візка;
- швидкість та переміщення ходу моста;
- маневреність крана;
- позиціонування вантажу в заданій точці та кінцевого позиціонування;
- робочої зони та захисні зони;
- динамічні навантаження.

Функціональні рішення оптимізації процесів усунуть негативні фактори під час експлуатації грейферно-мостового крана шляхом мехатронних та автоматизованих систем.

Автоматизована функція захисту, що спрацьовує при зачепленні вантажу, зупиняє рух крана при випадковому зачепленні грейфера – і це знижує ризик виникнення аварійних ситуацій під час переміщення виробничого обладнання та попередити пошкодження вантажу під час переміщення.

Автоматизована функція контролю розгойдування вантажу, коригує прискорення та уповільнення візка моста крана. Це впливає на значне скорочення тривалості робочого циклу, покращує точність позиціонування вантажу, підвищує безпеку вантажу та утримує вантаж від розгойдування.

Адаптивне регулювання швидкостей оптимізує швидкість роботи та маневреність крана, дозволяє переміщати порожній грейфер зі швидкістю, що більш ніж в двічі перевищує швидкість навантаженого грейфера і за цей рахунок досягає підвищення ефективного управління механізмом підйому та закриття. Автоматичне регулювання швидкості механізмів забезпечує точність руху на різних швидкостях робочого циклу, при цьому пуск виконується швидко та плавно, покращується контроль вантажу.

Автоматизована функція позиціонування вантажу в заданій точці та кінцевого позиціонування дають можливість виконувати завдання

підвищеної точності, значно скорочують тривалість робочого циклу та допомагають в управлінні крана.

Функція захищеної зони та робочий простір – це ключовий критерій безпеки навантажувально-розвантажувальних робот. Дозволяє виділити «небезпечні зони» та межі робіт для проходження крана, забезпечуючи безпеку виробничого обладнання. Автоматична система не допустить випадкового зіткнення або пошкодження крана та розташованого поблизу нього обладнання.

Автоматичний контроль над динамічними навантаженнями забезпечує плавне прискорення в момент відриву грейфера. Система аналізує навантаження на привід підйому. Таким чином, фіксуються та вивчаються динамічні навантаження на кран, що збільшує термін служби металоконструкцій і механічних вузлів крана.

Пропоновані рішення модернізації шляхом застосування автоматичних систем грейферних мостових кранів у повній вірі вирішує проблему з продуктивністю та безпекою навантажувально-розвантажувальних робот у виробництві. Такі критерії ефективно впливають на всі техніко-економічні показники та розвиток комплексу.

Перелік використаних джерел

1. Морохова Н.А., Перепелкін В.М. Автоматизація навантажувально-навантажувальних транспортних і складних робот. *Сучасні проблеми науки і освіти*. 2014. №3.
2. Підвищення ефективності управління транспортно-логістичними системами / Г.Ф. Бабушкін, О.Д. Омельченко, Г.О. Лебідь: Технологічний центр, 2004. №4 (10).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-105>

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF ROCK EXCAVATOR
ELECTRICAL EQUIPMENT AND QUARRY POWER SUPPLY
LINES IN THE CONDITIONS OF MINING AND ORE
ENTERPRISES OF THE KRYVYI RIH BASIN**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ РОБОТИ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СКАЛЬНИХ ЕКСКАВАТОРІВ
І КАР'ЄРНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
В УМОВАХ ГІРНИЧО-РУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ
КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ**

Khilov V.S.

*DSc (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Хілов В.С.

*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Існуюча проблема. Скельні екскаватори, що працюють у кар'єрах України, обладнані п'яти машинною системою генератор-двигун [1]. У цій системі, в період пуску, первинний синхронний двигун безпосередньо підключається до системи електропостачання. Таке технічне рішення призводить у період пуску до семикратних пускових струмів, які створюють 49-кратні електродинамічні зусилля, що призводить до швидкого накопичення втомних руйнувань в обмотках синхронного генератора та лінії електропередачі. Тому в наявній технології накладаються суворі обмеження на кількість прямих пусків генератора – не більше 3–4 разів на добу, що дає змогу підтримувати агрегат у працездатному стані.

Такий підхід суперечить енергозбереженню, оскільки в періоди технологічних пауз (наприклад, очікування транспорту, яке може досягати в сумі за добу до 4 годин робочого часу) генераторна група екскаватора працює в режимі холостого ходу зі споживанням електроенергії з мережі. У непродуктивні періоди очікування споживається енергія: екскаватором ЕКГ-8 становить 110–120 кВт, екскаватором ЕКГ-10 – 130–150 кВт, екскаватором ЕШ-10/70 – 200 кВт. Ця енергія перетворюється на тепло і виноситься вентиляторами в атмосферу. При цьому гріються обмотки, ізоляція старіє, зношуються

підшипники, стираються щітки і протираються колектори на генераторах. Моторесурс агрегату непродуктивно виробляється і скорочується.

Крім того, існує проблема генерування реактивної потужності синхронним двигуном генераторною групою екскаватора, як у робочому циклі, так і в періоди технологічних пауз на холостому ходу.

Вирішення проблеми. Існуюча проблема ефективно розв'язується шляхом плавного (безударного і тому нешкідливого, як для електрообладнання екскаватора, так і для лінії електропостачання) пуску номінальним струмом генераторної групи пристроєм оперативного керування перетворювальним агрегатом скельного екскаватора, що забезпечується пристроєм за патентом України [2, 3]. Цей пристрій реалізує оперативне вимкнення агрегату, що працює понад 0,5–2 хв. у холосту, чим економиться електроенергія. Після закінчення технологічної паузи пристрій реалізує безударний (плавний і нешкідливий) розгін агрегату до номінальної швидкості. Час розгону агрегату становить: 20–25 сек для екскаватора ЕКГ-8; 25–30 сек – ЕКГ-10; 45–50 сек – ЕШ-10/70. Пускові струми і динамічні удари в агрегаті Г-Д і ЛЕП відсутні.

Безударний пуск вирішується тим, що в багатомашинний агрегат, що містить на одному валу машину змінного струму і генератори постійного струму в якрне коло генератора, в період пуску, підєднується індуктивно-ємнісний перетворювач з трифазним випрямлячем. Індуктивно-ємнісний перетворювач дозволяє синхронізувати рівні напруги на виході некерованого випрямляча з номінальною напругою якрного кола, а з іншого боку такий перетворювач повністю зберігає працездатність при провалах напруги мережі.

Застосування пропонованого способу плавного пуску генераторної групи дозволяє усунути ударні струми в момент підключення машини змінного струму до мережі електропостачання, підвищити безаварійний ресурс машини змінного струму, поліпшити енергетичні показники в період розгону генераторної групи [4] та усунути вплив на систему електропостачання навантажень [5].

Проблема усунення генерування реактивної енергії вирішується шляхом застосування регулювання струму збудження синхронного двигуна як у робочому циклі, так і в періоди технологічних пауз пристроєм [6]. Це досягається шляхом відстеження генерованої реактивної потужності й автоматичного підтримання її на заданому рівні, аж до нульового значення, коли коефіцієнт потужності дорівнює одиниці.

На теперішній час реалізація цих можливостей запропонованих пристроїв підтверджено позитивним досвідом упровадження на екскаваторах в умовах кар'єра Південного ГЗК, що істотно підвищило техніко-економічні показники роботи скельних кар'єрних екскаваторів і ліній електропостачання.

Економічний ефект розв'язання проблеми. Ефект від впровадження пристрою плавного пуску підтверджено досвідом впровадження в умовах гірничо-геологічних умов ПЗК. Відчутно підвищилася економічність роботи екскаватора і системи електропостачання, що відзначається службами експлуатації. Оціночні розрахунки очікуваного прибутку становитимуть понад 1700000 грн. на рік на економії електроенергії і не менше 800000 грн. на підвищенні надійності агрегату. Термін окупності очікується не більше 6–7 місяців.

Перелік використаних джерел

1. Pivnyak G. AC drive system for actuator's power control. / G. Pivnyak, A. Beshta, V. Khilov. *XIII International Symposium on Theoretical Electrical Engineering ISTET'05*. Lviv 2005. P. 368–370.
2. Ропало В.М., Хілов В.С. Спосіб пуску двигуна змінного струму генераторної групи. Патент 73248 України. Опубл. 10.09.2012. Бюл. №17, 2012.
3. Ропало В.М., Хілов В.С. Пристрій пуску двигуна змінного струму генераторної групи. Патент 73247 України. Опубл. 10.09.2012. Бюл. № 17, 2012.
4. Noguchi T. Quick torque response control of an induction motor based on a new concept. / T. Noguchi, S. Takahashi. *IEEEJ Tech. Meeting Rotating Mach.* 2014. Vol. RM84-76. P. 61–70.
5. Pan C.-T. A microcomputer based vector controlled induction motor drive. / C.-T. Pan, T.-Y. Chang. *IEEE Trans. on Energy Conv.* 2013. Vol. 8, № 4. P. 750–757.
6. Attaianesi C. A Space Vector Modulation Algorithm for Torque Control of Inverter Fed Induction Motor Drive. / C. Attaianesi, A. Perfetto, G. Tomasso. *IEEE Trans. on Energy Conv.* 2002. Vol. 17, № 2. P. 222–229.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-106>

**AUTOMATION OF GLASS GLUE FILLING UNIT
OF SEWING PRESS**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ВУЗЛА ЗАСИПКИ СКЛОЗМАЗКИ
ПРОШИВНОГО ПРЕСУ**

Cherepashchuk G.O.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
National Aerospace University
“Kharkiv Aviation Institute”,
Kharkiv, Ukraine*

Черепашук Г.О.

*к.т.н., доцент, Національний
аерокосмічний університет
імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
м. Харків, Україна*

Potylchak O.P.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
National Aerospace University
“Kharkiv Aviation Institute”,
Kharkiv, Ukraine*

Потильчак О.П.

*к.т.н., доцент, Національний
аерокосмічний університет
імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
м. Харків, Україна*

Технологічні змазки відіграють важливу роль під час виробництва труб пресуванням. Вони необхідні для належної якості труб, забезпечення рівномірної деформації шарів, отримання задовільної стійкості інструменту та зниження зусиль деформації.

Склозмазки під час пресування забезпечують низький коефіцієнт тертя (0,04–0,05), хороші теплоізоляційні властивості і не викликають науглецювання виробу. Це дуже важливо при пресуванні біметалічних труб, одним із шарів котрих є нержавіюча сталь, на якій не повинно бути слідів міжкристалічної корозії. Такі якості змазки мають велике значення і у випадку застосування інших металів і сплавів.

Перед операцією експандування у конус, виконаний на заготівці, яка завантажується в прошивний прес зусиллям 12,5 МН, подається доза склозмазки. При недостатній кількості склозмазки в процесі експандування може виникнути розрив мастильної плівки всередині гільзи, що є неприпустимим і може призвести до виникнення дефектів на внутрішній поверхні труби. З огляду на це дуже важливою є задача підвищення точності дозування склозмазки.

Для вирішення цієї задачі авторами розроблено і впроваджено на одному із промислових підприємств України ваговимірювальний пристрій вузла засипки склозмазки ВУУЗ-2, котрий працює у взаємодії

з промисловим контролером прошивного пресу. Ваговимірювальний пристрій ВУУЗ-2 складається з таких блоків: ваговий індикатор FT-113Fill-A; тензодатчик PC22-10kg-C3; заслінка з соленоїдами; блок живлення VWS-60-24; пульт управління; сполучні кабелі.

Основні технічні характеристики пристрою ВУУЗ-2: діапазон вимірювання ваги – склосмазки від 40 до 2000 г; ціна повірювальної поділки – 2 г; клас точності за ДСТУ EN 45501 – середній, III; припустимий період часу для зважування дози – 70 с; ступінь захисту – IP65.

Структурну схему ВУУЗ-2 зображено на рис. 1.

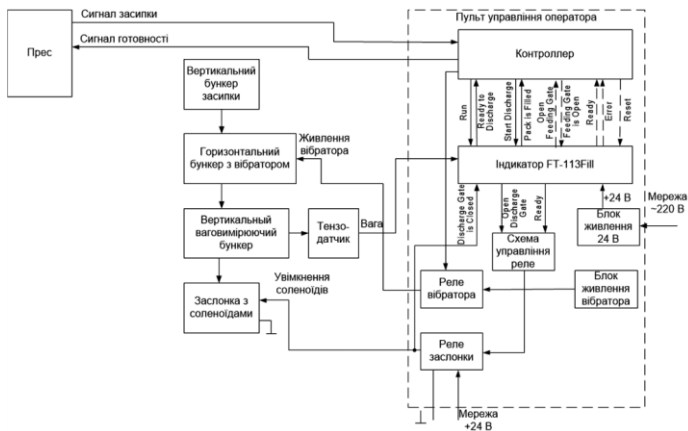


Рис. 1. Структурна схема ваговимірювального пристрою ВУУЗ-2

В якості вагового індикатора для ваговимірювального пристрою вузла засипки склосмазки було обрано індикатор FT-113Fill-A виробництва компанії Flintec. В якості тензодатчика було обрано тензодатчик PC 22-10kg-C3 з верхньою межею навантаження 10 кг. Він є тензометричним датчиком зсуву серії PC-22, виконаний за технологією SINGLE POINT, яка мінімізує дію паразитних навантажень та бічних зсувів. Пульт управління пристрою ВУУЗ-2 призначений для подавання напруги живлення +24 В від блока живлення VWS-60-24 на ваговий індикатор, а також напруги від мережі +24 В в якості зовнішнього живлення цифрових виходів вагового індикатора.

Крім того, перемикачем на передній панелі пульта управління здійснюється вибір режиму керування заслінкою (ручний або автоматичний) та керування заслінкою в ручному режимі. У

автоматичному режимі керування заслінкою здійснюється за сигналами з цифрових виходів вагового індикатора. У ручному режимі заслінка закривається і відкривається незалежно від сигналів вагового індикатора. Відкривання і закривання заслінки реалізовано за допомогою двох стандартних соленоїдів JF-0826B, що дозволило уникнути використання пневматичного керування заслінкою, яке є більш складним і дорогим у реалізації ніж електричне.

У ваговому індикаторі FT-113Fill-A реалізовано 12 різних програм дозування. Для ваговимірювального пристрою ВУУЗ-2 вдалося використати стандартну програму дозування PASC, при цьому необхідне для керування заслінкою логічне підсумовування сигналів “Open Discharge Gate” і “Ready” виконується апаратно у пульті управління. Часові діаграми роботи пристрою за програмою дозування PASC показані на рис. 2.

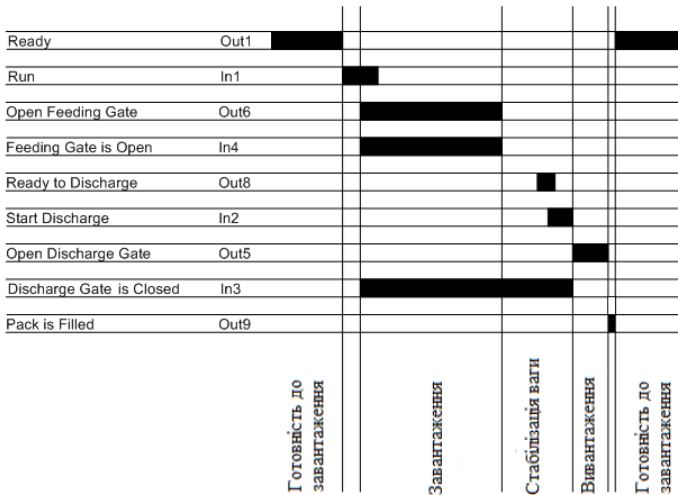


Рис. 2. Часові діаграми роботи пристрою за програмою дозування PASC

За наявності сигналу готовності до завантаження (Ready) від вагового індикатора контролер надсилає йому сигнал початку завантаження (Run). Заслінка при цьому закрита. Коли вага скломаски, завантаженої у ваговимірювальний бункер, досягає встановленого на ваговому індикаторі значення, ваговий індикатор подає на контролер сигнал готовності до вивантаження (Ready to Discharge). За цим сигналом

контролер припиняє завантаження склосмазки і подає на ваговий індикатор сигнал початку вивантаження (Start Discharge). Отримавши даний сигнал, ваговий індикатор подає команду відкриття заслінки (Open Discharge Gate), після чого доза склосмазки вивантажується у конус, виконаний на заготівці.

Таким чином, розроблений авторами ваговимірвальний пристрій дозволяє підвищити точність дозування склосмазки, тим самим зменшивши ймовірність браку під час виконання операції експандування.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-107>

IMPROVEMENT OF CONTROL METHODS FOR PALLET CARS OF THE LURGI ROASTING MACHINE

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ СТАНУ ОБПАЛЮВАЛЬНИХ ВІЗКІВ НА ОБПАЛЮВАЛЬНІЙ МАШИНИ LURGI

Shcherbyna O.V.

*student (group 133-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Щербина О.В.

*студент гр. 133-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Bundza O.Z.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
National University of Water
and Environmental Engineering,
Rivne, Ukraine*

Бундза О.З.

*к.т.н., доцент,
Національний університет
водного господарства
та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Виробничі потужності підприємств металургійної та гірничорудної промисловості у світі зростають і прогнозується, що ця тенденція буде тривати, а модернізація їхнього технологічного обладнання призводить до істотних економічних ефектів, особливо в гірничорудній сфері, де виробництво зумовлене великими обсягами, високою енерго-ефективністю та складними фізико-хімічними процесами.

Для виробництва сталі та гарячебрикетованого заліза використовуються обкотиші, які проходять теплову обробку в обпалювальних машинах. Цей процес вимагає значних витрат енергії та великого обсягу споживання природного газу. Оскільки вартість енергоносіїв постійно зростає, то необхідність ефективного використання палива в обпалювальних машинах є надзвичайно важливою.

Для досягнення більшої продуктивності та покращення якості продукції, необхідна постійна модернізація обладнання та використання систем автоматизації управління технологічними процесами (АСУ ТП).

Сучасні технології та програмне забезпечення є невід'ємною частиною діяльності сучасних підприємств, зокрема в гірничорудному секторі. Вони допомагають досягти більшої продуктивності, підвищити якість продукції та зменшити витрати.

Оскільки обпалювальний візок грає ключову роль у процесі обпалювання, а зважаючи на вкрай несприятливі умови роботи, термін служби обпалювальних візків є досить низьким, що призводить до значних витрат на поточний ремонт. Поломки візків можуть призвести до небезпечних аварій, зупинки технологічної ланки і зниження продуктивності. Тому важливо вчасно виявляти та замінювати пошкоджені візки. Зараз важливо розглядати можливість автоматизації процесу заміни візків та встановлення системи контролю за їх станом. Це допоможе зменшити витрати на ремонт та підвищити продуктивність обпалювальних машин.

Загалом, гірничорудні підприємства не можуть функціонувати ефективно без сучасних технологій автоматизації та контролю [1, 2], що допомагають підвищити продуктивність та знизити витрати на поточний ремонт.

Необхідне особливо ретельне спостереження за роботою обпалювальних візків під час їх експлуатації. Поломка візків, їх прогин вище допустимих меж або заклинювання роликів можуть призвести до серйозних аварій, якщо не буде вчасно зупинено обпалювальну машину. В таких випадках краще замінити пошкоджений візок резервним, ніж ризикувати подальшими проблемами. Треба вживати негайних заходів для зменшення подачі тепла під час раптової зупинки обпалювальної машини, оскільки короткочасний вплив високих температур протягом лише 5–6 хвилин може спричинити перегрів [3, 4] і, внаслідок цього, їх технічної несправності.

Так як невчасна зупинка обпалювальної машини при поломці візків може привести до аварії, ми рекомендуємо розглянути можливість

модернізації шляхом автоматизації системи діагностики з метою своєчасної заміни обпалювальних візків за допомогою встановлення спеціалізованих засобів контролю за технічним станом візків (прогину, нагріву та інші). Така система надасть можливість вести облік робочих ресурсів обпалювальних візків при поточному стані та необхідності заміни в майбутньому.

Перелік використаних джерел

1. Dli M. I., Vlasova E. A., Sokolov A. M., Morgunova E. V. Creation of a chemical-technological system digital twin using the Python language. *Journal of Applied Informatics*. 2021. Vol. 16, No. 1. P. 22–31.
2. Kurilin S. P., Dli M. I., Rubin Y. B., Chernovalova M. V. Methods and means of increasing operation efficiency of the fleet of electric motors in non-ferrous metallurgy. *Non-ferrous Metals*. 2020. No. 2. P. 73–78.
3. Lobova K. Pellets Temperature distribution on a conveyor roasting machine / K. Lobova. *Metallurgical and Mining Industry*. 2015. № 8. Pp. 12–15.
4. Lobov V. Investigation of temperature distribution along the height of the layer of pellets on conveyor roasting machine / V. Lobov, K. Lobova, M. Koltiar. *Metallurgical and Mining Industry*. 2015. № 4. pp. 22–29.

INNOVATIONS IN CIVIL AND OCCUPATIONAL SAFETY

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-108>

IMPROVEMENT OF THE SYSTEM FOR ENSURING SAFE WORKING CONDITIONS FOR EMPLOYEES OF THE WAGON FARMING

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ВАГОННОГО ГОСПОДАРСТВА

Andrushchenko O.O.

*student (group 263-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Андрущенко О.О.

*студент гр. 263-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Робота залізничників основних професій протікає в умовах, безпосередньо пов'язаних з рухом поїздів в умовах підвищеної небезпеки. Порушення вимог безпеки при виконанні таких робіт може призвести до наїзду рухомого складу на працюючих на колії з важкими наслідками.

За період з 2013 р. по 2022 р. у вагонному господарстві було травмовано 111 працівників, з них 12 загинули [1].

Слід зазначити, що у 2022 р. різко виріз відсоток випадків травмування і загибелі людей внаслідок обстрілів рухомого складу та об'єктів інфраструктури військами країни-агресора.

Види подій, у результаті яких відбулося травмування й загибель працівників, а також частка травмованих працівників наведено на рисунку 1.



Рис. 1. Види подій, що приводять до травмування і загибелі працівників, %

Основною причиною травмування й загибелі працівників є невиконання вимог інструкцій з охорони праці – 39% від загального числа потерпілих. Більшу роль у причинах виробничого травматизму відіграє людський фактор, вивчення якого необхідно для розробки дій, спрямованих на попередження негативних подій у майбутньому.

Одним з напрямків в удосконалюванні безпеки виробничих процесів є профілактика і виключення шкідливих факторів на робочих місцях працівників.

За результатами проведеної оцінки умов праці на робочих місцях оглядачів-ремонтників вагонів, встановлені наступні виробничі фактори: тяжкість праці, шум, хімія й інші. За підсумками проведення оцінки умов праці, умови праці оглядачів-ремонтників вагонів відповідають 3 класу умов праці (шкідливі умови праці) [2].

Підвищити ефективність різних видів діяльності людини допомагає ризик-орієнтований підхід. Це можна віднести і до системи керування охороною праці. Сучасна система керування охороною праці повинна реалізовувати ряд профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя і здоров'я працівників. Дані заходи запропоновано реалізувати шляхом впровадження системи керування професійними ризиками.

Існуюча на залізниці методика оцінки професійних ризиків дозволяє на основі аналізу матриць ризиків залежно від рівня ризиків фахівцям підприємств, дирекцій і служб формувати заходи щодо зниження ризиків виробничого травматизму. Проте, даний підхід не припускає оцінку оперативних ризиків на поточний робочий день або зміну, через довгострокове (перспективне) планування заходів щодо попередження травмування працівників на майбутній рік.

Для усунення даних недоліків мною була розроблена нова методика оперативної оцінки професійних ризиків для працівників виробничих ділянок вагонного господарства. Використання розробленої методики по оцінці і розрахункам ризиків дозволяє керівникам середньої ланки експлуатаційних вагонних депо прийняти обґрунтоване рішення по зниженню ризиків.

Оперативна оцінка ризиків містить у собі щозмінний розрахунок ризиків у виробничому підрозділі експлуатаційного вагонного депо (пункту технічного обслуговування вагонів) з метою визначення рівня ризиків і ймовірного типу травмування для професії – оглядача вагонів, виходячи з виконуваного технологічного процесу.

З метою проведення розрахунків використовуються опитувальні листи, які включають 28 питань, що відображають фактори небезпеки за такими групами:

1. Ризик за загальними показниками і факторами інформаційного характеру (8 факторів).
2. Ризик по факторах технічного стану об'єкта, технічного обладнання і засобів захисту (8 факторів).
3. Ризик під час виконання робіт (12 факторів).

Керівник середньої ланки, відповідальний за проведення оцінки ризиків, перед початком робочої зміни заповнює в електронному виді вихідні дані. Залежно від фактичного стану справ на виробничому об'єкті встановлюється агрегований показник по кожному фактору небезпеки.

Питання в кожному блоці ранжирувані по значимості фактору і його потенційної ролі у виникненні нещасного випадку на виробництві від найбільш до найменш важливого.

Після проведення ранжирування факторів у порядку убубання по методу Фішберна визначається значимість (вага) базового фактору небезпеки. Метод Фішберна застосовується тоді, коли для призначення вагових коефіцієнтів необхідно знати тільки ступінь переваги одних показників іншим.

Здійснивши розрахунки по кожному фактору визначається середньозважене значення показника значимості кожного розділу.

Результатом оцінювання ризиків є матриця ризиків, яка являє собою таблицю з комбінацією частоти виникнення події та тяжкості наслідків цієї події та дозволяє в наочній формі проінформувати осіб, що приймають рішення, про рівні ризиків для розглянутої події. Для спрощення використовується колірна індикація.

За підсумком розрахунку у депо виявлено «небажаний» рівень ризику за кількістю тяжких та смертельних травм. У цьому випадку керівник середньої ланки приймає рішення про подальші дії: не розпочинати роботу до усунення ризиків або вжити додаткових заходів безпеки, але при цьому несучи особисту відповідальність за можливі наслідки.

Перелік використаних джерел

1. Довідка про виробничий травматизм. URL: <https://mtu.gov.ua/content/ohorona.html?PrintVersion>.

2. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України 08.04.2014 № 248. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-109>

ROPE TRANSPORT SYSTEM

КАНАТНО-ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА

Bartashevskiy S.Ye.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Барташевський С.Є.

*к.т.н., доцент,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

Denischenko O.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Денищенко О.В.

*к.т.н., доцент,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

Однією з найбільш серйозних проблем на вугільних шахтах є низька ефективність роботи колісно-рейкового транспорту та високий рівень травматизму. Зумовлено це специфікою гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов. Наявність похилих та виробок знакозмінного профілю зумовлює ступінчастість транспорту, необхідність використання кінцевих канатних відкаток, що характеризуються

високим рівнем травматизму. Прояви пучення ґрунту в горизонтальних виробках призводять до деформації поздовжнього та поперечного профілю шляху, утворення локальних зон затоплень з покриттям рейкою шаром води та/або вугільно-породного бруду. Усе це призводить до зниження ефективності роботи локомотивної відкатки, відразу складів з рейок, «орлам» і, як наслідок, зростання травматизму. А також до високих трудовитрат на укладання та підтримання рейкових шляхів, проведення робіт з їх очищення та піддирки ґрунту. Запропоноване технічне рішення передбачає комплексний підхід, який полягає в одночасному використанні декількох оригінальних технічних рішень.

Оригінальну конструкцію полімерних шпал та кріплень, що полегшують укладання та ремонт шахтних рейкових шляхів (пат. № 115925 Шахтний рейковий шлях, рис. 1), що дозволяють швидко здійснювати укладання нових шляхів та проводити заміну традиційно застосовуваних шпал під час ремонту без застосування спеціальних інструментів.

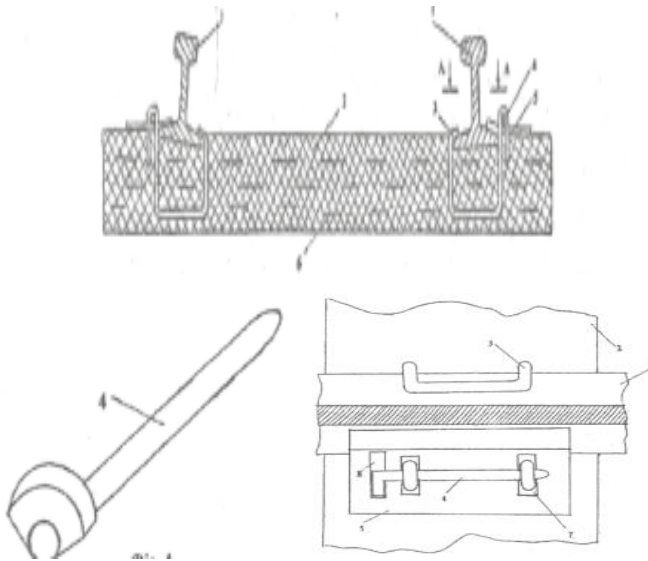


Рис. 1. Шахтний рейковий шлях

На рис. 1 представлено: 1 – рейки, 2 – полімерні шпали у яких в процесі виготовлення виконані гнізда для підшви рейок, 6 – армуючі елементи, 3 – елементи кріплення у вигляді фігурної скоби, що залита

шпалу, 5 – металеві планки, 7, 8 – отвори для фігурних скоб та фіксуючого елемента, 4 – фіксуючий елемент. Канатно-транспортну систему, що використовує ряд канатних ґрунтових доріг з візками оригінальної конструкції, що дозволяють передавати склади, окремі партії або вагонетки за розгалуженою системою виробок за допомогою штовхачів, встановлених у зоні сполучення рейкових колій (пат. № 126207 Канатно-транспортна система).

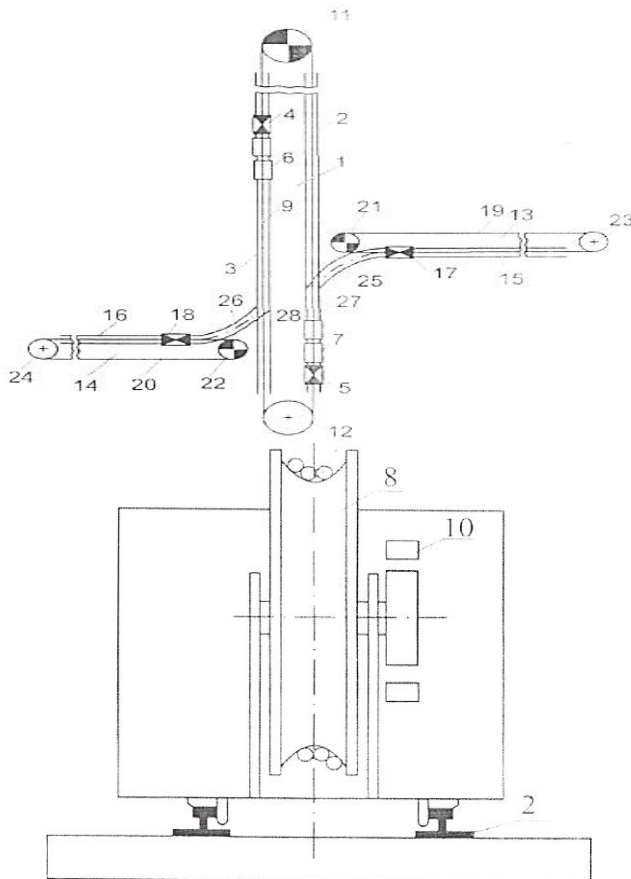


Рис. 2. Канатна транспортна система, загальний вигляд (контури виробок не наведені)

На рис. 2 буксирний візок 2 із шківом тертя, вигляд за напрямом руху, гірничка виробка 1 з двома рейковими шляхами 2 і 3, на кожному з яких розміщено буксирні візки 4 і 5, зчеплені з складами вагонеток 6 і 7 відповідно.

На кожному з цих візків встановлено фрикційні шкиви 8, які охоплюються гілками замкнутого тягового каната 9, при цьому останній має зв'язок з реверсивним привідним фрикційним блоком 11 з нерегульованою частотою обертання та обвідним кінцевим блоком 12. Кожний шків 8 буксирних візків 4 і 5 обладнано регульованими колодковими гальмами 10. Кожен буксирний візок 4 і 5 обладнано колодковими колісними гальмами (на кресленнях не наведено), аналогічними за конструкцією гальмам шахтних електровозів. Дільничні виробки 13 та 14, які сполучаються з магістральною відкочувальною виробкою 1, мають по одному рейковому шляху 15 і 16 кожна, на яких розміщено по буксирному візку 17 і 18, обладнаному шківом тертя 8 із гальмом 10. Кожен шків тертя 8 буксирних візків 17 і 18 взаємодіє з відповідними замкнутими тяговими канатами 19 і 20, які пов'язані з відповідними реверсивними привідними фрикційними блоками 21 і 22 з нерегульованою частотою обертання та обвідними кінцевими блоками 23 і 24 аналогічно основній установці, конструкція якої наведена вище. На сполученнях магістральної виробки з дільничними розташовано штовхані вагонеток 25 та 26, наприклад канатні, та стрілочні переводи 27 і 28.

Машину для механізації очищення рейкових колій з приводом механізмів від шківа тертя, що приводиться в дію перемотуванням каната канатної ґрунтової дороги (пат. №120101 комплекс для очищення рейкової колії, рис. 3).

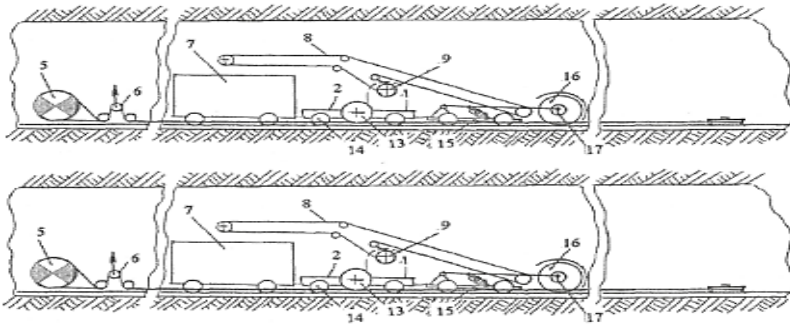


Рис. 3. Комплекс для очищення рейкової колії

На рис. 3 рейкова колія 1, двовісний візок 3 з очисним барабаном 16, який облаштовано електричним приводом 17, гідроциліндрами 15 і 23, буксирний візок 2 на колісних парах 14, на якому змонтований стрічковий перевантажувач 8 з приводом 9, шків тертя 13, гідронасос регульованої продуктивності 10. Візки 3 і 2 сполучені між собою та з вагонеткою 7 зчіпками і розташовані на рейках 1. Шків тертя 13 має фрикційний зв'язок із замкнутим канатом 4 і через нього з фрикційним шківом тертя 5 привідної станції 12, натяжною станцією 6, обвідним кінцевим блоком 18, направляючими блоками 31. Приводи рухомих механізмів комплексу об'єднані з насосом регульованої продуктивності 10 та обладнані: привод 9 стрічкового перевантажувача 8 – гідромотором 20, електричний привод 17 очисного барабана 16 гідромотором 21, колісна пара 14 візка 2 – гідромотором 22, важіль барабана 16 – гідроциліндрами 15 і 23. До складу гідравлічної системи входять також: трубопроводи 11, зворотний клапан 28, запобіжний клапан 29, золотники управління 24, 25, 26, та 27, контрольний манометр 30 і бак 19 з робочою рідиною.

Отже, застосування полімерних шпал з оригінальною системою кріплення дозволяє знизити трудовитрати на монтаж шляху та підвищити термін їхньої служби в агресивному середовищі. Також, застосування стаціонарних приводних блоків зі шківками тертя та сталевим канатом як гнучкий тяговий орган дозволить підвищити енергоозброєність та забезпечити ефективне та безпечне транспортування складів з вантажами та людьми по всій мережі гірничих виробок шахти, включаючи похилі та знакозмінного профілю, а також пологі, зі складною гіпсометрією ґрунту.

Перелік використаних джерел

1. Проектування транспортних систем і комплексів гірничих підприємств: навч. посіб. / О.М. Коптовець, Є. А. Коровяка, В.В. Яворська, Л.Н. Ширін, С.Є. Барташевський; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: Журфонд, 2023. 296 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-110>

COMBATING INDUSTRIAL DUST AT MINING ENTERPRISES

БОРОТЬБА З ПРОМИСЛОВИМ ПИЛОМ НА ПІДПРИЄМСТВІ ГІРНИЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Bondarchuk R.D.
*student (group 263-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Бондарчук Р.Д.
*студент гр. 263-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Боротьба з промисловим пилом залишається однією з найважливіших проблем сучасності в індустріальних регіонах. Процеси виробництва у різних сферах передбачають утворення твердих промислових відходів, які складаються у відвали, штабелі тощо. Сформовані таким чином нові техногенні ландшафтні комплекси становлять небезпеку для оточуючого середовища внаслідок виділення з їх поверхні пилу. Попередження пиління таких відвалів є складним процесом через рельєфні особливості техногенних ландшафтів, особливо на їх схилах.

Важливою умовою ефективного закріплення поверхонь промислових відвалів та штабелів є витривалість утвореного полімером захисного шару до руйнування від впливу вітру за несприятливих погодних умов, сезонних перепадів температур та опадів.

Для закріплення похилих поверхонь місць складування промислових відходів було вирішено використати технологію «Enviro Binder», виробником якої є Австралійська компанія «GRT», що передбачає нанесення розчину води та захисного полімеру на поверхню схилів за допомогою спеціального обладнання.

GRT «Enviro Binder» являє собою екологічно чистий препарат, який можна застосовувати в найбільш екологічно «чутливих» областях. «GRT Enviro Binder» є сополімером стиролу і акрилу. Реагент абсолютно нешкідливий і не токсичний, а також повністю біорозкладається. Оскільки реагент не містить важких металів чи інших шкідливих хімікатів – вони не лишаються у навколишньому середовищі. GRT «Enviro Binder» проникає в ґрунт, зв'язуючи ґрунтові агрегати і утворює складну взаємопов'язану структуру. Після висихання полімеру

утворюється кірка, яка зміцнює поверхню та запобігає розвитку ерозійних процесів.

Термін захисної дії реагенту залежить від його концентрації у робочому розчині з водою. Чим більша концентрація – тим більший термін служби захисного покриття. Якщо концентрація реагенту підібрана відповідно до необхідного захисного терміну, то після його закінчення відбудеться процес біорозкладання захисного шару.

Реагент «GRT Enviro Binder» має наступні переваги:

1) Абсолютна нешкідливість для довкілля та людини;
2) Регульований термін захисту дії покриття. (Від 3 місяців до 3 років). Це дозволяє уникнути перевитрати реагенту (економічна складова) та дає можливість своєчасного продовження експлуатації місць складування відходів без проведення додаткових технічних заходів;

3) Миттєвий захисний ефект. Процес пилопригнічення починається відразу після нанесення реагенту. Немає фактора очікування від моменту нанесення реагенту до отримання результату;

4) Ефективність. Можливість покриття реагентом всієї пилу і забезпечення 100% захисного результату. Реагент можна наносити в важкодоступних місцях;

5) Універсальність. Можливість захисту від пилу як на горизонтальних – так і на похилих поверхнях за допомогою однієї універсальної технології;

6) Технологічність. Можливість обробки великих площ у найкоротші терміни.

Безпека для навколишнього середовища є пріоритетом для підприємства – виробника «GRT» під час розробки та впровадження продуктів компанії. Тому всі реагенти проходять найсуворіший контроль та перевірку на безпеку, як усередині компанії – так і з боку незалежних контролюючих органів.

Висновки:

– За результатами проведених робіт на поверхні субстратів місць складування відходів виробництва виявлено утворення захисного шару у вигляді кірки в результаті зв'язування реагентом ґрунтових агрегатів. До того ж утворене покриття має зелений колір, що додає до результату додатковий візуальний естетичний ефект.

– Утворене покриття є стійким до впливу атмосферних факторів (вітер, опади), але пошкоджується від механічного впливу. Це є допустимим фактором – тому, згідно з вимогою ПОР, на утворене покриття заборонено будь-який механічний вплив.

– Для документального підтвердження захисної ефективності препарату необхідне проведення додаткових досліджень та інструментальних вимірювань для порівняння рівня запилення оброблених та необроблених ділянок.

Перелік використаних джерел

1. НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07#Text>
2. НПАОП 0.00-1-75-15 «Правила охорони праці при вантажно-розвантажувальних роботах». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#Text>
3. НПАОП 0.00-3.07-09 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам загальних професій різних галузей промисловості. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0317-12#Text>
4. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» №-2535-III від 21.06.2001 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-111>

RIK-ORIENTED SYSTEM OF MANAGEMENT OF OCCUPATIONAL SAFETY OF A MINING AND METALLURGICAL COMPANY

РИЗИКОРІЄНТОВНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОЇ КОМПАНІЇ

Burlachenko K.O.
*student (group 263-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Бурлаченко К.О.
*студент гр. 263-22-1м
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Система управління охороною праці (СУОП) гірничо-металургійної компанії спрямована на запобігання нещасних випадків і захист здоров'я працівників, є ключовою складовою сучасного підприємницького середовища. Однак нинішні та потенційні ризики, які впливають на

безпеку та здоров'я працівників, постійно змінюються і тому виникає необхідність у вдосконаленні СУОП для забезпечення ефективного захисту працівників і збереження підприємницької діяльності.

Політика компанії полягає в здійсненні своєї діяльності в рамках стратегії, яка ґрунтується на засадах сталого та соціально відповідального розвитку бізнесу. У повсякденній діяльності ці питання завжди матимуть перший пріоритет. Керівництво підприємства послідовно демонструє важливість цієї сфери, встановлюючи більш високі стандарти забезпечення умов праці.

Проект не може вважатися виконаним успішно, якщо за його реалізації постраждали люди, тому кожна позаштатна ситуація розглядається як можливість покращити СУОП. При цьому робота з підвищення захищеності людей та природи – це процес постійний, докладається максимум зусиль для поліпшення безпеки праці, наголошуючи на своєчасній оцінці ризиків та реалізації превентивних профілактичних заходів. Підприємство прагне не тільки відповідати вимогам законодавства, але й вживати додаткових заходів, необхідних для зниження ризиків та подальшої безпечної експлуатації виробничого обладнання.

Для підвищення ефективності функціонування СУОП є активна позиція підприємства щодо впровадження кращих світових практик в цій галузі для досягнення показників світового рівня та постійного вдосконалення.

Цілі компанії включають реалізацію програм для підвищення безпеки праці під час робіт на висоті та з вантажопідійомними механізмами. Крім того, компанія прагне трансформувати свої процеси охорони праці та промислової безпеки і залучати фахівців цієї служби в інвестиційні проекти та технічні тендери. Основною метою є забезпечення безпеки та розвитку лідерських якостей у співробітників компанії а також оцінка ризиків та забезпечення безпеки в умовах військового стану та надзвичайних ситуацій [1].

Впроваджені заходи

1. **Аналіз ризиків:** Компанія проводить систематичний аналіз ризиків, щоб ідентифікувати потенційні небезпеки та визначити їхній вплив на працівників та виробничий процес. Це включає в себе оцінку машин, обладнання та хімічних речовин, а також ідентифікацію зон ризику.

2. **Тренінг та навчання:** Компанія забезпечує обов'язковий тренінг для всіх працівників, щоб вони були свідомі потенційних небезпек та знали процедури безпеки. Це включає в себе навчання

використанню захисного обладнання, дії в екстрених ситуаціях та усвідомлення ризиків.

3. **Планування та реагування на аварії:** Компанія розробляє плани для негайного реагування на аварії та надзвичайні ситуації, включаючи евакуацію та першу медичну допомогу. Процедури реагування обговорюються та практикуються регулярно.

4. **Періодичні огляди та аудити:** Компанія проводить періодичні огляди своєї системи управління охороною праці та аудити, щоб переконатися, що всі процедури виконуються належним чином і відповідають вимогам законодавства та стандартів безпеки.

5. **Залучення працівників:** Компанія активно залучає працівників до системи управління охороною праці, сприяючи їхній участі в ідентифікації ризиків та внесенні пропозицій щодо покращення безпеки на робочому місці.

Ризик-орієнтована система управління охороною праці в компанії спрямована на ідентифікацію, оцінку та управління потенційними загрозами для працівників та робочого середовища [2].

Ризик-орієнтована система управління охороною праці для досліджуваної компанії в гірничо-металургійній галузі полягає в тому, що незадовільне виконання норм і стандартів безпеки може призвести до серйозних наслідків для працівників індустрії. Наприклад, аварії, травми та професійні захворювання можуть призвести до втрати людських життів і матеріальних втрат. Крім того, компанія може загрозувати велика відповідальність перед регулюючими органами та судовими установами, якщо вони не дотримуються нормативів охорони праці. Тому важливо для таких підприємств інвестувати у високоякісну систему управління охороною праці та постійно вдосконалювати її для зменшення цих ризиків.

Ризик-орієнтована система управління охороною праці в компанії гірничо-металургійної галузі стикається зі значними ризиками через специфіку її виробництва. Наприклад, великі тяжкі машини, експозиція до високих температур і хімічних речовин створюють потенційно небезпечні умови для працівників. Ризик полягає в тому, що недотримання стандартів та процедур безпеки може призвести до серйозних аварій, які загрожують життю та здоров'ю працівників даної компанії.

Отже, ризик-орієнтована система управління охороною праці в даній компанії повинна бути належно розроблена та налагоджена, з постійним моніторингом та оновленнями для зменшення ризику негативних подій та забезпечення безпеки працівників та стабільності бізнесу [3].

Рекомендації

Для вдосконалення системи управління охороною праці в гірничо-металургійній компанії можна почати з реалізації програм, спрямованих на конкретні аспекти безпеки. Програми, що охоплюють роботи на висоті і роботи з вантажопідійомними механізмами, мають бути вивчені і впроваджені, а також ретельно моніторитися для оцінки їхньої ефективності. Залучення спеціалізованих служб охорони праці та промислової безпеки в процес розробки проектних рішень та технічних тендерів також може сприяти покращенню безпеки на робочих майданчиках та під час інвестиційних проектів.

Паралельно з цим, рекомендується вдосконалити систему моніторингу та звітування про охорону праці, щоб забезпечити тривалий контроль за процесами безпеки. Інформаційна система має стати надійним інструментом для збору та аналізу даних, а також для реагування на можливі проблеми в реальному часі. Постійне навчання персоналу, аналіз інцидентів та навчання на помилках є необхідними елементами для постійного покращення системи безпеки. Загалом, інтегрований підхід до управління охороною праці допоможе забезпечити безпеку працівників та підтримати стійкість компанії в гірничо-металургійній галузі [4].

Перелік використаних джерел

1. НПАОП 0.00-4.35-04 «Типове положення про службу охорони праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04#Text>
2. НПАОП 0.00-4.12-05 «Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>
3. Положення про систему управління охороною праці на підприємствах електроенергетики. URL: <http://surl.li/mfcfu>
4. Підручник спец випуск № 3 2023 «Докладно про навчання з охорони праці». URL: <http://surl.li/mfcaq>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-112>

IMPLEMENTATION OF CONCEPT IN THE EDUCATIONAL PROCESS

ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ «VISION ZERO» У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

Volodchenkova N.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Володченко Н.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Bohdanova O.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Богданова О.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Kruzhylko O.Ye.

*DSc (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кружилко О.Є.

*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Підхід до вирішення проблем безпеки праці в різних країнах і в різні часи був неоднаковим і змінювався в залежності від багатьох обставин. Те, що зараз практично у всіх промислово розвинутих країнах сприймається майже як аксіома, наприклад, відповідальність роботодавця за безпеку та здоров'я працівника під час роботи, ще сто-сто п'ятдесят років тому таким не вважалось, а навпаки, більш поширеною була думка про те, що працівник, приступаючи до роботи, неминуче бере на себе ризик травми або захворювання.

Сьогодні, завдяки розумінню важливості безпеки праці, добробуту та здоров'я працівників, інтенсивним науковим дослідженням та технологічним досягненням, існує багато сучасних стандартів, процедур та практик, які забезпечують безпечні умови праці в різних галузях та сферах.

Однією із програм досягнення прийнятого рівня безпеки є впровадження в Україні Концепції "Vision Zero" або «Нульового травматизму», що розроблена Міжнародною асоціацією соціального

забезпечення (ISSA) і представлена на XXI Всесвітньому конгресі з безпеки та гігієни праці в Сінгапурі. “Vision Zero” – це трансформаційний підхід до усунення ризиків та небезпек, який об’єднує три виміри: безпеку, добробут та здоров’я на всіх рівнях.

Концепція нульового травматизму “Vision Zero” є інноваційним підходом до забезпечення безпеки праці та запобігання травматичним подіям на робочому місці. Ця концепція виникла у Швеції в 1990-х роках і з тих пір здобула визнання та поширення по всьому світу.

Основним принципом “Vision Zero” є переконання, що жодна людина не повинна загинути або отримати травму через робочу діяльність. Відповідно, основною метою цієї концепції є досягнення нульового травматизму, тобто повне усунення випадків смерті та травм на робочому місці.

Відповідно до цієї програми будь-яка діяльність підприємства базується на 7 принципах: управління ризиками, визначення мети та розроблення програм, робота над вдосконаленням охорони праці (створення системи безпеки і гігієни праці), досягнення лідерства через дотримання принципів охорони праці, забезпечення безпеки виробничих приміщень та робочих місць, підвищення кваліфікації співробітників та інвестиція в кадри та їх мотивація.

Враховуючи важливість такої концепції для розвитку безпеки праці було розроблено програму “Vision Zero” для закладів вищої освіти. Програма передбачає лекційні та практичні заняття, як індивідуальну освітню траєкторію, з використанням сучасних форматів навчання та обміном результатами між здобувачами. Програма містить завдання для проведення дослідження та створення власних інноваційних проектів. Це розвиває компетенції, необхідні у 21-му столітті: “4C” – Communication (Спілкування), Creativity (Творчість), Critical thinking (Критичне мислення) та Співпраця (Collaboration).

Починаючи зі вступу, студенти знайомляться з актуальними проблемами охорони здоров’я та безпеки та концепцією рішення “Vision Zero”. І їх заохочують до виконання золотих правил “Vision Zero 7” як частини їхніх особистих і командних цілей. Вони можуть вибрати будь-який простір для впровадження, такий як лабораторії, аудиторії, кампуси коледжів, будинки або виробничі зони партнерів. Студенти мають бути винахідливими та використовувати 4C, щоб залучати інших до впровадження програми VZ.

Першим університетом у світі, який запровадив участь у цій програмі став ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка». У програмі прийняли участь здобувачі освітньої програми «Аудит та консалтинг

безпеки праці», які пройшли повний курс навчання та представили свої проекти.

Концепція “Vision Zero” визнає, що безпека та здоров’я на робочому місці – це процес, який потребує постійного вдосконалення. Ця концепція є гнучкою та може бути адаптована до конкретних пріоритетів безпеки, здоров’я чи благополуччя для профілактики в будь-якому контексті. Вона стимулює пошук нових інноваційних рішень, впровадження кращих практик та неперервний аналіз результатів для досягнення кращих результатів у сфері безпеки, добробуту та здоров’я на роботі.

Перелік використаних джерел

1. VISIONZERO. URL: <http://surl.li/mofkc>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-113>

REGULATORY ACCORDANCE OF THE COMPONENT OF OCCUPATIONAL SAFETY AT A METALLURGICAL ENTERPRISE

ВІДПОВІДНІСТЬ СУЧАСНИМ ВИКЛИКАМ ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНОЇ СКЛАДОВОЇ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Gerasimenko A.V.

*student (group 263-22-2m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Герасименко А.В.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Проведений аналіз наукових публікації та показників виробничого травматизму, умов праці, системи управління безпекою праці підприємств металургійної промисловості показав, що металургія є однією з галузей, де ризик травм та професійних захворювань досить високий. Це пояснюється тим, що у виробництві використовується важка техніка та складне обладнання. Деякі цикли виробництва пов’язані з дією високих температур і підвищеного тиску, у технологічному процесі використовуються хімічні речовини та їх сполуки.

З розвитком інновацій у виробництві та технологіях металургійної галузі відбуваються зміни і у виробничих процесах. Хоча розвиток завжди направлений удосконалення процесів та технологій та зменшення небезпек та впливів на працівників, можемо спостерігати, що це іноді призводить до утворення нових потенційних небезпек та ризиків. В таких умовах досить важливою складовою є нормативна база, яка повинна відповідати сучасним викликам.

Відомо, що служба безпека праці проводить аналіз показників травматизму та розробляє заходи щодо зниження рівня цих показників та зменшення днів непрацездатності внаслідок виробничих травм та професійних захворювань. Крім кількісних характеристик удосконалення процесів праці позитивно впливає на ефективність виробництва. Правильно спроектована система безпеки може допомогти уникнути аварій, затримок у виробництві та зниженню якості продукції.

Основною метою законодавчої та нормативної політики з безпеки праці є захист життя та здоров'я людей та збереження сталого розвитку. Поруч з тим підприємствам дозволяється розробляти свої правила і стандарти, використовуючи кращі міжнародні та вітчизняні практики, встановлювати вимоги щодо безпеки та здоров'я, які працівники повинні дотримуватися.

Щоб досягти відповідного високого рівня безпеки на виробництві необхідно мати удосконалену систему законодавчої бази, стандартів, норм, процедур та правил. Металургійні підприємства, які демонструють високий рівень безпеки праці, зазвичай мають кращу репутацію та залучають більше інвесторів і клієнтів. Удосконалення нормативної бази може допомогти підприємству підвищити свою конкурентоспроможність.

У багатьох країнах законодавство постійно змінюється і підприємства зобов'язані дотримуватися нових вимог з безпеки праці. Порушення цих норм може призвести до серйозних правових наслідків. Отже, постійний аналіз та адаптація нормативної бази – це необхідний елемент право-забезпечення у питаннях умов та норм безпеки праці.

Беззаперечним є те, що при дотриманні законодавчих та нормативних складових з безпеки праці, стандартів і процедур безпосередньо самого металургійного підприємства є самим ефективним засобом для досягнення низьких показників травматизму та/або підвищення рівня продуктивності праці, зменшення перерв у виробництві та збільшення загального добробуту працівників.

Законодавча політика вимагає, щоб підприємства несли відповідальність за створення безпечних умов праці та дотримання

стандартів безпеки. Це стимулює підприємства вкладати ресурси в безпеку праці та уникати ризиків, які можуть призвести до аварій. Законодавча політика з безпеки праці відіграє важливу роль у забезпеченні довіри громадськості та інвесторів до підприємств. Це особливо важливо для компаній, які прагнуть відповідати світовим бізнес-критеріям.

Перелік використаних джерел

1. Gerard I.J.M. Zwetsloot a b, Andrew Hale c d, Sander Zwanikken Regulatory risk control through mandatory occupational safety and health (OSH) certification and testing regimes (CTRs). *Safety Science*, Volume 49, Issue 7, August 2011, Pages 995–1006.

2. Kruzhilko, O., Mahmoud, A. E. D., Maystrenko, V., Volodchenkova, N., Polukarov, O., Sydorenko, V., Pruskyi, A., & Arlamov, O. Scientific Support of Occupational Risk Management Decisions in Industrial Sectors in Case of Uncertainty. *International Journal of Occupational Safety and Health*. 2023. 13(2), 223–233.

3. Courville S. Social accountability audits: challenging or defending democratic governance. *Law & Policy* (2003)O.

4. Kruzhilko, N. Volodchenkova, V. Maystrenko, B. Bolibrukh, V.P. Kalinchyk, A. Zakora, A. Feshchenko, S. Yeremenko, Mathematical modelling of professional risk at Ukrainian metallurgical industry enterprises, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 108/1 (2021) 35–41.

5. Safety, Reliability, Risk and Life-Cycle Performance of Structures and Infrastructures. George Deodatis, Bruce r. Ellingwoodand Dan m. Frangopol. 2022. 5732 Pages.

6. Hazop & Hazan Identifying and Assessing Process Industry Hazards, Fouth Edition. By Trevor A. Kletz. 2018., Published September 1, 2018 by CRC Press. 232 Pages.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-114>

DEVELOPMENT OF LABOR PROTECTION MEASURES IN COAL MINES

РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

Hizha M.P.

*student 263-22-2m,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Гіжа М.П.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

При підготовці до написання роботи було проведено аналіз технічної документації, паспортів ведення робіт, інформації про травматизм на підприємстві, техніку безпеки при різних видах гірничих робіт, геологічних умов, інформації про гірничошахтне обладнання та іншої літератури.

Аналіз інформації визначив, що всі види робіт на вугільних підприємствах, а саме підприємства, яке аналізується є одним з найнебезпечніших та несе в собі високий рівень травмування та захворювань. Причиною цього є важкість робіт, часте перебування співробітників в запыленій рудничній атмосфері та виробках з підвищеною температурою, важкі гірничо-геологічні умови, віддаленість робочих місць, використання складної важкої гірничої техніки та інше.

Гірнича галузь повинна постійно розвиватись, так як умови праці змінюються, об'єми виробництва зростають, що дозволяє підприємству знаходитись у лідерах видобувної промисловості, з'являються нові види гірничошахтного обладнання. Це в свою чергу несе нові небезпеки та ризики.

Тому окрім забезпечення безпечних умов праці, однією з функцій відділу охорони праці підприємства є розробка та впровадження заходів зі зниження рівня травматизму та захворювань, що в свою чергу призводить до підвищення показників видобутку.

Одним з таких впроваджень є використання на базі програми БРП та програми подачі пропозицій – подача пропозицій від працівників підприємства по поліпшенню умов праці, та забезпеченню безпечних умов праці. Так як працівники дільниць кожен день зіштовхуються зі

своєю роботою, то їм більш видно, що можна вдосконалити на їхньому робочому місці, та які небезпеки на них очікують. Всі подані пропозиції обробляються, виносяться на комітет підприємства, після голосування комітету найкращі пропозиції впроваджуються на підприємстві. Людей які їх подали винагороджують.

Висновок: система подачі пропозицій є дійсно корисним впровадженням, так як працівники більше бачать, що можна поліпшити на своєму робочому місці. Тому на підприємстві вже декілька років працює ця система, за цей час було подано та впроваджено багато пропозицій, які пішли на користь підприємству.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-115>

THE PRACTICE OF RISK ASSESSMENT AT THE WORKPLACE

ПРАКТИКА ОЦІНКИ РИЗИКІВ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

Dardesov A.O.
*student (group 263-22-2m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Дардесов А.О.
*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Збереження життя та здоров'я, створення безпечних умов праці та високої культури безпеки досягається шляхом дотримання законодавчо-нормативної складової, постійного удосконалення процедур, стандартів та правил з охорони праці підприємства. Це допомагає уникнути ситуацій, які можуть призвести до аварій, аварійних ситуацій, запобігти травмам та професійним захворюванням, які можуть виникнути в результаті порушення процедур безпечного виконання робіт, допомагає працівникам бути більш уважними та обережними щодо небезпек.

Оцінка ризиків допомагає ідентифікувати потенційні небезпеки та ризики, оцінювати їх і розробляти стратегії для їх управління. Розроблення та впровадження власних стандартів та процедур безпеки допомагає кожному підприємству керувати ризиками та зменшувати їх, щоб забезпечити допустимі та оптимальні умови праці для всіх працівників.

Ризик визначають як сукупність наслідків події та відповідної ймовірності настання цієї події. Досягти рівня ідеальної безпеки не можливо, оскільки «кількість» ризику завжди залишається, тобто існує «залишковий ризик», процес, який може бути помірно безпечним отже, досягається відносна безпека зниження ризику до прийнятного рівня, що називається «допустимим ризиком».

Дані про ймовірність подій та їх наслідки використовуються для визначення рівнів ризику. Аналіз ризиків також передбачає вивчення джерел небезпечних подій, їх позитивних і негативних наслідків, а також ймовірності виникнення цих подій. При цьому слід визначити чинники, які впливають на ймовірність настання події та її наслідки. Подія може мати кілька наслідків і впливати на різні цілі. Слід також враховувати результати та ефективність чинних методів управління.

Поруч з тим удосконалення заходів безпеки праці має певний вартісний показник і підприємства не можуть витратити необмежений бюджет на зменшення ризику до низького рівня або поки не усунуть його повністю. Тому певний рівень ризику існуватиме завжди і ієрархія заходів контролю постійно переглядається, удосконалюється і проводиться процедура моніторингу, поки цей ризик не зникне.

Будь-який процес управління ризиками безпеки праці повинен включати в себе етап, що дозволяє провести аудит діючих та проведених заходів, отриманих результатів і враховуючи кращі практики та нові наукові досягнення, відобразитися у нормативних документах підприємства. Тобто, моніторинг можна визначити як етап процесу управління ризиками, що постійно повторюється.

Аналіз результатів етапу контролю дозволяє виявити, з одного боку, неефективність заходів та способів безпеки, а з іншого боку, допомагає виявити динамічні зміни у виробничому процесі, удосконалити обладнання, підвищити професійні якості персоналу за рахунок тренінгів, стажування та навчання, використовувати нові технології та продукцію, пристосовуватися до вимог ринку, впроваджувати інноваційні розробки та практики.

На основі результатів оцінки ризиків розробляють стратегію управління ризиками. Вона може включати в себе заходи для зниження ризиків (наприклад, встановлення блокуючого обладнання або заміна небезпечних процесів), заходи для уникнення ризиків (наприклад, перерозподіл робочих завдань, дистанційне виконання робіт) та заходи для упередження виникнення ризику (наприклад, удосконалення технологічного процесу).

Після визначення заходів з управління ризиками реалізують їх в робочому середовищі. Це може включати в себе зміни в технологічних процесах, встановлення інноваційного обладнання, професійне зростання працівників та інше.

Важливим фактором для досягнення безпечного робочого середовища і запобігання травмам та аваріям є високий рівень культури безпеки виробництва та постійний контроль ризиків безпеки праці. Розвинуті навички з оцінки ризиків покращають професійну кваліфікацію працівників і зроблять їх більш конкурентоспроможними на ринку праці. В свою чергу підприємства, які демонструють дотримання високих стандартів безпеки праці, шляхом моніторингу ризиків можуть зберігати довіру споживачів, інвесторів і громадськості.

Перелік використаних джерел

1. Carlos Gomes de Oliveira, Fernando Oliveira Nunes, Lígia Simas. Risk Management in Occupational Health and Safety Context: A Proposal for a Coherent Structure of Concepts and Terminology, *Open Journal of Safety Science and Technology*, Vol.12 No.4, December 20, 2022.
2. Kruzhilko, O., Mahmoud, A. E. D., Maystrenko, V., Volodchenkova, N., Polukarov, O., Sydorenko, V., Pruskyi, A., & Arlamov, O. Scientific Support of Occupational Risk Management Decisions in Industrial Sectors in Case of Uncertainty. *International Journal of Occupational Safety and Health*. 2023. 13(2), 223–233.
3. Kruzhilko, N. Volodchenkova, V. Maystrenko, B. Bolibrukh, V.P. Kalinchyk, A. Zakora, A. Feshchenko, S. Yeremenko, Mathematical modelling of professional risk at Ukrainian metallurgical industry enterprises, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 108/1 (2021) 35–41.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-116>

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS AN EFFECTIVE TOOL
FOR ENSURING THE WORK SAFETY OF ENTERPRISES
IN MODERN CONDITIONS**

**ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ДІЄВИЙ ІНСТРУМЕНТ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПІДПРИЄМСТВ
В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

Dziurban M.H.

*master group 263-22-2M,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Дзюрбан М.Г.

*магістр гр. 263-22-2М,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

В сучасних умовах функціонування економіки з високим рівнем невизначеності, що значно підвищується в умовах військового стану країни, зростає потреба врахування загроз та ризиків внутрішнього та зовнішнього характеру дії, через ризик-орієнтоване мислення за допомогою дієвих інструментів управління безпекою розвитку підприємств.

Сталий розвиток новітніх технологій – автоматизації, цифровізації, розвитку високотехнологічних пристроїв та обладнання вражає своїми темпами. Автоматизація робить процеси менш залежними від людського фактору, але галузь охорони праці є складною системою та досить консервативною, адже будь які інноваційні зміни мають невіліювати ризики, помилки можуть коштувати підприємству репутації, фінансових втрат, штрафів, чи найціннішого – здоров'я або життя людини.

Інноваційні рішення активно впроваджуються у різні галузі життєдіяльності, урядовці на законодавчому рівні схвалили Стратегію розвитку штучного інтелекту в Україні створено на базі Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні, затвердженої Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 2 грудня 2020 р. № 1556-р [1]. Потенціал штучного інтелекту активно використовується у покращенні заходів у тому числі з охорони праці і безпеки на робочому місці. Здатність аналізувати величезні обсяги даних і виявляти закономірності дозволяє штучному інтелекту уніфікувати стандарти безпеки на робочому місці та оптимізувати підхід організації охорони праці на підприємствах.

Сучасні технології базуються на використанні нових підходів до аналізу інформації: аварійність та травматизм на виробництві на основі теорії ризику і створення нових запобіжних методів щодо мінімізації небезпечних і шкідливих виробничих чинників, підвищення культури безпеки, покращення системи навчання працівників та поширення інформаційного забезпечення працівників про стан умов та безпеки праці. Алгоритми штучного інтелекту, аналізуючи статистичні дані, виявляють закономірності, що можуть призвести до нещасних випадків. Це дозволяє підприємствам вживати заходів для зменшення ризиків і запобігати нещасним випадкам, наприклад, впровадження додаткової навчальної програми для запобігання цим конкретним ризикам.

Крім запобігання нещасним випадкам, сучасні технології відіграють важливу роль у моніторингу та управлінні небезпеками на робочому місці. Сенсори, інтелектуальні датчики та системи моніторингу, трекінги, що оснащені штучним інтелектом, можуть постійно збирати дані про різні фактори навколишнього середовища, такі як температура, вологість, рівень шуму, вхід у небезпечну зону, тощо. Алгоритми штучного інтелекту, обробляючи та аналізуючи дані в реальному часі, можуть виявляти потенційні небезпеки, сповіщати працівників про небезпеку.

Можливості штучного інтелекту дозволяють виявляти та аналізувати дані про рухи та постань працівників, виявляти ергономічні ризики та надавати рекомендації щодо їх вдосконалення. Наприклад, одним з таких рішень є мобільні додатки, що мають можливість створювати ерго-звіти на основі об'єктивних даних про ризики травмування будь-якої робочої пози працівників, за допомогою яких фахівці у подальшому можуть проектувати робочі місця, координувати робочі процеси мінімізуючи ризики травм, пов'язаних з ергономікою. Крім того, навіть на стадії впровадження інвестиційних проєктів пов'язаних із забезпеченням сприятливих умов праці доречно використовувати можливості інноваційних досягнень в ескізному проєктуванні, робочих кресленнях, технологічних картах.

Окреме, та досить обширне питання можливостей штучного інтелекту це можливість організації навчання з питань безпеки працівників підприємств. Традиційні методи навчання часто базуються на загальному теоретичному контенті, який не завжди враховує конкретні ризики, з якими стикаються окремі працівники. Штучний інтелект має можливість аналізувати дані про працівників, такі як посади, досвід та результативність, щоб розробляти персоналізовані програми навчання, спрямовані на конкретні ситуації, виробничі процеси, що потребують покращень. Наприклад, гейміфікація (у т.ч.

використання симуляторів), тобто використання ігрового підходу в межах Стандарту охорони праці підприємств розробленого для реальних процесів та ситуацій для перевірки знань, опанування нових методик. Інтерактивні курси з техніки безпеки викликають у слухачів більше зацікавленості та дозволяють краще запам'ятовувати матеріал. Крім того, додатково є можливість впровадити та використовувати чат-бот підприємства, у якого можна в он-лайн режимі запитати вимоги для виконання того чи іншого робочого процесу, нормативний документ, регламент чи стандарт, методику виконання чи інше. За допомогою чат-боту з безпеки праці, служба охорони праці може отримувати зворотній зв'язок, відповідні заявки на видачу СІЗ, інформацію про інциденти (наприклад мікротравми), чек-листи керівників щодо аналізу безпеки робочих місць, тощо. Тобто із впровадженням інноваційного підходу багато стандартних питань і проблем обробити та вирішити за допомогою системи штучного інтелекту. Вивільнений час працівники підприємств можуть використовувати в напрямку розвитку та поліпшення технології виробництва продукції, навчання та інших цілях.

В результаті аналізу інноваційних рішень в області охорони праці можна констатувати, що розвиток даного напрямку останнім часом набуває інтенсивності. Інновації в охороні праці включають як організаційні рішення, спрямовані на вдосконалення системи підготовки персоналу на знання норм і правил охорони праці так і впровадження віддаленого моніторингу за технологічними процесами. Все це є надзвичайно важливими компонентами роботи підприємства, адже завдання охорони праці – звести до мінімуму ймовірність нещасних випадків або захворювання працівників з одночасним забезпеченням небезпечних умов для підвищення когнітивної продуктивності. Водночас, не слід спростовувати розуміння, що робота зі штучним інтелектом потребує відповідних навичок та власної компетенції.

Перелік використаних джерел

1. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні, затвердженої Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 2 грудня 2020 р. №1556-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#n8> (дата звернення: 21.09.2023)

2. Відеоінтерв'ю з Дмитром Григоренком «Штучний інтелект і безпека праці: вороги чи друзі?» URL: <https://ohoronapraci.kiev.ua/seminar/webinar/stucnij-intelekt-dla-specialistiv-z-bzr-bazovij-trening> (дата звернення: 21.09.2023)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-117>

**ABOUT THE MANUFACTURE OF PROTECTIVE STRUCTURES
AND CONTAINERS FROM DUCTILE IRON**

**ПРО ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ТА ЄМНОСТЕЙ
З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

Doroshenko V.S.

*DSc (Engineering), Senior Researcher,
Physical and Technological Institute
of Metals and Alloys of the National
Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Дорошенко В.С.

*д.т.н., старший науковий
співробітник, Фізико-технологічний
інститут металів та сплавів
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

Klymenko S.I.

*PhD (Engineering), Senior Researcher,
Physical and Technological Institute
of Metals and Alloys of the National
Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Клименко С.І.

*к.т.н., старший науковий
співробітник, Фізико-технологічний
інститут металів та сплавів
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

За інформацією Метінвест Холдингу (<https://metinvest.media/>) на червень 2023 р. було виготовлено і передано захисникам України 200 циліндричних укриттів-капсул з гофрованої сталі, які використовують заглибленими в землю. Аналогічно заглиблюють пластикові споруди, як вказано на сайті <https://theawesomer.com>, і використовують їх як льохи. Подібного виду ємності застосовують як резервуари для плинних матеріалів, септиків для каналізації, також їх виготовляють з плоскими стінками, а циліндричні встановлюють горизонтально чи вертикально.

У відділі О.Й. Шинського ФТІМС НАНУ такі конструкції запропоновано збирати з сегментів, вилитих з високоміцного чавуну (ВЧ) [1]. Ці сегменти схожі на тубінги для будівництва метро, шахтних стовбурів чи тунелів, але «зменшені» за своєю масою до 50 кг. Це дозволяє «ручний» монтаж споруд з сегментів в польових умовах і варіювання конструкцій споруд, наприклад, довільним нарощуванням їх додаванням кількості сегментів чи утворенням у споруді отворів, зумовлює збірно-розбірну здатність для їх релокації.

Гідроізоляція стиків чавунних сегментів аналогічна, як для шахтних тубінгів, споруди чи ємності можуть покриватись синтетичною плівкою (зсередини чи ззовні), ґрунтом, бетоном чи місцевими матеріалами.

Сегменти такої маси вигідно вилити за моделями, що газифікуються, навіть у невеликих вітчизняних ливарних цехах, а також піддавати термообробці для збільшення міцності, зокрема за режимом, аналогічним для бронифутерувальних плит (ізотермічне гартування, austempering) [1], що буде корисно для захисних чи навіть фортифікаційних споруд.

Перелік використаних джерел

1. Дорошенко В. С., Шалевська І. А. Проектування виробництва сегментів захисних споруд за сучасними металургійними технологіями. *Фундаментальні та прикл. проблеми чорної металургії*. 2022. № 36. С. 476–486.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-118>

PROTECTIVE PROPERTIES OF RESPIRATORS AND METHODS OF THEIR DETERMINATION

ЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕСПІРАТОРІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Zaitsev I.O.

*student (group 263-22-2m),
LLC «Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Зайцев І.О.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

У виробничих умовах працівники піддаються ризику вдихання шкідливих речовин, таких як токсичні гази, пил, дим, бактерії, віруси та інші аерозолі. Фільтрувальні респіратори є важливим засобом захисту від таких загроз. Однак, не всі респіратори мають однакову ефективність та зручність використання, тому дослідження їх захисних і ергономічних властивостей має велике значення для забезпечення здоров'я та безпеки працівників.

У зв'язку з появою нових шкідливих речовин або мутацією вірусів, можуть змінитися вимоги до захисного обладнання. Дослідження захисних властивостей респіраторів дозволить виявити їх ефективність

у відношенні нових загроз і, при необхідності, розробити більш ефективні моделі респіраторів.

Правильний дизайн і зручність використання респіраторів мають велике значення для практичного застосування. Незручні або неефективні респіратори можуть бути відкинуті працівниками, що призводить до недостатнього рівня захисту. Дослідження ергономічних властивостей респіраторів допоможе виявити проблемні аспекти та запропонувати вдосконалення для покращення комфорту та носіння.

Засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) як технічний об'єкт є достатньо складною системою, яка формується з певної кількості взаємозв'язаних елементів. Це дає змогу при проєктуванні ЗІЗОД застосувати блочно-ієрархічний підхід, який передбачає розділення складної системи на низку окремих елементів. Конструкції ЗІЗОД мають складники, які формально можна розглядати як окремі елементи: лицьова частина (півмаска, маска); смуга обтюраторії, яка забезпечує щільне прилягання до обличчя; фільтри; комплект наголів'я; клапанна система. Ефективність і технічний рівень індивідуальних дихальних пристроїв визначають десятьма групами показників якості відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 [1], які характеризують їх основні властивості. Під час розроблення ЗІЗОД потрібно забезпечити такі вимоги:

- показники призначення, які відповідають вимогам технічного завдання;
- конструкцію та розмірний ряд, які враховують особливості антропометричних розмірів обличчя та голови людини [2];
- формостійкість, ергономічність, надійність маски та комплекту наголів'я впродовж визначеного гарантованого строку використання [3];
- обмеження додаткових ризиків у використанні, зручність зберігання та утилізації [4];
- економічність і технологічна досконалість [5].

На виробництвах за умов високого рівня забруднення повітря пилом та аерозолями зі шкідливими домішками бактерій, важких металів, різноманітних хімічних сполук широке розповсюдження набули разові протипилові фільтрувальні респіратори. Респіратор без фільтра або із вдихальним і видихальним фільтрами накриває ніс, рот і підборіддя користувача. Півмаска щільно прилягає до обличчя, виготовляється з фільтрувальних матеріалів і фіксується за допомогою регульованих елементів наголів'я. Вимоги до такого типу ЗІЗОД визначено в ДСТУ EN 149:2017 [6]. Важливим елементом забезпечення високих ізолювальних властивостей є наголів'я, яке відповідає за фіксацію

півмаски на голові користувача та рівномірний розподіл зусиль за смугою обтюраторії. Нецільне прилягання обтюратора до поверхні обличчя користувача призводить до надмірного підсмоктування забрудненого повітря у підмасковий простір і, як наслідок, є причиною зниження його захисної ефективності [7]. На просочування часток пилу та аерозолів через можливі зазори впливають: робочі положення, рухи тіла та голови, інтенсивність фізичного навантаження. Найчастіше просочування шкідливих речовин у підмасковий простір фільтрувального респіратора фіксують біля носа, щоки та підборіддя, під час розмов, нахилів голови та змінення міміки обличчя [8].

Під час застосування фільтрувальних масок надійний довготривалий захист органів дихання працівника може бути досягнутий тільки у разі цільного прилягання маски внаслідок зменшення просочування забрудненого повітря за смугу обтюраторії. Кількість шкідливих речовин, які надходять у підмасковий простір респіратору, залежить від опору фільтрувальних матеріалів і величини зазорів між смугою обтюраторії та поверхнею обличчя користувача.

Результати досліджень показали, що на просочування забрудненого повітря впливає важкість виконуваної роботи. Вочевидь, під час зростання фізичного навантаження глибина та частота вдихів-видихів збільшується. Так, у стані спокою об'ємна витрата повітря становить до 12 л/хв, а під час виконання робіт підвищеної важкості збільшується у 6–7 разів. Зі збільшенням фізичного навантаження користувача зростає швидкість вдиху-видиху повітряного потоку до 30 вдих/хв, що знижує ефективність процесу фільтрації. Окрім цього, з'являється ймовірність збільшення зазору між смугою обтюраторії та поверхнею обличчя через змінення міміки, сповзання та ослаблення зусиль, які притискають лицьову півмаску.

Під час носіння елементи наголів'я найшвидше, порівняно з іншими елементами, пошкоджуються, що вимагає негайної заміни респіратору. Деякі виробники фільтрувальних респіраторів виготовляють наголів'я з гуми або латексу, які за загального регулювання можуть залишати сліди (прим'ятини) на обличчі користувача. Низка виробників для удосконалення конструкції наголів'я пропонують додавати вставки, які мають сприяти: щільнішому утриманню лицьової півмаски на обличчі; змінюванню довжини наголів'я; зменшенню величини механічного натягу стрічки кріплення.

У результаті випадків надмірного впливу шкідливих речовин на працівників, які правильно та своєчасно користувалися сертифікованими та функціональними респіраторами із

високоєфективними фільтрами, до кінця 1960-х років фахівцям у промислово розвинених країнах стало очевидним, що реальна ефективність цих захисних засобів була нижчою, ніж очікувалося на основі виключно лабораторних випробувань [9]. Таким чином, починаючи з 1970-х років, у промислово розвинених країнах почали проводити випробування респіраторів безпосередньо під час реальної роботи в виробничих умовах. Результати цих досліджень підтвердили, що реальна ефективність респіраторів в цілому виявилася значно меншою, ніж при лабораторних випробуваннях. З цієї причини, при розробці нормативних документів, що регулюють вибір та використання респіраторів, промислово розвинені країни враховували саме результати виробничих випробувань.

Після винаходу першого індивідуального пробовідбірного насоса Шервудом у 1958 році [10], виникла можливість технічно виміряти забрудненість повітря як ззовні маски респіратора, так і вдихуваного повітря (під маскою) одночасно. Це дозволило визначити ефективність захисних респіраторів. Однак до 1970-х років фахівці помилково вважали, що властивості респіраторів в лабораторних і виробничих умовах однакові. Виміри ефективності респіраторів у реальних виробничих умовах не проводились, і межі їх застосування визначались на підставі лабораторних тестів. Проте перші дослідження вказали на те, що у виробничих умовах захисні властивості респіраторів різних конструкцій є змінними і значно залежать від правильного використання (наприклад, постійне носіння в забрудненій атмосфері) та витоків забрудненого повітря під маскою через її зазори з обличчям. Це демонструвало, що виробнича ефективність респіраторів суттєво нижча, ніж в лабораторних умовах. Це вимагало перегляду обмежень щодо застосування різних конструкцій респіраторів і спонукало до розробки вимог щодо їх правильного використання, що закріплені в національному законодавстві. Внаслідок виробничих вимірювань також було віддано більше уваги технічним засобам захисту, таким як непроникність, вентиляція, автоматизація, зміна технології та інші.

Порівняння результатів випробувань респіраторів, проведених як у лабораторних умовах, так і в реальних виробничих умовах, виявило, що лабораторні випробування недостатньо відображають реальну ефективність респіраторів, навіть при їх постійному використанні. Отже, при встановленні обмежень для області допустимого застосування різних типів захисних респіраторів, як це передбачено законодавством в розвинених країнах, стали враховувати результати саме виробничих випробувань. Це призвело, наприклад, до зміни допустимих

максимальних рівнів концентрації шкідливих речовин (ГДК) для різних типів респіраторів.

Перелік використаних джерел

1. ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 12.4.041:2001, IDT). [Чинний від 2007.07.01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 181 с. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=30151.

2. Cai M., Li H., Shen S., Wang Yu. Customized design and 3D printing of face seal for an N95 Filtering Facepiece Respirator. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2017. № 15(3). 226–234. doi: 10.1080/15459624.2017.1411598.

3. Голінько В. І., Третякова Л. Д., Чеберячко С. І. Проектування засобів індивідуального захисту працюючих: навч. посіб. Дніпро: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. 181. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41917>

4. Третякова Л. Д., Остапенко Н. В. Оцінка додаткового ризику у використанні захисного одягу. Проблеми охорони праці в Україні: зб.наук.праць. Київ: НДІПБО, 2016. Вип. 32. 57–67. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42196/1/Ryzyku-u-vykorystanni-zakhysnoho-odiahu.pdf>

5. Остапенко Н. В., Луцкер Т. В., Колосніченко О. В., Третякова Л. Д. Розробка елементів спеціального захисного одягу на основі принципів трансформації. Теорія та практика дизайну: зб. наук. пр. Технічна естетика. Київ: Дія, 2015. Вип. 8: С. 204–216. URL: https://knutd.edu.ua/publications/pdf/Ukrainian_editions/2015/Ostapenko_Lutsker_Kolosnichenko_Tretyakova27112015

6. ДСТУ EN 149:2017 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтрувальні півмаски для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування (EN 149:2001+A1:2009, IDT). [Чинний від 2018.02.01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 18 с. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=75012.

7. Чеберячко С. І, Чеберячко Ю. І, Шайхліслова І. А. Проектування півмасок фільтрувальних респіраторів. *Наука та інновації*. 2020. 16(5). 97–109. URL: 10.15407/scin16.05.097.

8. Yumiao C., Jianping W., Zhongliang Y. The human factors/ergonomics studies for respirators: a review and future work.

International Journal of Clothing Science and Technology, 2015. 27(5). 652–676. 76. doi:10.1108/IJCST-06-2014-0077.

9. Cralley L. V., Cralley L.J. 3A Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 2ed, часть 3A, vol. 2, New York, Willey-Interscience, 1985 с. 677–678.

10. Sherwood R. J. On the Interpretation of Air Sampling for Radioactive Particles. American Industrial Hygiene Association Journal Taylor & Francis. 1966. №. 27(2). p. 98–109.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-119>

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE ELECTROCHEMICAL
SYNTHESIS OF MULTIFUNCTIONAL MATERIALS
FOR FILTER VENTILATION SYSTEMS**

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СИНТЕЗУ
ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ
ФІЛЬТРОВЕНТИЛЯЦІЇ**

Karakurkchi H.V.

*(Engineering), Senior Researcher,
National Defence University
of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Каракуркчі Г.В.

*д.т.н., старший дослідник,
Національний університет оборони
України, м. Київ, Україна*

Sakhnenko M.D.

*DSc (Engineering), Professor,
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute",
Kharkiv, Ukraine*

Сахненко М.Д.

*д.т.н., професор, Національний
технічний університет
«Харківський політехнічний
інститут», м. Харків, Україна*

Korogodskaya A.M.

*DSc (Engineering), Associated
Professor, National Technical
University "Kharkiv Polytechnic
Institute", Kharkiv, Ukraine*

Корогодська А.М.

*д.т.н., доцент,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний
інститут», м. Харків, Україна*

Системи фільтровентиляції широко використовуються на виробництві, а також у спорудах цивільного захисту для забезпечення робочого персоналу та цивільного населення очищеним повітрям, коли навколишня атмосфера забруднена токсичними речовинами. При цьому

найважливішою частиною цієї системи є фільтри поглиначі, які саме і виконують функцію знешкодження токсичних агентів.

Існуючі технологічні підходи, що використовуються у системах кондиціонування, полягають у використанні різноманітних фільтрів грубої та тонкої очистки, НЕРА-фільтрів тощо. Вельми перспективним є використання каталітичних фільтрів для підвищення ступеню очищення та знезараження забрудненого повітря.

Метою роботи ставилося розроблення способу електрохімічного синтезу каталітичних матеріалів на основі допованого додатковими компонентами TiO_2 та дослідження функціональних властивостей одержаних систем.

Досягненням сучасного хімічного матеріалознавства та інженерії поверхні щодо інноваційних технологій електрохімічного синтезу [1, 2] дозволили обґрунтувати вибір дифосфатних робочих електролітів та режимів плазмо-електролітного окисдування (ПЕО) для формування гетерооксидних покриттів $TiO_2 \cdot MO$, де $M - W, Mo, Zr, Zn$.

В досліджуваних умовах були отримані рівномірні міцноадгезовані з оброблюваним матеріалом (сплавом титану VT1-0) гетерооксидні шари, що мають тороподібну структуру, притаманну TiO_2 . Встановлено, що забарвлення одержаного матеріалу залежить від типу інкорпорованого допувального компоненту [3]. Показано, що варіювання складу електролітів та режимів плазмо-електролітної обробки, дозволяє гнучко керувати процесом електрохімічного синтезу цільового матеріалу.

З використанням сучасних методів (енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії, сканівної електронної та атомно-силової мікроскопії, фотоколориметричних досліджень) було визначено комплекс функціональних властивостей синтезованих матеріалів.

Встановлено, що у модельній реакції фотодеструкції з використанням барвника метилового жовтогогарячого, одержані гетерооксидні покриття проявляють вищі на 10–30% показники фотокаталітичної активності, порівняно із TiO_2 . З урахуванням високого ступеню деструкції модельного токсичного компонента це дало змогу окреслити можливості їх застосування у технологіях фотокаталітичного окиснення токсикантів.

Синтезовані каталітичні матеріали запропоновано використовувати у системах фільтровентиляції у складі фотокаталітичних блоків. Визначено, що оптимальною технологічною формою каталізатору у фотокаталітичному блоці є тонкошарове покриття допованого додатковими компонентами $TiO_2 \cdot MO$, де $M - W, Mo, Zr, Zn$, що електрохімічно синтезовано методом ПЕО на структурованій основі Ti .

Аналіз подібних конструкцій дозволив обґрунтувати можливий склад фотокаталітичного блоку: паралельні пластини із титану із нанесеним фотокаталітичним покриттям, між якими розміщено УФ-лампи для реалізації фотокаталітичного ефекту. Для забезпечення достатньої інтенсивності опромінювання та більш повної фотодеструкції токсикантів, бічні стінки фотокаталітичного блоку пропонується обладнати дзеркальною поверхнею для внутрішнього віддзеркалення УФ-промінів.

Напрями подальших досліджень пов'язані із виготовленням макетного зразка фотокаталітичного блоку та проведення стендових випробувань щодо дослідження ефективності знезараження повітря.

Перелік використаних джерел

1. Сахненко М. Д., Ведь М. В., Каракуркчі Г. В., Галак О. В. Особливості одержання металоксидних каталітичних систем плазмово-електролітичним оксидуванням алюмінію та титану в пірофосфатних електролітах. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Хімія, хімічні технології та екологія.* № 22(1194). 2016. С. 171–176.

2. Ved' M. V., Sakhnenko N. D., Karakurkchi A. V., Gorohivskiy A. S. Synthesis of catalytic cobalt-containing coatings on alloy AL25 surface by plasma electrolytic oxidation. *Хімія, фізика та технологія поверхні.* 2017. Т. 8. № 1. С. 73–79.

3. Sakhnenko N. D., Ved' M. V., Karakurkchi A. V. Effect of doping metals on the structure of PEO coatings on titanium. *International Journal of Chemical Engineering.* 2018. Vol. 2018. 10 p. Article ID 4608485. DOI: 10.1155/2018/4608485.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-120>

IMPLEMENTATION OF EUROPEAN LABOR SAFETY STANDARDS INTO UKRAINIAN LEGISLATION

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У ВІТЧИЗНЯНЕ ЗАКОНОДАВСТВО

Kniazkova L.M.

*PhD (Law), Associate Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Князькова Л.М.

*к.ю.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Chernykh Ye.M.

*PhD (Law), Associate Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Черних Є.М.

*к.ю.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

23 червня 2022 року країни члени Європейського Союзу проголосували за надання Україні статусу кандидата на вступ до Європейського Союзу. Обрання курсу на інтеграцію до Європейського співтовариства та наближення української правової системи до європейських та світових стандартів щодо забезпечення фундаментальних прав, необхідність введення до законодавства України положень Європейського законодавства, актуалізували необхідність дослідження і Європейських стандартів безпеки праці.

Сьогодні в Україні створено досить розгалужену нормативну базу у сфері охорони праці. Однак їй притаманні певні недоліки. Так, відносини в сфері охорони праці регламентують два комплексних закони: Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю (КЗпП України). Це породжує проблему розпорошеності та подвійності законодавства, а також знижує значення КЗпП України як основного нормативно-правового акту в системі трудового законодавства. Крім цього, нормативна база у сфері охорони праці дещо застаріла та має невпорядкований вигляд [1, с. 3].

Джерелами правового регулювання праці в Європі являються акти, прийняті Європейським Союзом та Радою Європи. Прийняття конвенцій дало змогу забезпечити європейцям гідні умови праці та зробити більш

успішними європейські компанії на міжнародному ринку. Забезпечення охорони праці є одним із найважливіших напрямів соціальної політики ЄС. Право кожного працівника на роботу в умовах, які забезпечують охорону його здоров'я, безпеку та гідність, закріплено у ст. 31 Хартії ЄС «Про основні права». Правові основи охорони праці розвинено у ґрунтовній законодавчій базі ЄС та підкріплено великою кількістю актів не законодавчого характеру. Нормативно-правові акти з охорони праці мають рекомендаційний характер та визначають засадничі принципи, яким повинно відповідати законодавство держав-членів ЄС. При цьому форми, методи та строки практичної реалізації відповідних положень залишаються на розсуд самих держав. Такий «м'який» (англ. soft) підхід дозволяє створити загальноєвропейський правовий простір, зберігши особливості та традиції кожної національної законодавчої системи [2].

Слід відзначити, що стан безпеки праці в державі багато в чому залежить від соціально-економічної ситуації в країні. Сьогодні соціально-економічна ситуація в Україні характеризується недостатнім фінансуванням охорони праці як з боку держави, так і з боку власників недержавного сектора економіки. Ситуація погіршується у зв'язку з військовою агресією Росії проти України.

Серед факторів, які стримують процес адаптації і потребують вирішення, можна виділити наступні: недостатню кадрову спроможність відповідальних інституцій забезпечувати процес адаптації законодавства та занадто бюрократизовану процедуру розробки, погодження і прийняття актів законодавства; конфлікти інтересів між різними державними органами стосовно розподілу повноважень, що зумовлює затягування процесу розгляду і погодження (непогодження) проектів законодавчих актів; неврахування норм чинного законодавства в процесі адаптації законодавства, що спричинює дублювання норм; блокування проходження актів різними стейкхолдерами та групами інтересів, які бояться викликаних адаптацією законодавства змін, що спричиняє тривалий розгляд законопроектів у комітетах Верховної Ради України за відсутності конструктивного діалогу між учасниками процесу та знаходження компромісних рішень [3]. На наш погляд, в Україні повинен запрацювати механізм економічної зацікавленості власників підприємств усіх форм власності у створенні на виробництві безпечних умов праці.

Важливим завданням реалізації права людини на працю, соціальний захист та забезпечення здорових і безпечних умов праці є мінімізація рівня виробничого травматизму, який, незважаючи на деякі позитивні

тенденції зменшення за останні десятиріччя, залишається досить високим і в 2,5 рази перевищує середньо європейські показники [4].

Вагоме місце серед основних джерел міжнародно-правового регулювання трудових відносин та безпеки праці посідають конвенції та рекомендації МОП. Однією з базових конвенцій МОП у галузі охорони праці є Конвенція № 155 про безпеку та гігієну праці та виробниче середовище, що прийнята 22 червня 1981 року [5]. Враховуючи європейський досвід, при формуванні української моделі ринку праці та політики зайнятості слід обов'язково звернути увагу на європейську стратегію зайнятості, основними складовими якої є: створення робочих місць, якість роботи, продуктивність праці, гідна оплата праці, соціальна безпека, професійні та соціальні навички [6].

Базовими нормативно-правовими актами при адаптації національного законодавства до законодавства країн ЄС також є Директиви Ради Європейських співтовариств, чільне місце серед яких посідає Директива Ради № 89/391/ЄЕС «Про впровадження заходів для заохочення удосконалень у сфері безпеки і охорони здоров'я працівників під час роботи» від 12 червня 1989 р.

Вважаємо, що законодавство з безпеки праці потребує систематизації з метою його упорядкування та змістовного наповнення з урахуванням забезпечення податкових пільг на засоби, які спрямовані на оздоровлення умов праці, враховуючи при цьому диференціювання страхових внесків залежно від частоти і тяжкості травматизму і професійних захворювань, а також впровадження санкцій за бездіяльність власників щодо поліпшення умов праці.

Перелік використаних джерел

1. Ізуїта П. О. Правове регулювання охорони праці в умовах ринкової економіки: авторефер. дис. ... канд. юрид. наук: Харк. нац. ун-т внутр. справ, Харків, 2008. 18 с.
2. Венедіктов В.С., Грохольський В.П., Іншин М.І. Охорона праці: європейські і міжнародні стандарти та законодавство України: науково-практичний посібник. Харків-Київ, 2006. 680 с.
3. Україна та Угода про асоціацію. Моніторинг виконання 2014-2019 рр. ГО «Український центр європейської політики». URL: <https://www.kas.de/uk/web/ukraine/einzelitel/-/content/ukraina-ta-ugoda-pro-asociaciu-monitoring-vikonanna-2014-2019> (дата звернення: 05.10.2023).
4. «Про Національну стратегію у сфері прав людини». Указ Президента України від 24.03.2021 року № 119/2021. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/119/2021#Text> (дата звернення: 05.10.2023).

5. Конвенція МОП № 155 Про безпеку та гігієну праці та виробниче середовище від 22 червня 1981 року (ратифікована Україною 02.11.2011 року). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_050#Text (дата звернення 05.10.2023)

6. Григор'єва О.В., Лавріненко І.О. Впровадження Європейських стандартів охорони праці в діяльність українських підприємств. Електронний журнал «Ефективна економіка». URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5043> (дата звернення: 05.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-121>

EXPEDIENCY AND PRACTICAL APPLICATION OF THE ELMERI METHOD FOR IDENTIFYING OCCUPATIONAL HAZARDS AND ASSESSING OCCUPATIONAL RISK AT AN ENTERPRISE

ДОЦІЛЬНІСТЬ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕЛМЕРІ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ТА ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Koniev L.L.

*student (group 263-22-2m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Конєв Л.Л.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Елмері – це проста та надійна система оцінювання рівня безпеки підприємства та робочого місця. Вона добре підходить для більшості підприємств у промисловості. Елмері відстежує найважливіші чинники, що впливають на безпеку робочого місця, які згруповані в сім груп:

- виробничий процес;
- порядок і чистота;
- безпека праці під час роботи з машинним обладнанням;
- фактори навколишнього середовища;
- ергономіка;

- проходи і проїзди;
- можливості для порятунку і надання першої допомоги.

Для проведення спостережень розроблено анкету та інструкцію. Приклад анкети наведено в Таблиці 1. Оцінювання проводять на обраному робочому місці, і результати заносять в анкету за принципом добре/погано. Пункт визнається хорошим, якщо він відповідає мінімальному рівню вимог нормативних актів охорони праці.

Після оцінки проводять підрахунок пунктів «добре» і «погано» і виводять індекс Елмері, що характеризує рівень безпеки спостережуваної ділянки. Індекс розраховується за такою формулою:

$$\text{ІндексЕлмері} = \frac{\text{ПунктиДобре}}{\text{ПунктиДобре} + \text{ПунктиПогано}} \cdot 100\%$$

До оцінки необхідно визначити межі робочого місця. Необхідно визначити, яка територія входить до робочого простору, а яка залишається за його межами. Межі слід визначати таким чином, щоб робоче місце та прилеглий простір можна було спостерігати з однієї точки або на малій площі. Краще, якщо межі невеликі, ніж занадто великі.

Наприклад, можна обмежити простір, який утворює верстат, що знаходиться на робочому місці, робочий стіл і стелаж, що примикає до робочого місця. Додатково до перерахованих вище необхідно визначити, які інші верстати і пристрої (наприклад, крани, верстати і зварювальні апарати) відносяться до оцінюваної площі.

Після визначення меж робочого місця проводиться запис результатів спостережень. Найкращий спосіб – відповісти на всі запитання анкети по порядку. Якщо положення відповідає вимогам, то заноситься результат у графі добре. Якщо положення не відповідає вимогам, то позначка ставиться в графі погано. Відмітки з безпеки під час роботи з машинним устаткуванням ставляться окремо за кожним верстатом, що знаходиться на робочому місці, таким чином, у кожній графі може бути по кілька відміток.

Щодо помічених недоліків, за потреби, можна одразу зробити необхідні записи, бо пізніше важко згадати, якого положення стосувалися позначки погано [1].

Таблиця 1

Приклад розробленої анкети

Об'єкти спостереження	добре	погано
1. Виробничий процес		
1.1. використання засобів захисту та прийняття ризику		
2. Порядок і чистота		
2.1. робочі столи та верстаки		
2.2. стелажі		
...		
3. Безпека машин і обладнання		
3.1. будова і стан		
3.2. пристрій керування та аварійної установки		
...		
4. Фактори навколишнього середовища		
4.1. шум		
...		

У нас на підприємстві використовується два методи оцінки ризиків на робочому просторі – метод Аналізу безпечного виконання робіт (АБВР) і метод «Безпечний робочий простір (БРП)». Ці два методи відрізняються складністю проведення аналізу ризиків. АБВР простий у використанні, за умови врахування великого стажу в оцінці ризиків. БРП – складний якісний метод оцінки ризиків, що проводиться групою фахівців під керівництвом методолога. І в цьому полягає проблема.

Проаналізувавши зворотний зв'язок щодо оцінки ризиків зі співробітниками, які щойно прийшли на підприємство, або які давно працюють, але зрідка беруть участь в оцінці ризиків, їм важко зрозуміти ризик-орієнтовану концепцію, через це вони неправильно і неефективно використовують методи АБВР і БРП.

Взявши за основу реєстри ризиків БРП можна зробити анкету спостережень Елмері для конкретного робочого місця. Ці анкети спростять розуміння на що звернути увагу перед початком виконання робіт, якщо часто використовувати їх, працівникові буде легше запам'ятати основні ризики та небезпеки на робочому місці.

Після оцінки за анкетною працівник може порахувати числовий індекс Ельмері. Якщо індекс буде нижчим за порогове значення (наприклад 80%), він розумітиме, що робочий простір не є безпечним і необхідно виконати якісь дії: відмовитися виконувати роботи, або впровадити заходи для зниження ризиків, або проконсультуватися зі своїм керівником.

Для досвідчених працівників і тих, хто постійно бере участь в оцінці ризиків, цей метод не принесе багато користі, але для нових працівників це гарний старт у ризик-орієнтовану концепцію безпеки праці.

Перелік використаних джерел

1. Laitinen H., Rasa P.-L., Räsänen T., Lankinen T., Nykyri E. ELMERI Observation Method for Predicting the Accident Rate and the Absence Due to Sick Leaves. *American Journal of Industrial Medicine*. 01 Sep 1999, Suppl. 1:86-8.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-122>

SUSTAINABILITY OF THE WORK OF PIPE ENTERPRISES IN WARTIME

СТІЙКІСТЬ РОБОТИ ТРУБНИХ ПІДПРИЄМСТВ У ВОЄННИЙ ЧАС

Korol R.M.

*PhD (Engineering), Director,
State Enterprise “Scientific-Research
and Design-Technological Institute
of the Pipe Industry
named after Ya.Yu. Osadi”,
Dnipro, Ukraine*

Король Р.М.

*к.т.н., директор,
Державне підприємство
«Науково-дослідний
та конструкторсько-технологічний
інститут трубної промисловості
імені Я.Ю. Осади», м. Дніпро, Україна*

Protopopova N.A.

*Senior lecturer,
Dnipropetrovsk State University
of Internal Affairs,
Dnipro, Ukraine*

Протопопова Н.А.

*старший викладач,
Дніпропетровський державний
університет внутрішніх справ,
м. Дніпро, Україна*

Стійкість роботи трубного підприємства визначається можливостями випуску та збуту запланованої на воєнний час продукції при слабких, часткових руйнуваннях від повітряної ударної хвилі, світлового випромінювання та вторинних явищ ядерного вибуху будівель, споруд, інженерних комунікацій, робочого та силового обладнання за умови швидкого виконання відновлювальних робіт.

Рівень та процес стійкості роботи визначається та регулюється наявністю об'єктивних показників, які відображають фізичний та економічний збиток, який отриманий від уражуючи чинників ядерного вибуху, стійкістю технологічних та кооперованих виробничих зв'язків, управління виробництвом у воєнний час.

Даним умовам відповідають наступні показники стійкості роботи:

1. Фізична стійкість – опірність будівель, споруд, інженерних комунікацій, робочого та силового обладнання до впливу повітряної ударної хвилі та вторинних явищ ядерного вибуху.

2. Стійкість постачання – сировиною, матеріалами, напів-фабрикатами, паливом, електроенергією, газом, водою, та збутом готової продукції.

3. Стійкість технологічного процесу після впливу ударної хвилі та вторинних чинників ядерного вибуху.

4. Стійкість металургійних та теплових агрегатів від впливу вторинних факторів – раптового тривалого відключення джерел живлення електроживлення, попадання в зони затоплення, суцільних та часткових пожеж та обвалів важких масивних сталевих конструкцій.

5. Стійкість управління виробництвом при здійсненні заходів цивільної оборони в «особливий період» під час ведення рятувальних та відновлювальних робіт, випуску запланованої продукції у період воєнного часу.

6. Спроможність захисту працюючих змін від зброї масового ураження.

7. Здатність ведення рятувальних та першочергових робіт на підприємстві після впливу ударної хвилі, світового випромінювання та вторинних явищ ядерного вибуху.

В цілях покращення планування відновлювальних робіт та визначення дублерів рекомендується розрізняти ступені стійкості роботи підприємства по можливому випуску продукції при слабких руйнуваннях:

I. Ступінь – нестійкість, коли частково зруйновано виробництво не здатне функціонувати.

II. Ступінь – мала стійкість, можливий випуск продукції в розмірі до 25% від заданого плану.

III. Ступінь – середня стійкість, до 50% заданого обсягу виробництва.

IV. Ступінь – стійкість, можливий випуск продукції до 75% від заданого плану виробництва мирного часу та майже 100% плану воєнного часу.

Для зменшення можливого збитку від ударної хвилі, світлового випромінювання та вторинних явищ ядерного вибуху розробляються інженерно-технічні, організаційні заходи та плани переведення підприємства на особливий режим роботи по сигналу.

Таким чином, організаційні заходи спрямовані на підвищення стійкості технологічного процесу управління виробництвом у воєнний час на забезпечення матеріально-технічного постачання та збуту готової продукції в умовах часткового руйнування транспортних комунікацій та схем виробничих зв'язків, які склалися в мирний час, створення запасів, які не знижуються та резервів сировини, матеріалів для виробництва запланованої продукції для проведення рятувальних та відновлюваних робіт.

З усіх факторів ураження ядерного вибуху максимальною ефективністю дії на об'єкти володіє повітряна ударна хвиля.

Дія ударної хвилі на елементи основних фондів підприємства характеризується досить складним комплексом навантажень (тиск відображення, тиск обтікання, тиск затікання та т.п.). Величина їх залежить від багатьох чинників. Врахувати сукупність дії на основні фонди підприємства, як правило, не можливо.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-123>

PECULIARITIES OF INDUSTRIAL SAFETY AUDIT AT THE ENTERPRISE

ОСОБЛИВОСТІ АУДИТУ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Maistrenko V.V.

*PhD (Engineering),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Майстренко В.В.

*к.т.н.,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Відповідно до статті 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен забезпечити функціонування Системи управління охороною праці (СУОП). Для цього він: організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць

на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів. Але на превеликий жаль Закон України «Про охорону праці» не дає визначення поняття «Аудит».

Відповідно до стандарту OHSAS 18002:2000 Аудит – це систематичні дослідження, з метою встановлення, відповідає чи ні діяльність та пов'язані з нею наслідки запланованим показникам, здійснюються чи ні заходи, що прийняті ефективно і потрібним чином, а також чи здатні вони забезпечити реалізацію політики і досягнення її мети.

Відповідно до такого визначення метою і завданнями аудиту є з'ясування фактичного стану виконання завдань з охорони праці в підрозділах підприємства, встановлення відхилень від планів реалізації заходів щодо підвищення безпеки виробництва та визначення наслідків цих відхилень, формування бази даних стану охорони праці на підставі інформації, зібраної за допомогою чек-листів, складання статистичних звітів і прийняття рішень щодо визначення і включення заходів охорони праці в плани робіт наступних років.

При побудові системи аудиту на підприємстві необхідно враховувати різницю між перевіркою стану безпеки праці та аудитом. У більшості випадків на підприємствах фахівці не розрізняють ці два види діяльності, вважаючи що аудит – це перевірка за умови заповнення чек-листа. Але ж ці два види діяльності відрізняються по своїй суті. Перевірка спрямована на вивчення стану умов праці, виявленні відхилень від вимог законодавства про працю, від стандартів безпеки праці, правил і норм охорони праці, рішень директивних органів, а також у перевірці виконання службами та підрозділами своїх обов'язків у сфері охорони праці.

Аудит охорони праці націлений на виявлення основних моментів, яким варто приділити особливу увагу щодо безпеки праці на підприємстві та підготувати пропозиції щодо зниження виробничих ризиків. Для вирішення такого питання необхідно:

- встановити відповідність функціонування СУОП чинному законодавству з охорони праці;
- перевірити наявність та відповідність чинному законодавству організаційних документів, які забезпечують роботи з охорони праці;
- перевірка проходження персоналом навчання з охорони праці та спеціального навчання, медичних оглядів, атестації робочих місць тощо;

- оцінка відповідності вимогам законодавства з охорони праці, безпеки та технічного стану машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки;
- перевірка ефективності системи управління ризиками;
- перевірка ефективності планів/заходів з покращення стану охорони праці на підприємстві;
- перевірка забезпеченості ресурсами для ефективного функціонування СУОП: наявності навченого персоналу з питань охорони праці, розподілу функцій, обов'язків та прав посадових осіб і спеціалістів з питань охорони праці.

Держпраці рекомендує роботодавцям для організації та проведення аудитів використовувати Чек-листи, як додатковий корисний інструмент щодо безпечної організації та виконання найпоширеніших видів робіт. Чек-лист – це контрольний список завдань, які необхідно у потрібній послідовності виконати або перевірити, складений у вигляді максимально простих, точних і лаконічних, але повних дій. Використання у Чек-листів поєднанні з автоматизованою системою їх обробки дозволяє контролювати виконання усіх передбачених заходів безпеки та мінімізувати вплив професійних ризиків на працівників під час виконання робіт. Крім того, це дає можливість оцінити обсяг виконаної роботи та побачити що саме ще залишилося зробити; заощадити та упорядкувати робочий час; скоротити можливість появи помилок; розвиненню професійних компетентностей і відслідкувати динаміку змін у часі стану безпеки праці на підприємстві.

При побудові такої системи наступним кроком буде побудова математичної моделі стану безпеки праці підприємства, яка дозволить враховувати ефективність планування заходів з безпеки праці

Перелік використаних джерел

1. Закону України «Про охорону праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
2. ДСТУ ОHSAS 18002:2015 Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог ОHSAS 18001:2007 (ОHSAS 18002:2008, IDT)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-124>

**RATIONAL USE OF COLLECTIVE AND INDIVIDUAL MEANS
OF PROTECTION AT THE ENTERPRISE**

**РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ КОЛЕКТИВНИХ
ТА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ
НА ПІДПРИЄМСТВІ**

Peresunko N.V.
*student (group 263-22-2м),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Пересунько Н.В.
*студентка гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

На сьогоднішній день, питання забезпечення безпеки праці та оптимізації виробництва на підприємствах стає все більш актуальним та важливим. Зокрема, термообрубні дільниці, що працюють з високотемпературними процесами, ставлять перед собою виклики, пов'язані з ефективним використанням колективних та індивідуальних засобів захисту з метою забезпечення безпеки працівників та підвищення продуктивності виробництва.

Термообрубувальні дільниці є важливою ланкою в обробці матеріалів та виробництві металевих конструкцій. Однак ці цехи відомі високим рівнем небезпеки для працівників, оскільки вони оперують з великими температурами, газами, пилом та іншими потенційно небезпечними факторами. Тому важливо ретельно вивчити ситуацію та знайти оптимальний баланс між забезпеченням безпеки працівників та збільшенням продуктивності праці в цих умовах [1].

В даному дослідженні проаналізовано поточний стан використання колективних та засобів індивідуального захисту в термообрубному цеху підприємства, виявлені проблеми та виклики, що існують, і запропоновано рекомендації щодо їх оптимізації.

Мета дослідження – покращити умови праці на підприємстві та підвищити безпеку працівників, що, у свою чергу, сприятиме зростанню ефективності та конкурентоспроможності підприємства.

Колективні засоби захисту з цієї точки зору розглядаються як технічні та організаційні засоби, спрямовані на зменшення ризиків для працівників та уникнення можливих негативних наслідків.

Колективні засоби захисту включають в себе системи вентиляції, системи знезараження повітря, засоби автоматизації та моніторингу, а також організаційні заходи, такі як раціональне розташування робочих місць та робочого обладнання.

Наразі в термообрубувальній дільниці підприємства вже існують колективні засоби захисту, такі як системи вентиляції для видалення газів і пилю, системи автоматизації для керування температурними режимами, а також інші технічні рішення. Проте, необхідно провести більш детальний аналіз їх ефективності та можливості їх покращення.

Сучасні технології надають широкі можливості для покращення колективних засобів захисту. Наприклад, використання сенсорів та систем штучного інтелекту може допомогти в реалізації більш точного контролю та регулювання параметрів обробки матеріалів з метою зменшення негативного впливу на працівників.

Рекомендації щодо оптимізації та покращення використання колективних засобів захисту:

- провести аудит існуючих колективних засобів захисту з метою виявлення слабких місць та можливостей для модернізації;
- розглянути можливість впровадження новітніх технологій інтеграції сенсорів та систем моніторингу для автоматичного реагування на зміни параметрів обробки;
- здійснити навчання працівників щодо правильного використання та обслуговування колективних засобів захисту;
- запровадити систему регулярного обслуговування та перевірки функціональності засобів захисту для забезпечення їх надійності.

Раціональне використання колективних засобів захисту є ключовим аспектом забезпечення безпеки працівників в термообрубувальній дільниці та сприяє підвищенню ефективності виробництва шляхом зменшення ризиків та аварій.

Використання колективних засобів захисту ні в якому разі не зменшує важливість використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), які є необхідним елементом забезпечення безпеки працівників в умовах підвищеної небезпеки, і їх раціональне використання грає важливу роль у запобіганні травмам та захисті здоров'я працівників [2].

До засобів індивідуального захисту відносяться захисні каски, спеціальний одяг, респіратори, окуляри, навушники та інші засоби, які призначені для ізоляції працівника від потенційно небезпечних факторів.

Наразі в термообрубувальному цеху підприємства використовується значний перелік засобів індивідуального захисту, і їх використання є

обов'язковим для працівників. Однак, необхідно провести аналіз того, наскільки ефективно вони використовуються та чи дотримуються робітники цеху правил їх використання. Аналіз поточного тану необхідний для постійного поліпшення стану охорони праці.

Сучасні інновації засобів індивідуального захисту включають в себе розробку нових матеріалів, які забезпечують вищу ступінь захисту при меншому ваговому та об'ємному навантаженні на працівника. Також важливим є розробка «розумних» ЗІЗ, обладнаних датчиками та зв'язком, які можуть відслідковувати параметри навколишнього середовища та стану працівника.

Рекомендації щодо оптимізації та покращення використання засобів індивідуального захисту:

- перевірити стан засобів індивідуального захисту та їх відповідність стандартам безпеки;
- здійснити навчання працівників щодо правильного використання та догляду за ЗІЗ;
- впровадити систему контролю за використанням ЗІЗ та вживати заходи щодо покращення дотримання правил їх використання;
- вивчити можливість впровадження сучасних технологій та «розумних» ЗІЗ для підвищення ефективності захисту працівників.

Корисним є безумовне та невід'ємне від виробництва використання засобів індивідуального захисту в термообрубному цеху, це є важливою складовою безпеки працівників та сприяє забезпеченню їхньої здоров'я в умовах високого ризику [3].

Висновки. Раціональне використання колективних та ЗІЗ у термообрубувальній дільниці є ключовим чинником забезпечення безпеки працівників та сприяє підвищенню ефективності виробництва. При цьому важливо постійно вдосконалювати та модернізувати засоби захисту згідно з сучасними стандартами та технологіями. Тільки так можна забезпечити найвищий рівень безпеки працівників і одночасно підтримувати високий рівень продуктивності на підприємстві [4].

Перелік використаних джерел

1. НПАОП 0.00-7.17-18 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text>
2. ДСТУ 7238:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=57383

3. Засоби колективного та індивідуального захисту працівників.
URL: <http://surl.li/lzdhy>

4. Підручник спец випуск № 3 2023 «Докладно про навчання з охорони праці». URL: <http://surl.li/mfcaq>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-125>

IMPLEMENTATION OF A RISK-ORIENTED APPROACH TO INCREASE SAFETY DURING WORK AT HEIGHT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

ВПРОВАДЖЕННЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ НА ВИСОТІ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Petchenko I.V.

*student of higher education
(group 263-22-1m), LLC “Technical
university “Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Петченко І.В.

*студент групи 263-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Найбільшою галуззю економіки будь-якої країни, без сумніву, є будівельна сфера, яка швидко розвивається.

В сучасному світі безпека на будівельних майданчиках стає дедалі важливішою, особливо при виконанні робіт на висоті. Будівництво – сфера з багаторічними несприятливими показниками нещасних випадків на виробництві. В основному це пов'язано з великою кількістю серйозних травм, які виникають під час падінь з висоти.

Якщо подивитися загальну статистику по Україні за видами подій загального травматизму на виробництві протягом 10 останніх років: близько 20% травмування сталося через падіння (під час пересування, з висоти, в колодязь, ємність тощо).

Метою цієї доповіді є огляд та аналіз впровадження ризикорієнтованого підходу в будівельній галузі з метою підвищення безпеки праці та зменшення нещасних випадків. Гіпотезою дослідження є те, що впровадження ризикорієнтованого підходу може значно

покращити умови праці та знизити ризики на робочих місцях під час виконання робіт на висоті.

Падіння на робочому місці буває двох видів:

Падіння на одному рівні переміщення – спотикання при нерівній поверхні, прослизання підошви взуття в результаті недостатнього зчеплення з поверхнею.

Падіння з одного рівня на інший рівень – зі сходів, драбин, стрем'янок, засобів підмоцнування, з рівня виконання робіт на нижні поверхи тощо.

Запобігти такому виду травмування складно, але мінімізувати небезпечні фактори та ризики можливо.

Найпоширеніші причини падіння з висоти при виконання будівельних робіт:

1. Неналежне використання захисного обладнання. Неправильне використання або неналежна фіксація захисних систем, таких як анкерні лінії, лямочні пояси, неправильне визначення анкерної точки, може призвести до падіння.

2. Поганий стан обладнання. Застаріле або пошкоджене обладнання, таке як засоби підмоцнування, драбини, огороження, може бути небезпечним та призвести до падіння.

3. Порушення правил безпеки. Недотримання правил та процедур безпеки, у тому числі технологічних карт, може створити умови для нещасних випадків.

4. Неналежний стан поверхні. Наявність масла, грязі, снігу, льоду або інших ковзких поверхонь може зробити її слизькою та створити ризик падіння.

5. Втома або недотримання графіку праці та відпочинку. Недбале ставлення до безпеки, втома або брак уваги працівника можуть призвести до помилок та падіння.

6. Несправність або пошкодження конструкції. Наявність пошкоджень в будівельних конструкціях, таких як перекриття або сходи, може створити небезпечну ситуацію.

7. Неналежний одяг або засоби індивідуального захисту. Відсутність адекватного захисту, такого як взуття з антиковзною підошвою або невикористання, неналежно підібране або неправильно застосовані засоби індивідуального захисту для робіт на висоті, може призвести до падіння.

8. Погані погодні умови. Наявність сильного вітру, дощу, снігопаду або інших погодних умов може підвищити ризик падіння.

9. Неналежний навчальний процес. Неякісно проведене навчання працівників з питань безпеки при виконанні робіт на висоті може призвести до неправильно прийнятих рішень та допущення відповідних порушень.

10. Зрив графіка виконання робіт. Зрив графіка можуть зменшити увагу до безпеки.

Аналіз можливих варіантів вирішення проблеми (альтернатив управлінських рішень).

Варіант рішень приведу у лінійній моделі, що враховує ієрархію прийнятих рішень.

Падіння з висоти. Використовуються зазвичай:

1. Використання підмостей.
2. Застосування лямочних та безлямочних поясів.
3. Проведення інструктажів та навчання з ОП.

Додаткові заходи запропоновані за ієрархією та враховуючі аналіз даних:

1. Встановити вітрозахист.
2. Встановити площадку (трапи) для влаштування ламінованих листів.
3. Встановлення з пересувної платформи.
4. Улаштувати анкерні точки з спеціальним уловлюючим блоком для можливості кріплення лямочними поясами.
5. Провести навчання при виконанні робіт на висоті з тренінгом та практичним відпрацюванням.
6. Закупівля лямочних поясів, більш сучасної конфігурації.

Формування проєкту управлінського рішення.

Далі формуються конкретні рішення, в залежності від поставленого завдання. Прийняття відповідних рішень, залежить від багатьох факторів, що можна побачити на схемах:

Падіння з висоти працівника:



Висновок: здійснення ризикорієнтованого підходу на підприємствах будівельної галузі є важливим етапом у підвищенні безпеки праці та зниженні ризиків при виконанні робіт на висоті. Цей підхід сприяє зменшенню нещасних випадків, покращенню умов праці та підвищенню ефективності підприємств будівельної галузі.

Ефективність заходів оцінюємо по наступним критеріям: зріст рівня безпеки – захід ефективний при зниженні найбільш високих ризиків. Широта впливу – чим на більшу кількість ризиків або на безпеку більшої кількості людей впливає захід, тим захід ефективніший. Ефективність витрат: кращі заходи – не обов’язково дорого коштують. Часто дуже малими поліпшеннями досягаються значні результати, майже безкоштовно.

Перелік використаних джерел

1. Smith, J. Implementing a Risk-Based Approach to Workplace Safety in the Construction Industry. *Journal of Construction Safety*, 2020, 15(2), 45-58 p.
2. Safety Standards for Fall Protection in the Construction Industry. *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*. 2021. URL: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3146.pdf>.
3. Safety and Health in the Construction Industry: An ILO Code of Practice. International Labor Organization (ILO). Geneva: ILO Publications, 2020, 166-170 p.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-126>

**PECULIARITIES OF MASTER'S TRAINING IN CIVIL SAFETY
UNDER THE EDUCATIONAL PROGRAM "LABOR SAFETY
AUDIT AND CONSULTING"**

**ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАГІСТРІВ
З ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ЗА ОСВІТНЬОЮ ПРОГРАМОЮ
«АУДИТ ТА КОНСАЛТИНГ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ»**

Rekova N.Yu.

*DSc (Economics), Professor,
First vice-rector is the vice-rector
for academic work, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Рекова Н.Ю.

*д.е.н., професор, перший проректор –
проректор з навчальної роботи,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Kruzhylo O.Ye.

*DSc (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кружилко О.Є.

*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Volodchenkova N.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Володченкова Н.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Людина, її життя і здоров'я визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю. Разом з тим рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємствах провідних галузей економіки України залишаються достатньо високим. Така ситуація значною мірою обумовлена проблемами з підготовкою фахівців з питань безпеки праці, що призводить до дефіциту кваліфікованих кадрів, які повинні забезпечувати організацію ефективних заходів для створення належних, безпечних і здорових умов праці. Для задоволення потреб у кваліфікованих працівниках з безпеки праці ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» було ухвалено рішення про започаткування підготовки магістрів з цивільної безпеки за освітньою програмою (ОП) «Аудит та консалтинг безпеки праці». До створення ОП були залучені досвідчені фахівці в сфері охорони праці.

На етапі розробки ОП враховано світовий досвід ідентифікації небезпек та управління професійними ризиками, особливості підготовки спеціалістів з безпеки праці у провідних ЗВО. Урахування цих аспектів визначило концептуальні засади створення ОП для підготовки магістрів за спеціальністю 263 Цивільна безпека.

За результатами обговорення проекту ОП враховано рекомендації та пропозиції стейкхолдерів, академічної спільноти, керівників та фахівців з охорони праці підприємств Групи МЕТІНВЕСТ та слухачів курсів підвищення кваліфікації у сфері післядипломної освіти. З урахуванням отриманих пропозицій, зауважень та рекомендацій, а також беручи до уваги зміну місця провадження освітньої діяльності та складових матеріально-технічного, консультативного, інформаційного забезпечення освітнього середовища, було затверджено нову редакцію ОП.

Унікальність програми полягає у поєднанні практичної та академічної складових, орієнтація на компетентнісні вимоги сертифікатних програм (NEBOSH, ESOSH, PILZ), що забезпечує формуванні управлінських компетенцій майбутніх професіоналів, спроможних нестандартно мислити. Ціль ОП полягає в забезпеченні здатності випускників розв'язувати складні дослідницькі на інноваційні задачі шляхом здобуття ними компетентностей, достатніх для виконання професійних обов'язків, практичної, управлінської та науково-дослідної діяльності у сфері охорони праці та цивільної безпеки з урахуванням невизначеності умов середовища та нових вимог до безпеки праці на основі управління професійними ризиками. Ще одним аспектом, який визначає унікальність ОП, полягає у фокусуванні на проведенні аудиту і консалтингу на підприємствах, насамперед, добувної та металургійної промисловості в сфері результативності систем управління безпекою праці та здоров'я працівників на основі керування професійними ризиками в умовах невизначеності.

Відповідно до стандарту вищої освіти за спеціальністю 263 «Цивільна безпека» ОП містить загальні та фахові компетентності, що визначають специфіку підготовки магістрів, а також результати навчання, які конкретизують повинен знання, уміння та навички, які отримують здобувачі вищої освіти після завершення освітньої програми.

ОП відповідає заявленим результатам навчання, формам реалізації освіти, видам навчальних занять та змісту освітніх компонентів (ОК). Обов'язкова частина підготовки магістрів повністю відповідає затвердженому стандарту та забезпечена відповідними ОК: РН11 Розв'язувати проблеми у нових або незнайомих ситуаціях за наявності неповної або обмеженої інформації, оцінювати ризики, здійснювати відповідні дослідження (ОК3. Дослідження у проєктах підвищення операційної ефективності; ОК5. Ризик-орієнтоване оцінювання та

прогнозування безпеки виробництва; ОК9. Системний аналіз та методи наукової підтримки рішень в умовах невизначеності). РН09 Спілкуватися іноземною мовою усно і письмово в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності (ОК2. Фахова англійська мова для ділового та наукового спілкування). РН07. Використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення під час розв'язання практичних та/або наукових задач (ОК8. Інновації, інформаційні та комунікаційні технології аудиту безпеки праці).

Більш детально ознайомитися зі змістом ОП «Аудит та консалтинг безпеки праці», а також із силабусами та робочими програмами дисциплін можна на сайті Університету за посиланням: <http://surl.li/ljsjy>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-127>

IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS IN CONVERTER PRODUCTION AS A RESULT OF MODERNIZATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ У КОНВЕРТОРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ВНАСЛІДОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Repin M.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Репін М.В.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Solodchenko T.V.

*student 263-22-2m,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Солодченко Т.В.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Конвертерне виробництво – одержання сталі продуванням чавуну повітрям або технічно чистим киснем у конверторах. У процесі конвертерного виробництва чавун перетворюється на сталь внаслідок окиснення домішок (вуглецю, кремнію, марганцю та інших) і наступного їх видалення з розплавленого металу. Конвертерне виробництво не потребує палива, бо окиснення домішок відбувається з виділенням тепла [1].

Конвертерне виробництво відрізняється від мартенівського виробництва високою продуктивністю і нескладністю технології.

Перед початком процесу в конвертор завантажують сталений брухт, вапно і заливають рідкий чавун. В конвертор опускають фурму завдяки якій здійснюється продувка киснем. Під дією дуття, домішки чавуну окислюються, виділяючи значну кількість тепла, в результаті чого одночасно знижується вміст домішок у металі, які погіршували б його якість, і підвищується температура, підтримуючи його у рідкому стані.

У процесі плавки, бризки металу вилітають із корпусу конвертера, внаслідок чого на його горловині утворюються шлако-металеві настилі.

Якщо настилі не видаляти своєчасно, то виникають великі механічні навантаження.

Видалення настилів – дуже складна та трудомістка робота, яка супроводжується зниженням стійкості обладнання та втратою продуктивності агрегатів.

Найбільш розповсюдженими методами очищення горловини є очищення конвертера «якорем» або «бабою» за допомогою заливального крана. Внаслідок очищення горловини, саме таким чином, відбувається знос механізмів заливальних кранів, що в свою чергу, призводить до збільшення кількості позачергових ремонтів і також гальмує виробництво по причині зупинки кранів.

Також очищення відбувається кисневим різанням. Недоліками такого методу є досить високий ступінь небезпеки (застосування кисню, достатньо тривалий вплив теплового випромінювання на працівників).

Альтернативою таким методам очищення є застосування машин для руйнування футерування та демонтажних робіт. Використання такого обладнання значно знижує ризики при очищенні горловини конвертера від настилів шляхом зниження кількості персоналу, задіяного у вищезазначеному процесі.



Рис. 1. Демонтажний робот

В останні роки роль і значення управління ризиками, як інструмента зниження втрат і підвищення ефективності економіки у всьому світі постійно зростає. Значення цього інструмента підвищується, в першу чергу, зважаючи на збільшення кількості ризиків, що є загальносвітовою тенденцією [2].

Підвищення рівня захисту працівників від професійних ризиків в процесі їх трудової діяльності є одним з головних напрямків діяльності всіх фахівців з охорони праці, а скорочення виробничих травм і професійних захворювань залишається найважливішою завданням усіх рівнів управління охороною праці з будь якої точки зору – гуманітарної, соціальної та економічної, особистої, корпоративної та громадської.

Модернізація обладнання може збільшити продуктивність роботи, зменшення часу на підготовку та обслуговування обладнання, а також зниження кількості помилок. Це може призвести до збільшення виробництва, покращення якості продукції та збільшення ефективності працівників.

Сучасне обладнання може забезпечити більш високу продуктивність, збільшення обсягу сталі, яку можна виробляти в певний період часу. Також сучасне обладнання може бути більш ефективним при використанні ресурсів і енергії, що знижує витрати і вплив на навколишнє середовище.

Модернізація обладнання може зменшити фізичне навантаження на працівників. Використання роботизованих та автоматизованих систем може знизити необхідність важкого фізичного напруження, що допоможе запобігти травмам та виснаженню працівників. Також підвищити продуктивність роботи шляхом автоматизації процесів, зменшення часу на підготовку та обслуговування обладнання, а також зниження кількості помилок. Це може бути перевагою підвищення ефективності, підвищення якості продукції та підвищення ефективності практиків.

Модернізація обладнання включає в себе впровадження нових технологій, які покращують комфорт працівників. Це може забезпечити більш сприятливі умови праці, що впливають на загальне самопочуття.

Модернізація обладнання вимагає ретельного планування, бюджетування та інженерних робіт. Внутрішні технології та обладнання можуть допомогти підприємству підвищити ефективність і зробити його конкурентоспроможним на ринку сталі.

Це важливий крок для підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємства.

Перелік використаних джерел

1. Конвертерне виробництво. *Вікіпедія вільна енциклопедія*. 2017. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE
2. Кружилко О. Є., Сторож Я. Б., Ткалич І. М., Полукаров О. І. Підвищення ефективності управління охороною праці на основі виявлення небезпек та оцінки ризиків виробничого травматизму. *Адаптивні системи автоматичного управління*. 2017. Вип. 2 (31). С. 38-45.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-128>

ANALYSIS OF ACCIDENTS IN THE MINING INDUSTRY

АНАЛІЗ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ В ГІРНИЧОДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Rus Ya.V.

*student (group 263-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Рус Я.В.

*студент гр. 263-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Скорочення: ДТП (дорожньо-транспортні пригоди), ТБ (техніка безпеки), ЗІЗ (засоби індивідуального захисту).

Гірничорудна промисловість України – є однією з основних галузей економіки України, яка займається підготовкою сировини для металургійної промисловості: залізорудного концентрату та обкотишів. За своїм характером в процесі задіяна велика кількість людей відповідного віку від 18 до 65 років та освіти (молодший спеціаліст та магістр).

Провівши аналіз нещасних випадків цієї галузі в період з 1961 до 2019 року було виявлено 99 нещасних випадків зі смертельним наслідком, серед яких (11 осіб жіночої статі та 88 осіб чоловічої) – це пов'язано з тим, що більша кількість працівників все ж чоловіки.

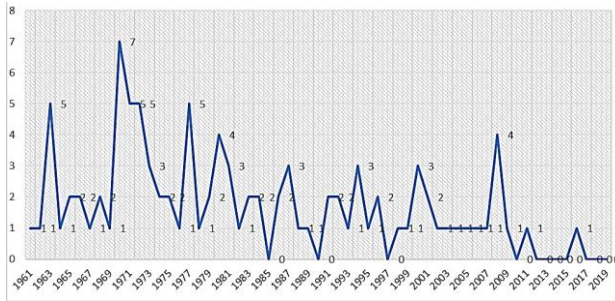


Рис. 1. Кількісний показник нещасних випадків по роках

Причини нещасних випадків досить різноманітні в силу того, що підприємство має дуже багато напрямків, а отже і спеціалістів за цими напрямками: водії різної великогабаритної техніки, електромонтери, слюсарі, майстри, начальники структурних підрозділів і т.п.:

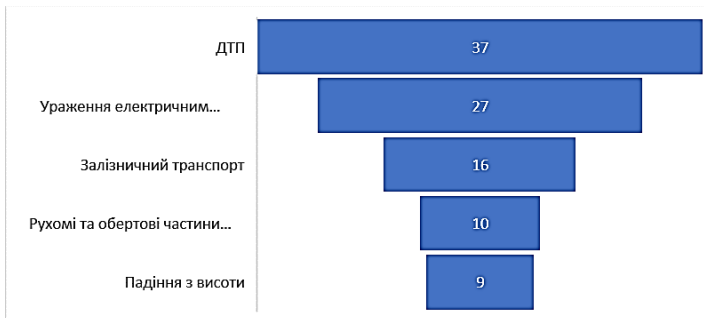


Рис. 2. Причини нещасних випадків з кількісними показниками

Проаналізуємо внаслідок чого стаються ці випадки:

1. ДТП (порушення правил безпеки дорожнього руху, порушення вимог безпечної експлуатації транспортних засобів та інструкцій з ТБ);
2. Ураження електричним струмом (випадкове доторкання до струмоведучих частин, не належне використання ЗІЗ та порушень правил з ТБ);
3. Залізничний транспорт (незнання та невиконання правил власної безпеки під час знаходження на залізничних коліях, недисциплінованість, необережність та поспіх);

4. Рухомі та обертові частини обладнання (конструкторські недоліки машин та механізмів, невідповідність вимогам технологічних режимів, недотримання графіків ремонтів і т.п.);

5. Падіння з висоти (конструкторські недоліки споруд, невиконання вимог з ТБ та неналежне використання ЗІЗ).

Висновки: беручи до уваги, що середній вік загиблих – це 35 років можна зробити висновок, що це або працівники які щойно прийшли на підприємство та ще не в повній мірі ознайомлені з посадовим інструкціями, не пройшли інструктажі і не ознайомлені з ТБ або ж працівники, які вже пропрацювали певний період та не належним чином виконують ці правила в силу ніби то свого досвіду.

Більша кількість випадків сталась в весінньо-літній період – це характеризується тим, що в цей період найбільш висока температура на вулиці, а якщо не дотримуватись питного режиму та досить довго знаходитись в душному, не провітрюємому приміщенні можна втрати свідомість, що несе за собою травми та падіння.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-129>

IDENTIFICATION OF POTENTIAL HAZARDS IN THE CONSTRUCTION OF VIBRATING DELIVERY AND LOADING INSTALLATIONS

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК ПРИ БУДІВНИЦТВІ ВІБРАЦІЙНИХ ДОСТАВОЧНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Tkalych I.M.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Ткалич І.М.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Reshotka V.V.

*student (group 263-22-2м),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Решотка В.В.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Вібраційні доставочно-навантажувальні установки (див. рис. 1) широко використовуються в гірничо-добувній промисловості, а саме для доставочно-навантажувальних робіт в шахті.



Рис. 1. Вібраційна доставочно-навантажувальна установка

За результатами проведеного дослідження технологічних процесів з видобутку магнетитових кварцитів підземним способом на шахті, з наступною їх переробкою з метою одержання металургійної сировини встановлено, що нарізні, добувні та бурові роботи проводяться в поверхах між горизонтами 447 м та 527 м. Навантаження та транспортування руди здійснюється на горизонті 527 м. Подрібнення здійснюється на горизонті 651 м, завантаження в скіпи на горизонті 680 м.

До складу шахти входять добувна дільниця, нарізна дільниця, дільниця шахтного підйому, дільниця внутрішньо-шахтного транспорту, дільниця дробильно-бункерного комплексу та інші допоміжні дільниці і служби.

Видобуток магнетитових кварцитів здійснюється при застосуванні вибухових робіт з первинної відбійки магнетитових кварцитів у камері та послідуючого їх випуску за допомогою установок ВДНУ-4ТХ у вагони ВГ-4,5 та транспортуванням контактними електровозами К-14У до перекидачів горизонт 527 м у дробарку.

ВДНУ-4ТХ проста за конструкцією і здатна працювати у важких умовах під завалом руди. Вона вантажить під дією вібрації руду практично будь-якої фракції, міцності, об'ємної ваги та вологості.

На рис. 2 схематично зображено типовий паспорт на будівництво ВДНУ-4ТХ.

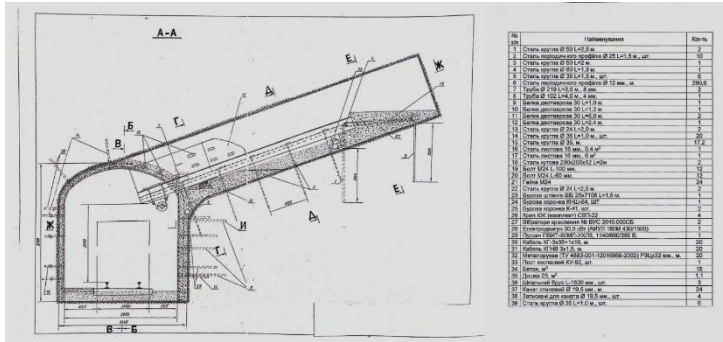


Рис. 2. Типовий паспорт на будівництво ВДНУ-4ТХ

До основних робіт з будівництва ВДНУ-4ТХ входять:

1. Монтажні роботи (доставка, встановлення, кріплення плити ВДНУ-4ТХ).

2. Роботи з бетонування гірничого вироблення (на місці встановлення ВДНУ-4ТХ).

При виконанні основних робіт існує необхідність виконання допоміжних робіт: таких, як буріння монтажних шпурів, ведення газополум'яних (електрозварювальних) робіт, виконання робіт з навантаження матеріалів або обладнання, їх доставки вручну або на спецлафетах (в шахтних вагонах ВГ-2,2 або ВГ-3,0) за допомогою тягальних лебідок або шахтних електровозів. Всі ці роботи супроводжуються виробничими небезпеками для працівників, задіяних на будівництві установки.

Перелік потенційних виробничих небезпек та шкідливих та небезпечних факторів та шляхи їх усунення або мінімізації їх негативного впливу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Перелік потенційних виробничих небезпек та шкідливих та небезпечних факторів та шляхи їх усунення або мінімізації їх негативного впливу

№ з/п	Потенційна небезпека та найменування шкідливих та небезпечних факторів	Засіб усунення потенційної небезпеки та мінімізації негативного впливу шкідливого фактору
1	Наявність перепадів висоти понад $H=1,3$ м, робота на висоті	Застосування запобіжних поясів та захисних огорож
2	Наявність напруги, робота з електроінструментом	Робота у спеодязі із застосуванням засобів індивідуального захисту. Електропровід у місцях з'єднань повинен мати сполучні коробки КР-300; струмоведучі частини електроустановок повинні бути ізовані; металеві частини електрообладнання повинні мати захисне заземлення
3	Небезпека перебування людей у небезпечній зоні виконання робіт	Встановлення захисного огородження майданчика будівництва небезпечної зони із встановленням знаків безпеки
4	Виникнення пожеж	Вжиття заходів, що виключають виникнення пожежі: – очищення робочих місць від горючих матеріалів; – захист горючих конструкцій; – забезпечення первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники – не менше 2х штук, ємність з водою – не менше 1 м^3 , пісок, підключений до водяної магістралі протипожежний рукав з розтрубом)
5	Падіння предметів з висоти	Попередня перевірка відповідності робочих місць вимогам безпеки перед початком робіт, працювати у захисних окулярах, оборка заколів
6	Навислі шматки породи, що відшаровуються	Перед початком робіт обібрати заколи на робочих місцях та підходах до них, працювати у захисних окулярах, виконувати оборку заколів
7	Наявність контактного дроту	Перед початком робіт вимкнути секційний роз'єднувач, повісити спеціальну табличку «НЕ ВКЛЮЧАТИ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ», встановити на контактний провід заземлення
8	Недостатня освітленість робочої зони	Застосування штучних джерел світла (прожекторів, світильників)
9	Можлива наявність шкідливих газів у рудничній атмосфері (на робочому місці або на підходах до них). Таких, як оксид вуглецю (CO) або оксид азоту (NO)	Перед початком робіт проводити аналіз рудничної атмосфери на наявності в ній оксид вуглецю (CO) або оксид азоту (NO) за допомогою ГХ, і за необхідності виконати провітрювання гірничої виробки (за допомогою засобів провітрювання), провести зрошення покрівлі та стінок виробітку на робочому місці

Як бачимо ефективний монтаж та бетонування гірничої установки ВДНУ-4ТХ вимагає системного та комплексного підходу до ідентифікації потенційних небезпек. Застосування сучасних методів забезпечення безпечного робочого простору, ретельний технічний огляд перед монтажем та навчання персоналу є важливими етапами з мінімізації ризиків. Тільки враховуючи всі аспекти, пов'язані з безпечним веденням робіт при будівництві установки ВДНУ-4ТХ, можна забезпечити його успішну експлуатацію та використання без негативних наслідків для людей та обладнання.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-130>

ANALYSIS AND FORECASTING OF THE MAIN INDICATORS OF INJURY IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАВМАТИЗМУ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Tsymbal B.M.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine;
National University of Civil Protection
of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

Цимбал Б.М.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна;
Національний університет
цивільного захисту України,
м. Харків, Україна*

Ursu O.O.

*student (group 263-22-2m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Урсу О.О.

*студент (гр. 263-22-2м),
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Важливо вивчити причини, які призводять до нещасних випадків та травм на будівельних об'єктах. Це може включати в себе аналіз робочих процесів, відсутність навчання з правил безпеки, недостатнє обладнання, порушення стандартів безпеки, негігієнічні умови тощо.

З аналізу статистичних даних Державної служби статистики України видно, що будівельна галузь у 2022 р. зайняла восьме місце (рис. 1) за

кількості потерпілих від нещасних випадків (гострих професійних захворювань (отруєнь) або аварій) та від нещасних випадків зі смертельним наслідком, серед інших галузей, та 2 місце (рис. 2) за кількістю загиблих від травматизму, пов'язаного з виробництвом.

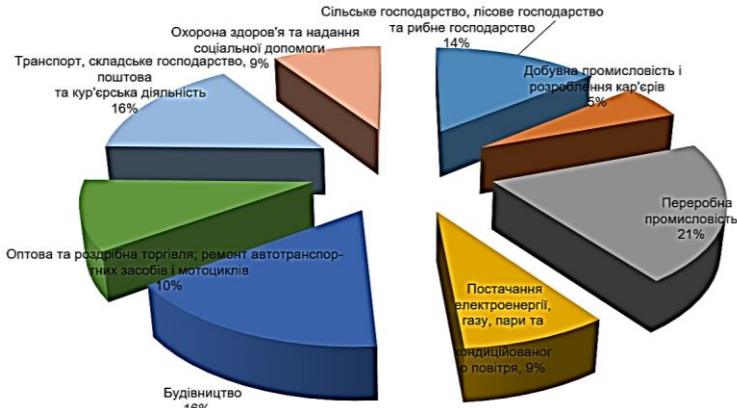


Рис. 1. Відсоткова кількість потерпілих від нещасних випадків (гострих професійних захворювань (отруєнь) або аварій) та від нещасних випадків зі смертельним наслідком серед галузей у 2022 р.

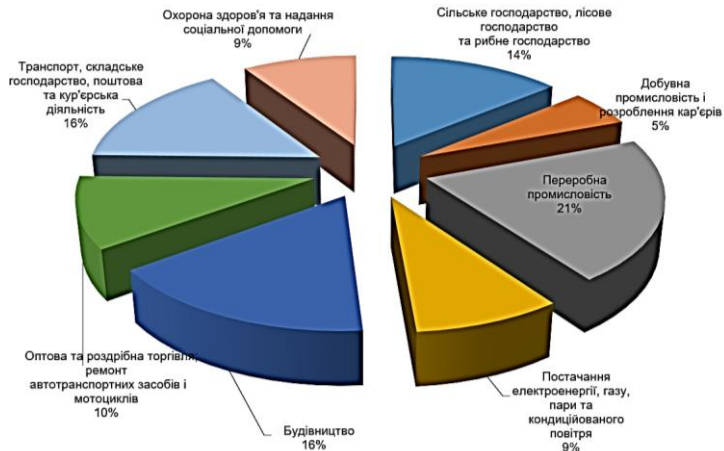


Рис. 2. Відсоткова кількість загиблих від травматизму, пов'язаного з виробництвом, за видами економічної діяльності у 2022 році

За допомогою цього аналізу можна зробити висновок, що реальний обсяг трагедій та постраждалих недооцінюється та статистика приховується. У той час, як інформація про смертельні випадки є відомою і не може бути прихованою. Ця ситуація особливо спостерігається в будівельній галузі, яка являється однією з найнебезпечніших для життя людини.

Аналіз динаміки кількості постраждалих (рис. 3) та загиблих від травматизму (рис. 4) вказує на те, що у 2022 р. значно менше постраждалих ніж у попередніх роках, що є наслідком військової агресії та бойових дій у нашій країні. Багато підприємств на території України та окупованих територіях зупинили свою роботу, а будівельна галузь не була виключенням. Побудувавши лінію та зробивши прогноз за цими показниками, можливо зробити висновок що вони зростають, це пов'язано з тим, що в Україні завершаться бойові дії, з'являться нові робочі місця та збільшиться об'єм роботи з реконструкції та відбудови нашої країни.

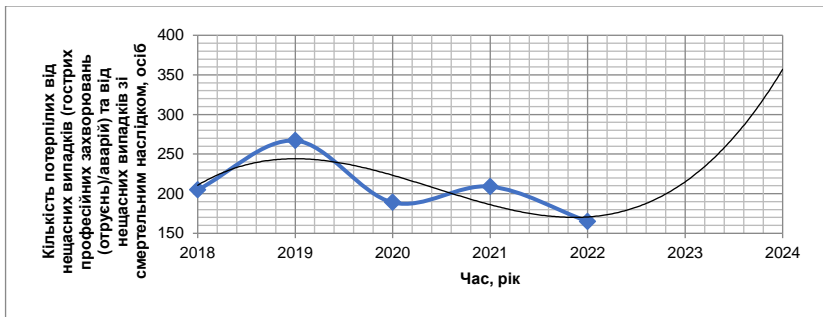


Рис. 3. Динаміка зміни кількості потерпілих від нещасних випадків

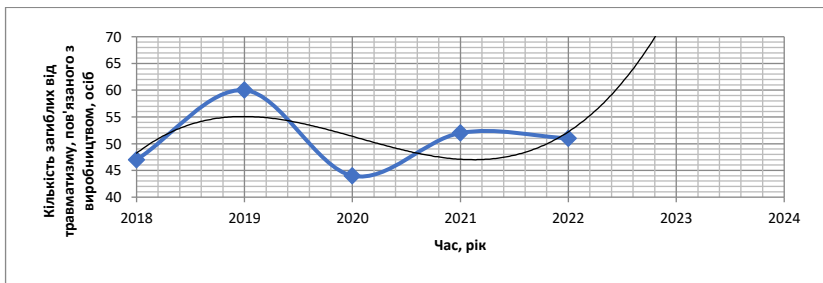


Рис. 4. Динаміка кількості загиблих від травматизму пов'язаного з виробництвом

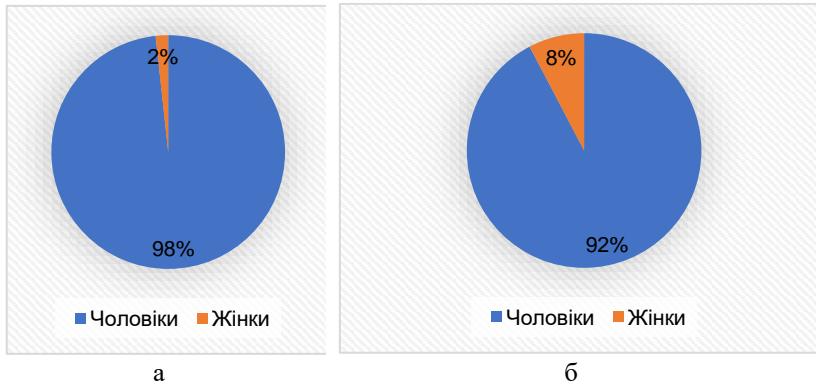


Рис. 5. Гендерна особливість будівельної галузі, частка потерпілих жінок відносно чоловіків (а), в т.ч. загиблих на виробництві (б)

Якщо подивитись на гендерну особливість будівельної галузі, частка потерпілих жінок відносно чоловіків буде меншою, в т.ч. загиблих на виробництві (рис. 5), то чоловіки є більш схильними до професійних ризиків ніж жінки.

Перелік використаних джерел

1. Державна служба статистики України. Травматизм на виробництві в Україні. URL: <https://ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 01.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-131>

**RESEARCH OF HYGIENE WORKING CONDITIONS
AND HEALTH CONDITIONS FOR ASSESSMENT OF
OCCUPATIONAL RISK, INJURIES AT THE WORKPLACE**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ ПРАЦІ І СТАНУ
ЗДОРОВ'Я ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ
ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ, ТРАВМУВАННЯ
НА РОБОЧІЙ ДІЛЬНИЦІ**

Cheberiachko Yu.I.

*DSc (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Чеберячко Ю.І.

*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Kosternyi S.O.

*student (group 263-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Костерний С.О.

*студент гр. 263-22-1м
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Оцінка гігієнічних умов праці та стану здоров'я працівників є важливою складовою безпеки на робочому місці та управлінням професійним ризиком, яка вимагає глибокого дослідження та аналізу, щоб забезпечити працівників безпекою і покращити їхні умови праці. Метою є дослідження гігієнічних умов праці і стану здоров'я для проведення оцінювання професійного ризику травмування на робочій ділянці підприємної організації, і обґрунтуванню ефективності запропонованих заходів для покращення умов праці.

Короткі відомості досліджуваного підприємства, його політики та принципів.

Підприємство спеціалізується на реалізації великих стратегічних інвестиційних проектів, починаючи від етапу стратегічного планування і закінчуючи виконанням. Його політика базується на принципах сталого та соціально відповідального бізнесу, приділяючи високий пріоритет питанням охорони праці, здоров'я та охорони навколишнього середовища. Компанія визначає чіткі стандарти безпечної роботи для всіх учасників проекту, включаючи співробітників, підприємців,

підрядників та відвідувачів, та активно дбає про прогнозування та усунення джерел небезпеки та профілактику. Крім того, підприємство прагне до досягнення найвищих світових стандартів у сфері безпеки, охорони праці, здоров'я та довкілля, завжди вдосконалює свою систему управління на основі аналізу інцидентів та оцінки ризиків, і активно взаємодіє з громадськістю для відкритого діалогу та спільних зусиль у цих питаннях [1].

Обґрунтування важливості проведення досліджень гігієнічних умов праці та стану здоров'я працівників.

Проведення досліджень гігієнічних умов праці та стану здоров'я працівників є надзвичайно важливим завданням з позицій забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Однією з головних причин, що обґрунтовують важливість цих досліджень, є збереження фізичного і психологічного здоров'я робітників. Працівники проводять значну частину свого життя на робочих місцях, і їхнє здоров'я безпосередньо пов'язане з умовами праці. Дослідження гігієнічних умов допомагають ідентифікувати та аналізувати фактори, які можуть шкодити їхньому здоров'ю, визначають ступінь їхнього впливу і дозволяють приймати необхідні заходи для покращення цих умов.

Проведення таких досліджень сприяє зменшенню ризику травмування на робочій дільниці. Виявлення потенційних небезпек та розуміння їхнього впливу дозволяють розробляти та впроваджувати превентивні заходи, спрямовані на зниження ризику травмування працівників. Це допомагає не лише зберегти фізичне здоров'я працівників, але і заощадити кошти на компенсаціях та лікуванні. Крім того, покращені умови праці сприяють збільшенню продуктивності та ефективності роботи, що може призвести до позитивних економічних результатів для організації [2].

Опис процесу оцінювання професійного ризику травмування на робочій дільниці.

На підприємстві успішно впроваджено комплекс заходів щодо оцінювання професійного ризику травмування на робочій дільниці працівників підрядної організації. Цей процес проходив кілька етапів, і зараз він успішно функціонує з метою забезпечення безпеки та добробуту працівників.

1. **Збір і аналіз інформації:** На початковому етапі була зібрана та аналізована вся доступна інформація про робочу дільницю, включаючи опис видів робіт, характеристики використаного обладнання, кількість та кваліфікацію працівників, а також історію травматизму та інцидентів на місці роботи.

2. **Ідентифікація потенційних небезпек:** Проведений докладний аналіз робочого процесу дозволив ідентифіковані всі можливі потенційні небезпеки та ризики для працівників. Це включає в себе фізичні небезпеки, хімічні ризики, біологічні аспекти та інші фактори.

3. **Оцінка ризику:** Після ідентифікації небезпек ризику встановлено ступінь ризику для працівників. Були розраховані імовірності та важкості можливих травматичних подій, і на цій основі прийнято рішення про вжиття необхідних заходів з мінімізації ризику.

4. **Моніторинг і контроль:** Була встановлена система моніторингу та контролю, яка регулярно перевіряє ефективність впроваджених заходів. Це включає в себе регулярні інспекції, аналіз інцидентів та поновлення заходів відповідно до змін в робочому процесі.

5. **Документування і звітність:** Усі етапи оцінювання ризику та вжиті заходи докладно задокументовані. Ця інформація використовується для внутрішньої звітності та взаємодії з регулюючими органами.

Впроваджена система успішно забезпечує безпеку роботи працівників і допомагає попереджувати травми та нещасні випадки. Вона сприяє не лише збереженню фізичного здоров'я працівників, але і зниженню ризиків для їхнього здоров'я та збільшенню продуктивності на робочій дільниці [3].

Необхідність здійснення заходів для покращення умов праці та зменшення ризику травмування на робочих місцях.

Опис процесу оцінювання професійного ризику травмування на робочій дільниці та підкреслення необхідності здійснення заходів для покращення умов праці та зменшення ризику травмування на робочих місцях буде проводитися на основі дерева подій, тобто на основі величин: ймовірність небажаної події та обраного наслідку (рис. 1).

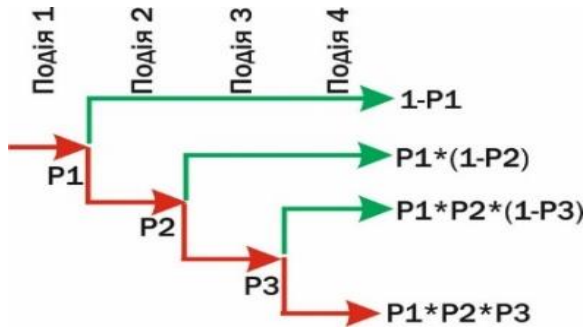


Рис. 1. Схематичне зображення дерева подій

Але в подібній ієрархії оцінки травмування не можливо врахувати появу ненавмисних побічних впливів від усунення неприйнятних ризиків на величину інших ризиків. Звідси виникає необхідність у вдосконаленні підходу щодо вибору і обґрунтування запобіжних та контрольних заходів.

Правильно розроблена та впроваджена система управління ризиками на робочих місцях сприяє збереженню життя та здоров'я людей, підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності організацій, а також сприяє покращенню загального соціального середовища [4].

Перелік використаних джерел

1. Політика та Принципи в галузі охорони праці, здоров'я та навколишнього середовища підприємства. URL: <http://surl.li/mfcen>
2. Положення «Про службу охорони праці, промислової безпеки та екології». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04#Text>
3. Положення «Про систему управління охороною праці на підприємствах електроенергетики». URL: <http://surl.li/mfcfu>
4. ДСТУ ІЕС/ІБО 31010:2013 «Методи загального оцінювання ризику». URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-132>

**INNOVATIONS IN THE FIELD OF LABOR SAFETY DURING
THE REPAIR WORK OF HIGH-RISE BUILDINGS**

**ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТНИХ
РОБОТАХ ВИСОТНИХ СПОРУД**

Shatov S.V.

*DSc (Engineering),
Associate Professor, Prydniprovskya
State Academy of Civil Engineering
and Architecture, Dnipro, Ukraine*

Шатов С.В.

*д.т.н., доцент,
Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури,
м. Дніпро, Україна*

Bogachenko S.V.

*PhD student, Prydniprovskya State
Academy of Civil Engineering
and Architecture,
Dnipro, Ukraine*

Богаченко С.В.

*аспірант,
Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури,
м. Дніпро, Україна*

Goncharov D.D.

*PhD student, Prydniprovskya State
Academy of Civil Engineering
and Architecture, Dnipro, Ukraine*

Гончаров Д.Д.

*аспірант, Придніпровська державна
академія будівництва та
архітектури, м. Дніпро, Україна*

Poslavsky D.S.

*student (group ПЗ-23-3),
Oles Honchar Dnipro
National University,
Dnipro, Ukraine*

Пославський Д.С.

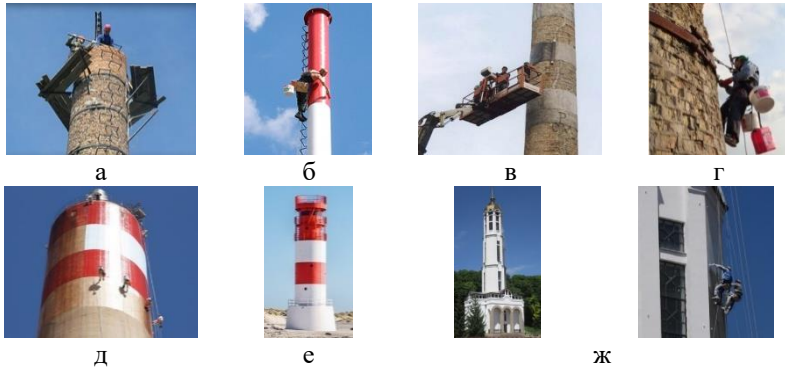
*студент гр. ПЗ-23-3,
Дніпровський національний
університет імені Олеся Гончара,
м. Дніпро, Україна*

У гірничих та металургійних комплексах є значна необхідність у ремонтних роботах висотних споруд, зокрема фарбування димових труб. Димові труби повинні забезпечити нормальну тягу в печі, яка перебуває в прямому співвідношенні з товщиною і висотою димохідного отвору. Димові труби мають різноманітні геометричні параметри, у першу чергу, по висоті та діаметру [1]. Вони виконуються цегельними та металевими (рис. 1).



Рис. 1. Типи димних труб: а, б – металеві; в – цегляні

Ці споруди потребують постійного догляду та фарбування (для захисту від дії газів та зовнішнього середовища, а також для безпеки літальних засобів). Такі роботи виконуються на значній висоті (до 330 м), до яких залучаються робітники підготовлені до промислового альпінізму та оснащені спеціальним спорядженням (рис. 2).



**Рис. 2. Виконання робіт на висоті з використанням:
а – майданчиків; б – скоб; в – підйомників;
г-ж – альпійського спорядження**

При цьому спеціалісти переміщуються по майданчиках, скобах та дробинах на трубі, а також з використанням альпійського спорядження. Подібні роботи виконують на висотних спорудах іншого призначення (на маяках, рис. 2, д; на культових об'єктах, рис. 2, е). Обладнання, яке

використовують спеціалісти повинне бути випробуване та відповідати вимогам правил роботи на висоті. На проведення робіт також впливають кліматичні умови (волога, вітер, температура), які обмежують їх час.

Для виконання подібних робіт доцільно запровадити інноваційні заходи в галузі безпеки праці, зокрема використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА). У будівельній сфері вони використовуються для визначення характеру руйнувань пошкоджених об'єктів [1]. Найбільш поширеними БПЛА є квадрокоптери. У той же час, для використання при ремонті та утриманні технічного стану димових труб, вони мають ряд обмежень: малий запас польоту, неможливість використання для фарбування об'єктів. В результаті досліджень розроблений спосіб та конструкція БПЛА для виконання цих робіт [2].

Безпілотний літальний апарат 1 з розпилювачем фарби 2 встановлюється біля основи висотної споруди 3 та за допомогою шарнірної герметичної муфти 4 з'єднується гнучким трубопроводом 5 з насосом подачі фарби 6, який встановлений на місткості з фарбою 7 (рис. 2).

Місткість 7 має траверсу 8 з кільцем 9 для її підйому. Поруч з висотною спорудою 3 також встановлюється лебідка 10, канат 11 якою закріплений на дирижаблі 12, що має гак 13. Лебідкою 10 дирижабль 12 опускається до кільця 9 та заводиться в нього гак 13.

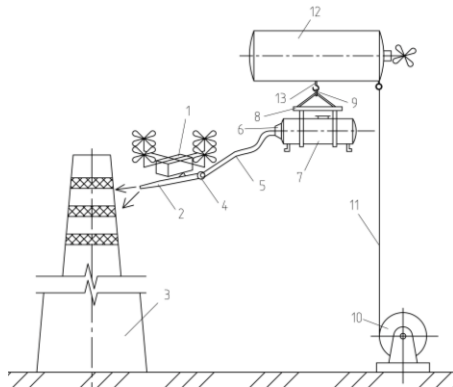


Рис. 3. Фарбування висотних споруд БПЛА

Запускається у дію безпілотник 1 та лебідка 10, яка дозволяє піднятися дирижаблю 12, місткості з фарбою 7, насосу подачі 6 та гнучкому трубопроводу 5 на необхідну висоту споруди. Одночасно з

цим піднімається безпілотник 1 та за командою оператора виконує обліт споруди та оприскує фарбою необхідні її поверхні. Після виконання робіт безпілотник 1 та дирижабль 12 повертають у початкове положення.

Висновки. 1. Ремонт, зокрема фарбування, висотних споруд пов'язано із значним обсягом трудомістких та небезпечних для виконання робіт. Зараз ці роботи виконують спеціально підготовлені у сфері промислового альпінізму робітники. 2. Розроблений спосіб фарбування висотних споруд та конструкція БПЛА, яка дозволяє запровадити безпечні заходи в галузі підтримання технічного стану висотних об'єктів.

Перелік використаних джерел

1. Шатов С. В., Богомолов В. В., Лисиця В. В. Використання безпілотних літальних апаратів для обстеження технічного стану висотних споруд. *Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудування*. Вип. 107. Дніпро : ГВУЗ «ПГАСА», 2019, с. 129-135.

2. Шатов С. В., Богаченко С. В. та ін. Спосіб фарбування висотних споруд / Патент на корисну модель № 148701, 2021.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-133>

IDENTIFICATION OF HAZARDS, ASSESSMENT OF RISKS AND DEVELOPMENT OF PREVENTIVE MEASURES ON THE EXAMPLE OF A REPAIR ENTERPRISE

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК, ОЦІНКА РИЗИКІВ ТА РОЗРОБКА ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ НА ПРИКЛАДІ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Shmyhlenko O.V.

*student (group 263-22-2),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Шмигленко О.В.

*студентка групи 263-22-2,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Оцінка ризиків та розробка профілактичних заходів, є важливою частиною управління безпекою на ремонтному підприємстві. Ці процеси мають забезпечити безпеку працівників та запобігти можливим аваріям чи нещасним випадкам.

На ремонтному підприємстві для проведення оцінки ризиків використовують систему Безпечний Робочий Простір (БРП), яка призначена для оцінки та зниження професійних ризиків на робочих місцях.

Проведення оцінки ризиків складається з декількох основних етапів:

- навчання з оцінки ризиків;
- визначення робочих просторів;
- ідентифікація небезпек та оцінка ризиків на робочих просторах;
- розробка та впровадження заходів з мінімізації ризиків;
- моніторинг функціонування системи БРП;
- перегляд ризиків БРП;
- залучення працівників до системи БРП.

Система БРП впроваджена та вдало функціонує на підприємстві вже декілька років, постійно оновлюється та вдосконалюється. Але постає важливе питання: як оцінити небезпеки які виникають при виконанні нестандартних ремонтних робіт. Ми всі знаємо прийняті Законом України заходи, для забезпечення безпечного виконання ремонтних робіт, такі як наряд допуск (Наказ № 1045 від 04.07.2019 р. Про затвердження Положення щодо застосування нарядів-допусків на виконання робіт підвищеної небезпеки в металургійній промисловості та залізничних гірничо-збагачувальних комбінатах) та правила згідно Наказу від 20.08.2008 № 183 Про затвердження Правил охорони праці під час ремонту устаткування на підприємствах чорної металургії (ПОР, ПВР, ТК, інструктаж, інструкції та всі інші заходи які прописані законом), але існують, ще додаткові заходи для підвищення безпеки виробництва. Розглянемо основні з них:

1. Найбільш ефективним заходом аналізу ризиків у межах робочого простору, в тому числі і при проведенні ремонтних та сервісних робіт, є аналіз безпечного виконання робіт (АБВР) – обов'язкова послідовність дій, яка виконується робітником або групою робітників перед початком та періодично продовж виконання роботи.

Переваги даного заходу – робітник має можливість виявити усі небезпеки та прийняти рішення про подальше виконання роботи, не потребує заповнення документації та легкий у застосуванні.

Недоліки даного заходу – неможливість проконтролювати його виконання.

2. Аудит робочого місця є інструментом для оцінки безпеки та ефективності робочих умов на підприємстві. Цей процес дозволяє ідентифікувати небезпеки, ризики й недоліки, а також розробити плани для їх усунення. Аудит проводиться безпосереднім керівником робіт

перед початком робіт або упродовж виконання робіт Дирекцією з охорони праці або аудитором згідно попередньо розробленого графіка. Аудит проводиться за допомогою чек-листа, який відповідає виконуваним роботам.

Переваги даного заходу – попередньо розроблений чек лист усуває можливість випустити з виду небезпеки. Аудит може проводитись на будь-якому етапі виконання робіт.

Недоліки даного заходу – не на всі види ремонтних робіт можуть бути розроблені чек листи. Можливість фіктивного проведення аудиту з кабінету.

3. БМП – Блокування Маркування та Перевірка є системою безпеки, яка використовується на робочих місцях та в промислових об'єктах для запобігання несанкціонованому запуску або активації обладнання та механізмів під час обслуговування, ремонту або при виконанні інших видів робіт.

Система «БМП» включає такі ключові елементи:

Блокування – це процес фіксації або блокування механізмів, інструментів або обладнання так, щоб воно не могло бути запущено або активовано. Це виконується за допомогою спеціальних замків, ключів або інших пристроїв.

Маркування включає в себе інформаційні бирки, які містять інформацію про те, хто здійснив блокування, з якою метою та контактні дані (номер телефону).

Головною перевагою системи БМП є її здатність запобігти несанкціонованому або ненавмисному запуску механізмів та обладнання під час ремонту або обслуговування.

Мінуси даного заходу: Відсутність дисципліни та дотримання процедури "БМП-ЛОТО" може знизити ефективність та безпеку. Працівники повинні бути навчені та вдосконалені в процедурах «БМП», і це може вимагати час і ресурси. Деяке обладнання важко заблокувати через свою конструкцію або розмір. Значні початкові витрати.

Висновки. Проведення різних видів оцінки ризиків та заходів перед виконанням ремонтних робіт є критичним кроком для забезпечення безпеки працівників та успішного виконання завдань. Всупереч всім виявленим недолікам в процесі аналізу заходів, ми можемо зробити висновок, що розробка та подальше впровадження новітніх систем підвищує рівень безпеки на підприємствах і цей процес не повинен ніколи зупинятися, то му як на вагах наші життя.

Перелік використаних джерел

1. Наказ №1045 від 04.07.2019р «Про затвердження Положення щодо застосування нарядів-допусків на виконання робіт підвищеної небезпеки в металургійній промисловості та залізрудних гірничо-збагачувальних комбінатах». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0828-19#Text>

2. Наказ від 20.08.2008 № 183 «Про затвердження Правил охорони праці під час ремонту устаткування на підприємствах чорної металургії». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0863-08#Text>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-134>

THE IMPACT OF STRESS ON PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY OF WORK ON THE ENTERPRICE

ВПЛИВ СТРЕСУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБІТ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Yakovliev Ye.M.

*student (group 263-22-2м),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Яковлев Є.М.

*студент гр. 263-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Проблема стресу на роботі актуальна не тільки в Україні, а й у багатьох інших країнах. Стрес на робочому місці може серйозно вплинути не тільки на фізичне та психічне здоров'я працівників, але й на ефективність робочого процесу.

Стрес є невід'ємною частиною життя сучасних людей і є особливо важливим фактором у робочому середовищі. Це реакція організму на негативні події, надмірний фізичний або психологічний стрес, емоційні переживання.

Причини стресу на роботі можуть бути різними і зазвичай включають такі аспекти:

– великі робочі навантаження та терміни: надмірні вимоги до роботи та продуктивності можуть бути стресовими, оскільки працівники відчувають себе перевантаженими і не можуть задовольнити свої потреби;

– невизначені очікування та ролі: це може призвести до невизначеності та стресу, якщо працівникам не буде надано чіткої інформації про очікувані результати;

– міжособистісний конфлікт: розбіжності з колегами та начальством можуть створити несприятливе робоче середовище та призвести до стресу;

– відсутність підтримки та визнання: відсутність визнання наполегливої праці та підтримки з боку керівництва може підірвати моральну підтримку працівників та спричинити стрес;

– неадекватне спілкування: неадекватне спілкування та відсутність важливої інформації можуть викликати чутки про тривогу;

– нереальні вимоги та терміни: якщо робота вимагає дуже високої продуктивності або надмірного обсягу роботи протягом обмеженого періоду часу, це може спонукати стрес;

– фізичні умови праці: неякісне обладнання, шум, погане освітлення і неправильне розташування робочого місця можуть вплинути на комфорт і здоров'я співробітників і сприяти виникненню стресу;

– нестабільність на робочому місці: страх втратити роботу або небажані зміни умов праці також можуть бути джерелом стресу.

Враховуючи ці можливі причини стресу на робочому місці, важливо, щоб роботодавці та менеджери приділяли пильну увагу питанням управління стресом та підтримували психічне та фізичне здоров'я своїх працівників.

Фізичний вплив стресу на організм є дуже важливим фактором для розуміння негативного впливу стресу на здоров'я людини:

1) головний біль: стрес може викликати головний біль і мігрень;

2) м'язова напруга: стрес сприяє надмірній м'язовій напрузі, особливо в області шиї, плечей і спини. Це може призвести до більших патологій в спині та інших проблем з м'язами та суглобами;

3) проблеми зі сном: стрес може заважати нормальному сну. Люди, які переживають тривалий стрес, можуть відчувати труднощі із засинанням, часто прокидатися вночі або мати погану якість сну;

4) високий кров'яний тиск: під тиском організм може виділяти велику кількість гормону кортизолу, який викликає підвищення артеріального тиску. Це може бути небезпечно, оскільки високий кров'яний тиск може призвести до серйозних проблем із серцем;

5) хвороби серця: тривалий стрес може бути фактором ризику розвитку серцевих захворювань, таких як високий кров'яний тиск, атеросклероз, інфаркт міокарда та інші проблеми з серцем;

6) порушення апетиту: деякі люди реагують на стрес, змінюючи апетит до їжі. Це може проявлятися в переїданні (наприклад, жорстокості) або, навпаки, в анорексії;

7) пригнічення імунітету: стрес може придушити імунну систему та зменшити захист організму від інфекцій та хвороб. Це може призвести до частіших захворювань і повільнішого одужання.

Якщо на робочому місці панує атмосфера дратівливості, це впливає на продуктивність праці, погіршує соціальні відносини і завдає прямої шкоди здоров'ю.

Стрес впливає на продуктивність компанії і працездатність працівників. Створення комфортних умов праці є важливим завданням на робочому місці і для роботодавців, оскільки сприяє підвищенню продуктивності і благополуччя співробітників:

1. Безпека та гігієна праці: забезпечення безпеки на робочому місці та дотримання санітарних норм – це перший крок до створення комфортних умов праці. Добре продумана система безпеки може зменшити ризик травмування та створити відчуття безпеки у працівників.

2. Ергономіка: забезпечення правильного розташування робочого місця і меблів для забезпечення правильного положення тіла може допомогти запобігти проблемам з опорно-руховим апаратом, а також поліпшити загальний комфорт працівників.

3. Гнучкий графік і робоче місце: забезпечення гнучкого графіка роботи і віддалена робота допомагають співробітникам збалансувати роботу і особисте життя, що, в свою чергу, впливає на їх комфорт.

4. Переваги та підтримка: надання пільг, таких як медичне страхування, програми психологічної підтримки та можливість використання відпусток, сприяє загальному комфорту працівників.

5. Розвиток та освіта: надання можливостей для навчання та професійного зростання сприяє мотивації та комфорту на роботі.

6. Позитивна корпоративна культура: розвиток позитивної корпоративної культури, в якій працівники цінуються та підтримуються, сприяє створенню комфортного робочого середовища.

7. Задоволеність роботою та визнання: визнання працівників та винагорода за роботу важливі для підвищення продуктивності та забезпечення комфортних умов праці.

8. Співпраця та спілкування: сприяння ефективному спілкуванню між керівництвом, працівниками та колегами може сприяти створенню комфортного декомунізованого робочого середовища.

Комфортні умови праці не тільки покращують самопочуття і здоров'я співробітників, але і сприяють підвищенню продуктивності і залученню кращих талантів.

Серед важливих аспектів створення комфорт декомунізованого робочого середовища важливо відзначити безпеку і гігієну праці, ергономіку, гнучкість робочого часу, підтримку співробітників, можливості для розвитку і просування позитивної корпоративної культури.

Вкладаючи кошти в створення комфортних умов праці, роботодавці не тільки забезпечують благополуччя своїх співробітників, а й підвищують їх конкурентоспроможність і створюють позитивний імідж на ринку праці. Ці умови сприятливі для співробітників, роботодавців і суспільства в цілому.

**MODERN ECO-FRIENDLY PRACTICES
AND PROSPECTS FOR ENVIRONMENTAL
PROTECTION**

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-135>

**MODERNIZATION OF THE FIRE EQUIPMENT
OF THE MINING AND METALLURGICAL COMPLEX BASED
ON JET-NICHE TECHNOLOGY**

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ВОГНЕТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ
ГІРНИЧНО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ
НА ОСНОВІ СТРУМЕНЕВО-НИШЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

Abdulin M.Z.

*DSc (Engineering), Professor,
National Technical University
of Ukraine "Kyiv polytechnic Institute"
named after Ihor Sikorskyi,
Kyiv, Ukraine*

Абдулін М.З.

*д.т.н., професор,
Національний технічний університет
України «Київський політехнічний
інститут» імені Ігоря Сікорського,
м. Київ, Україна*

Terenchuk D.I.

*Chief Engineer, "M Technologies"
Limited Liability Company,
Kharkiv; Ukraine*

Теренчук Д.І.

*головний інженер,
ТОВ «М Технології»,
м. Харків, Україна*

Dvortsyn G.R.

*Engineer, Research and Production
Enterprise "Stream-Niche Tehnology",
Kyiv, Ukraine*

Дворцин Г.Р.

*Інженер, Науково-виробниче
підприємство «Струменево-нишева
технологія», м. Київ, Україна*

Забезпечення необхідного рівня якості продукції та зниження її собівартості може бути досягнута за рахунок нових високоефективних технологій спалювання до яких відноситься струменево-нишева технологія (СНТ) [1].

Технологія пройшла широкомасштабні випробування на сотнях вогнетехнічних об'єктах включаючи всі металургійні комбінати

України. Так на агрофабриці ММК «імені Ілліча» за рахунку модернізації було досягнуто зменшення витрат газу на 25–35% [2].

СНТ забезпечує високий рівень рівномірності температурного поля в топковому просторі при розігріві сталерозливного ковша на горизонтальному посту сушки та розігріву. Лазерним пірометром була зафіксована нерівномірність температури футеровки.

$$\Delta T = \frac{T_{max} - T_{сер}}{T_{max}} \approx 3\%,$$

де $T_{max} = 1200^{\circ}\text{C}$; $T_{сер}$ – середня температура футеровки.

На експериментальному стенді МК «Азовсталь» СНТ пройшла випробування при спалюванні доменного газу $Q_n^p = 640$ ккал/м. куб.

Випробування показали високу якість згорання та можливість ефективної організації топкового процесу без підсвідки висококалорійним газом. Разом зі спеціалістами ПАТ «Камет Сталь», Товариства «М Технології» та НВП «СНТ» розроблений проект по встановленню пальникового пристрою зі струменево-нишевою технологією спалювання для підвищення температури гарячого дуття і підвищення стійкості камери горіння.

Дослідження камери згорання та керамічних насадок показали, що факел не закінчується до купола, нерівномірно заходить в керамічні насадки що призводить до їх руйнації (рис. 1). Крім того паливна суміш внаслідок локального «пере збагачення» не встигає згоріти в межах підігрівача. В рамках проекту проводилось комп'ютерне моделювання структури течії, теплових процесів, процесів горіння які показали, що є вагомою причиною цих недоліків, які характеризуються особливостями робочого процесу у пальниковому пристрої «труба в трубі», який не забезпечує необхідного рівня сумішоутворення палива та викликає затягування факелу та значні температурні градієнти (рис. 2). Пальниковий пристрій СНТ забезпечує короткий факел і разом з дифузором значно зменшує температурний вплив на стінки нижньої частини камери, що зменшує вплив деформації і повзучості вогнетривких матеріалів (рис. 3).

Використання пальникових пристроїв СНТ з існуючими футеровкою та корпусом пристрою без зміни комунікації трубопроводів доменного газу, фундаменту та вентилятора с пальником забезпечить можливість збільшити ресурс камери згорання і нагрівача в цілому. Крім того, значно зменшуються витрати природного газу і можлива повна його відсутність. При цьому, підвищується температура дуття в печі. Так як передбачається, що встановлення пальникового пристрою СНТ в корпус існуючого пальникового пристрою «труба в трубі» без змін

геометричних розмірів, функціонального призначення та техніко-економічних показників, виконання розділу оцінки впливу на навколишнє середовище не вимагається. Час Монтажних робіт пального пристрою СНТ – не більше тижня.



Рис. 1. Обгоряння керамічних насадок

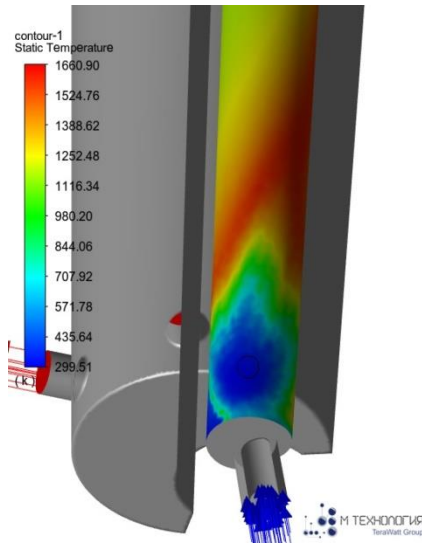


Рис. 2. Температурні градієнти для штатного пальника

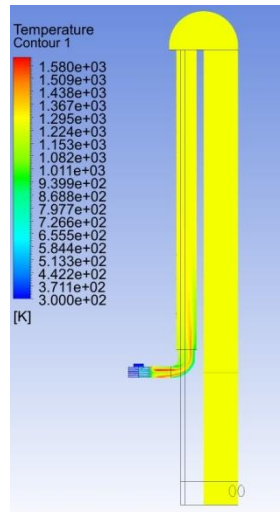


Рис. 3. Пальник СНТ з організованим дифузором внизу камери згоряння

Перелік використаних джерел

1. Абдулін М.З. Застосування струменево-нішової технології спалювання палива в енергетичних установках. «Енергетичні та теплоенергетичні процеси та обладнання» Весник НТУ «ХПІ».205. № 6. С. 130–144.
2. Томаш М.А, Изотов Б.В., Турбаба А.Є., Абдулін М.З., Дворцін Г.Р., Гребінна М.В. Модернізація пальникового обладнання запальних горнів агломераційних машин. Журнал «Метал та лиття України». 2017. № 1. С. 16–19.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-136>

**OVERVIEW OF ATMOSPHERIC PROTECTION MEASURES
IN MINING INDUSTRY DEVELOPMENT REGIONS****ОГЛЯД ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ РАЙОНІВ
РОЗВИТКУ ГІРИНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ****Avlasonok K.I.**

*student (group 183-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Авласьонок К.І.

*здобувач вищої освіти групи 183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Maksymova N.M.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Максимова Н.М.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

16 вересня 2014 р. Верховна Рада України та Європейський Парламент рагіфікували Угоду про асоціацію між Україною та ЄС. Однак й досі триває реформування природоохоронної галузі. Так, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України відзначило, що реформа управління відходами триває, про що свідчить вступ в дію у 2023 році Закону України «Про управління відходами». Також наразі розробляються нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря, котрі враховуватимуть не лише гігієнічні

нормативи допустимого вмісту забруднюючих речовин в повітрі та рівень їх впливу на людину. Представники Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [1] зазначили, що під час розробки нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря враховуватимуться такі складові, як: вплив фізичних та біологічних факторів, кліматичні умови, вплив забруднення повітря, яке вже присутнє на певних територіях, можливість транскордонного перенесення забруднюючих речовин тощо. Екосистемний підхід вже відображається у Методиках розрахунку розмірів шкоди, внаслідок надзвичайних ситуацій під час дії воєнного стану, які були затверджені у 2022 році. Наразі Міжвідомча комісія напрацьовує: «дорожню карту» розроблення нормативів із захисту атмосферного повітря та інше.

Постановою Кабінету Міністрів України від 17 вересня 1996 р. № 1147 відзначається, що до переліку видів діяльності, які належать до природоохоронних заходів відноситься розроблення технології, організація виробництва та застосування матеріалів, використання методів та впровадження технологій, що забезпечують запобігання виникненню, зниження рівня впливу чи усунення факторів забруднення атмосферного повітря. Розглянемо подібні природоохоронні заходи на прикладі районів з розвинутою гірничодобувною промисловістю, супутніми об'єктами якої є багатотоннажні накопичувачі рідких та твердих відходів. Наприклад, у м. Кривий Ріг налічується понад 10 хвостосховищ з загальним об'ємом 7,6 тисяч га [2]. Вплив хвостосховищ на навколишнє середовище розглядається у багатьох нормативно-технічних та наукових інформаційних джерелах. Зокрема у 2020 році був опублікований Глобальний галузевий стандарт з управління хвостосховищами (GISTM), котрий є доповненням до існуючого стандарту з управління хвостосховищ Європейського Союзу та спрямований, в першу чергу, на запобігання катастрофічного руйнування гребель і дамб шляхом удосконалення існуючої практики в гірничодобувній промисловості за допомогою інтеграції соціальних, екологічних та технічних міркувань.

За даними [2] на початок XXI століття було виявлено, що у м. Кривий Ріг, на відстані 3,5 км від хвостосховища, концентрація пилу може перевищувати в 5 разів норму ГДК при швидкості вітру 4 м/с, а при відстані 500 м концентрація пилу сягає від 0,4 до 22,9 мг/м³, в той час як на самому хвостосховищі сягатиме від 32 до 600 мг/м³. Це обумовлює соціальні ризики для місцевого населення.

З метою поліпшення екологічної ситуації на Криворіжжі за останні роки на підприємствах гірничодобувної галузі був запропонований ряд природоохоронних проєктів із захисту атмосферного повітря, зокрема [3]:

1) використання бентоніту, що є різновидом глин, до якого додають пластифікатори і стабілізатори. Такий матеріал утворює міцний зв'язок та стійку плівку на поверхні хвостосховищ. Недоліком є висока вартість матеріалу та часта його заміна, що потребує економічного обґрунтування подальшого застосування у виробництві;

2) технологія пилопригнічення шлакових відвалів за допомогою спеціального реагенту – полімеру Enviro Binder. Даний екологічно чистий, нетоксичний продукт має міжнародний паспорт безпеки, отримав дозвіл державної санітарно-епідеміологічної експертизи в Україні. Застосовується для зупинки та зниження вітрової та водної ерозії на відкритих схилах та ділянках. Після нанесення утворюється захисна плівка на досить тривалий термін – від 6 до 12 місяців. Може потребувати корегування в залежності від місцевих кліматичних умов;

3) використання «зелених» технологій. Наприклад, утворення стійкого рослинного покриву шляхом посіву жита, оскільки дана культура має гарне сходження і добре проростає в умовах хвостосховища. Коренева система жита затримує поверхневий шар та зменшує кількість здування пилу при різних умовах пориву вітру. На 1 га висіяного жита може утриматися до 150 тон пилу, що дозволить знизити пиління хвостосховищ на 80%. Щоб знизити концентрацію пилу, на скельному привантаженні дамби, весною 2023 р. було висаджено кущі винограду сорту «Вічі» на гірничо-збагачувальному комбінаті, а для догляду за рослинами встановлено крапельний полив. Недоліком використання сезонних культур є те, що у поза вегетаційний період відсутнє пилопригнічення. Тому увагу почали приділяти можливості використання багаторічних трав на схилах техногенних насипів та збільшенню озеленення санітарно-захисних зон деревами листяних та хвойних порід. Так, реалізація екологічної програми «Оазис», яка була розроблена спільно фахівцями Групи Метінвест та Криворізького ботанічного саду націлена на збільшення кількості зелених насаджень на проммайданчиків та прилеглих територій комбінатів, а також створення зон відпочинку для працівників комбінатів. Слід відзначити, що усереднені показники пилеутримуючої здатності стійкого трав'яного покриву за умови без помітної шкоди для подальшого нормального розвитку сягають 32 т/га, а газовбирної здатності по двоокису сірки – 40 кг/га, по хлоридах – 10 кг/га, по фторидах – 2 кг/га.

Вище наведені питомі показники пилеутримуючої та газобирної здатності рослинного покриву визначаються на підставі тривалих наукових досліджень, але підкреслюють доцільність впровадження «зелених» технологій на виробництві. Наприклад, за даними стаціонарного посту автоматичного спостереження № 1 за разовими метеорологічними та якісними показниками атмосферного повітря на ПРАТ «ПІВНІЗК» станом на 18.04.2020 р. був зафіксований максимальний вміст пилу $0,016 \text{ мг/м}^3$ при швидкостях вітру 3 м/с та менше. Таким чином, рівень запилення атмосферного повітря пилом неорганічним, що містить двоокис кремнію більше 70 %, не перевищував затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14.01.2020 № 52 гігієнічних регламентів, які встановлені для даної речовини 3 класу небезпеки на рівні: максимально разова гранично допустима концентрація в розмірі $0,15 \text{ мг/м}^3$ та середньодобова – $0,05 \text{ мг/м}^3$.

Про ефективність реалізації заходів захисту атмосфери на кожній стадії процесу виробництва свідчить те, що за останні 10 років викиди пилу зменшились на 50% і більше [3].

Перелік використаних джерел

1. Якою має бути якість повітря в Україні, щоб забруднення не впливало негативно на довкілля. Новини від 05.09.2023. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/yakoyu-maye-butu-yakist-povitrya-v-ukrayini-shhob-zabrudnennya-ne-vplyvalo-negativno-na-dovkillya/> (дата звернення: 07.09.2023 р.).

2. Козін Я.В., Гацький А.Г. Загальна характеристика стану довкілля в умовах Криворізьких хвостосховищ. URL: <https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/pryroda-ta-liudy/ekolohichna-storinka/3217-konstruktyvno-heohrafichni-osoblyvosti-polipshennya-suchasnoho-stanuhirnych-hopromyslovykh-landshaftiv.html> (дата звернення: 05.09.2023 р.).

3. METINVEST.MEDIA. URL: <https://metinvest.media/ua> (дата звернення: 07.09.2023 р.).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-137>

**REVIEW OF DUST PROTECTION MEASURES
IN THE AREAS OF COKE INDUSTRY DEVELOPMENT**

**ОГЛЯД ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ ВІД ПИЛУ
В РАЙОНАХ РОЗВИТКУ КОКСОХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Halai V.A.

*student (group 183-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Галай В.А.

*здобувач вищої освіти групи 183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Maksymova N.M.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Максимова Н.М.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щодо якості повітря (AQG) є глобальною ціллю для національних, регіональних і міських урядів щодо покращення здоров'я своїх громадян шляхом зменшення забруднення повітря [1].

Під час оцінки запиленості повітря звертають увагу в першу чергу на наявність частинок з аеродинамічним діаметром, що дорівнює або менше 2,5 і 10 мкм відповідно $PM_{2.5}$ і PM_{10} . Дрібні тверді частинки ($PM_{2.5}$) можуть проникати через легені та далі потрапляти в організм через потік крові, вражаючи всі основні органи. Вплив $PM_{2.5}$ може спричиняти захворювання серцево-судинної і дихальної систем, провокувати інсульт, рак легенів і хронічну обструктивну хворобу легень, тривоги та депресії.

Таблиця 1

**Рекомендовані рівні AQG 2021 року порівняно з інструкціями
щодо якості повітря 2005 року за даними ВООЗ [1]**

Забруднююча речовина	Середній час впливу*	2005 AQGs	2021 AQGs
PM _{2.5} , мкг/м ³	Довготривала дія	10	5
	Короткочасна дія	25	15
PM ₁₀ , мкг/м ³	Довготривала дія	20	15
	Короткочасна дія	50	45

Примітка. «*» Середньорічний показник відображає довготривалий вплив, а 8-годинний вплив – короткочасну дію.

Гігієнічні регламенти, затверджені Наказом МОЗ України від 14 січня 2020р № 52, нормують концентрації пилу неорганічного, що містить двоокис кремнію більше 70% в атмосферному повітрі населених місць: максимально разова ГДК в розмірі 0,15 мг/м³, середньодобова – 0,05 мг/м³.

Рекомендації ВООЗ носять рекомендований характер, але свідчать про тенденцію посилення вимог, які слід враховувати в операційних покращеннях будь-якої виробничої діяльності, зокрема в металургії.

Так, під час сортування валового коксу на товарні класи за крупністю основною забруднюючою речовиною повітря є пил. Затверджені наказом Міндовккілля України від 29.09.2009 № 507 поточні технологічні нормативи допустимих викидів речовин у вигляді суспендованих твердих частинок від коксових печей, недиференційованих за складом, становлять 50 мг/м³. Однак рівні встановлені дозволами на такі викиди в повітря стаціонарними джерелами для підприємств [2] зазвичай є меншими. При транспортуванні, перевантаженні, грохоченні коксу відбувається інтенсивне пиловиділення, що обумовлює необхідність передбачення потужної аспіраційної системи для видалення шкідливих речовин з повітря виробничих приміщень. До складу аспіраційних систем включають сухі і мокрі пиловловлювачі, зазвичай застосовують двоступінчасту схему очищення. В якості першого ступеня використовують групи циклонів, що мають досить високу ефективність пиловловлювання (87–97%). На другому ступені – мокрі пиловловлювачі, зокрема скрубери (до 99%). Ефективність роботи останніх обумовлена переважно витратою зрошувальної рідини і якістю її распылення.

Коксовий пил, по існуючій класифікації, може бути, віднесений до класу крупно-дисперсних, також слід зазначити, що газова суміш

(запилене повітря в джерелах пилоутворення) фактично має температуру навколишнього середовища, що значно спрощує завдання знепилювання аспіраційного повітря сухими методами.

Аналітичний огляд інформаційних джерел [3–4] показав, що останнім часом спостерігається поширене впровадження сухих пиловловлювачів у виробництво, а саме рукавних фільтрів.

У проєкті реконструкції коксових батарей № 5 і № 6 на КХП ПАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг», після розгляду технічної та комерційної складової вибір впав на користь пропозиції із застосування малогабаритних плоскорукавних фільтрів для дільниць коксортування, дроблення вугілля і безпилової видачі коксу [3].

Досить цікавим рішенням є використання конвеєрних струменевих фільтр DFT (встановлюється над стрічкою в точці пилоутворення), його дуже компактний дизайн у поєднанні з інноваційною технологією очищення робить стрічковий фільтр BAF із системою очищення DELA переконливою інновацією в галузі. На додаток до ефективного очищення, інноваційна технологія очищення також дозволяє максимально знизити витрати на електроенергію, оскільки енергія стисненого повітря може бути заощаджена більш ніж на 40%.

Фільтр BAF, встановлений на стрічці, використовується для боротьби з пилом у точці походження та досягає значень залишкового пилу $<1\text{мг/Нм}^3$. Пил рециркулює безпосередньо до матеріального потоку. Пилосос поставляється з вбудованим регулятором об'ємної витрати [4].

Це пояснюється високою ефективністю очищення викидів від пилу: на виході після рукавних фільтрів зазвичай становить не більше 20мг/м^3 , а при необхідності можливо досягнути і не більше 1мг/м^3 [5]. Для виготовлення рукавів використовуються матеріали різних виробників із США, Японії, Німеччини, Туреччини та інших країн. Матеріал рукавів підбирається в залежності від умов експлуатації та вимог до очищення. Пилоочисне устаткування характеризується широким вибором конфігурацій фільтрів різної конструкції, надійністю в роботі, легкістю в експлуатації, періодичною заміною рукавів.

Таким чином, з метою удосконалення системи аспірації на дільниці коксортування коксового цеху доцільне впровадження рукавних фільтрів, а також встановлення локальних аспіраційних систем, безпосередньо в місцях пилоутворення замість однієї потужної газоочисної установки. Сухі пиловловлювачі можуть забезпечити тонку очистку повітря від пилових частинок, що мають розмір менше 1мкм , а отже допоможуть досягти українських та європейських норм

екологічної безпеки [2, 4, 6], а встановлення локальних фільтраційних систем дозволить уникнути втрат у системі повітропроводів, знизить витрати електроенергії.

Перелік використаних джерел

1. What are the WHO Air quality guidelines? *World Health Organization (WHO)*. URL: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines> (date of access: 07.10.2023).

2. Наказ Міністерство охорони навколишнього природного середовища України від 27.06.2006 № 309 Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. Дата початку дії 12.08.2006. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE12786?an=553> (дата звернення: 07.10.2023).

3. Ausstattung des Kohlenstaubkomplexes (PUT) für offene AG «ArcelorMittal Kryvyi Rih». *Arma-Gmbh – Arma-Gmbh*. URL: <http://arma-gmbh.de/gazoochistka-i-aspiracziya-dlya-koksohimicheskogo-proizvodstva-pao-amkr/> (дата звернення: 07.10.2023).

4. Conveyor-Jetfilter. *DFT*. URL: <https://deichmann-filter.de/de/conveyer-jetfilter> (date of access: 07.10.2023).

5. Рукавний фільтр – Greenex Eco. *Greenex Eco*. URL: <https://greenex-eco.com/services/aspiration/bag-filter/> (дата звернення: 07.10.2023).

6. Директива від 24.11.2010 № 2010/75/ЄС Про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення). Дата прийняття 24.11.2010. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_004-10#Text (дата звернення: 07.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-138>

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CALCULATING
A SUFFICIENT AMOUNT OF REAGENT-COLLECTOR
FOR FLOTATION ENRICHMENT OF ASH SLAG WASTE**

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ДОСТАТНЬОЇ
КІЛЬКОСТІ РЕАГЕНТУ-ЗБИРАЧА ДЛЯ ФЛОТАЦІЙНОГО
ЗБАГАЧЕННЯ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ**

Hlukhoveria M.R.

*PhD student, National Technical
University “Dnipro polytechnic”,
Dnipro, Ukraine*

Глухове́ря М.Р.

*аспірант, Національний технічний
університет «Дніпровська
політехніка», м. Дніпро, Україна*

Mladetskyi I.K.

*DSc (Engineering), Professor,
National Technical University “Dnipro
polytechnic”, Dnipro, Ukraine*

Младецький І.К.

*д.т.н., професор, Національний
технічний університет «Дніпровська
політехніка», м. Дніпро, Україна*

Introduction. In the current conditions of development of the world economy, extraction and processing of minerals is of great importance. In connection with the depletion of deposits rich in the content of a valuable mineral component, more and more attention is paid to the processing of accumulated industrial waste. In this regard, we will consider fly ash, which is formed during the burning of coal fuel in the furnaces of thermal power plants (TPP) and consists of mechanical underburning and mineral impurities. Mechanical underburning is the unburned parts of coal in the form of semi-coke, acute-angled, less than 200 microns in size. At some TPPs of Ukraine, the content of unburned fuel particles in fly ash increases from 10 to 25%. Extraction of these parts makes it possible to obtain secondary fuel, which can be suitable for re-burning at thermal power plants or find other applications in industry [1].

In a number of works [1, 2] the possibility of extraction of coal concentrate from fly ash by the flotation method was investigated. Studies have confirmed the possibility of using foam flotation to obtain coal concentrate from TEC fly ash. The obtained coal concentrates had an ash content of 34 to 52%. The output of the foam product ranges from 5 to 20% of the total mass, this indicator depends primarily on the amount of mechanical underfire contained in the ash. It is worth paying attention to the fact that the authors of the above-mentioned works use surface-active substances (SAS) such as kerosene, diesel

fuel, they are also called reagents-collectors. Collector dosages were chosen largely intuitively in unreasonable amounts, sometimes reaching 7 l/t.

Main part. It is known that in the flotation process, small dosages of reagents initially improve the process of extraction of useful minerals, then when the consumption of reagents exceeds a certain value, the process deteriorates. A change in the consumption of reagents by several tens of grams after reaching the extremum significantly affects the enrichment indicators of the flotation process.

It is possible to choose the optimal consumption of collector reagents by conducting many tests, but then in each new case it is necessary to conduct such tests, so it is interesting to search for theoretical research in this direction. In this, based on known laboratory studies, we will try to develop a theoretical model for determining the optimal dosages of the reagent-collector for TPP ash removal.

Separation of this mass is supposed to be carried out with the help of flotation. It is known that this process requires the use of various additives that help stabilize the pulp in all its states in the floatation machine.

Additives are called scavenging reagents or surface-active substances (surfactants). In places of depressions surface of particle, the reagent-collector accumulates in thicker layers, then the reagent is distributed over the entire surface, forming a continuous layer of the reagent. This is the best combination of surfactant and solid mass. Then the excess surfactant begins to isolate the separating properties of the particles and the separation deteriorates. Let's try to reveal these provisions.

Let us assume that the particles of the fuel mass in the ash have surface irregularities with different frequency of protrusions and different amplitude. Thus, the surface change function of a particle is a random nonstationary function because it depends on the particle size: Large particles have higher amplitudes of surface change, and small particles have small amplitudes. Observations have shown that the general regularity of changes in the particle surface function has not yet been established. In general, we can judge this function by (Fig. 1), taken under a microscope.

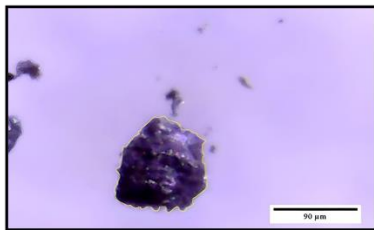


Fig. 1. Change in the surface of coal extracted from ash TPP removal

Particles of a solid product after some grinding have a free surface of an irregular shape, which resembles a random function in any cross-section of the particle. Above the line of the average value we have projections, and below it – depressions. Let's take the largest protrusion as the value that characterizes the size of the particle d_q , and the smallest depression as the value that characterizes the continuous solid phase $d_q - \Delta$. Expression (1) was obtained for determining the content of cavities in relation to the volume of the particle:

$$f_n = 1 - \left(1 - \frac{1}{n}\right)^3 \cdot k = 1 - \left(1 - \frac{1}{n}\right)^3 \cdot \frac{n}{n-1} \quad (1)$$

where k – is the part of the volume that is filled with a solid phase;

$$n \cdot \Delta = d_q \quad (2)$$

where Δ – is the difference between the size of the protrusion and depression of the particle surface; n – is the amount that fit in the size of the particle.

When $n \rightarrow 0$, then $f_n \rightarrow 1$, the entire particle is a volume including voids. When $n \rightarrow \infty$ (there are no cavities), then $f_n \rightarrow 0$. For example, a particle represents a continuous surface.

Conclusions. A large amount of surface-active substance (surfactant) leads to the fact that the substance envelops the particles of the useful mineral and rock to such an extent that they gradually lose their properties of the substance and take on the properties of the surfactant, which ultimately leads to the extraction in concentrates of the rock particles. At the same time, surfactants should only enhance the surface properties of particles, but not obscure their separating properties.

It follows from this that any raw material that is planned to be enriched by the flotation method must be examined under a microscope, the surface of the particles should be studied in detail, and as a result, it is possible to determine the consumption of the reagent-collector, which will be optimal for a specific raw material, without conducting preliminary laboratory tests.

Bibliography

1. Мнушкин І. Й., Лудянський М.Л., Нетяга О.Б. Вплив аполярних реагентів на флотацію зол теплових електростанцій. *Респ. межвід. наук.–техн. зб.* 1988. № 38. С. 67–71.
2. Şahbaz O., Çınar M., Kelebek Ş. Analysis of flotation of unburned carbon from bottom ashes. *Acta montanistica slovacica*. 2016. Vol. 21, no. 2. P. 93–101.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-139>

**USE OF MACROPHYTES FOR ASSESSMENT
OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF TECHNOLOGICALLY
CHANGED AQUATIC ECOSYSTEMS**

**ВИКОРИСТАННЯ МАКРОФІТІВ
ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕХНОГЕННО
ЗМІНЕНИХ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ**

Hudym N.H.

*student (group 183-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Gudym N.G.

*студентка гр. 183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

На якість води водосховища впливають багато факторів, в тому числі екологічний стан малих річок, що складають його приточну систему.

Річка Коноплянка, незважаючи на те, що її сумарний середньорічний стік незначний для р. Дніпра, але він має значний вплив на екологічний стан Запорізького (Дніпровського) водосховища. Найвність на береговій лінії р. Коноплянки відвалів радіоактивних відходів, а також скидання стічних неочищених вод та ливневих стоків з дренажних колекторів промислових та господарсько-побутових вод м. Кам'янського утворюють постійні джерела забруднення верхньої частини Запорізького (Дніпровського) водосховища. Русло р. Коноплянки проходить уздовж хвостосховища, в якому зберігаються відходи уранових руд (близько 12 млн. тонн) [3]. Аварійний стан дамб хвостосховища несе постійну загрозу потрапляння радіонуклідів у р. Коноплянку і далі – у водосховище.

За результатами гідроекологічного моніторингу кафедри загальної біології та водних біоресурсів Дніпровського національного університету імені Олеса Гончара, річка Коноплянка характеризується постійним високим вмістом біогенних елементів у воді і класифікується як гіпертрофне водоймище [5]. Антропогенне евтрофування позитивно впливає на ріст вищої водної рослинності.

За літературними даними, макрофіти (вищі водні рослини) здатні вилучати з води радіоактивні речовини, і тим самим, виконують роль унікального природного біофільтру. Директива ЄС 2000/60/ЄС передбачає використання макрофітів в якості важливого елементу оцінки екологічного статусу природних і техногенно змінених водних об'єктів [4].

Метою нашої роботи було визначення видового складу вищих водних рослин акваторії р. Коноплянки і проведення її екологічної оцінки. Дослідження проводилися на початку осені 2023 р. у 4-х різних точках акваторії р. Коноплянки (рис. 1) за класичною методикою [1].



Рис. 1. Точки відбору проб макрофітів:
1, 2, 3 – русло р. Коноплянки вздовж хвостосховища, 4 – місце впадіння р. Коноплянки у Запорізьке (Дніпровське) водосховище

За результатами досліджень флористичний склад рослинності ріки Коноплянки був представлений 9 видами вищих водних рослин, які утворювали угруповання зануреної, повітряно-водної рослинності та рослинності з плаваючим листям.

Фітоценоз у точці 1 був представлений, в основному, угрупованням повітряно-водної рослинності з домінуванням рогозу вузьколистого (*Typha angustifolia*) та очерету південного (*Phragmites australis*) середньої щільності та біомаси. У невеликій кількості зустрічається осока бережна (*Carex riparia* Curt). На ділянках з глибинами 1–2 м мають місце агрегації рдесника гребінчастого (*Potamogeton pectinatus*).

Точка 2 характеризувалась надмірним заростанням повітряно-водною рослинністю, розвиток якої формує від'ємний кисневий баланс та надлишкове накопичення рослинної органіки. Основу рослинного покриву мілководь складали монодомінантні угруповання очерету південного та рогозу широколистяного. Вони створюють суцільні зарості на основній площі акваторій. Біомаса угруповань очерету складає в сирій вазі в середньому 8,5 кг/м², а максимально – до 20 кг/м².

У більш віддаленій від хвостосховища точці 3 рослинність представлена рогозом вузьколистим, рогозом широколистим, ряскою

малою (*Lemna minor L.*) та угрупованням куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum*).

В точці 4 (впадання р. Коноплянки у водосховище) виявлена найбільша кількість видів водної рослинності: рогіз вузьколистий, рогіз широколистий, ряска триборозенчаста (*Lemna trisulca L.*), кушир занурений, осока побережна та водяний горіх (*Trapa natans L.*).

Таким чином, у точці 1, що найближче розташована до господарчо-побутових стоків, домінування серед повітряно-водних рослин рогозу вузьколистого і серед занурених рослин – рдесника гребінчастого свідчить про високий рівень трофності води. За видами-індикаторами цю ділянку р. Коноплянки можна віднести до евтрофної [2].

Поява у фітоценозі ряски і куширу зануреного по мірі віддалення хвостосховища свідчить про зміну трофічного типу акваторії на мезотрофній і збільшення видового різноманіття водної рослинності.

Значна біомаса повітряно-водної рослинності (очерету, рогозу) у річці Коноплянки виступає в якості біоплата і створює гарні умови для біофільтрації та очищення води від токсичних сполук (радіонуклідів, важких металів). Але, з іншого боку, при розкладанні рослини відбувається вторинне забруднення води. Для зменшення впливу вторинного забруднення бажано проводити очищення берегової лінії від мерлих рослин.

Перелік використаних джерел

1. Методи гідрологічних досліджень поверхневих вод / Під ред. Романенко В. Д. Київ, 2006. 628 с.
2. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Бережани, 2010. 32 с.
3. Ткаченко К.Ю., Скальський О.С., Бугай Д.О., Лаврова Т.В., Процак В.П., Кубко Ю.І., Авіла Р., Зоноз Б.Ю. Моніторинг техногенного забруднення підземних і поверхневих вод у зоні впливу уранових хвостосховищ Придніпровського хімічного заводу (м. Кам'янське). Геологічний журнал. 2020. No 3 (372). С. 17–35.
4. Цьось О.О., Музиченко О.С., Боярин М.В. Методика оцінки екологічного стану поверхневих вод приток верхів'я річки Прип'ять за макрофітами. Луцьк: Вид-во Вежа, 2022. 26 с.
5. Fedonenko O. Fishery and environmental situation assessment of water bodies in the Dnipropetrovsk region of Ukraine. Monograph / Fedonenko O., Yakovenko V., Ananieva T. et al. // World Scientific News. 2017. Vol. 91 (1). P. 1–105.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-140>

THE LATEST TECHNOLOGIES FOR REUSE OF SLUDGE OF METALLURGICAL ENTERPRISES IN UKRAINE

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ШЛАМІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Dreshpak O.S.

*PhD (Engineering), Senior Researcher,
Director, Research Assistant,
Center for processing and beneficiation
of mineral and man-made raw materials
of Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Дрешпак О.С.

*к.т.н., с.н.с., директор,
Центр переробки та збагачення
мінеральної та техногенної сировини
Національного технічного
університету «Дніпровська
політехніка», м. Дніпро, Україна*

Berezniak O.O.

*PhD (Engineering), Senior Researcher,
Research Assistant, Center for
processing and beneficiation of mineral
and man-made raw materials
of Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Березняк О.О.

*к.т.н., доцент, с.н.с.,
Центр переробки та збагачення
мінеральної та техногенної сировини
Національного технічного
університету «Дніпровська
політехніка», м. Дніпро, Україна*

Berezniak O.O.

*Research Assistant,
Center for processing and beneficiation
of mineral and man-made raw materials
of Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Березняк О.О.

*н.с., Центр переробки та збагачення
мінеральної та техногенної сировини
Національного технічного
університету «Дніпровська
політехніка», м. Дніпро, Україна*

Chechel P.O.

*Research Assistant,
Center for processing and beneficiation
of mineral and man-made raw materials
of Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Чечель П.О.

*н.с., Центр переробки та збагачення
мінеральної та техногенної сировини
Національного технічного
університету «Дніпровська
політехніка», м. Дніпро, Україна*

The cycle of resources (in particular, blast furnace, steel and rolling mill slags) in the chain of the mining and metallurgical complex of Ukraine was considered and analyzed. In the course of the study, it was established that the volume of production and the degree of processing of all secondary processing resources in Ukraine are lower compared to European indicators. The main

processing technologies and their shortcomings are considered. New technological schemes of deep processing or enrichment of tailings, sludges of metallurgical enterprises and enrichment factories are proposed [1–4, 7].

Waste-free processing technology of ferrous metal ores is a modern concept of sustainable development of ferrous metallurgy, which starts from exploration of deposits to industrial or domestic use of finished products. On the other hand, finished products or waste become a source of raw materials for reuse, where they will produce the same or more often a different type of marketable product. The raw materials for the production of cast iron, steel and ferroalloys in ferrous metallurgy are iron quartzites of local origin and by-products (waste), so they can be divided into the following groups: associated non-ferrous and rare metals; production waste in the form of dust, sludge, slag and other products containing ferrous metals; non-ore mineral raw materials (crushed stone, sand, flux raw materials); technical water. Metallurgical enterprises of Ukraine produce slag and dust in large quantities. Pyrometallurgical processes are huge sources of waste if not recycled and disposed of properly. With the rapid increase in resource consumption worldwide, the available land for landfilling large volumes of metallurgical slag is decreasing and, as a result, the cost of disposal is becoming higher. The impact of global warming and conservation of natural resources are common environmental problems in the world. In addition, slag compounds lead to air, water and soil pollution, as well as adversely affect the health and growth of plants, etc. Samples of material from three places of metallurgical sludge storage (blast furnace and converter) of PJSC Kametstal with the purpose of additional extraction of oxidized iron and slag for further reuse are considered.

Table 1

Results of chemical analysis of metallurgical sludge

Fraction, mm	Yield, %	Total yield, %	Fe ₂ O ₃ content (measured), %	Fe content (calc.), %	Note
+0,315	13,29%	100,00%	81,77	57,23	Coarse scale
-0,315+0,071	24,99%	86,71%	79,14	55,40	
-0,071+0,05	4,77%	61,72%	70,87	49,61	
-0,05	56,95%	56,95%	74,52	52,16	Mostly magnetite grains
Total	100,00%				

We examined the size of metallurgical sludge and its iron content (Table 1), and found that beneficiation can be done by gravity and magnetic methods. The ideal goal is to develop a sustainable closed-loop system that can convert all valuable resources sent as waste into useful products and achieve full recycling.

The metallurgical industry directs its efforts to the minimization and processing of slags to achieve environmental goals. Various metallurgical slags are formed in the process of mining, refining and alloying of steel. The large amount of slag and stricter environmental regulations make recycling and disposal of these slags an attractive alternative to reduce and ultimately eliminate disposal costs, minimize environmental pollution and conserve resources.

Many existing technologies for processing slags and sludges of the metallurgical industry do not provide deep processing of dust from sintering and blast furnaces. The size of such particles usually does not exceed 150 microns, and the amount of iron reaches 20–35%. For such slurries, it is proposed to create a technology with gravity and magnetic devices for maximum iron extraction (iron content in the enriched product is usually 56–62%) [3–7]. Metallurgical enterprises of Ukraine often store blast furnace, sintering and steel-rolling sludge together in accumulators for the purpose of sedimentation of solid particles and return of process water to the turnover of the enterprise. The concentration of solids in the flow varies from 20 to 250 g/l depending on the current operation of the metallurgical plant.

A general gravity-magnetic technological scheme for the processing of sintering, blast furnace and steelmaking wet slurries has been implemented. This technology will make it possible to additionally extract iron with a content of $\beta = 56\text{--}62\%$ and a yield of finished products $\gamma = 25\text{--}45\%$, depending on the mining area. Processing tailings are a mixture of quartz and limestone grains with a content of oxidized iron $\theta = 6\text{--}18\%$, which can be used as a mineral filler. Thus, deep processing of waste from blast furnace, sintering and steelmaking industries is possible, with subsequent extraction of conditioned iron concentrate suitable for loading blast furnaces, and obtaining mineral raw materials for construction.

Bibliography

1. Kovalenko I.M., Kovzun I.G., Ulberg Z.R., Procenko I.T., & Vashenko A.A. Nanostructural formations in enrichment processes iron oxide-carbonate-silicate metallurgical sludge. *Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies*. 2008. № 6 (2). P. 443–478.
2. Shaposhnykova O. Income from waste: Ukraine can double slag processing and exports. 2019. URL: <https://gmk.center/posts/dohod-iz-othodov-ukraina-mozhet-udvoit-pererabotku-i-eksport-shlakov//> (дата звернення: 10.08.2023).

3. Berezniak O. & Berezniak O. Classification of demagnetized magnetite in an upward laminar flow. *Scientific Collection «InterConf+»*. 2022. № 25(125), P. 168–176. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2022.016>

4. Berezniak O., Berezniak O. Pulse method of magnetite demagnetizing. *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*, Leiden, CRC Press/Balkema, 2015. P. 547–550. <https://doi.org/10.1201/b19901-93>

5. Berezniak O. Improving the efficiency of iron ore processing: demagnetization. *Sustainable production and consumption in industry: challenges and opportunities*. Collection of scientific articles. Ed.: Shvets V., Paliekhova L. Dnipro-Cottbus: Accent, 2022. P. 68–70.

6. Mladetskyi I., Beshta O., Berezniak O., Kuvaieva T. Improving cost efficiency of iron ore preparation by means of concentrate yield maximization. *Sustainable development of resource-saving technologies in mineral mining and and processing*. Multi-authored monograph, Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2019. P. 174–193.

7. A. Pavlychenko, O. Borysovska. Research of possibilities for extraction of secondary resources from mining waste and mineral processing waste. 2020. URL: https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=9oJZ8QsAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=9oJZ8QsAAAAJ:M05iB0D1s5AC

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-141>

STUDY OF THE POSSIBILITY OF RECYCLING WASTE FROM METALLURGICAL PRODUCTIONS USING GLASS TECHNOLOGY

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ ПО СКЛЯНИЙ ТЕХНОЛОГІЇ

Zhdaniuk N.V.

*PhD (Engineering), National Technical
University of Ukraine “Ihor Sikorsky
Kyiv polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine*

Жданюк Н.В.

*к.т.н., Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

Currently, 9.1 billion tons of waste have accumulated in the Dnipropetrovsk region, 8.6 billion of which were generated as a result of the work of the Kryvbas mining and processing plants. A significant part of this

waste consists of products from the processing of ferruginous quartzites, the so-called ore tailings, which are stored in open-air dumps. Tailings storage facilities are one of the most dangerous objects of mining production, which even after decommissioning represent a potential threat to the environment.

The so-called tailings ponds, although they are waste, have a high resource value. They contain SiO_2 , FeO , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Al_2O_3 , Na_2O and others. The content of iron oxides in waste from the mining and processing plant exceeds 15%. The main component of the tailings is SiO_2 . Alkaline earth metal oxides and aluminum oxide are also present in small quantities. Considering that ore processing tailings differ significantly from traditional raw materials in mineral and chemical composition, their use in technological processes for the production of glass and glass-crystalline materials is limited. This is due to the fact that the content of iron oxides in glass can exceed ten percent or more compared to traditional glasses. Modern science does not have sufficient data on the role and behavior of iron oxides in silicate melts when their content exceeds the mentioned values. Therefore, the study of the physicochemical properties of glasses and glass-crystalline materials obtained from ore processing tailings, as well as issues of their production technology, is an urgent task.

We conducted comprehensive studies of glass formation in $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Na}_2\text{O}$, $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ and $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)-\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{Na}_2\text{O}$ systems. The obtained materials were studied using modern methods of analysis: X-ray diffraction, IR spectroscopy, DTA, microscopic studies. We investigated the microhardness and chemical stability of the samples. We studied the forming properties of glasses and the dependence of the viscosity of their melts on the composition. Taking into account the significant content of iron oxides in glass, we studied the influence of the total content of iron oxides, temperature and redox conditions of glass cooking on the $\text{FeO} \leftrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ equilibrium. Also, we investigated the crystallization ability of the obtained glasses and evaluated their decorative properties.

In fig. 1 shows photos of the obtained materials that can be used as facing tiles.



Fig. 1. Samples of vitreous materials of the system $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)-\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{Na}_2\text{O}$

The macro-wave structure of the surface with gradation of color is caused by the high tendency of the compositions of the system $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)\text{-SiO}_2\text{-MgO}-\text{Na}_2\text{O}$ to macroliquefaction.

In the oxidative conditions of glass boiling in the $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ system, iron-containing phases are formed: hematite (Fe_2O_3), aegirinite ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2$). They form a film on the surface of the samples, the thickness of which can be compared with the wavelengths of the visible range. What is evidenced by the effect of iridescence due to light interference (Fig. 2).

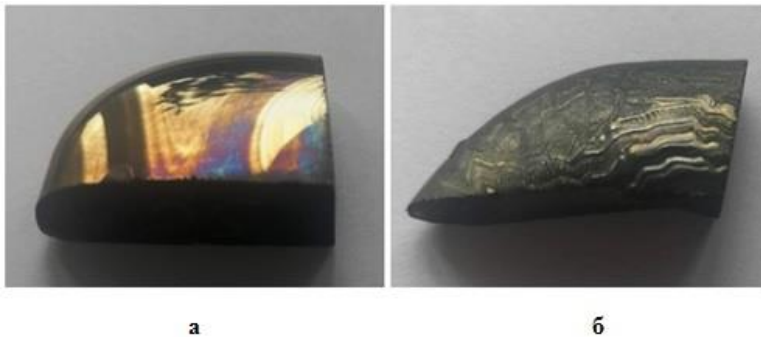


Fig. 2. Samples of glass (a) and glass-crystalline material (b) of the system $(\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$

As a result of the study, the optimal compositions of the charge, technological modes of glass melting and its heat treatment were determined. The conducted studies confirmed the possibility of processing waste from ore processing using glass technology.

Bibliography

1. Жданюк Н.В., Племянников М.М. Новий склокристалічний матеріал на основі відходів метарургійних виробництв. Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю кафедри хімії ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, Харків, 7–8 листоп. 2019 р. С. 126.
2. Племянников М.М., Жданюк Н.В. Феросілікатні склокристалічні матеріали на основі відходів рудозбагачення. *Питання хімії та хімічної технології*. 2021, No. 2, С. 95–103. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2021-135-2-95-103>

3. Piatak N. M., Parsons M. B., Seal R. R. Characteristics and environmental aspects of slag: a review. *Applied Geochemistry*. 2015. Vol. 57, P. 236–266.

4. Племянніков М.М., Жданюк Н.В. Вивчення можливості утилізації відходів металургійних виробництв для отримання склокристалічних матеріалів. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2020. V. 42 (1). P. 51–58.

5. Губіна В.Г., Кадошніков В.М., Заборовський В.С., Кузенко С.В., Горлицький Б.О, Бондаренко Г.М. Вивчення можливості використання відходів збагачення залізистих кварцитів в народному господарстві. *Зб. наук. пр. ІГНС НАН України «Геохімія та екологія»*. 2007. № 14. С. 156–165.

6. Plemiannikov, M., Zhdaniuk N. Determination of the influence of temperature, concentration of ferric oxides and oxidative conditions of glass boiling on the displacement of the equilibrium of ferric oxides $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leftrightarrow \text{FeO}$. *Technology Audit and Production Reserves*. 2023. № 3(1(71)). P. 10–14. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.283267>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-142>

RELEVANCE AND PROSPECTS OF USING ALTERNATIVE RAW MATERIALS IN METALLURGICAL PRODUCTION

АКТУАЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИРОВИНИ У МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Zinchenko V.V.

student (group 183-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine

Зінченко В.В.

студент гр. 183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна

Сучасна промисловість стикається з необхідністю збереження обсягів виробництва і конкурентоспроможності одночасно зі збереженням ресурсів і підтримки екології. З цією метою Європейська Комісія представила законопроект про критичну сировину (European Critical Raw Materials Act), де визначила перелік «критичних» природних матеріалів, які забезпечують функціонування технологій стратегічних галузей, таких як відновлювана енергетика, цифрові технології, космос і оборона.

Пропонуються різні шляхи захисту і збереження запасів критичної сировини [1]. Надійним шляхом є розробка ефективної системи інвестицій щодо заохочення країн-імпортерів у оптимізації і екологізації технологічних процесів видобутку природної сировини. Велика увага приділяється пошуку інноваційних технологій переробки відходів і пошуку альтернативних штучних матеріалів, які б дозволили повністю або частково замінити «критичні» природні матеріали.

Україна на шляху до ЄС є зацікавленою стороною в налагодженні співпраці з європейськими країнами щодо використання і збереження критичної сировини. Це стосується, насамперед, металургійної промисловості, оскільки вона своєю продукцією забезпечує розвиток усіх стратегічних секторів.

Україна – є державою з потужним потенціалом розвитку металургійної галузі. Однією з проблем її розвитку є забезпечення флюсовою сировиною – плавиковому шпату (флюориті), флюсових вапняках і доломітах [2].

Плавиковий шпат використовують при виробництві сталі як матеріал, що розріджує шлак.

За літературними даними, використання плавикового шпату в Україні становить 60 тис. тонн на рік, з них близько половини використовує металургійна промисловість. Не дивлячись на наявність запасів, потреби у шпату в Україні задовольняються завдяки імпорту, оскільки видобутку власного плавикового шпату поки не розпочато. Однією з причин є складні гірничотехнічні умови [3]. Проблемою є також те, що металургійний плавиковий шпат повинен містити не менше 65% флюориту CaF_2 і досить великі розміри кусків. Такі вимоги до шпату роблять його дефіцитним. Штучне збільшення кусків та брикетування приводить до збільшення собівартості шпату.

Недоліками використання плавикового шпату є також те, що фториди в умовах обробки сталі в ковші випаровуються і тим самим погіршують екологічну обстановку. Крім того, після випаровування частини введеного в шлак фторида кальцію, розріджувальний ефект шпату знижується.

В даний час у металургійній промисловості України існують проблеми, пов'язані зі складуванням шлаків та інших відходів виробництва. При цьому масштаб проблеми такий, що в ряді випадків вона обмежує можливості подальшого розвитку підприємств через нестачу простору, яке має бути зайняте відходами поточного виробництва. У зв'язку з цим, виникає необхідність у збільшенні обсягів використання розріджувачів шлаку.

Таким чином, оскільки плавиковий шпат є стратегічним видом мінеральної критичної сировини, який необхідний для забезпечення сталого

функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу, гостро постає питання пошуку його штучного аналогу. Використання альтернативних матеріалів в якості часткового замітника плавикового шпату дозволить позитивно вплинути на екологію, знизити собівартість продукції, зменшити використання природних копалин і продовжувати тенденції імплементації виробництва до законодавства ЄС.

Перелік використаних джерел

1. Tiess G., Sokolova I., Klochkov S. Effective mineral policy as a key factor for sustainable economy. *Геолог України*. 2021. № 1-2 (44-45). С. 34–40.
2. Михайлов В.А., Курило М.М. Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. К.: «Ніка-Центр», 2010. 198 с.
3. Рудько Г.І., Бала Г.Р. Критична мінеральна сировина та її перспективи в Україні. *Мінеральні ресурси України*. 2021. № 2. С. 3–14.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-143>

FEATURES OF THE PRODUCTION OF IRON ORE RAW MATERIALS FROM HEMATITE QUARTZITES

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ З ГЕМАТИТОВИХ КВАРЦИТІВ

Ivanchenko A.V.

Research Officer, State scientific institution "Center for Problems of Marine Geology, Geoecology and Sedimentary ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine"
Kyryvi Rih, Ukraine

Іванченко А.В.

науковий співробітник,
Державна наукова установа
«Центр проблем морської геології,
геоекології і осадового
рудоутворення Національної
академії наук України»,
м. Кривий Ріг, Україна

Smirnov O.Ya.

PhD (Geology), Deputy Head of the Quarry for Technology and Quality, Ingulets Mining and Processing Plant; student (group 184-22-1m), LLC "Technical university "Metinvest polytechnics", Zaporizhzhia, Ukraine

Смірнов О.Я.

к.геол.н., заступник начальника кар'єру з технології та якості, Інгулецький гіничозбагачувальний комбінат; студент гр. 184-22-1м, ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Запоріжжя, Україна

Вступ. Гематитові (окислені) кварцити надзвичайно поширені у Криворізькому басейні. Загальний вміст заліза, зазвичай, на 0,5–1,5% вищий, ніж у магнетитових кварцитів відкритого видобутку.

В оторочках рудних покладів підземного видобутку він сягає 46%. Зважаючи на значні запаси та сприятливі гірничо-геологічні умови видобутку, гематитові кварцити є важливою перспективною сировиною Криворізького басейну [1–3].

Мета дослідження – визначити можливість переробки гематитових кварцитів у товарну залізородну сировину методом сепарації їх у повітряно-мінеральному потоці.

Завдання роботи: 1) визначити геологічні, мінералого-петрографічні і технологічні особливості гематитових кварцитів, що впливають на ефективність переробки гематитових кварцитів; 2) виконати експериментальне виробництво кількох типів залізородної і будівельної сировини, на основі комплексної переробки гематитових кварцитів у вихровому повітряно-мінеральному потоці.

Досліджені об'єкти: гематитові, гетит-магнетитові, магнетит-гематитові кварцити і некондиційні гематитові руди, що попутно видобуваються підприємствами Групи Метінвест, ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та АТ «Кривбасзалізрудком».

Методи: мікроскопічні мінералогічні і петрографічні дослідження, електронна мікроскопія і мікрозондовий аналіз, технологічні випробування.

Результати і обговорення. Встановлено, що для ефективної сепарації гематитових, гетит-гематитових кварцитів та супутніх перехідних магнетит-гематитових кварцитів і некондиційних гематитових руд важливо враховувати наступні їх особливості: різноманітний мінеральний і петрографічний склад покладів, утворений під впливом гіпогенних і гіпергенних геологічних процесів; наявність реліктових (магнетит, залізна слюдка, кварц, силікати, сульфідів та ін.) і епігенетичних (мартит, гетит, гідрогематит, каолінит, сульфатів та ін.) мінеральних видів і різновидів широкий спектр фізичних (механічних, магнітних, гравітаційних, морфологічних та ін.) властивостей рудних і нерудних мінералів. Низька ефективність «водних» технологій збагачення гематитової сировини внаслідок присутності гідратованих силікатів, каолініту та інших глинистих мінералів, і неможливість раціонального використання вологих відходів.

У якості альтернативної технології використана комплексна переробка мінеральної сировини у вихровому повітряно-мінеральному потоці, охарактеризована в роботі. Лабораторні випробування свідчать про можливість виробництва з гематитових кварцитів наступних товарних концентратів і продуктів (табл. 1): гематитового, гетитового або комплексного залізородного концентрату; агломераційної руди;

сировини для виробництва цементного клінкеру; сухої фарби (сурік, вохра) і кварцового піску.

Таблиця 1

Хімічний склад гематитових кварцитів і продуктів їх переробки у вихровому повітряно-мінеральному потоці, мас. %

№	Продукти	Fe _{маг.}	Fe _{рост.}	FeO	Fe _{маг.}	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	І.п.п.
1	кварцит гематитовий	39,00	37,70	3,47	1,70	34,40	2,90	51,91	32,84	0,41	0,771	3,35	0,036	5,30
2	концентрат гематитовий	68,60	68,20	4,12	6,00	61,40	1,20	93,52	1,33	0,00	0,022	0,09	0,010	1,36
3	концентрат гетитовий	61,05	60,90	1,74	0,40	59,43	1,22	85,37	3,82	0,40	0,150	2,50	0,026	6,49
4	кварцовий пісок	2,90	2,80	0,13	0,15	2,70	0,05	4,00	95,10	0,00	0,510	0,51	0,022	0,34

Заключні положення. Запропоновані технічні і технологічні рішення враховують широкий спектр мінералого-петрографічних, фізичних і морфологічних особливостей рудних і нерудних мінералів гематитових (окислених) кварцитів. Вони дозволяють рекомендувати гірничодобувним підприємствам запровадити комплексну переробку даної сировини з випуском ряду товарних концентратів і продуктів супутнього використання, за умови високої рентабельності та у відповідності з вимогами законодавства в області екології, промислової санітарії і раціонального використання природної мінеральної сировини.

Перелік використаних джерел

1. Мачадо О.Т. Топомінералогія кори вивітрювання продуктивної товщі Інгулецького родовища Криворізького басейну /Автореферат кандидатської дисертації // Кривий Ріг: Криворізький технічний університет, 2003. 20 с.

2. Смірнов О.Я., Євтехов В.Д., Євтехов Є.В. Мінералогічне обґрунтування оптимальної технології збагачення гематитових кварцитів Валявкінського родовища Криворізького басейну. *Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету*. 2011. № 1. С. 38–50.

3. Ivanchenko Vladislav, Chugunov Yuri, Ivanchenko Alla. Mineralogy and dry concentration of the ores of hematite and goethite. *Proceedings of XVI BALKAN MINERAL PROCESSING CONGRESS*. Belgrade, Serbia, June 17-19, 2015, v. I, p. 219–222.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-144>

**BIOLOGICAL RECLAMATION OF MINING LANDS
WITH BIOHUMS MATERIALS**

**БІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ
ЗЕМЕЛЬ БІОГУМУСОВИМИ МАТЕРІАЛАМИ**

Kovrov O.S.

*DSc (Engineering), Professor,
Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Kovrov O.S.

*д.т.н., професор,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

Kolisnyk K.V.

*student (group 101M-22-1),
Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Kolisnyk K.V.

*студент гр. 101M-22-1,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

Вступ. Біологічна рекультивация земель є завершальним етапом реабілітації деградованих та забруднених територій внаслідок різнопланової діяльності гірничопромислових підприємств. Зазвичай, термін «рекультивация земель» охоплює це комплекс інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на відновлення продуктивності порушених територій та приведення їх у різні види використання. Біологічний етап відновлювальних робіт охоплює не тільки часткове перетворення природних територіальних комплексів, порушених гірничою промисловістю, але й оптимізація техногенних ландшафтів, поліпшення умов навколишнього природного середовища до попереднього стану. Одним із перспективних напрямів біологічної рекультивации є використання продуктів життєдіяльності червоних хробаків різних видів, а саме біогумусу.

1. Деградація гірничопромислових земель

Деградація ґрунтів – втрата властивостей, характерних їм як природному тілу (зменшення родючості, підкислення, засолення, вилуговування, ерозія, підтоплення, заболочення, забруднення, тощо). В Україні нараховується близько 0,6 млн га деградованих (286,8 тис. га), малопродуктивних (275,2 тис. га) та техногенно забруднених земель (36,6 тис. га) підлягають консервації, крім того, 142,8 тис. га порушених

земель потребують рекультивациі, 242,9 тис. га малопродуктивних угідь потребують поліпшення [1].

Інтенсивне видобування й переробка корисних копалин на територіях гірничо-металургійного комплексу України призводить до хімічного забруднення ґрунтів важкими металами і сольовими розчинами, втрати гумусу і біопродуктивності. Тому, раціональне використання та охорона земель є одним із пріоритетних напрямів державної політики у сфері природокористування, екологічної безпеки і охорони довкілля для стратегічного і збалансованого економічного розвитку.

Основним заходом з відновлення порушених земель, які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та в гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, є рекультивация земель. Для рекультивациі порушених земель, відновлення деградованих земельних угідь використовується ґрунт, знятий під час проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, шляхом його нанесення на малопродуктивні ділянки або на ділянки без ґрунтового покриву. В цьому полягає проблема, пов'язана с обмеженим ресурсом наявних чорноземів для проведення рекультивацийних робіт. Тому, проведення фітомеліоративних заходів відновлення земель з фокусом на використання біогумусу, продукту вермікультивування і вермікомпостування, є найбільш природним і екологічно доцільним для відтворення бонітету і родючості ґрунтів.

2. Досвід рекультивациі деградованих земель в Україні

На підприємствах чорної металургії рекультивациі підлягають землі, що порушені під час відкритих розробок родовищ залізних і марганцевих руд. Серед залізорудних підприємств найбільший досвід має Комиш-Бурунський металургійний комбінат, на території якого деградовано 4300 га земель сільськогосподарського призначення. На відпрацьованих відвалах сплановано поверхню з ухилами до 5° з нанесенням шару родючого ґрунту потужністю 30–35 см. Комбінатом рекультивовано понад 600 га земель сільськогосподарського призначення, на яких отримали 17 ц/га пшениці і 280 ц/га зеленої маси кукурудзи. Відпрацьовані відвали пустих порід використовуються для насадження садів [2].

Успішним є рекультивация відвалів Аннівського кар'єру у Кривбасі, яка полягала у виїмці чорнозему, розміщенні його у спеціальних буртах з подальшим використанням для рекультивациі. Такі дерева, як клен, акація, тополя та ін., добре прижилися та їх середній приріст складає орієнтовно 0,36–0,60 м/рік.

На ВАТ «Орджонікідзевський ГЗК» видобувають близько 60% марганцевої руди в Україні. Для видобутку руди комбінату відведено 11,2 тис. га землі, з яких сільськогосподарські угіддя займають 10,5 тис. га, з них рілля – понад 8,0 тис. га. Після проведення першого етапу рекультиваційних робіт відновлені землі передаються у сільськогосподарське користування (3–5 років) для посіву багаторічних трав. На другому етапі рекультивації площу повторно планують, вкривають шаром чорнозему товщею 0,5 м [3].

3. Технології вермікультивування для виробництва біогумусу

Вермікультивування (промислове розведення дощових хробаків) – дозволяє вирішити на біологічній основі актуальні екологічні і господарські проблеми: утилізацію органічних відходів, підвищення родючості ґрунту, одержання високоякісного екологічно чистого органічного добрива, збільшення виробництва якісної сільськогосподарської продукції. Біотехнологія вермікультивування спрямована на відновлення малопродуктивних ґрунтів, створення умов для прискореної рекультивації земель, створення піонерних рослинних угруповань на деградованих землях.

Біогумус – однорідна маса темно-коричневого кольору, що є продуктом вермікультивації (життєдіяльності) хробаків роду *Eisenia*. Це натуральне, природне, органічне, повністю екологічно чисте і найкраще з відомих добриво. Для виробництва біогумусу використовуються різноманітні види органічних відходів. У біогумусі акумульована велика кількість макро- і мікроелементів, що безпосередньо засвоюються рослинами, вітаміни, амінокислоти і корисна мікрофлора. Внесення біогумусу в дозах 3–10 т/га забезпечує збільшення вмісту загального гумусу в шарі ґрунту 0–30 см на 0,06–0,18% [4].

В практиці біологічної рекультивації гірничопромислових земель застосування біогумусу дозволить отримати наступні переваги: 1. Покращити процеси ґрунтоутворення, поповнити ґрунт корисними мікроелементами та поживними речовинами, підвищити його родючість; 2. Зменшити загальні викиди CO₂ за рахунок утилізації біомаси; 3. Збільшити біорізноманіття різних видів рослин та мікроорганізмів.

Висновки. Біогумус є оптимальним природним меліорантом для фіторе mediaції деградованих гірничопромислових земель. Використання продуктів вермікультивування для виготовлення композитних брикетів з насінням рослин пропонується як спосіб швидкої рекультивації деградованих та забруднених земель внаслідок тривалої розробки корисних копалин.

Перелік використаних джерел

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 514 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>.

2. Панас Р.М. Рекультивация земель. Львів: Новий світ – 2005. 224 с.

3. Надточій П.П., Мислива Т.М. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивация земель. Житомир, 2007. 420 с.

4. Сендецький В.М. Еколого-агрохімічне обґрунтування переробки органічних відходів агропромислового комплексу в біодобриво «Біогумус» методом вермикультивування. *Агроекологічний журнал*. К., 2009. С. 295–297.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-145>

**TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS
OF THE LOW CARBON TECHNOLOGY OF RENEWABLE GAS
INJECTION INTO THE BLAST FURNACE****ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ
ТЕХНОЛОГІЇ ВДУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО ГАЗУ
В ДОМЕНУ ПІЧ****Kutz H.O.**

*PhD (Engineering),
Senior researcher, General Energy
Institute of National Academy
of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Куц Г.О.

*к.т.н., старший науковий
співробітник,
Інститут загальної енергетики
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

Teslenko O.I.

*PhD (Engineering),
Leading researcher, General Energy
Institute of National Academy
of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Тесленко О.І.

*к.т.н., провідний науковий
співробітник,
Інститут загальної енергетики
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

Проведений аналіз технологічних напрямів зниження обсягів споживання високовартісного коксу у доменному виробництві чорної металургії показав, що до таких основних технологій відносяться

замішувачі скіпового коксу [1]. До видів замішувачів коксу вноситься природний газ, пиловугільне паливо (ПВП) та горючі відновлювальні гази (насамперед, доменний газ – ДГ). В минулому столітті широко використовувався природний газ, однак внаслідок стрімкого зростання вартості природного газу (в 10–20 разів) використання його в доменному виробництві було майже припинено. В закордонній та вітчизняній металургії широкого впровадження набула технологія ПВП, однак через обраний низковуглецевий напрям розвитку людської цивілізації ця технологія набула суттєвого обмеження, тому що вуглець коксу фактично замінювався вуглецем вугілля, що не сприяє зменшенню викидів парникових газів.

Достатньо актуальною на сьогодні є низковуглецева технологія заміщення вуглецевмісного коксу шляхом використанням горючих вторинних енергоресурсів в доменній печі, а саме: доменного газу, який є вихідною сировиною для отримання відновлювального газу і після його очищення від двоокису вуглецю (CO_2) в ньому залишаються горючі речовини: окис вуглецю (CO) та водень (H_2). Із промислово апробованих на сьогодні методів очищення доменного газу від CO_2 в цій роботі розглядається метод застосування охолодженого метанолу (процес Ректизол). Перевагою зазначеного методу порівняно з іншими є його економічність, але технологія потребує громіздкого устаткування процесу очищення доменного газу від CO_2 [2]. Проведені дослідження на одному із металургійних заводів показали, що вдування ДГ у горні доменної печі дозволило знизити витрати скіпового коксу на 30% та збільшити її продуктивність на 20–25 % [3]. Але впровадження зазначеного замішувача коксу на даний час в металургійній галузі не знайшло широкої промислової реалізації.

Техніко-економічна оцінка зазначеної низковуглецевої технології заміщення скіпового коксу в доменних печах проводилась за показниками повної технологічної енергоємності їх приготування. Для визначення енергоємності приготування ДГ питомі витрати енергоресурсів та сировини на 1000 м³ ДГ за технологією рециклінга прийнято за даними роботи [2]. Показники повної технологічної енергоємності приготування ДГ для вдування в доменну піч приведено в таблиці.

Таблиця 1

**Повна технологічна енергоємність приготування доменного газу
з уловлюванням CO₂ (на 1000 м³ ДГ)**

Види енергоресурсів, енергоносіїв і сировини	Одиниці виміру	Обсяг витрат енергоресурсів, енергоносіїв та сировини	Повна енергоємність відновлюваного газу, кг у. п.	Енергоємність складових до повної енергоємності ДГ, %
1. Енергоресурси:			21,823	90,98
– електроенергія	кВт·год	53,0	17,821	
– теплова енергія	Мкал	26,5	4,002	
2. Енергоносії			2,138	8,91
– електроенергія	кВт·год	0,5	1,464	
– теплова енергія	Мкал	0,08	0,674	
3. Сировина				
– метанол	кг	0,04	0,027	0,11
4. Повна технологічна енергоємність			23,988	100

Економічна ефективність зазначеної технології оцінювалась за наступними вихідними даними: обсяг вдудання відновлювального (доменного) газу до доменної печі дорівнював 162 м³ ДГ на 1 т чавуну при повній технологічній енергоємності приготування 3,886 кг у.п., враховуючи енергоресурси 3,558 кг у.п.; енергоносії 0,238 кг у.п., сировину 0,027 кг у.п., відповідно. Вартість відновлювального газу прийнято рівною нулю, оскільки ДГ відноситься до горючих вторинних енергоресурсів, які використовуються в основному на металургійних підприємствах (джерелах доменного газу) і не мають ринкові вартості (вартість 1 кг у.п. обраховувалась через вартість вугілля).

За результатами розрахунків вартість повної технологічної енергоємності приготування відновлювального (доменного) газу складає 7,864 дол. США/ 1000 м³ ДГ (або 1,274 дол. США/ 162 м³ ДГ).

На даний час вдудання відновлювальних газів поки що не знайшло широкого застосування в металургії. Це пов'язано з відносно значними капіталовкладеннями у складне технологічне устаткування (щодо очищення ДГ від CO₂) та відсутністю промислового досвіду вдудання ДГ в доменну піч. За останні роки проводиться удосконалення технології очищення ДГ методом глибокого відновлення регенеруючого розчину, що надасть можливість зменшити енергетичні витрати у 2,0–2,5 рази без збільшення капіталовкладень і, як результат, підвищує актуальність застосування відновлюваних газів у доменному виробництві [4].

Особливо привабливим напрямом розвитку цієї низьковуглецевої технології є розробки щодо електролізу водню з наступним його вдуванням разом з ДГ в доменну піч, а супутній продукт (кисень) буде додаватися до повітря дуття для інтенсифікації процесу згорання палива в доменній печі.

Висновки. Проведена техніко-економічна оцінка ефективності застосування відновлювального (доменного) газу для заміщення скіпового коксу у доменних печах показала, що повна технологічна енергоемність технології приготування відновлювального (доменного) газу складає 23,988 кг у.п./1000 м³, а вартість приготування відновлювального газу 7,864 дол. США/1000 м³ ДГ. Технологія вдування відновлювального газу поки що не знайшла застосування в доменному виробництві України та у розвинутих країнах світу з причин високих капіталовкладень у технологічну схему та відсутність достатнього промислового досвіду процесу його вдування в доменну піч. За останні роки у доменному виробництві ряду країн проводиться удосконалення низьковуглецевої технології приготування відновлювального газу.

Перелік використаних джерел

1. Тесленко О.І., Куц Г.О. Структурні та технологічні напрями зменшення викидів парникових газів підприємствами чорної металургії. *Вчені записки Таврійського національного університету В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* том 33 (72), № 6. 2022. С. 165–173. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/27>
2. Смірнов О. М., Тімошенко С. М., Нарівський А. В. Відновлення та інноваційний розвиток виробництва сталі в Україні в контексті енергоефективності та європейського зеленого курсу. *Вісн. НАН України.* 2023. № 4. С. 23–38. DOI: <https://doi.org/10.15407/vsn2023.04.021>
3. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. European Commission. Joint Research Centre & Institute for prospective technological studies. 2013. URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>
4. A new way to clean up the steel industry. *The Economist.* Feb 15th 2023. URL: <https://www.economist.com/science-and-technology/2023/02/15/a-new-way-to-clean-up-the-steel-industry>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-146>

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF GARBAGE SORTING AND WASTE DISPOSAL

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ СОРТУВАННЯ СМІТТЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

Miniailo D.O.

*student (group 183-22-1),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Міняйло Д.О.

*студентка гр. 183-22-1,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Nakempii O.K.

*Senior Lecturer,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Накемпій О.К.

*старший викладач,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

В умовах зростаючого навантаження на навколишнє середовище та споживчу активність людей, утилізація відходів та їхнє ефективне сортування стають важливими завданнями сучасного суспільства. Незадовільна ефективність систем сортування сміття та утилізації відходів призводить до забруднення навколишнього середовища, збільшення обсягів сміття на сміттєзвалищах і викидів шкідливих речовин у атмосферу. Це призводить до екологічних проблем, загрози здоров'ю людей. Ця проблема може бути розглянута з різних кутів, включаючи потребу в інноваціях у сортуванні та утилізації, ефективному управлінні відходами, навчанні громади про важливість сортування, а також законодавчому регулюванні та фінансуванні для розвитку більш сталих підходів до цієї проблеми. Розвиток таких напрямків як штучний інтелект, технології біологічної та вторинної переробки відходів, автоматизовані сортувальні лінії та інші інноваційні технології у цій сфері не лише сприяють зменшенню негативного впливу на природу, а й відкривають нові можливості для створення сталого майбутнього.

Дослідження деяких вчених довели, що штучний інтелект вже виявився дуже ефективним у завданні сортування сміття, а здатність розпізнавати різні види відходів, дозволяють автоматизувати процес

сортування. Камери та сенсори сприймають відходи, алгоритми визначають їхній тип і направляють їх на відповідні конвеєри або контейнери. Це робить сортування більш точним та ефективним, знижуючи ризик помилкового викидання сміття на смітник або відправлення його на неправильну переробку. Наприклад, засновниця британського стартапу Greyparrot Мікела Дракман розповіла, що перед тим, як банка «Coca-Cola», потрапляє на конвеєрну стрічку для сортування сміття, її зімнуть, розчавлять і вона стане брудною, а це значно ускладнює завдання з погляду штучного інтелекту. Наразі системи Greyparrot щорічно відстежують 32 млрд об'єктів, що перетворилися на відходи. Компанія також створила величезну цифрову карту відходів, яка може бути корисною як для переробних підприємств, так і для регуляторів [1].

Інноваційні технології біологічної та вторинної переробки відходів дозволяють досягти кількох важливих цілей і вирішити проблеми, пов'язані з утилізацією відходів та охороною довкілля. Біологічна переробка відходів, така як компостування та анаеробна біологічна обробка, дозволяють відновити органічні відходи і уникнути їх розкладання на сміттєзвалищах. Це допомагає зменшити викиди метану, який є потужним парниковим газом. Анаеробні біологічні процеси можуть виробляти біогаз, який може бути використаний для генерації електроенергії або як альтернативне паливо для автотранспорту. Технології вторинної переробки, такі як рециклінг, дозволяють виділяти і повторно використовувати цінні матеріали, такі як метал, скло та пластик, замість їх зберігання або спалювання [2].

З ростом використання електроніки життя людини стає більш комфортним, але зростає і обсяг електронних відходів (E-waste). Електронні відходи включають широкий асортимент продукції та поділяються на 6 категорій. Оскільки E-waste містить токсичні компоненти вони привертають все більшу увагу. Проблема зменшення обсягів електронних відходів, здається, неможливою через прогрес технологій та постійно зростаючі вимоги світу. Таким чином, використання інноваційних технологій дозволяють виділяти корисні матеріали і компоненти з старих пристроїв і використовувати їх у нових виробництвах. Це не лише зменшує кількість відходів, але і знижує потребу у видобутку природних ресурсів для виробництва нової електроніки. Наприклад, перша система утилізації електронних відходів була започаткована у 1991 році у Швейцарії. Зараз покупці у цій країні можуть безкоштовно повертати всі відпрацьовані пристрої до пунктів

збору. А загальний обсяг перероблених електронних відходів там перевищує 10 кг на людину в рік [3].

В сучасному світі використання інтернету речей (IoT) відкриває безліч можливостей в сфері сортування сміття та утилізації відходів, може покращити ефективність та точність процесів, а також сприяти більш сталому управлінню відходами. Моніторинг і аналіз даних можуть бути використані для покращення управління відходами, визначення оптимальних маршрутів збору сміття та визначення технік сортування. Використання розумних контейнерів для сміття, які оснащені сенсорами, що інформують про рівень наповненості, дозволяє оптимізувати розклад збору сміття, зменшити витрати на транспортування та підвищити ефективність обслуговування. IoT може використовуватися для віддаленого моніторингу сміттевозів, включаючи їхнє розташування, стан обладнання та режими роботи. Це дозволяє покращити систему управління і збільшити його продуктивність. Системи RFID (Radio-Frequency Identification) можуть бути використані для відслідковування відходів та їхнього походження на всіх етапах утилізаційного процесу. Це допомагає виявити джерела відходів та прослідкувати їхній рух. Загальний результат використання IoT в сфері сортування сміття та утилізації відходів полягає в підвищенні ефективності процесів, зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище і економії ресурсів. Він також сприяє розвитку більш сталих та ефективних систем управління відходами [4].

Інноваційні технології в сфері сортування сміття та утилізації відходів мають великий потенціал для зміни способу, яким ми опікуємося нашими відходами і взаємодіємо з навколишнім середовищем. Ці технології впливають на багато аспектів цієї галузі, починаючи від ефективності управління відходами і закінчуючи зменшенням негативного впливу на довкілля та створенням нових можливостей для використання відходів. За допомогою автоматизації, роботів, сенсорів, аналітики даних та машинного навчання сміттесортування стає більш точним і продуктивним. Використання біологічних процесів і вторинної переробки допомагає відновлювати ресурси і зменшувати викиди шкідливих речовин. Інтернет речей сприяє оптимізації управління відходами і забезпечує ефективний моніторинг процесів. Основна перевага полягає в тому, що інноваційні технології перетворюють сферу сортування сміття та утилізації відходів, забезпечуючи більш ефективне, екологічно стале та економічно вигідне вирішення проблеми відходів. Ці технології важливі для збереження природи, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище і

створення сталого майбутнього. Використання інноваційних технологій може створити нові робочі місця та сприяти створенню економічно вигідних підприємств у сфері утилізації відходів та підвищення соціально-економічних показників країни.

Перелік використаних джерел

1. Як стартапи застосовують штучний інтелект для боротьби зі сміттям. URL: <https://www.imena.ua/blog/how-startups-are-using-ai-to-fight-waste/> (дата звернення 23.09.2023).
2. F. Caiardi, J.-P. Belaud, C. Vialle, F. Monlau, S. Tayibi, A. Barakat, A. Oukarroum, Y. Zeroual, C. Sablayrolles. Waste-to-energy innovative system: assessment of integrating anaerobic digestion and pyrolysis technologies. *Sustainable Production and Consumption*. 2022. V. 31. P. 657–669.
3. R. Dixit, S. Kumar, G. Pandey. Biological approaches for E-waste management: a green-go to boost circular economy. *Chemosphere*. 2023. V. 336. P. 139–177. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139177>.
4. K. Dean Kang, H. Kang, I.M.S.K. Ilankoon, Chun Yong Chong. Electronic waste collection systems using Internet of Things (IoT): Household electronic waste management in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*. 2020. V. 252. Article 119801. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119801>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-147>

SOME ISSUES OF REGULATORY AND LEGAL PROVISION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN UKRAINE

ДЕЯКІ ПИТАННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ

Navolniev I.Yu.

*student (group 183-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Навольнєв І.Ю.

*студент групи 183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Maksymova N.M.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC “Technical
university “Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Максимова Н.М.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Основою загальносвітової економічної системи – є виробництво. Процеси виробництва будь якого продукту безпосередньо або опосередковано пов’язані з використанням природніх ресурсів та впливом на екологічний стан довкілля. Перефразовуючи Закон збереження енергії в природі – будь який продукт (та послуга) не звідки не народжується, й в не куди не зникає. Відповідно: будь який вплив на екологічну систему призводить до відповідних змін на цю систему.

З початком індустріальної епохи економіки та розвитком промислових підприємств тиск на екологічну систему став набагато більшим. Відповідно, виникла потреба ретельного регулювання цього впливу на державному рівні, так як він значно почав значно змінювати умови життя, як окремо взятої громади, так і людства. У спробі вирішення цієї проблеми – один з найвпливовіших інструментів, який використовує держава – податки. Податкові важелі держави є потужним засобом впливу та регулювання, як окремих секторів економіки, так й її стану в цілому: або пригнічуючи, або, навпаки, даючи потужний поштовх для розвитку. Не є виключенням й екологічний напрямок. Згідно тлумаченню Європейської агенції довкілля, екологічні податки можуть бути в широкому плані визначені як «всі податки, база справляння яких надає специфічний негативний вплив на довкілля» [1].

За впливом держави, екологічні податки можна поділити умовно на внутрішні та зовнішні. До зовнішніх можна віднести податки, які утримуються з імпортерів і того обсягу товарів, який завозиться на територію держави та обчислюється виходячи з порівняння місцевих стандартів впливу на довкілля при виробництві одиниці аналогічного товару та фактичним впливом на довкілля, яке було здійснено при виробництві імпортованого. Цей напрямок є досить інноваційним. До таких податків можна віднести Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM).

Внутрішній екологічний податок, відповідно до Податкового кодексу України – це загальнодержавний обов'язковий платіж, що отримується з суб'єктів економічної діяльності, фактично розташованих на території цієї держави й по результатах їх господарської діяльності справляється з фактичних обсягів викидів у атмосферне повітря, скидів у водні об'єкти забруднюючих речовин, розміщення відходів, зокрема радіоактивних.

Головна мета екологічних податків – є формування централізованих та децентралізованих фондів, задачею яких є поліпшення екологічного впливу. Ситуації, як в регіонах, так і в державі, в цілому.

Розглянемо що не так з українською системою екологічного впливу. Екологічне оподаткування суб'єктів господарської діяльності закріплено в розділі VIII «Екологічний податок» Податкового Кодексу України. Виходячи з правових норм закріплених в цьому Розділі, зокрема в п. 246-2 щодо ставок податку за розміщення відходів, визначаються класи небезпеки відходів, їх рівень небезпечності: I клас – надзвичайно небезпечні зі ставкою податку 1546,22 грн/т; II клас – високонебезпечні – 56,32 грн./т; III клас – помірно небезпечні – 14,12 грн./т; IV клас – малонебезпечні – 5,50 грн./т та малонебезпечні нетоксичні відходи гірничої промисловості – 0,54 грн./т. Треба відмітити одну особливість: за розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів, ставки податку, зазначені у пунктах 246.1-246.3 вказаної статті, збільшуються у 3 рази. При цьому, у Податковому кодексі України та пов'язаних з ним нормативно-правових актах відсутнє визначення термінів, які характеризують рівень небезпечності відходів та порядок віднесення типів відходів до того чи іншого класу.

Виникає «правовий провал». Все тому, що на сьогоднішній час в одному з головних прикладних нормативних актів держави, який повинен регулювати та визначити правила поведінки з відходами – Закон України «Про управління відходами» (2320-IX від 20.06.2022 р.) – за рівнем небезпечності відходів визначено тільки два різновиди

відходів: відходи, що не є небезпечними; відходи, що є небезпечними – з прикладанням відповідного переліка властивостей, що роблять відходи небезпечними.

Нормами ДСанПіН 2.2.7.029-99, затвердженими Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 № 29, дійсно був встановлений порядок визначення класу безпеки промислових відходів. Згідно вказаних Норм, відходи сфер виробництва і сфери споживання в залежності від фізичних, хімічних і біологічних характеристик всієї маси відходу або окремих його інгредієнтів й насправді поділялись на чотири класи безпеки: I-й клас – речовини (відходи) надзвичайно небезпечні; II-й клас – речовини (відходи) високо небезпечні; III-й клас – речовини (відходи) помірно небезпечні; IV-й клас – речовини (відходи) мало небезпечні. Окрім цього, була закріплена відповідна методика розрахунку класу безпеки промислових відходів. Однак, починаючи з 16.09.2014 р. ці норми були скасовані, нові прийняті не були.

На теперішній час тільки набуває розвитку гармонізація національних стандартів до стандартів ЄС, які визначають загальне встановлення класів безпеки шкідливих речовин. Все це призводить до того, різного роду колізій, зловживань, як з боку суб'єктів господарювання, так і з боку фіскальних служб. В кінці кінців, це призводить до судових чвар й витрачання ресурсів, які могли б піти на більш продуктивні процеси.

Розглянемо, один з таких прикладів: так, 17.02.2022 р. Перший апеляційний адміністративний суд розглянув апеляційну скаргу ГУ Державної податкової служби (ДПС) у Донецькій області на рішення Донецького окружного адміністративного суду від 11 серпня 2021 р. у справі № 200/7905/20-а за позовом АТ ДТЕК ЖОВТНЕВА ЦЗФ до ГУ ДПС у Донецькій області про визнання протиправними та скасування податкових ряду повідомлень-рішень [2]. Сутність цього процесу полягало в тому, що представники ДПС збільшили в 3 рази ставку податку за розміщення відходів на звалищах й нарахували відповідну кількість платежу, аргументуючи це тим, що на вказаному звалищі не забезпечено повне виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів.

В рамках цього процесу суд дійшов висновку, що відсутнє підтвердження фактів забруднення атмосферного повітря (змінення складу і властивостей атмосферного повітря в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища) та забруднення водних

об'єктів (надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин, податковий орган протиправно дійшов висновку щодо розміщення позивачем відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів.

Тобто, суд прийняв рішення щодо помилкової роботи органу ДПС.

Однак, саме головне, що цього суду, як саме й багатьох інших судів з аналогічних або суміжних питань не могло б й бути, як би державою було б повністю урегульовано питання екологічного оподаткування, керування відходами та чіткий алгоритм визначення – що є відходами, а що вторинною або суміжною сировиною.

Перелік використаних джерел

1. Гармонізація податкового законодавства: українські реалії: монографія / Г.М. Білецька, М.В. Кармаліта, М.О. Куц та ін. К.: Алерта, 2012. 222 с.
2. Постанова Першого апеляційного адміністративного суду від 17.02.2022 р. у справі № 200/7905/20-а. URL: <https://reyestr.court.gov.ua/Review/103398278> (дата звернення: 07.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-148>

COMPREHENSIVE VISUAL SURVEY AS A MANDATORY TOOL FOR SAFE OPERATION OF TAILINGS

КОМПЛЕКСНЕ ВІЗУАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ЯК ОБОВ'ЯЗКОВИЙ ІНСТРУМЕНТ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ХВОСТОСХОВИЩ

Pikarenia D.S.

*DSc (Geology), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Пікареня Д.С.

*д.геолог.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Orlinska O.V.

*DSc (Geology), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Орлінська О.В.

*д.геолог.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Rudakov D.V.

*DSc (Engineering), Professor,
Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

Рудаков Д.В.

*д.т.н., професор,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

Існування накопичувачів рідких відходів гірничозбагачувальних підприємств (хвостосховищ та шламонакопичувачів) становить велику загрозу навколишньому середовищу. Ці об'єкти небезпечні у зв'язку з ризиком неконтрольованого випорожнення в результаті руйнування захисних гребель (дамб), тому питанням безпечної експлуатації таких об'єктів необхідна особлива увага. Наразі в Україні є чинними відповідні норми і правила [1], які регламентують відповідні показники безпечної експлуатації, але даний документ не містить зручних у використанні інструкцій щодо швидкої оцінки рівня безпеки конкретного хвостосховища.

Для підвищення безпеки експлуатації хвостосховищ міжнародними експертами за результатами кількох проектів була розроблена «Методологія для підвищення безпеки хвостосховищ», остання версія якої узагальнена в [2]. У кількох з цих проектів автори приймали активну

участь. Основною частиною методології є Контрольний список з питаннями щодо відповідності реального стану хвостосховища сучасним вимогам з технічної безпеки та Каталог заходів з пропозицією відповідних заходів на основі найкращих доступних технологій. Завдяки таким інструментам оператори хвостосховища можуть вчасно виявляти невідповідності мінімальному набору вимог безпеки в рамках самооцінки на хвостосховищі та обирати найкращі доступні технології в галузі сталого видобутку корисних копалин.

Контрольний список охоплює весь життєвий цикл хвостосховищ, тому він може виявити недоліки конструкції та невідповідні умови експлуатації, поліпшити готовність до аварійних ситуацій і допомогти в реалізації адекватного плану закриття та реабілітації. Завдяки йому регулярне навчання персоналу хвостосховища може покращити компетентності з ужиття профілактичних заходів та готовності до надзвичайних ситуацій. До того ж, надання громадськості результатів застосування Контрольного списку хвостосховищ та обговорення питань безпеки з місцевими громадам у формі громадських слухань може допомогти підвищити обізнаність суспільства про безпеку хвостосховищ та запобігання аваріям.

В рамках цієї методології недостатньо уваги приділено візуальному огляду хвостосховища, який є найважливішим елементом оцінки його безпеки. Він дає змогу швидко виявити відхилення від проєкту та порушення нормального режиму експлуатації об'єкту. З часом кількість і якість таких відхилень збільшуватиметься, що відіб'ється в появі ознак, які вказують на проблеми безпечного функціонування хвостосховищ. Ці ознаки можна розбити на дві групи – явні, які добре проявляються візуально і допускають однозначну інтерпретацію, і неявні, приховані, неочевидні, не завжди помітні, викликають різні тлумачення, проте вони є першими сигналами того, що на хвостосховищі почалися процеси, які можуть призвести до серйозних проблем у майбутньому, але їх можна попередити у даний час.

Критично важливими елементами хвостосховища, що потребують чіткого визначення під час візуального огляду хвостосховища, є дренажна система хвостосховища, система дренажу дамби, у тому числі пристрої, здатні пропускати воду в разі перевищення нормального рівня води у хвостосховищі, відведення дренажних вод. Крім того, при використанні списку необхідні критерії стосовно наявності зовнішніх ознак впливу хвостосховища на навколишнє середовище, стану дамби, ознак її зсуву, руйнування або нестійкості.

Як рекомендації для користувачів Контрольного списку для хвостосховищ авторами пропонуються чіткі критерії на питання, на які користувачі можуть надавати відповіді «Так», «Скоріше так», «Скоріше ні», «Ні», або «Не застосовно» з відповідною кількісною шкалою.

Наприклад, на запитання *«Чи відповідає дренажна система хвостосховища керівництву з експлуатації або його еквіваленту?»* відповідь надається на підставі візуальної перевірки фактичного стану дренажної системи та її відповідності документації. При цьому відповідь *«Так»* надається у разі, якщо дренажна система функціонує відповідно до керівництва з експлуатації хвостосховища. Відповідь *«Скоріше так»* надається, коли наявні незначні відхилення від керівництва з експлуатації, які не вплинуть на безпеку об'єкта. Відповідь *«Скоріше ні»* надається, коли виявлено відхилення в роботі дренажної системи від керівництва з експлуатації, які можуть сприяти розвитку аварійної ситуації. Відповідь *«Ні»* надається, коли дренажна система має значну кількість відхилень від керівництва з експлуатації, або не функціонує взагалі.

Одним з найважливіших запитань Контрольного списку є таке: *«Чи відсутні в тілі дамби ознаки зсуву, руйнування або нестійкості?»*. Це критично важливий елемент візуального огляду, оскільки тут можна помітити ознаки небезпечних процесів в тілі дамбі, які можуть призвести до аварійної ситуації. Відповідь надається на підставі огляду дамби і враховує її геометрію: недоліки вирівнювання і прямолінійності гребеня греблі та берм, нерівномірність кутів нахилу; скати, злами, тріщини в тілі дамби і на дорогах, у дренажних каналах і трубопроводах поблизу хвостосховища, зсуви ґрунту на укосах, провальні та суфозійні явища в тілі дамби, ділянки зосередженої фільтрації розчинів із чаші хвостосховища (струмки, джерела), ділянки розосередженої фільтрації розчинів (запінтіння матеріалів, що складають дамбу), сольові відкладення на укосах, перераховані ознаки в місцях примикання дамби до бортів долини або зчленування декількох дамб. Відповідь *«Так»* надається, коли усі перелічені ознаки відсутні. Відповідь *«Ні»* надається, коли на дамбі хвостосховища проявляється щонайменше одна з перелічених ознак.

Наведені вище приклади питань є невеликою частиною Контрольного списку безпеки хвостосховищ, але вони дозволяють регулярно проводити спостереження за технічним станом дамби. Аналогічні рекомендації розроблені авторами для всіх критичних аспектів функціонування хвостосховища, що дасть можливість користувачам, які ще не мають великого досвіду інспекції сховищ відходів гірничо-металургійного комплексу, швидше знаходити проблемні ділянки на невирішені питання з безпечної експлуатації цих об'єктів.

При виборі заходів з усунення невідповідностей безпечної експлуатації пріоритет слід віддавати тим, які запобігатимуть найбільш небезпечному (критичному) сценарію та аварії: небезпека руйнування греблі хвостосховища та викиду матеріалів хвостосховища на поверхню землі; небезпека швидкого (залпового) викиду хвостових матеріалів із хвостохранилища та трубопроводів на оточуючу територію; небезпека роздмухування сухих хвостових матеріалів вітром. Всі інші проблеми безпеки хвостосховища можуть бути усунені разом або після ліквідації зазначених небезпек. Якщо ж є хоча б одна з перерахованих критичних ознак, слід застосовувати короткострокові та/або термінові заходи з Каталогу заходів до Контрольного списку.

Отже впровадження «Методології...» дозволять операторам хвостосховищ не тільки мати достовірну інформацію про стан об'єкту, але й провести навчання персоналу, якій постійно працює на об'єкті, бачити ті ознаки, що можуть привести до виникнення небезпечних ситуацій та оперативно інформувати про це технічні служби.

Перелік використаних джерел

1. ДБН В.2.4-5:2012 «Хвостосховища і шламонакопичувачі. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво». 2012. Київ. Мінрегіон України. 130 с.
2. Tailings Management Facilities (TMF) Safety Methodology. G. Winkelmann-Oei, O. Riedl, F. Mádaı & M.A.Kovacs – German Environment Agency, 2023. 99 p. URL: <http://surl.li/lxjei> (<http://surl.li/lxjeo>)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-149>

**ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SECURITY
OF THE ENTERPRISE: CONTENT AND IMPLEMENTATION
OF THE DEVELOPMENT PLAN**

**ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВА:
ЗМІСТ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПЛАНУ РОЗВИТКУ**

Polishchuk A.A.

*student (group 183-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Поліщук А.А.

*студент гр. 183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Maksymova N.M.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
LLC “Technical university “Metinvest
polytechnic”, Zaporizhzhia, Ukraine*

Максимова Н.М.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Екологічна та економічна безпека є одним із пріоритетних функціональних напрямів національної безпеки країни [1].

Так як, на сьогодні, не існує єдиної думки щодо чіткого визначення категорії «екологічна безпека», то характеризуючи її необхідно враховувати, що основу складають синтез понять таких як «екологія» та «безпека».

Поняття «екологія» ототожнюється з поняттям «навколишнє природне середовище». Екологічний зміст поняття «екологічна безпека» розкривається через закони екології, викладені відомим американським екологом Баррі Коммонером у вигляді афоризмів у 1966 році: «все пов'язане з усім – складність і взаємопов'язаність екосистем; все мусить рухатися – наслідки одного екологічного процесу породжують інший процес; природа знає краще – будь-яка значна антропогенна зміна в природній системі може стати згубною для цієї системи; нічого не виникає з нічого – експлуатація природи завжди призводить до екологічних втрат» та інше.

Поняття «безпека» ототожнюється із захищеністю. Складність феномену безпеки породжує численні дослідження її суб'єкт-об'єктних характеристик на початку епохи Відродження. Англійський філософ

Т. Гоббс («Левіафан») уперше обґрунтував теорію безпеки з позиції системного аналізу взаємодії людини, суспільства і держави в контексті створення умов для їх виживання. «Саме державу він вважав суб'єктом безпеки, а безпеку громадян – метою держави». Водночас під забезпеченням безпеки розуміється не виключно безпека існування, а й забезпечення кожній людині всіх благ життя, здобутих законною працею, безпечною та нешкідливою для держави. Цікавим є трактування Т. Гоббсом безпеки людської особистості, під якою він розумів «збереження життя та забезпечення засобів такого збереження життя, за яким останнє не стало б важким» [2].

В той же час, поняття «економічна безпека» – це стан національної економіки, який дає змогу зберігати стійкість до внутрішніх (падіння рівня виробництва, втрата довіри споживачів, відсутність прибутку) та зовнішніх (недобросовісна конкуренція, корупція, недосконале законодавство) загроз, забезпечувати високу конкурентоспроможність у світовому економічному середовищі і характеризує здатність національної економіки до сталого та збалансованого зростання [3]. Зміст поняття, різні автори, розглядають з різних аспектів, таких як: комплекс управлінських заходів, складова та стан розвитку підприємства, ресурсне забезпечення та стан захищеності важливих інтересів підприємств [4, 5].

З кінця XX ст. до початку XXI ст. глобальна економічна система досягла тієї критичної точки, в якій екологічні проблеми призводять до зміни всієї парадигми розвитку суспільства. Сучасна ринкова система сформувалася ще до того, як екологічні загрози стали катастрофічними. Світова економіка не може вирішити екологічні проблеми. Це змушує суспільство шукати нові способи виживання. Вирішити екологічні проблеми неможливо, спираючись лише на технологічні рішення, оскільки вони взаємопов'язані з економічними, політичними, природничо-науковими та соціальними. Міжнародну еколого-економічну політику розвинених країн відрізняють подвійні стандарти: розміщення в країнах, що розвиваються забруднюючих виробництв. Значний рівень споживання в розвинених країнах є головною причиною глобальних екологічних проблем. Основною причиною екологічних проблем, у країнах, що розвиваються, є: економічна відсталість, нерозвиненість екологічного законодавства, корумпованість місцевих чиновників та бідність. Діє принцип «спочатку розвиток, потім екологія», який знецінює досягнуті в ході економічного зростання результати [6].

Еколого-економічній безпеці підприємства властивий подвійний характер: з одного боку, вона забезпечує можливість власного функціонування, з іншого – є частиною (елементом) економічної безпеки системи вищого рівня і суб'єктом, який функціонує у складному до змін ринкової кон'юнктури середовищі з урахуванням екстернальних ефектів (наслідків від забруднення навколишнього природного середовища), що впливає на економічні інтереси підприємства [7].

На мою думку, програма еколого-економічної безпеки підприємства повинна враховувати тенденції погіршення екологічної ситуації та стати одним із найважливіших пріоритетів, що потребує уваги. Адже її політика стане дієвою за умов визначення бездоганності плану розвитку. Наприклад, це знайде відображення у SustainAbility ESG рейтингу підприємства.

План розвитку еколого-економічної безпеки підприємства має містити: 1) положення про формування та підтримку функціонування системи гарантування еколого-економічної безпеки; 2) характеристику зовнішніх і внутрішніх загроз; 3) системний моніторинг факторів, що підривають стійкість НПС; 4) критерії та індикатори; 5) економічні інтереси підприємства, яке забруднює НПС, оскільки штрафні (фінансові) санкції мають бути спрямовані на те, щоб підприємство мало зацікавленість у зниженні заподіяння шкоди та рівня забруднення; б) заходи та механізми державної політики щодо гарантування еколого-економічної безпеки [7].

На мою думку, необхідно розробити Програму підготовки нормативно-правових актів, пов'язаних з еколого-економічної безпекою господарської діяльності підприємства. Це, в свою чергу, дасть можливість з'ясувати пріоритетність екологічного фактору при функціонуванні підприємства.

Таким чином, реалізація плану розвитку еколого-економічної безпеки підприємства матиме позитивний ефект, який, на мою думку, полягатиме, перш за все, в зниженні витрат підприємства за рахунок використання ресурсозберігаючих технологій, а також у підвищенні конкуренто-спроможності та виході підприємства на нові міжнародні ринки за рахунок виробництва екологічно-високоякісної продукції, відтворенні ресурсного потенціалу країни та зниженні шкідливого впливу на навколишнє середовище. При цьому, в розвинених країнах світу набирає обертів тенденція щодо орієнтації на екологічне та інноваційне виробництво, тому дана тема є досить актуальною на сьогодні.

Перелік використаних джерел

1. Про Національну безпеку України : Закон України від 21 червня 2018 р. № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#n355> (дата звернення: 05.10.2023).
2. Артюх-Пасюта О.В., Мілька А.І. Теоретичні аспекти визначення екологічної безпеки підприємства. *Економіка та суспільство*. 2021. № 25. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-33>.
3. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розрахунку рівня економічної безпеки України: наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29 жовтня 2013 р. №1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text> (дата звернення: 06.10.2023).
4. Зайченко К.С., Діма Н.І. Економічна безпека підприємства: сутність та роль. *Ефективна економіка*. 2021. № 5. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.5.90.
5. Кравчик Ю.В., Кримчак Л.А. Напрямки забезпечення екологічної складової економічної безпеки підприємства в умовах інноваційного розвитку національної економіки. *Український журнал прикладної економіки*. 2021. № 1. Том 6. С. 362–367.
6. Полінкевич О.М. Діагностика еколого-економічної безпеки підприємств України. *Економічний форум*. Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки. 2019. № 4. С. 153–161.
7. Андреева В.А. Еколого-економічна безпека підприємства: властивості, стратегія та інструменти забезпечення. 2015. URL: https://library.krok.edu.ua/media/library/category/materiali-konferentsij/andreeva_0003.pdf (дата звернення: 05.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-150>

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE METALLURGICAL COMPLEX ON THE ENVIRONMENT AND HEALTH OF THE POPULATION

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Snihovyi D.V.

*student (group 141-23-1p),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Сніговий Д.В.

*студент гр. 141-23-1п,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Nakempii O.K.

*Senior Lecturer,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Накемпій О.К.

*старший викладач,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Сучасний екологічний стан України, який характеризується надмірною концентрацією небезпечних для довкілля виробництв, застарілим та неефективним обладнанням для природоохоронних заходів, ненадійністю технічних систем та недостатньою кваліфікацією кадрів на виробництвах з підвищеним екологічним ризиком, підкреслює важливість постійної уваги щодо забезпечення екологічної безпеки країни.

Металургійні підприємства є потужним джерелом загрози екологічної безпеки міських агломерацій та завдають значного впливу на здоров'я людей, що мешкають на прилеглих територіях. Екологічні проблеми металургійного комплексу є серйозною та актуальною проблемою в багатьох країнах світу. Металургійний комплекс містить виробництво сталі, чорних та кольорових металів, а також обробку руди та відходів. Основні екологічні проблеми, пов'язані з цією галуззю це забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів тощо.

Основною проблемою металургійних підприємств є викиди в атмосферу. Забруднення надходять під час спалювання палива і переробки сировини. Залежно від специфіки виробництва в атмосферу потрапляють різноманітні забруднювачі, такі як пил, окис вуглецю, двоокис сірки, алюміній, миш'як, ртуть, сірководень, сурма, сірка, олово, азот, свинець та ін. Викиди металургійних підприємств в переважній кількості містять окис вуглецю – 65%, пил – 16%, окис сірки – 11% та окис азоту – 5% [1]. Ці викиди завдають не тільки шкоду здоров'ю населення, а й може сприяти формуванню смогу та кислотному дощу, які мають негативний вплив на довкілля.

Стічні води, що виникають на металургійному виробництві, є також важливим аспектом екологічної проблематики цієї галузі та утворюються на всіх стадіях виробництва. Вони включають в себе воду, яка використовується для охолодження, обробки сировини, виробництва та очищення обладнання, а також воду, яка контактує з сировиною та хімічними реагентами під час виробництва металів. Виробництво металів вимагає великої кількості води для охолодження та обробки матеріалів. Найчастіше вони є складні системи із суміші багатьох речовин, що у різних фазових і дисперсних системах, мають різний діапазон показників хімічного, фізичного, біологічного станів.

Зміна довкілля внаслідок його забруднення призводить до погіршення здоров'я населення, зростання захворюваності (серцево-судинної системи, легень, алергічні захворювання та ін.), знижується тривалість життя, збільшується смертність. У зоні роботи металургійних виробництв забруднюються джерела питної води як поверхневі, так і підземні, що призводить до порушення діяльності залоз внутрішньої секреції, системи травлення, поширення різних кишкових інфекцій. Найбільш конкретно вплив різних речовин представлено у таблиці 1 [2].

Таблиця 1

Вплив на організм людини шкідливих речовин

Речовина	Дія на організм людини
Оксид вуглецю	Сильно токсичний, кров'яна отрута, порушує дихання, зменшує споживання тканинами кисню, викликає судоми.
Сажа (кіптява)	Канцерогенна дія, що викликає шкірні захворювання.
Аміак	Має подразнюючу дію.
Фенол	Загальнотоксична, канцерогенна дія, що всмоктується через шкіру.
Пил нетоксичний	Чинить дратівливу дію, викликає кон'юнктивіт, дерматити, фіброз легень.
Діоксид сірки	Має загальнотоксичну, дратівливу, ембріотоксичну дію.
Діоксид азоту	Сильно токсичний, має загальнотоксичну, дратівливу, алергенну дію.
Сірководень	Сильно токсичний, має загальнотоксичну дію, адсорбується неушкодженою шкірою, викликає запаморочення, сльозотеча, розлад серцево-судинної системи.
Сірковуглець	Має загальнотоксичну та ембріотичну дію, сприяє розвитку серцево-судинних захворювань, виразковій хворобі шлунку.
Сірчана кислота	Чинить дратівливу, пекучу дію. Викликає спазм гортані, ураження легень, опіки.
Соляна кислота	Чинить дратівливу дію на верхні дихальні шляхи, викликає опіки.
Формальдегід	Має дратівливу, загальнотоксичну, канцерогенну та алергенну дію.
Фтор	Має подразнюючу, загальнотоксичну, пекучу дію, викликає сильне подразнення очей, набряк легень, при тривалій дії в малих концентраціях – флюороз.
Свинець	Сильно токсичний, має загальнотоксичну, канцерогенну, мутагенну дію, викликає ураження нервової системи, крові та судин.
Ртуть	Сильно токсична, має дратівливу, загальнотоксичну, канцерогенну та алергенну дію, всмоктується неушкодженою шкірою.

Тверді відходи, що виникають на металургійних підприємствах можуть бути досить різноманітними, і їхні види та характер визначаються конкретними процесами виробництва та обробки металів.

Управління твердими відходами металургійних підприємств вимагає спеціалізованих підходів та технологій. Відходи можна піддавати переробці, щоб видобути корисні ресурси або зменшити їхню токсичність. Наприклад, шлаки можна використовувати в будівництві як матеріал для дорожньої арматури. Деякі відходи можуть вимагати спеціалізованої утилізації, особливо якщо вони містять небезпечні речовини. Важливо встановити правила для сортування відходів на місцях та для їхнього відокремлення та збору на підприємстві. Процеси виробництва можуть бути оптимізовані для зменшення обсягів відходів та забруднення. Ефективне управління твердими відходами в металургії важливо для зменшення негативного впливу цієї галузі на навколишнє середовище та для забезпечення екологічної безпеки [3]. Розробка руди та будівництво металургійних об'єктів призводить до втрати біорізноманіття та знищення природних екосистем.

Аналіз екологічних проблем металургійного комплексу на довкілля та здоров'я населення підкреслює важливість управління цією галуззю для забезпечення сталих та екологічно безпечних виробничих процесів. Потрібно розглядати металургійний комплекс як галузь, яка потребує суворого регулювання та впровадження сучасних ресурсозберігаючих, маловідходних технологій та методів, спрямованих на зменшення викидів та забруднення. Необхідно також забезпечити співпрацю між урядовими органами, промисловими підприємствами та громадськими організаціями для забезпечення екологічної безпеки та охорони здоров'я населення.

Перелік використаних джерел

1. Накемпій О. К. Оцінка впливу металургійної промисловості на стан атмосферного повітря та шляхи його зменшення. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2023. Вип. 39(1–2). С. 87–93.
2. Wim De Coen, Johan Robbens, Colin Janssen. Ecological impact assessment of metallurgic effluents using in situ biomarker assays. *Environmental Pollution*. 2006. V. 141, Issue 2. P. 283–294.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-151>

**USE OF NATURAL SORBENTS
IN WATER TREATMENT PROCESSES**

**ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СОРЕБЕНТИВ
В ПРОЦЕСАХ ВОДООЧИЩЕННЯ**

Fediv I.S.

*PhD Student,
Lviv State University of Life Safety,
Lviv, Ukraine*

Федів І.С.

*ад'юнкт денної форми навчання,
Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності,
м. Львів, Україна*

Konanets R.M.

*PhD Student,
Lviv State University of Life Safety,
Lviv, Ukraine*

Конанець Р.М.

*ад'юнкт денної форми навчання,
Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності,
м. Львів, Україна*

Stepova K.V.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, Lviv State
University of Life Safety,
Lviv, Ukraine*

Степова К.В.

*к.т.н., доцент,
Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності,
м. Львів, Україна*

Забруднення водних ресурсів являє собою серйозну екологічну небезпеку, яка має негативний вплив на водні екосистеми та здоров'я людей у всьому світі. Ця проблема виникає через викиди різноманітних забруднюючих речовин із різних джерел, таких як промислові викиди, сільськогосподарська діяльність, а також стічні води. Зокрема, наявність важких металів та евтрофікаційних речовин у водних середовищах стає предметом глобальної тривоги.

Важкі метали, що потрапляють у водні джерела з різних джерел, включаючи промислові викиди та видобуток корисних копалин, є токсичними забруднювачами [1]. Ця проблема посилює загрозу для природного середовища та здоров'я людей, і вона потребує негайних заходів для її подолання.

Надмірний вміст небезпечних речовин у стічних водах, переважно азоту і фосфору, у воді викликає процес, який називається

евтрофікацією. Агенти евтрофікації сприяють виникненню надмірного росту водоростей та водних рослин, коли їх кількість перевищує норму.

Адсорбція природними мінералами ефективно може використовуватись для очищення вод від азоту та фосфору [2] та металів [3].

Використання природних сорбентів в очищенні стічних вод є ефективним і сталим рішенням, сприяючи збереженню навколишнього середовища та забезпечуючи високу ступінь їх очищення [3]. Ці сорбенти є екологічно безпечними, оскільки вони природного походження. Вони також мають велику поверхню для адсорбції, що робить їх ефективними у видаленні забруднень навіть при низьких концентраціях та можуть бути використані в різних системах очищення води, включаючи фільтрацію та іонний обмін.

Провівши ряд досліджень на визначення сорбційної ємності природних зразків клиноптилоліту на глауконіту отримали наступні результати, які відображені на рис. 1.

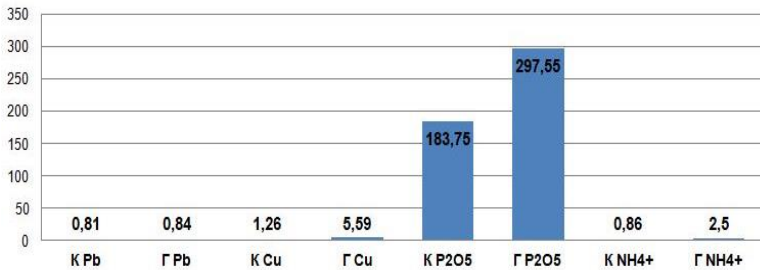


Рис. 1. Сорбційна ємність природних зразків сорбентів

Як видно з рисунка, метали такі, як Pb та Cu, поглинаються глауконітом та клиноптилолітом. Високі показники адсорбції цих металів свідчать про здатність цих сорбентів затримувати та утримувати ці метали у своїй структурі. Також важливо відзначити, що природні зразки глауконіту та клиноптилоліту демонструють високий рівень адсорбції фосфатів, що є важливим у контексті управління поживними речовинами в водних середовищах, оскільки вони можуть спричинити проблеми, такі як евтрофікація. Крім того, зазначається, що ці сорбенти також адсорбують амоній, що може бути корисним у видаленні цього типу азоту з водних розчинів.

Підводячи підсумки, глауконіт та клиноптилоліт є перспективними сорбентами, які можуть бути використані в процесах очищення води та управління забрудненнями у водних середовищах.

Перелік використаних джерел

1. Electronic waste considerations in the Middle East and North African (MENA) region: A review / B. Moossa та ін. Environmental Technology & Innovation. 2022. С. 102961. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102961>.
2. Adsorption of Ammonium Ions and Phosphates on Natural and Modified Clinoptilolite: Isotherm and Breakthrough Curve Measurements / K. Stepova та ін. Water. 2023. Т. 15, № 10. С. 1933. URL: <https://doi.org/10.3390/w15101933>.
3. Topare N. S., Wadgaonkar V. S. A review on application of low-cost adsorbents for heavy metals removal from wastewater. Materials Today: Proceedings. 2022. URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.450>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-152>

THE USE OF RETURN WATER AFTER FLOTATION IN THE CONDITIONS OF THE PRODUCTION PROCESS OF MINING AND CONCENTRATION PLANTS

ВИКОРИСТАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ПІСЛЯ ФЛОТАЦІЇ В УМОВАХ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ГІРНИЧО- ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Khrystoporova O.O.
*student (group 183-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Христофорова О.О.
*студентка гр.183-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Україна належить до країн з високим ступенем нераціонального використання водних ресурсів. Використання застарілого обладнання та несучасних промислових технологій на виробництво одиниці продукції призводить до витрат води в середньому майже в 10 раз більше, ніж у

Європі. Паралельно щороку збільшується обсяг скидання недостатньо очищених зворотних вод у водойми, тому майже не залишилось об'єктів поверхневих вод, які за екологічним станом можна було б віднести до найкращої категорії за якістю питної води. Найбільшим техногенним впливом на об'єкти поверхневих вод характеризуються гірничопромислові регіони України, зокрема, гідросистема Криворізького залізорудного басейну зараз є в критичному стані [1].

У Криворізькому басейні сконцентрована більше ніж половина обсягу української залізорудної сировини й переважає кар'єрний спосіб видобутку. Видобувають руди різної якості за вмістом заліза: від багатих (50–67% заліза) до середніх (23–35%) [2]. Оскільки руда містить окрім корисної речовини багато пустої породи, після її видобутку необхідний процес збагачення на гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК). Процес збагачення полягає у відокремленні пустої породи від руди. Збагачення криворізьких залізних руд відбувається на п'яти гірничо-збагачувальних комбінатах. Відходи збагачення залізних руд нагромаджуються у хвостосховищах, які водночас акумулюють шахтні і кар'єрні води, на теперішній час за концентрацією відходів хвостосховища являються вторинними техногенними родовищами. При неможливості розміщення надлишків шахтних і кар'єрних вод виникає необхідність здійснення регулярних дозованих скидів високомінералізованих вод у річки Інгулець і Саксагань за затвердженим регламентом, але це зменшує можливість використання цих річок як джерел для питного та побутового водозабезпечення.

Найпоширенішим способом збагачення рудної сировини є флотація. Технології магнітного збагачення з використанням гідросепарації, тонкого грохочення, роздільного збагачення за крупністю продуктів подрібнення у випадку бідних руд не завжди дозволяють забезпечити високий вміст заліза у кінцевій продукції на світовому рівні, тому найбільш ефективним, як технологічно, так і економічно, є застосування зворотньої катіонної флотації з використанням певного флотореагенту. Вона реалізується послідовно за магнітним збагаченням і являє собою технологію дозбагачування магнітного концентрату (дозбагачення). Першим в Україні розпочав впровадження флотаційної технології дозбагачення Полтавський ГЗК, потім приєднався Інгулецький ГЗК (Кривий Ріг), було розроблено проєкт впровадження даної технології для Північного ГЗК та для Криворізького ГЗК окислених руд (КГЗКОР, м. Долинське).

Найбільше на вартість та організацію застосування флотаційного дозбагачення залізорудного концентрату впливає вибір флотореагентів.

Основними критеріями техніко-економічної оцінки певного виду флотореагентів є: 1) ефективність дії у відношенні до повноти вилучення у концентрат цінних мінералів і повноти видалення у відходи породних мінералів і шкідливих домішок; 2) витрата і вартість реагенту; 3) токсичність реагенту, наявність неприємного запаху; 4) складність або висока вартість очищення стічних вод; 5) наявність або відсутність умов, які ускладнюють використання реагенту при підготовці робочих розчинів, необхідність підігріву, регулювання рН пульпи і т. ін.; б) стійкість і оборотність дії реагенту, збереження його властивостей у різних умовах, а також можливість видалення з міжфазної поверхні при переході до інших операцій схеми, де застосовуються інші реагенти.

Відомо, що у якості флотореагентів при збагаченні залізної руди головне місце посідають аміносполуки жирного ряду, технологічна значущість яких збільшується з подовженням вуглеводневого ланцюга. Флотореагенти, що мають більш довгий ланцюг, можуть закріплюватися на аніони поверхні мінералу, надаючи їй гідрофобність та здатність до флотації. Найбільш широке розповсюдження серед катіонних флотореагентів отримали аміни на основі пальмової олії. Але зі збільшенням молекулярної маси підвищується токсичність флотореагентів. Тому слід враховувати не тільки технологічну ефективність, але й їх безпечність для працюючих [3].

Флотаційні реагенти, як хімічні сполуки зі складним та багатокомпонентним складом, є одним із головних шкідливих факторів при використанні флотації як методу збагачення залізної руди, що гальмує їх широке застосування. Головна токсикологічна особливість флотореагентів для збагачення залізної руди – їх переважаючий подразнюючий характер при інгаляційному та нашкірному впливах.

У процесі флотації флотореагент може поступово накопичуватись до небезпечних концентрацій у водогосподарських системах ГЗК, де використовується оборотна система на базі хвостосховища. При скиданні надлишкових вод ГЗК у поверхневі води може здійснюватись негативний вплив на їх водну екосистему. Для запобігання такої ситуації при впровадженні зворотної катіонної флотації чи зміні її обсягів необхідно прогнозувати поведінку флотореагенту у виробничих умовах ГЗК та передбачати водоохоронні заходи, які б сприяли дотриманню вмісту флотореагенту у воді, що потрапляє до поверхневих вод, встановленим нормативам. Для оптимального вибору флотореагентів за економічною ефективністю та мінімальним впливом на довкілля можна скористатись наступними кроками [4]: 1) встановлення ГДК для обраного флотореагенту; 2) аналіз балансу технічної води ГЗК з урахуванням

впровадження технології флотаційної доводки; 3) розробка принципової схеми обігу флотореагенту у системі дозбагачення залізної руди ГЗК; 4) експериментальне визначення основних параметрів флотореагенту принципової розрахункової схеми; 5) розробка прогнозної моделі поведінки флотореагенту у часі; 6) прогноз зміни накопичення флотореагенту у хвостосховищі ГЗК (без впровадження додаткових заходів); 7) прогноз якості води у водних об'єктах при скиданні до них дебалансових вод ГЗК; 8) розробка варіантів водоохоронних заходів щодо зниження впливу флотореагенту на поверхневий водний об'єкт; 9) еколого-економічний аналіз запропонованих варіантів водоохоронних заходів та вибір кращого з них.

На сучасному етапі більшість досліджень присвячена зменшенню водоспоживання та розповсюдженню технологій, які забезпечують застосування оборотних вод після флотаційного дозбагачення. Актуальними є питання щодо ефективної підготовки води для оборотної системи, тобто якості очищення від механічних домішок, потреба часткового чи повного знесолення, ефективність та необхідність модернізації існуючого обладнання. Це свідчить про доцільність подальшого розгляду можливих варіантів підвищення ефективності та економічності технологічних процесів флотаційного дозбагачення в умовах виробничого циклу гірничо-збагачувальних комбінатів Криворіжжя.

Перелік використаних джерел

1. Як очищують стічні промислові води підприємства у Європі? Журнал Ecobusiness, 27.04.2021. URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-ochyshchuyut-stichni-promyslovi-vody-pidpruyemstva-u-yevropi>
2. Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Самоткал Е.В. та ін. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення. К.: Фенікс, 2005. 216 с.
3. Смирнов В.О., Білецький В.С. Флотаційні методи збагачення корисних копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2010. 492 с. URL: <http://www.experts.in.ua/baza/doc/download/Flotation.pdf>
4. Дмитрієва О.О., Тертичний О.Л., Василенко Г.В. Екологічна безпека поверхневих водних об'єктів при впровадженні флотаційної доводки збагачення залізних руд. Екологічна безпека та природокористування. 2012. С. 93–104. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/58249/10-Dmytriyeva.pdf?sequence=1>

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL AND BUSINESS PROCESSES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-153>

HYBRID TURBO-DECODING METHOD

ГІБРИДНИЙ МЕТОД ТУРБО-ДЕКОДУВАННЯ

Bodnarenko B.O.

*Postgraduate Student,
Vinnytsia National
Technical University,
Vinnytsia, Ukraine*

Боднарєнко Б.О.

*аспірант,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

Ivanov Yu.Yu.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
Vinnytsia National Technical
University, Vinnytsia, Ukraine*

Іванов Ю.Ю.

*к.т.н., доцент,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

Skuratov S.M.

*Master's Student,
Vinnytsia National
Technical University,
Vinnytsia, Ukraine*

Скуратов С.М.

*магістрант,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

In the work of modern information and communication systems software-defined radio (SDR) is actively developing and starting to play an increasingly important role. An SDR system can both receive and transmit almost any radio signal using a flexible and adaptable program [1]. One of the most effective modern codes used in the work of SDR systems is a convolutional turbo-code, for decoding of which several methods are used [2–6]. The *aim* of the paper is to consider an adaptive decoding method, which can use turbo-decoding methods depending on the requirements of the system.

It is necessary to include in such a system a communication channel quality indicator (CQI), which, based on the measurement of the signal-to-noise ratio E_b/N_0 in the channel, can take values from 0 to 15. An indicator value equal to 0 means that there is no useful signal or the channel is out of order; 1–5, 6–10, 11–15 – channel with high, medium and low noise levels, respectively. The hybrid decoding method includes log-MAP (works in the

logarithmic domain) [2, 5], max-log-MAP (excludes the correction function from calculations) [5] and quadratic log-MAP with a correction function from argument z [6] in such form:

$$f_{cor}(z) \approx \begin{cases} 0,058 \cdot z^2 - 0,392 \cdot z + 0,678, & \text{if } 0 \leq z \leq 4; \\ 0,000, & \text{if } z > 4. \end{cases} \quad (1)$$

The mathematical model can be specified as follows:

$$\Delta = \begin{cases} \text{log-MAP}, & \text{if } CQI = [1, 5] \text{ or } E_b / N_0 = [0, 1); \\ \text{quadratic log-MAP}, & \text{if } CQI = [6, 10] \text{ or } E_b / N_0 = [1, 2); \\ \text{max-log-MAP}, & \text{if } CQI = [11, 15] \text{ or } E_b / N_0 = [2, +\infty). \end{cases} \quad (2)$$

Additionally, SDR includes an error detection method based on automatic repeat request (ARQ), which uses an acknowledgement signal and a timeout to ensure reliable transmission over unreliable communication channels [1]. If the data transmitter does not receive an acknowledgement before the timeout expires, it retransmits the frame until the specified number of retransmissions is exceeded. In this procedure, only the incorrect message is retransmitted, and then the transmitter resumes transmission from where it was interrupted without retransmitting correctly received frames.

This hybrid method makes it possible to increase the efficiency of the programmable radio system, that is, to reduce the computational complexity of decoding or to obtain an energy gain.

Bibliography

1. Fast Converging Generalized Turbo Decoding Scheme with Enhanced Throughput for Mobile Radio / A.K. Shankhwar, S. Sharma, R. Tripathi, A. Prakash, A. Singh. *Scientific Research. Communications and Network*. 2013. V. 5. № 1. P. 9–15.
2. Kovtun V., Ivanov Yu. Crypto Coding System Based on the Turbo Codes with Secret Keys. *ICT Express*. The Korean Institute of Communications and Information Sciences, 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959523001091?via%3Dihub> (access mode 21.09.2023).
3. Woodard J., Hanzo L. Comparative Study of Turbo Decoding Techniques: An Overview. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2000. V. 49. № 6. P. 2208–2233.
4. Іванов Ю.Ю. Експериментальне дослідження завадостійкості турбо-кодів: числові оцінки та імітаційне моделювання нового

субоптимального алгоритма PL-log-MAP. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця, 2016. № 5. С. 76–84.

5. Robertson P., Villebrun P., Hoehner P. Optimal and Sub-Optimal Maximum A Posteriori Algorithms Suitable for Turbo Decoding. *European Transactions on Telecommunications*. 1997. V. 8. P. 119–125.

6. Zhang L., Yu S.-Z. A Simplified log-MAP Turbo Decoder by Fitting Method. *Proceedings in IEEE International Conference on Advanced Communication Technology*. 2005. V. 2. P. 854–857.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-154>

**MATHEMATICAL SIMULATION OF ROLLING PROCESSES
BY PRESSURE USING MAPLE COMPUTER
MATHEMATICS SYSTEMS**

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОКАТКИ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ
МАТЕМАТИКИ MAPLE**

Hrudkina N.S.

*DSc (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Грудкіна Н.С.

*д.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Malii Kh.V.

*PhD (Engineering),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Малій Х.В.

*к.т.н.,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Parazov V.M.

*student (group 136R-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Папазов В.М.

*студент гр. 136П-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Однією з умов підвищення ефективності навчання у закладах вищої освіти є вдосконалення математичної підготовки та активне

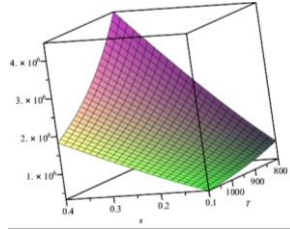
використання систем комп'ютерної математики (СКМ) як під час викладання суто математичних дисциплін, так і під час опанування студентами освітніх компонентів з розвинутою математичною складовою [1]. Основні цілі, які можуть бути при цьому досягнуті, полягають у можливості унаочнення отриманих результатів, що полегшує сприйняття та аналіз отриманих відповідей, стимулювання навичків побудови математичних моделей процесів та явищ, розвитку алгоритмічного мислення та зменшення витрат на розрахунки «вручну», розвитку системного мислення, творчих та дослідницьких здібностей студентів.

До найуживаніших та потужних СКМ можна віднести Maple (Waterloo Maple, Inc (Канада)), що вдосконалювалася на протязі багатьох років та має одне з найкращих символічних ядер, забезпечує високу точність обчислень, при цьому має розвинений графічний інтерфейс та надає можливість введення математичних виразів у «природній» математичній формі, підтримує роботу з базами даних та за рахунок взаємодії з САД-системами надає можливість візуалізації складних об'єктів, подальшого креслення на основі результатів обчислень [1, 2]. В умовах російської агресії компанія Waterloo Maple надала пакет безкоштовних ліцензій на використання своїх програмних продуктів протягом попереднього та цього років як викладачами, так і студентами ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», і запропонувала тренінги та консультації з підвищення ефективності використання Maple в навчальному процесі. Здобувачі вищої освіти при виконанні практичних робіт мають можливість контролювати розрахунки, проведених «вручну», використовувати запропоновані моделі-шаблони, що відтворюють основні етапи розв'язання, геометричної інтерпретації та аналізу отриманих результатів. На рис. 1 наведено фрагмент лістингу та відображення частини отриманих результатів, в тому числі з геометричною інтерпретацією.

```

restart; H0 := 20; B := 2000; R := 500; f := 0.25;
V := 3; S0 := 0; S1 := 0; rho := 7800; sigma := 68.9;
a1 := 0.135; a2 := 0.164; a3 := -2.8;
h1 := H0*(1 - varepsilon); `&Delta;h` := H0 - h1;
L := sqrt(R*`&Delta;h` + `&Delta;h`^2/4);
hcr := 0.5*(H0 + h1);
alpha0 := arccos(1 - `&Delta;h`/(2*R));
Vc := V*varepsilon/L;
Kc := 1.155*sigma*(6.67*varepsilon)^a1*
Vc^a2*(T/1000)^a3;
n1 := 1 + 0.2*(L/hcr - 1); Pcr := Kc*n1;
P := Pcr*B*L; psi := 0.6 - 0.15*sqrt(L/hcr - 0.7);
M := 2*P*psi*L; N := M*V/R;
N := 5.087651108*10^13*varepsilon^0.135*
(varepsilon/sqrt(varepsilon^2
100*varepsilon))^0.164*
(0.8 + 2.0*sqrt(varepsilon^2 + 100*varepsilon)/
(20.0 - 10.0*varepsilon))*(varepsilon^2
100*varepsilon)*
(0.6 - 0.15*sqrt(10*sqrt(varepsilon^2
100*varepsilon)/(
20.0 - 10.0*varepsilon) - 0.7))/T^2.8
plot3d(N, varepsilon = 0.1 .. 0.4, T = 800 .. 1100)
a

```



б

Рис. 1. Фрагменти програми розрахунку в Maple: лістинг (а); графічна інтерпретація результатів розрахунку (б)

Після опанування основних навичок роботи в СКМ Maple на основі запропонованих алгоритмів (для стимулювання дослідницької компетентності самостійно, починаючи з етапу побудови математичної моделі, розробки алгоритму та використовуючи елементи програмування) студентам пропонується реалізувати розрахунки для підготовки індивідуальних завдань з використанням Maple. Отримані навички побудови математичних моделей процесів пластичного деформування з подальшим створенням розрахункових модулів стануть фундаментом успішного виконання кваліфікаційної роботи та сприятимуть розвитку дослідницької складової майбутнього фахівця.

Перелік використаних джерел

1. Нікітенко О.М. Maple: Розв'язання інженерних та наукових задач: Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2011. 289 с.
2. Maple. URL: <http://www.maplesoft.com/products/Maple/index.aspx>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-155>

**DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL
OF USER BEHAVIOR ON THE WEBSITE
AND INCREASING ITS CONVERSION**

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОВЕДІНКИ
КОРИСТУВАЧІВ НА САЙТІ ТА ЗБІЛЬШЕННЯ
ЙОГО КОНВЕРСІЇ**

Derzhevetska M.A.

*PhD (Economics), LLC “Technical
university “Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Держевецька М.А.

*к.е.н., ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Kryvtsov O.V.

*student (group 122-22-2м),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кривцов О.В.

*студент гр. 122-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Математичні методи і моделі грають важливу роль у реалізації збільшення переглядів сайту. Вони дозволяють використовувати квантифіковані дані та алгоритми для аналізу та передбачення поведінки користувачів, що допомагає розробляти ефективні стратегії та приймати розумні рішення. Для побудови математичної моделі була обрана Марковська модель.

Однією з головних переваг Марковських моделей є їхній математичний апарат, який дозволяє аналізувати та прогнозувати стохастичні процеси. Крім того, вони є зручним інструментом для моделювання складних систем, таких як сайти, де є велика кількість сторінок та взаємодій між ними. Проте, деякі недоліки Марковських моделей полягають у обмеженні на кількість станів системи, які моделювані, та вимозі про стаціонарність системи. Крім того, якщо система має складну структуру з багатьма взаємодіючими елементами, то моделювання за допомогою Марковських моделей може бути досить складним та непрактичним. Отже, Марковські моделі є корисним інструментом для дослідження методів моделювання та інформаційних технологій для збільшення переглядів сайту, але їхні обмеження та недоліки також потрібно враховувати.

Після проведення порівняного аналізу, для розробки математичної моделі поведінки користувачів на сайті була обрана Марковська модель, тому що ця модель має багато спільного з використанням Google Analytics, оскільки в обох випадках використовуються моделі для покращення конверсії сайту і відстеження його популярності серед користувачів. Але варто відмітити основний недолік аналітики Google, а саме те, що найкорисніші функціональні можливості доступні лише у платній версії, тоді як розроблена Марківська модель є абсолютно безкоштовною і легко інтегрується з сайтом для аналізу дій користувачів. Значними перевагами Марківських моделей зі збором відвідуваності користувачів на сайті у порівнянні з Google Analytics є: гнучкість моделювання; прогнозування майбутньої поведінки; глибше розуміння патернів поведінки; індивідуальний аналіз.

Для побудови моделі були визначені: станові простори моделі та стани, у які може переходити користувач на сайті. Наприклад, це можуть бути різні сторінки сайту, елементи інтерфейсу, взаємодії з користувачем тощо. Також включаються матриці переходів, які визначають ймовірності переходу користувача з одного стану в інший. Для цього можна використовувати дані про попередню поведінку користувачів на сайті, такі як статистика переглядів сторінок, час, проведений на сайті, дії користувачів та інші. Також враховуються матриці винагород, де визначені значення винагороди за кожен перехід з одного стану в інший. Це може залежати від того, наскільки важливим є цей перехід для досягнення цілей сайту, наприклад, збільшення кількості переглядів сторінок.

Розроблено алгоритм прогнозування, який визначає ймовірність того, що користувач перейде з одного стану в інший, та формує оптимальний шлях для досягнення цілей сайту. Оцінена ефективність Марковської моделі, шляхом порівняння прогнозованих результатів з фактичними даними та внесення коректив. В результаті отримана математична модель поведінки системи «відвідувач-сайт» (рис. 1).

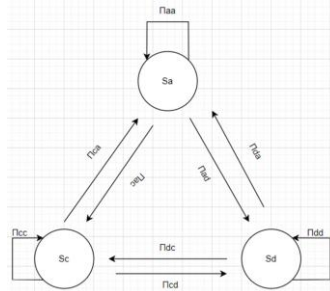


Рис. 1. Схематичне зображення отриманої математичної моделі «відвідувач – сайт» В моделі: Sa – стан «підйому»; Sd – стан «спуску»; Sc – стан «вертикального руху»

Модель дозволяє моделювати усі події користувача на сайті, як, наприклад, його переходи по різних сторінкам. Це значно скоротить час та матеріальні ресурси для виконання аналізу, який потрібен для редизайну сайту (з метою збільшення його переглядів).

Таким чином, можна сказати, що з точки зору раціонального поєднання обсягів, ступеня достовірності та трудомісткості отримання результатів теоретичних досліджень доцільним є реалізація комплексного підходу, що передбачає розробку математичної моделі на основі Марковської моделі аналізу. Моделювання трафіку та поведінки користувачів може допомогти виявити ключові фактори, які впливають на збільшення переглядів. Застосування математичних моделей трафіку та статистичних методів дозволяє прогнозувати та оптимізувати показники відвідуваності сайту. Використання алгоритмів рекомендацій може покращити персоналізацію контенту для користувачів, що сприяє збільшенню переглядів. Аналіз математичних моделей та експерименти дозволяють оцінити ефективність застосованих методів збільшення переглядів. Вони допомагають виявити потенційні проблеми, вдосконалювати стратегії та робити обґрунтовані рішення для подальшого розвитку та оптимізації веб-ресурсу. В цілому, застосування математичних методів та моделей у контексті збільшення переглядів сайту є актуальним і ефективним підходом.

Перелік використаних джерел

1. Барабаш О.В., Свинчук О.В., Мусієнко А.П. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Ч 1 : Навчальний посібник : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с.

2. Малигіна С.В., Гетьман І.А., Бережна О.В., Держевецька М.А. Теорія алгоритмів та графів : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Краматорськ : ДДМА, 2022. 144 с. ISBN 978-617-7889-27-3
3. Chen H., Cooper M. (2001a). Predicting the Relevance of a Library Catalog Search. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. Vol.52, No. 10. NY: John Wiley&Sons.
4. Математична модель відвідуваності сайту. URL: <http://surl.li/Iwrra>
5. Кобітович Ю.В. Моделювання поведінки користувачів електронної бібліотеки: на прикладі сайту НТБ ІФНТУНГ. Івано-Франківськ: НТБ ІФНТУНГ, 2017. 14 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-156>

EXPONENTIAL ESTIMATION OF ASYNCHRONOUS MOTOR PARAMETERS

ЕКСПОНЕНЦІЙНА ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Dmytryshyn I.S.

PhD Student, Institute of Applied Mathematics and Mechanics, Slovyansk, Ukraine; Teacher of the Specialist Qualification Category, Separate structural unit "Kramatorsk Vocational College of Industry, Information Technologies and Business of the Donbas State Machine Building Academy", Kramatorsk, Ukraine

Дмитришин І.С.

аспірантка, Інститут прикладної математики і механіки НАН України, м. Слов'янськ, Україна; викладач кваліфікаційної категорії спеціаліст, Відокремлений структурний підрозділ «Краматорський фаховий коледж промисловості, інформаційних технологій та бізнесу Донбаської державної машинобудівної академії», м. Краматорськ, Україна

Винайдені в 1889 році, асинхронні електричні машини, належать до машин змінного струму. Вони переважно застосовуються для перетворення електричної енергії на механічну, тобто фактично працюють як двигуни. Розрізняють одно, двох і трифазні асинхронні двигуни (АД), які, в залежності від їхньої потужності, використовуються

або в електроприладах промислових установок (трифазні АД), або в установках автоматичного керування, у приладобудуванні, в електропобутовій техніці, в електрифікованому інструменті потужністю приблизно 600 Вт.

Важливим етапом проектування систем автоматизованого електроприладу є математичне моделювання електромеханічних систем. Під час моделювання можна досліджувати поведінку системи в штучно спроектованих аварійних ситуаціях, блокуючи вимірювання деяких компонентів моделі. Задача, що полягає в одночасній оцінці стану всіх параметрів моделі, яка б забезпечила стійкість даного процесу, ще не була розв'язана. Оскільки прямий вимір вектора потокозчеплення є досить складною процедурою, виникає необхідність у використанні методів визначення потокозчеплення ротора за динамічними рівняннями, вимірюючи фазні токи, напругу статора та швидкість обертання ротора. Практичну цікавість в дослідженні параметрів АД являє оцінка обертаючого моменту та швидкості обертання ротора.

Розглянемо математичну модель двофазного АД, що записана в системі координат, прив'язаній до статора [1].

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = -a_0 y_1 + a_2 U_1 + a_1 \mu x_1 + a_1 y_3 x_2 \\ \dot{y}_2 = -a_0 y_2 + a_2 U_2 - a_1 y_3 x_1 + a_1 \mu x_2 \\ \dot{x}_3 = a_3 y_2 x_1 - a_1 y_1 x_2 - x_3 \\ \dot{x}_1 = a_4 y_1 - \mu x_1 - y_3 x_2 \\ \dot{x}_2 = a_4 y_2 + y_3 x_1 - \mu x_2 \\ \dot{x}_3 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

В досліджуваній моделі введені наступні позначення: $x = (\lambda_a, \lambda_b, n_p \cdot \tau_L / I_m)^T$, $y = (i_a, i_b, n_p \cdot \omega)^T$, де i_a, i_b описують токи статора, λ_a, λ_b – флюси ротора, ω – швидкість обертання ротора, U_1, U_2 – напруга статора, n_p – число пар полюсів, I_m – момент інерції та τ_L – крутячий момент ротора, $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, \mu > 0$ – деякі константи.

З метою дослідження стану даної системи (1), її розширюють керованим прототипом по типу ведуче-відоме тіло. В цьому випадку передбачається, що відоме тіло має керування, що залежить від власного стану, та від стану ведучого тіла. В роботі проводиться побудова нелінійного спостерігача для невідомих компонент x_3, y_3 . Побудова такого спостерігача відбувається за допомогою метода інваріантних перетворень. Згідно з цього методу, невідомі величини x_3, y_3

представляються у вигляді алгебраїчної суми функцій, що залежать від відомих величин:

$$\begin{cases} x_3 = \Phi_1(x_1, x_2, y_1, y_2) + \delta_1(t) + \varepsilon_1 \\ y_3 = \Phi_2(x_1, x_2, y_1, y_2) + \delta_2(t) + \varepsilon_2. \end{cases} \quad (2)$$

де $\Phi_1(\cdot), \Phi_2(\cdot)$ – невідомі функції, що залежать від відомих величин, а $\delta_1(t), \delta_2(t)$ – динамічне розширення вихідної системи (1), а $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – відхилення від цього стану. Вільні функції $\Phi_1(\cdot), \Phi_2(\cdot), \delta_1(t), \delta_2(t)$ обираються таким чином, щоб $\varepsilon_1 \rightarrow 0, \varepsilon_2 \rightarrow 0$, забезпечуючи при цьому алгебраїчну оцінку невідомих. В роботі показано, що нелінійний спостерігач, побудований методом інваріантних перетворень, забезпечує експоненційне затухання відхилень $\varepsilon_1, \varepsilon_2$.

Перелік використаних джерел

1. Sassano M. Towards constructive nonlinear control systems analysis and design. PhD thesis, Control and Power Research Group Department of Electrical and Electronic Engineering Imperial College London, 2012.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-157>

FEATURES OF DECODING BLOCK TURBO-PRODUCT CODES

ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОДУВАННЯ БЛОКОВИХ КОДІВ ТУРБО-ДОБУТКІВ

Zvuzdetskii Ye.O.

*PhD student,
Vinnytsia National Technical
University, Vinnytsia, Ukraine*

Звуждецький Є.О.

*аспірант, Вінницький національний
технічний університет,
м. Вінниця, Україна*

Ivanov Yu.Yu.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, Vinnytsia National
Technical University,
Vinnytsia, Ukraine*

Іванов Ю.Ю.

*к.т.н., доцент,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

The main task of the scientists in the field of modern information and communication systems is to transmit and receive data with maximum reliability and validity. Therefore, forward error correction is used to eliminate

noise errors [1, 2]. The Indian scientist R. Pyndiah suggested using turbo-product codes, which work efficiently with small code blocks at very high code rates [3, 4]. It should be noted that these codes have a lower decoding complexity than convolutional turbo-codes [5, 6]. The *aim* of this work is to analyze the decoding features of the considered codes.

The basis of the mathematical apparatus of soft decoding methods for turbo-product codes is log-likelihood ratio algebra [7]. The decoding method based on the augmented list decoding [3, 5] is effective for turbo-decoding. The method uses a list of the most probable sequences of errors, which is formed on the basis of reliability estimates of received symbols. A hard-decision decoder is used for each error combination added to the codeword. A soft metric is calculated for the decoded sequences. The solution is the most probable codeword, that is, the sequence of characters with the best (minimum) metric. In work [3], a mathematical apparatus and a corresponding decoder were developed, which allows us to evaluate the reliability of each binary symbol after Chase decoding [8], as well as to perform an exchange iterative process.

For turbo product block codes, the limits of the decoder's computational complexity [O_{low} , O_{high}], which show the lower and the upper number of elementary mathematical operations performed by it over s rows of the code table, can be written in the following analytical expressions:

$$O_{low.s}(n, s, t, O) = s \cdot (18n - t - 1 + 2^t \cdot (2t + 3n + O)), \quad (1)$$

$$O_{high.s}(n, s, t, O) = s \cdot (17n - t - 1 + 2^t \cdot (2t + 4n + O)), \quad (2)$$

where n – the number of binary symbols in the row; t – the number of unreliable symbols in the Chase algorithm; O – the number of elementary mathematical operations for hard-decision decoding of the composite component code.

To decode the columns in these formulas, s and n are interchanged. The total number of elementary mathematical operations performed by the decoder in N cycles (1 cycle = 2 iterations) will be

$$O(n, s, t, O) = [N \cdot (O_{low.n} + O_{low.s}), N \cdot (O_{high.n} + O_{high.s})]. \quad (3)$$

The paper considers the list decoder of block turbo-product codes and provides analytical expressions, that allow us performing a comparative analysis of the decoding complexity.

Bibliography

1. Morelos-Zaragoza R. The Art of Error Correction Coding. Chippenham: John Wiley & Sons, 2006. 278 p.
2. Hanzo L, Liew T.H., Yeap B.L. Turbo Coding, Turbo Equalisation and Space-Time Coding for Transmission over Wireless Channels. 2002. 746 p.

3. Near Optimum Decoding of Product Codes / R. Pyndiah, A. Glavieux, A. Picart, S. Jacq. *In IEEE Global Telecommunications Conference GLOBECOM*. 1994. P. 339–343.
4. Pyndiah R. Near-Optimum Decoding of Product Codes: Block Turbo Codes. *IEEE Transactions on Communications*. 1998. Vol. 46. P. 1003–1010.
5. Codes and Turbo Codes / C. Douillard, M. Jezequel, G. Battail et al. Paris: Springer, 2010. 424 p.
6. Mukhtar H., Al-Dweik A., Shami A. Turbo Product Codes: Applications, Challenges, and Future Directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2016. V. 18. № 4. P. 3052–3068.
7. Іванов Ю.Ю. Експериментальне дослідження завадостійкості турбо-кодів: числові оцінки та імітаційне моделювання нового субоптимального алгоритма PL-log-MAP. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця: ВНТУ, 2016. № 5. С. 76–84.
8. Chase D. Class of Algorithms for Decoding Block Codes with Channel Measurement Information. *IEEE Transactions on Information Theory*. 1972. V. 18. № 1. P. 170–182.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-158>

**THE MATHEMATICAL MODELING OF PHYSICAL PROCESSES
AS AN ELEMENT OF PRACTICAL TRAINING OF STUDENTS
OF TECHNICAL SPECIALTIES**

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ЯК ЕЛЕМЕНТ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ
ОСВІТИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

Kaidan V.P.

Senior Lecturer, “Specialist of the highest category” qualification category, University of Economics and Entrepreneurship, Khmelnytskyi, Ukraine

Кайдан В.П.

старший викладач, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії», Університет економіки і підприємництва, м. Хмельницький, Україна

Під час вивчення здобувачами освіти навчального матеріалу з природничо-математичних дисциплін виникає потреба в опрацюванні значної кількості математичних моделей, які в свою чергу є запорукою

розуміння протікання реальних процесів, роботи пристроїв тощо. Реалізація моделювання процесів має важливе значення в освітньому процесі, тому питання про те, де та як саме його застосовувати, впливає на вибір інструментів та засобів організації навчального процесу.

Використання в навчальному процесі готового програмного забезпечення певним чином спрощує процес підготовки до навчального процесу. Здебільшого, через те, що таким чином ми отримуємо певну стандартизовану систему використання програмного забезпечення при викладанні певних дисциплін в різних навчальних закладах, оскільки спільнота фахівців, обмінюючись досвідом здатна виокремити найкращі рішення.

Є сенс розглядати два напрямки застосування відповідного програмного забезпечення. Перший напрямок можна охарактеризувати як користувачський підхід – програмні засоби використовуються лише з метою проведення віртуальних експериментів. Такий варіант доцільно використовувати для здобувачів освіти з більш практичним спрямуванням освіти та/або нижчим рівнем теоретичної математичної підготовки. Такі показники відповідають здобувачам фахової передвищої освіти.

Інший варіант – більш теоретико-дослідницький. Здобувачі освіти не тільки використовують спеціалізовані програми та/або онлайн-сервіси, необхідні для проведення віртуальних експериментів, але й поєднують це з пошуками шляхів побудови необхідних математичних моделей. Такий варіант потребує більш ґрунтовної математичної підготовки, яка відповідає освітньому процесу здобувачів освіти студентів університетів. Саме для них потрібно більш глибоке розуміння різноманітних процесів, досліджуваних під час навчання для розуміння реальних процесів, з яким майбутні фахівці будуть мати справу під час професійної діяльності.

Завдяки можливостям сучасних інформаційних технологій віртуальні лабораторні роботи доцільно створювати різного рівня складності. В залежності від взаємного зв'язку фаху та відповідного питання, проблеми або задачі, слід розглядати можливості використання як простих симуляцій так й складних моделей. Обов'язково слід розглядати можливість використання симуляцій, що відповідають різним галузям однієї дисципліни. Це потрібно через те, що багато тем перекликаються між собою, то для кращого розуміння одного процесу або явища слід розглянути базові питання з кількох розділів або тем.

Моделювання процесів за допомогою комп'ютерної техніки – процес створення комп'ютерних моделей, які дозволяють досліджувати та

передбачати поведінку систем. Таким чином, крім достатніх знань з дисципліни має бути вміння працювати зі сторонніми ресурсами та програмами та відповідні навички зі створення математичних моделей. Моделювання включає застосування математичних алгоритмів для відтворення явищ, що в свою чергу може бути використано в різних галузях.

Моделювання процесів під час вивчення різних дисциплін на лабораторних заняттях не є альтернативою реальному експерименту, оскільки лише експериментальна робота може задіяти можливості діяльнісного підходу. З іншого боку, використання віртуальних лабораторних робіт є ефективним засобом досягнення освітніх цілей як потужний допоміжний інструмент, що дозволяє краще розуміти сутність явищ та процесів. Прикладом застосування математичного моделювання може слугувати побудова графіків під час вивчення теми «Прямолінійний рух». Виходячи з рівняння залежності координати матеріальної точки від часу пропонується отримати рівняння залежності швидкості та прискорення від часу за допомогою знаходження похідних, після чого, будуються відповідні графіки залежності координати тіла, швидкості тіла та прискорення від часу.

Перелік використаних джерел

1. Математичне моделювання систем і процесів. / Г.П. Чуйко, О.В. Дворник, О.М. Яремчук. Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. 244 с.
2. Торчук М.В. Використання інтернет сервісів комп'ютерного моделювання фізичних процесів для вивчення студентами курсу фізики. *Інновації в сучасній освіті: методологія, технологія, дидактичні та виховні аспекти*. Монографія / за заг. ред. В. В. Іванишин. Кам'янець-Подільський. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Рига, Латвія: "Baltija Publishing", 2023. С. 193–202. ISBN 978-9934-26-300-2.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-159>

**THE USE OF MAPLE CMS IN THE COURSE OF STUDYING
THE DISCIPLINE “HIGHER AND DISCRETE MATHEMATICS”
BY STUDENTS OF ECONOMIC SPECIALTIES**

**ВИКОРИСТАННЯ СКМ MAPLE ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ
«ВИЩА ТА ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА» СТУДЕНТАМИ
ЕКОНОМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

Kaidan N.V.

*PhD, Associate Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кайдан Н.В.

*к.ф.-м.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

The professional level of a modern management economist significantly depends on the level of mathematical skills and the ability to use them in the analysis of complex economic processes and decision-making. Modern economics has absorbed a large number of mathematical disciplines. Today, a mathematical model is coming to the forefront as a tool for researching and forecasting economic phenomena. The use of mathematical modeling in economics and management allows us to deepen quantitative economic analysis and expand the scope of economic information.

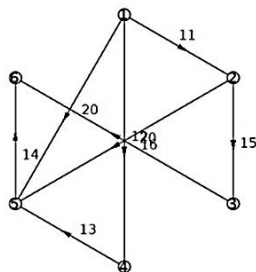
Graph theory is studied as a part of the “Higher and Discrete Mathematics” course for students of economic specialties. Graphs are unique mathematical objects that can be used to solve mathematical, economic, and logical problems, simplify and model physical and chemical processes and phenomena, and make diagrams and charts. For example, we will discuss the introduction of the Dijkstra algorithm to future economists. This algorithm allows you to find the shortest path from one vertex of a graph to all other vertices. In practice, this algorithm can help to determine the shortest path between any two points under given conditions. The underlying principle determines the choice of the locally best option at each step.

We are going to demonstrate the use of Dijkstra’s algorithm for the standard problem of finding a minimum path:

A network of highways connecting the cities of a region is given. The objective is to find the shortest distance from the regional center to each city in the region, if you can only move along the roads.

To solve such problems, calculations can be quite complex, and students can use Maple to check their calculations. The graphical methods of Maple allow you to build a graph diagram, which simplifies the process of visualizing the process.

```
restart :
with(GraphTheory) :
C := Graph({[[1, 2], 11], [[1, 4], 12], [[1, 5], 20], [[2, 3], 15], [[2, 5], 16], [[3, 6], 20], [[4, 5], 13], [[5, 6], 14]}) :
DrawGraph(C);
```



```
DijkstrasAlgorithm(C, 1, 2);
```

[[1, 2], 11]

```
DijkstrasAlgorithm(C, 1, 3);
```

[[1, 2, 3], 26]

```
DijkstrasAlgorithm(C, 1, 4);
```

[[1, 4], 12]

```
DijkstrasAlgorithm(C, 1, 5);
```

[[1, 5], 20]

```
DijkstrasAlgorithm(C, 1, 6);
```

[[1, 5, 6], 34]

Fig. 1. An example of finding the minimal path using Maple SCM

This way, we show students the capabilities of Maple SCM, which combines several advantages for use: a powerful programming language, a program and document editor, the ability to use a dialog mode, a powerful help system with many examples, a numerical and symbolic processor, a core of algorithms and rules for converting mathematical expressions, a diagnostic system, libraries of built-in and additional functions, third-party function packages, and support for other programming languages. With Maple SCM, you can perform numerical calculations, symbolic conversions, and graphically display the results.

Bibliography

1. Velychko, V.Y., Fedorenko, E.G., Soloviev, V.N. and Dolins'ka, L.V., Creation of open educational resources during educational

practice by means of cloud technologies. Ceur workshop proceedings, 2022, Vol. 3085, pp. 278–289. <https://ceur-ws.org/Vol-3085/paper34.pdf> (Accessed 06 Oct 2023)

2. Румянцев А.О., Гетьман І.А., Держевецька М.А. Використання систем комп'ютерної алгебри для розв'язування економічних задач. *Ефективна економіка*. 2018. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6923> (дата звернення: 06.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-160>

QUALITATIVE ANALYSIS OF THE SOLUTION OF ONE PHYSICAL MODEL SWITCHING IN EXCEL

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ВИРІШЕННЯ ОДНІЄЇ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ КОЛИВАНЬ В ЕКСЕЛЬ

Kolesnykov S.O.

*PhD, Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Колесников С.О.

*к.ф.-м.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Pogosyan A.V.

*student (group 184U-22-1),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Погосян А.В.

*студент гр. 184П-22-1,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Сучасні соціально-економічні умови розвитку вищої школи в Україні та світі вимагають підвищення рівня доступності студентів до навчальних матеріалів при навчанні. І особливо перспективним напрямом цієї роботи є розвиток у студентів технічних спеціальностей умінь математичного моделювання та використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для вирішення професійних завдань. Одним із шляхів реалізації цього напрямку є професійна орієнтація фізико-математичних дисциплін і використання ІКТ для наочності та доступності матеріалу при дистанційному та змішаному типах навчання.

У цій роботі ми хочемо продовжити тему, розпочату в [1], про сучасні методи викладання диференціальних рівнянь для студентів у вищих навчальних закладах, і особливо зупинитися на елементі застосуванні ІКТ для якісного аналізу однієї фізико-математичної моделі.

У реальних фізичних системах, які здійснюють коливальний рух, завжди діють сили внутрішнього та зовнішнього тертя і опору середовища. Тому реальні коливальні рухи відбуваються з поступовими втратами енергії коливань на роботу проти сил опору і створення коливань у навколишньому середовищу. Більшість механічних коливань відбуваються при невеликій швидкості коливального руху. В цьому разі сила опору $F_{оп}$ пропорційна швидкості:

$$F_{оп} = -bv = -b \frac{dX}{dt}, \quad (1)$$

де b – коефіцієнт опору;

знак «мінус» вказує на те, що вектори $\vec{F}_{оп}$ і \vec{v} мають протилежні напрями.

Якщо на коливальну систему діють пружна (або квазіпружна) вертикальна сила, пропорційна зміщенню, і сила опору, то за другим законом Ньютона отримаємо диференціальне рівняння згасаючих коливань:

$$\frac{d^2X}{dt^2} + 2\beta \frac{dX}{dt} + \omega_0^2 X = 0, \quad (2)$$

де ω_0 – власна частота вільних коливань системи;

β – коефіцієнт згасання коливань.

Остаточно, розв'язання рівняння має вигляд:

$$X = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \phi_0). \quad (3)$$

Якісний аналіз цієї функції проводиться на практичних заняттях з фізики або самостійно студентами технічних спеціальностей за допомогою EXCEL. Покажемо фрагмент результатів дослідження електромагнітних коливань, якщо значення амплитуди $A_0=220$, циклічна частота 100π , коефіцієнт згасання коливань $\beta=8$ (рис. 1).

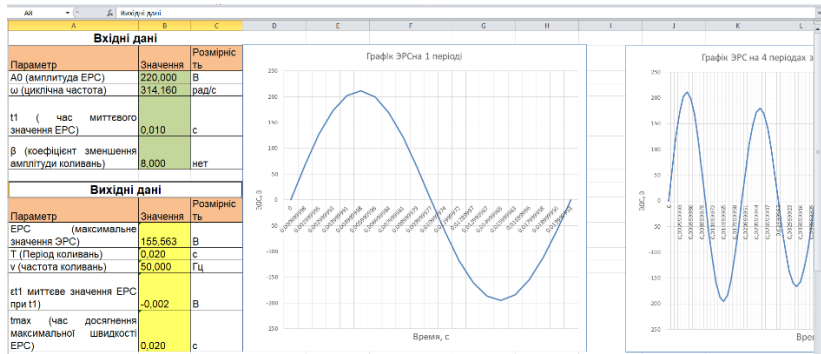


Рис. 1. Фрагмент результатів дослідження електромагнітних коливань в EXCEL

Перелік використаних джерел

1. Фелінський Г. С. Загальна фізика: підручник. Реком. ВР КНУ ім. Т.Шевченка. Фелінський Г. С. Каравела, 2020.
2. Колесников С.О., Левандовська І.В. Здійснення якісного аналізу однієї прикладної математичної моделі під час вивчення диференційних рівнянь першого порядку. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2013. № 3. С. 131–135.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-161>

**IMPLEMENTATION OF ELEMENTS OF MATHEMATICAL
MODELING IN INSTITUTIONS OF PROFESSIONAL TECHNICAL
AND VOCATIONAL HIGHER EDUCATION DURING
THE TEACHING OF MATHEMATICAL DISCIPLINES**

**ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ
ТА ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ
МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

Kotenko T.M.

*Senior Lecturer, State vocational
and technical institution
“Kramatorsk Vocational and Technical
Education Center”,
Kramatorsk, Ukraine*

Котенко Т.М.

*старший викладач,
Державний професійно-технічний
заклад «Краматорський центр
професійно-технічної освіти»,
м. Краматорськ, Україна*

Sahay O.V.

*Teacher-Methodist, Separated
Structural Subdivision
“Kramatorsk Applied College
of Industry, Informational Technologies
and Business of Donbas
State Engineering Academy”,
Kramatorsk, Ukraine*

Сагай О.В.

*викладач-методист,
Відокремлений структурний
підрозділ «Краматорський фаховий
коледж промисловості,
інформаційних технологій
та бізнесу Донбаської державної
машинобудівної академії»,
м. Краматорськ, Україна*

Одне з головних завдань сучасної природничо-математичної освіти, починаючи від шкільної ланки до вищої школи полягає у формуванні у здобувачів наукового світогляду. Важлива роль при цьому відводиться вдосконаленню математичної підготовки в контексті розвитку системного мислення, навичків побудови та дослідження математичних моделей процесів та явищ різної природи [1]. При реалізації даних цілей можна спиратися на три основні етапи застосування математичного моделювання до розв'язання практичної задачі:

- 1) формалізація, тобто перехід від проблеми (ситуації), яку потрібно вирішити, до її формальної математичної моделі;
- 2) дослідження побудованої математичної моделі;

3) інтерпретація отриманого розв'язку.

З урахуванням необхідності виокремлення при навчанні математичних дисциплін наскрізних ліній ключових компетентностей, таких як «Підприємливість і фінансова грамотність», та доволі легким сприйняттям прикладних задач побутово-економічного характеру, необхідним є розширення спектру саме таких задач. При цьому під час наповнення курсу пакетами прикладних задач слід проводити розмежування за рівнем складності, що спирається на те, яким саме чином задано математичну модель. До першого типу задач відносять задачі з прямою вказівкою на математичну модель в умові задачі. До другого типу – задачі без прямої вказівки на відповідну математичну модель, однак є співвідношення між даними задачі та відповідними математичними об'єктами й відношеннями. До третього типу можна віднести задачі з неоднозначним співвідношенням даних задачі (об'єктів та відношень) та відповідних математичних об'єктів та відношень. При цьому на етапі побудови математичної моделі можуть виникати певні труднощі з огляду на можливість побудови двох та більше моделей із наступним завданням визначення найбільш раціональної з них. Варіювати рівень складності та самостійності вирішення прикладних задач здобувачами можна і в рамках кожного з типів. Формулювання задачі економічного змісту в межах першого типу має наступний вигляд [2].

Задача 1. Нова компанія з доставки аналізує витрати на перевезення відправлень. Шляхом аналітичних розрахунків було отримано функцію витрат на перевезення автотранспортом у вигляді функції $y=6x+3$ та на перевезення АТ «Укрзалізниця» у вигляді $y=4x+7$, де x – відстань в тис. км до розподільчих центрів компанії, а y – витрати у тис. грн. на використання обраного транспорту. Визначити відстань, з якої витрати на перевезення відправлень автотранспортом є рентабельніші за витрати АТ «Укрзалізниця».

Розв'язання пропонується проводити аналітично шляхом розв'язання лінійного рівняння (нерівності) та з можливістю надання додаткової геометричної інтерпретації (побудови графіків лінійних функцій та їх точки перетину). Підвищити складність завдання можна шляхом формулювання даних щодо сталих та прямих витрат перевезень (виникає необхідність введення змінних та побудови лінійних залежностей самостійно, алгоритм розв'язання при цьому зберігається). Також стимулювати дослідницьку складову можна за рахунок формулювання наступної задачі.

Задача 2. В умовах попередньої задачі провести аналіз нової пропозиції автоперевізника, за якою він пропонує компанії знижку на 5 % від вартості перевезень за км, залишаючи сталі витрати в тому ж

обсязі. Чи вдасться автоперевізнику за такої пропозиції долучити ще один новий пункт перевезень-розподільчий пункт А, розташований на відстані 543 км. Як вплине можливість скористатися даною пропозицією на витрати компанії при переведеннях до пункту А.

Розширення спектру задач прикладного спрямування з елементами математичного моделювання дозволить реалізувати концептуальний підхід до процесу навчання та зростити компетентних фахівців, які не просто оволоділи комплексом знань, а й можуть їх використовувати для вирішення побутових та спеціалізованих задач.

Перелік використаних джерел

1. Чінчой А. О. Розв'язування задач міжпредметного змісту методом математичного моделювання. Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали конференції, м. Кіровоград, 27–28 травня 2016 р. / Відповідальний редактор: С. П. Величко. Кіровоград: ПП «Ексклюзив Систем», 2016. С. 64–66.

2. Методи розв'язування геометричних задач : посібник до практичних занять і самостійної роботи здобувачів вищої освіти спеціальності 014 «Середня освіта (Математика)» / Н. С. Грудкіна, І.С. Дмитришин. Краматорськ : ДДМА, 2023. 84 с. ISBN 978-617-7889-35-8.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-162>

**NUMERICAL SIMULATION OF ENERGY-EFFICIENT
SOLUTIONS OF STEEL MELTING BATH WITH REGARDING
KINETICS OF DESULPHURIZATION UNDER PNEUMATIC
STIRRING IN THE ARC FURNACE OF FOUNDRY CLASS**

**ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ
СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ВАННИ ЩОДО КІНЕТИКИ
ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ПРИ ПНЕВМАТИЧНОМУ ПЕРЕМІШУВАННІ
В ДУГОВІЙ ПЕЧІ ЛИВАРНОГО КЛАСУ**

Niimtsev E.M.

*Senior Lecturer,
Donetsk National
Technical University,
Lutsk, Ukraine*

Нємцев Е.М.

*старший викладач,
Донецький національний
технічний університет,
Луцьк, Україна*

Timoshenko S.M.

*DSc (Engineering),
Senior Research Scientist,
Professor, Donetsk National
Technical University,
Lutsk, Ukraine*

Тімошенко С.М.

*д.т.н., старший науковий
співробітник, професор,
Донецький національний
технічний університет,
Луцьк, Україна*

State of the art. The post-war reconstruction of the steelmaking complex of Ukraine in context of the EU Green Course involves a gradual (by 2050) transition to mini-mills [1]. Such plants are a global trend in the introduction of low-carbon technologies due to use of electricity for steel smelting in the arc (EAF) or induction furnaces and, in the future, hydrogen as a reducer of iron-containing oxides by means of a solid-phase process.

A certain share of Ukrainian mini-mills should focus on low-volume metal products for local needs. It is rational to create such enterprises at machine-building plants by attracting small capacity EAF of the foundry class, which are idle due to reorientation of sales markets. Because of low specific power of the transformer (up to 0.4–0.5 MVA/t), the specified furnaces in the conditions of the mini-mill require modernization in the direction of increasing energy efficiency.

One of the concepts of the foundry class EAF modernizing [2] in the conditions of existing infrastructure, in particular the transformer, includes the

introduction of a "deep" bath with a reduced form factor $\omega = D_b / H_b$ (ratio of diameter D_b to depth H_b). The other [3] consists in reducing the bath capacity at a given depth and the furnace productivity with a certain decrease in ω .

Both solutions involve forced mixing of the bath by purging with argon through a porous plug in the bottom center. The two-phase region formed during purging, due to the difference in densities with the main volume of the bath, is the driving force of circulation and acceleration of heat and mass exchange processes.

Tasks of research. Taking into account the possibility of using classical technology in the EAF for smelting of low-volume metal products with a long refining period, it is of interest to compare the kinetics of steel desulfurization, as a factor determining the melting time, in basic and "deep" baths.

Research. The duration of desulfurization τ_{des} (min.), according to [4], is determined by initial $[S_0]$ and ultimate $[S]$ sulfur content in steel (%), the sulfur distribution coefficient between slag and metal L_S and specific mixing power N_{mix} (W/ton). At given EAF capacity M (ton) and consumption coefficient of slag forming materials relative to the mass of steel k_{sl} (function of $[S_0]$, $[S]$, L_S) it constitutes:

$$\tau_{des} = \ln \left[\frac{[S]}{[S_0]} (1 + \varepsilon_1) - \varepsilon_1 \right] / (\varepsilon_2 \cdot \varepsilon_1 \cdot 60), \quad (1)$$

where $\varepsilon_1 = [1 / (L_S k_{sl})]$, $\varepsilon_2 = -0.031 N_{mix}^{0.25}$.

The parameter N_{mix} for a steel melting bath with a depth of H_b (m) under the conditions of a bubble purging regime is determined by the work of isothermal expansion of the gas blown into the bath with a flow rate Q_0 (Nm³/s) [5].

$$N_{mix} = Q_0 \cdot \rho_g \cdot R \cdot T_m \cdot \ln (1 + H_b / 1.48) / (M \cdot \mu_g), \quad (2)$$

where R – universal gas constant (J/(kmol·K)); ρ_g – gas density (kg/Nm³), μ_g – molecular mass of gas (kg/kmol); 1.48 – hydrostatic depth of liquid steel (m).

Under the conditions of a real jet-bubble purging mode with argon consumption in operating conditions Q (m³/s), a more acceptable expression for estimating the mixing power N_{mix}^* (W/ton) seems the following:

$$N_{mix}^* = u_m (1 - \varphi) V^* \cdot \rho \cdot g / M, \quad (3)$$

where $u_m = 4.5 \cdot Q^{0.33} H_b^{0.25} / (0.5 D_b)^{0.33}$ – average steel velocity in two-phase region (m/s) [6]; $\varphi = n_b V_b / V^*$ – gas content ratio of two-phase region; V^* – volume of two-phase region (m³); ρ – liquid steel density (kg/m³), g –

acceleration due to gravity (m/s^2); $n_b = [Q \cdot (H_b/u_b)]/V^*$ – number of bubbles in two-phase region; V_b – average bubble volume (m^3); u_b – average bubble velocity (m/s).

Data concerning V_b , u_b , opening angle of the two-phase region (definition of V^*), necessary for the assessment of N_{mix}^* and τ_{des} , accepted according to [5–7].

Numerical studies carried out for 12-tons EAF. For the basic and "deep" bath $\omega = 4.5$ and $\omega = 2.5$, respectively. In the bath of reduced capacity $\omega = 2.5$ at $M = 6$ tons. The shape of bath is cylindro-spherical with a height ratio of 1. In a such bath, D_b , H_b are related by equation: $(M/\rho) - [\pi(D_b/\omega)^3/16](1/3) + 3[D_b/(D_b/\omega)]^2 = 0$. Technological heat parameters are the following: $[S_0] = 0.05\%$, $[S] = 0.02\%$, content of CaO in slag 45 %, $L_S = 45$ [7], porous plug diameter 60 mm, open porosity 0.3.

Results are represented in a Fig. 1, 2. Differences in definition of N_{mix} and N_{mix}^* (Fig. 1) consist in the presence of an optimal argon flow rate for given bath from the positions of maximum N_{mix}^* , which is reflected in the estimation of τ_{des} (Fig. 2).

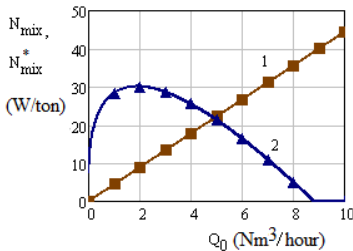


Fig. 1. Mixing power N_{mix} (1) and N_{mix}^* (2) versus argon purging flow rate Q_0

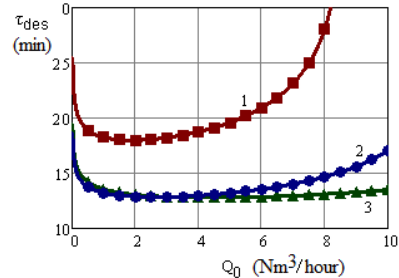


Fig. 2. Desulfurization time τ_{des} versus argon purging flow rate Q_0 in base (1), "deep" (2) and reduced (3) bath

Conclusions. Numerical modeling of the kinetics of steel desulfurization, taking into account energy-efficient solutions of a "deep" steel melting bath of the EAF of foundry class, showed the possibility of speeding up the process by 30–33% compared to the base bath under the conditions of optimal argon purging flow rate.

Bibliography

1. Смірнов О.М., Тімошенко С.М., Нарівський А.В. Відновлення та інноваційний розвиток виробництва сталі і Україні в контексті енергоефективності та європейського зеленого курсу. *Вісник НАН України*. 2023. № 4. С. 21–38.
2. Timoshenko S., Gubinski M., Niemtsev E. Energy efficient solutions of foundry class steelmaking electric arc furnace. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. № 3. P. 81–87.
3. Тімошенко С.М., Немцев Е.М., Губинський М.В. Енергоефективні рішення щодо рафінування сталі в електродуговій печі ливарного класу. *Сучасні проблеми металургії. Наукові вісті. Дніпро: НМетАУ-ІБК Системні технології*. 2023. № 26. С. 99–111.
4. Turkdogan E. *Fundamentals of Steelmaking*. Maney Publishing. London, 2010. 331 p.
5. Mazumdar D., Evans J. *Modeling of Steelmaking Processes*. CRC Press. Boca Raton, London, New York, 2010. 463 p.
6. Mazumdar D., Guthrie R. The Physical and Mathematical Modeling of Gas Stirred Ladle Systems. *ISIJ International*. vol. 35. 1995. №1, P. 1–20.
7. Ghosh A. *Secondary Steelmaking. Principles and Applications*. CRC Press. New York, 2000. 344 p.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-163>

STUDY OF PLASTIC DEFORMATION OF COPPER UNDER CONDITIONS OF INTENSIVE COMBINED LOADING

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ МІДІ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО КОМБІНОВАНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Pashynska O.G.

*DSc (Engineering), Senior researcher,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”, Zaporizhzhia;
E.O. Paton Electric Welding Institute,
Kyiv, Ukraine*

Пашинська О.Г.

*д.т.н., старший науковий
співробітник, ТОВ «Технічний
університет «Метінвест
політехніка», м. Запоріжжя;
Інститут електрозварювання
імені С.О. Патона Національної
академії наук України,
м. Київ, Україна*

Boiko I.O.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC “Technical
university “Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Бойко І.О.

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Zavdoviciiev A.V.

*PhD, Researcher,
E.O. Paton Electric Welding Institute,
Kyiv, Ukraine*

Завдовєєв А.В.

*к.ф.-м.н., науковий співробітник,
Інститут електрозварювання
імені С.О. Патона Національної
академії наук України,
м. Київ, Україна*

Kraliuk M.A.

*PhD (Engineering), Researcher,
Odesa Research Institute
of Forensic Science of the Ministry
of Justice of Ukraine,
Odesa, Ukraine*

Кралоук М.А.

*к.т.н., науковий співробітник,
Одеський науково-дослідний
інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України,
м. Одеса, Україна*

У великій кількості робіт [1, 2, 3] показано, що інтенсивна пластична деформація (ПД), побудована на поєднанні різних видів навантаження, впливає на розбудову структури на мікро-, мезо- та макромасштабному рівні. У роботах [3, 4] як механізм формування ультрадрібнозернистої

структури обговорюється як дифузійний (пов'язаний з генерацією та рухом міжвузельних атомів), так і бездифузійний масоперенос речовини. Передбачається, що ПД призводить до накопичення великої кількості нерівноважних вакансій та їх взаємодії з дислокаціями, що рухаються. Однак, у літературі відсутні детальні дослідження самої пластичної деформації при комбінованих схемах навантаження в рамках підходів нерівноважної термодинаміки, хоча перебудова структури при ПД відбувається в нерівноважних умовах. Ці дані можуть бути важливими для розуміння багатьох особливостей поведінки матеріалів при комбінуванні крутіння-розтягування, а також крутіння-стиснення.

У цій роботі проведено теоретичне вивчення процесів накопичення дефектів в умовах інтенсивної комбінованої деформації крученням та розтягуванням при постійному навантаженні методами молекулярної термодинаміки. Інтенсивна пластична деформація (ПД) металів характерна текстурними та структурними перетвореннями. Важливим чинником, що впливає характер таких перетворень є узгодженість орієнтацій діючих зусиль і напруг щодо напрямів елементів симетрії кристалічної структури. Будь-який новий вид навантаження відкриває додаткові канали ПД дає можливість управляти процесом ПД. У цій роботі за допомогою комп'ютерного експерименту розглянуто один із видів такого навантаження.

Відомо, що при витягуванні проволочки формується переважно текстура $\langle 111 \rangle$. Тому як об'єкт досліджень виберемо вільний гексагональний кристаліт прямокутного перерізу, в якому кулі максимальної упаковки чергуються по висоті (рис. 1). Число частинок у X-орієнтованої цепочки дорівнює 10, число таких ланцюжків у кожному перерізі також дорівнює 10. Загальна кількість шарів дорівнює 25. Верхня і нижня грані рухаються як жорстке тверде тіло за заданим законом, зумовлюючи перебудову внутрішніх атомів стрижня. Частинки зразка взаємодіють між собою за допомогою парного потенціалу Леннарда-Джонса [2]:

$$U_{ijkl} = E_b \left(\left(\frac{r_0}{r_{ijkl}} \right)^{12} - \left(\frac{r_0}{r_{ijkl}} \right)^6 \right) \quad (1)$$

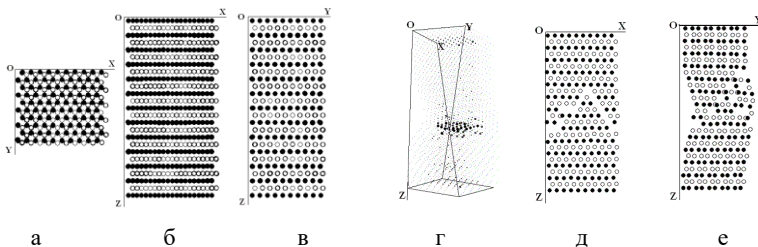
де $r_{ijkl} = \sqrt{(X_{ij} - X_{lk})^2 + (Y_{ij} - Y_{lk})^2}$ – відстань між частинками номерів i, j і l, k з декартовими координатами X_{ij}, Y_{ij} і X_{lk}, Y_{lk} . Індеси i, l нумерують атоми у ґратці вздовж Y – напрямку, j, k – вздовж X – напрямку. E_b, r_0 – енергія зв'язку та рівноважна відстань між частинками у двоатомній системі. Постійні, що входять до виразів потенціалу (1) і маса частинок в редукованій системі одиниць вибрані

рівними $E_b = 0.20833 \text{ мДжс}_r$, $r_0 = 1 \text{ м}_r$ и $m = 0.01 \text{ кг}_r$, а крок часу обраний рівним $\Delta t = 0.18 \text{ с}_r$.

На першій стадії протягом перших 500 часових кроків верхня та нижня грані зразка закручуються у взаємозворотних напрямках з однаковою протягом одного комп'ютерного експерименту швидкістю. Перший контрольний комп'ютерний експеримент здійснювався без початкового закручування. У кожному наступному комп'ютерному експерименті швидкість кута закручування збільшувалася на величину 0.016 град/с_r .

В результаті експерименту було отримано серію зразків, які відрізнялися між собою лише значенням початкового кута закручування. Подальше їх деформування здійснювалося розтягуванням уздовж вертикальної осі за рахунок руху верхньої та нижньої граней у взаємно протилежних напрямках із постійною швидкістю $0.0005556 \text{ м}_r/\text{с}_r$.

Приклад еволюції атомної структури наведено на рис. 1 г, д, е. (темніші кружечки відповідають великим значенням потенційної енергії атомів). У центрі атомної структури утворилася зона підвищеної потенційної енергії. Показано, що деформування розтягуванням заздалегідь закрученого зразка призводить до еволюції атомної структури кристала, причому спостерігається не тільки зміщення атомів щодо осей XYZ, а й формування вакансій і вакансійних скупчень. З XZ-проекції чітко видно область зсувних рухів атомних шарів за механізмом крайових дислокацій, що характерно для релаксації напружень, що розтягують. Розрахунки показали зменшення величини кінетичної енергії кристала зі збільшенням кута закручування, що позначиться лише на рівні макровластивостей зразка. У реальному експерименті при закручуванні має спостерігатися полегшена пластична течія при навантаженні, що розтягує.



У вихідному стані: а, б, в – XY, XZ, YZ – проекції відповідно
Після закручування: г, д, е – XY, XZ, YZ – проекції відповідно

Рис. 1. Просторове розташування атомів зразка

Цей висновок підтверджується у реальному експерименті [4]. Натурні експерименти з кручення та розтягування мідного дроту в умовах ідентичних комп'ютерному експерименту показали картину деформації, що якісно збігається з модельним експериментом. Встановлено, що при створенні комбінованого напруженого стану наявність дотичних напруг полегшує процес пластичного перебігу під дією нормальних напруг і напруга поздовжнього пластичного перебігу знижується у 2–5 разів [4]. Це явище може бути використане для підвищення деформованості металів при розробці ефективних схем пластичної обробки металів.

Автори висловлюють подяку Метлову Л.С. за допомогу у постановці експерименту та плідне обговорення результатів.

Перелік використаних джерел

1. Хоменко А. В. Висока пластична деформація: методи та математичні моделі формування наноматеріалів. *Журнал фізичних досліджень*. 2020. Т. 24 (№2), стр. 2001-1 – 2001-20.
2. Metlov L.S. Evolution of Metal Structure at Intense Plastic Strains: Molecular Dynamics Simulation. *Materials Science*, 7 may 2003, 10 p.
3. Zhdovceev A., Baudin T., Rogante M., Pashynska E., Skoryk M. Shear impact during steel wire drawing on grain bound, aries and mechanical properties. *Letters on materials*, 2020, 10(4s) 558-565. <https://lettersonmaterials.com/en/Readers/Article.aspx?aid=35968>.
4. Pashynska O., Pashynskiy V., Kraliuk M., Boyko I. Forming of properties complex of copper wire by the method of combined deformation by torsion and tension. *Technology Audit and Production Reserves*, 1(1(63)), pp.16-22.2022.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-164>

MODELING THE FOUNDATIONS OF UNIT ECONOMICS

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСАД ЮНІТ ЕКОНОМІКИ

Pylypenko V.M.

student (group EC-410B), National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Scientific Supervisor: Telnova A.V.
DSc (Economics), Professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Пилипенко В.М.

студентка гр. ЕК-410Б, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
Науковий керівник: Тельнова Г.В.
д.е.н., професор, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

У стрімкому світі стартапів швидке зростання та масштабування часто вважаються ключовими чинниками успіху. Однак зосередження виключно на зростанні іноді може затьмарити не менш важливий фактор: юніт економіку. Усі підприємства мають свою бізнес-модель, яка включає в себе набір стратегій, спрямованих на досягнення їхніх організаційних цілей. Незалежно від того, які конкретні тактики вони використовують, основними компонентами будь-якого бізнесу завжди є витрати та доходи.

Поняття «юніт економіка» являє собою метод оцінки фінансової ефективності бізнес-моделі, який дозволяє оцінити прибутковість кожної одиниці (продукту, послуги чи клієнта), а також проаналізувати рентабельність бізнесу загалом. Незважаючи на важливе значення для компаній і бізнес-моделей будь-якого розміру, юніт економіка особливо важлива для стартапів на ранніх стадіях. Нездатність знайти продукт, який відповідає ринку до того, як закінчиться фінансування, є типовим способом невдачі для компаній, що фінансуються венчурним капіталом. Тому виокремимо ряд переваг застосування юніт економіки:

- впевненість при ухваленні рішень. Керівництву буде простіше розраховувати точки беззбитковості та маржинальний прибуток;
- прогнози з прибутку. Розрахунок виручки на одиницю продукції дає більш реальну картину умов досягнення рентабельності;
- оптимізація товару. Юніт-економіка допомагає зрозуміти, завищена чи занижена ціна на пропонуваній продукт;
- визначення стійкості компанії на ринку шляхом аналізу потенціалу обраних підрозділів підприємства.

Модель юніт економіки передбачає два підходи до розрахунку доходів і витрат залежно від того, як компанії визначають свій підрозділ. Розглянемо приклади підходів для розрахунку юніт економіки на основі всевітньовідомого інтернет-гіпермаркету «Amazon».

1. Unit визначається як «Один проданий товар»

Якщо unit визначається як «один проданий товар», компанія може визначити свій баланс доходу/витрат за допомогою маржі внеску. Такий підхід цілком укладається у межі класичного маржинального аналізу і є традиційним для багатьох компаній.

Маржа внеску = Ціна за одиницю – Змінні витрати на продаж;

На рис. 1 наведено метод маржинального аналізу.

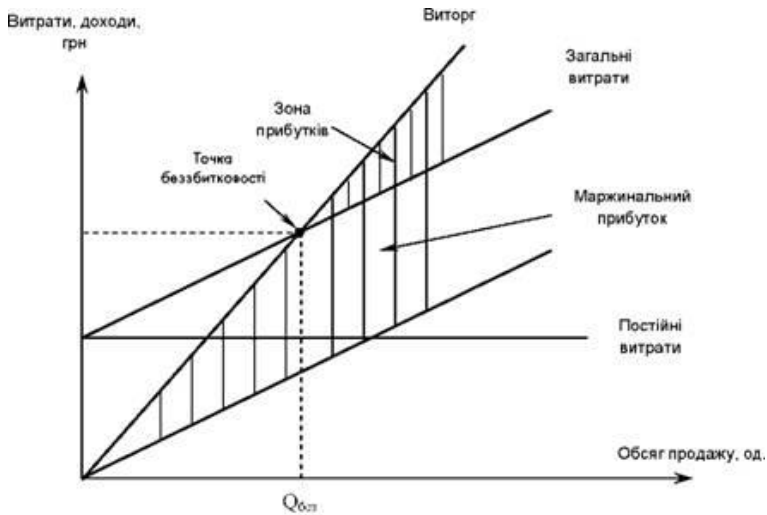


Рис. 1. Графік «витрати – маржинальний прибуток»

2. Unit визначається як «Один клієнт»

Для компаній B2B SaaS, а також інших типів з мінімальними граничними витратами на продану одиницю, окремих клієнт можна розглядати як «одиницю».

$UE = \text{Довічна вартість клієнта (LTV)} / \text{Вартість залучення клієнта (CAC)}$, де

$LTV = \text{Середня вартість покупки} \times \text{Валова маржа} \times \text{Частота покупок за період} \times \text{Середній строк функціонування компанії-клієнта на ринку}$;

SAC = Загальні витрати на збут і маркетинг за період / Кількість залучених клієнтів за період.

Якщо LTV перевищує SAC, то компанія має стійку бізнес-модель, якщо навпаки, то вона працює збитково. Моделювання такого підходу доцільно проводити з використанням Big Data, задля ефективного функціонування підприємства, тому деякі сектори галузей спостерігають найбільшу кількість впроваджень Data Science та штучного інтелекту протягом останніх років:

1. Швидкий і ефективний набір талантів.
2. Обґрунтоване прийняття рішень – оскільки штучний інтелект стає кращим у точному аналізі та розумінні великих обсягів даних, таким чином, підприємства мають шанс створювати більш цілеспрямовані та персоналізовані кампанії, задля отримання більшого прибутку.
3. Покращена безпека. Data Science дозволяє бізнесу підвищити контроль та захистити інформацію, яка може бути конфіденційною.
4. Спрощена підтримка клієнтів. Запуск чат-ботів у службу обслуговування клієнтів, тому що вони зможуть швидко відповідати на запитання користувачів із цілодобовим доступом.
5. Оптимізація ланцюга постачання, завдяки автоматизації ручних процесів, включаючи дрони для проведення інвентаризації та вдосконалене програмне забезпечення для аналізу даних і виявлення аномалій.

Отже, юніт економіка сприяє підприємствам мати глибоке розуміння рівноваги доходів і витрат компанії, що допомагає виявляти прогалини, які перешкоджають прибутковості, використовуючи оптимальні стратегії, попередньо оцінивши потенціал. Проте наявні декілька факторів, які можуть вплинути на юніт економіку Amazon, а саме: ціноутворення продукту чи послуги безпосередньо впливає не лише на дохід, але й на подальшу активність клієнтів і їхню поведінку (через завоювання довіри клієнтів); комбінація каналів залучення клієнтів; посилення конкурентного ландшафту.

Перелік використаних джерел

1. The Importance of Unit Economics in Growth Startups: A Critical Factor for Long-Term Success. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/importance-unit-economics-growth-startups-critical-factor-sharma> (дата звернення: 01.10.2023).

2. Unit economics. URL: <https://snov.io/glossary/unit-economics/> (дата звернення: 01.10.2023).

3. A 2022 guide to small business unit economics: definition, model, and use cases. URL: <https://ramp.com/model/unit-economics#unit-economics-important> (дата звернення: 01.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-165>

MODELING OF THE SYNERGETIC EFFECT OF THE UNIVERSITY ECOSYSTEM

МОДЕЛЮВАННЯ СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ ЕКОСИСТЕМИ УНІВЕРСИТЕТУ

Chala K.Yu.

*student (group EC-410B),
National Aviation University,
Kyiv, Ukraine*

*Scientific supervisor: **Telnova A.V.***

*DSc (Economics), Professor,
National Aviation University,
Kyiv, Ukraine*

Чала К.Ю.

*студентка гр. ЕК-410Б,
Національний авіаційний
університет, м. Київ, Україна*

*Науковий керівник: **Тельнова Г.В.***

*д.е.н., професор,
Національний авіаційний
університет, м. Київ, Україна*

У наш час, коли світ знаходиться в стані постійних змін і глобалізації, важливо визнати, що освіта є основою для розвитку індивідів, суспільства та країни в цілому. Якість освіти визначає майбутнє країни, її здатність до розв'язання складних суспільних, економічних і наукових завдань.

Взаємодія та співпраця між всіма елементами екосистеми університету сприяють досягненню вищих стандартів якості вищої освіти та створюють передумови для виникнення синергетичних ефектів.

У контексті університету, синергія означає взаємодію та співпрацю різних компонентів та учасників університетської спільноти з метою досягнення більшого і ефективнішого результату, ніж можна було досягти окремо. Це явище полягає в тому, що колективна діяльність або спільні зусилля призводять до створення цінності, яка перевищує суму внесків окремих складових.

Моделювання синергетичних ефектів в університетському середовищі – це ключовий аспект досягнення вищих рівнів співпраці та взаємодії між різними частинами університетської спільноти. Для досягнення цих ефектів можна вживати різні підходи та методи.

Моделювання студентської синергії: описує різні аспекти функціонування студентських об'єднань та їх вплив на студентське життя та університет в цілому. Розробимо загальну математичну модель впливу студентських об'єднань на студентську спільноту.

Нехай: N – представляє кількість студентів в університеті; A – кількість активних членів студентських об'єднань; P – кількість проєктів або ініціатив, які розробляються студентами в цих об'єднаннях; M – кількість ресурсів. Модель може бути вираженою наступним чином:

Розвиток студентських об'єднань:

$$\frac{dA}{dt} = k_1(N - A) + k_2P,$$

де k_1 – коефіцієнт приросту, k_2 – коефіцієнт впливу проєктів.

Вплив студентських об'єднань на студентів може визначатися за допомогою функції впливу $F(A, M, P)$, яка може включати в себе чинники, такі як соціальна інтеграція, академічний успіх, розвиток навичок тощо. Тож *динаміка студентської спільноти* може бути виражена наступним чином:

$$\frac{dN}{dt} = k_3F(A, M, P),$$

де k_3 – коефіцієнт впливу.

Ця модифікована модель дозволяє врахувати вплив проєктів, що розробляються студентами в студентських об'єднаннях, на розвиток та динаміку загальної кількості студентів ВНЗ.

Моделювання інноваційних процесів: аналіз імплементації інновацій у вищій освіті та їхнього впливу на розвиток екосистеми, з урахуванням кількості студентів (S), кількості інноваційних продуктів (I) та ресурсів (R), що включають співпрацю з підприємствами (P), інноваційними хабами (H) та дослідницькими центрами (D).

Динаміка інноваційних продуктів:

$$\frac{dI}{dt} = w_S + w_{P,H,D} - w_I,$$

де w_S – коефіцієнт, що представляє вплив кількості студентів на розвиток інноваційних розробок; $w_{P,H,D}$ – коефіцієнт, що відображає

вплив ресурсів, що надходять в університет зовні (наприклад, через співпрацю з підприємствами або інноваційними хабами), на кількість інноваційних розробок. w_I – коефіцієнт, що представляє витрати на інноваційні розробки.

Динаміка ресурсів:

$$\frac{dR}{dt} = \alpha_P + \alpha_H + \alpha_D - w_R,$$

де α_P – рівень співпраці з підприємствами; α_H – рівень співпраці з інноваційними хабами; α_D – рівень співпраці з дослідницькими центрами w_R – швидкість зниження власних ресурсів університету (наприклад, через витрати на дослідження та інші діяльності).

Ця система рівнянь дозволяє аналізувати, як зміни в кількості студентів, інноваційних продуктів, ресурсів та технологій можуть впливати на екосистему університету та розвиток інновацій.

Моделювання інвестиційної синергії: основна ідея полягає в тому, щоб визначити, як різні види інвестицій (урядові гранти, корпоративні спонсорства, філантропічні внески тощо) можуть сприяти розвитку університету та його здатності генерувати інновації і досягати наукових результатів.

Зміна якості науково-дослідницьких проєктів (Q):

$$\frac{dQ}{dt} = \gamma_I - \gamma_Q,$$

де γ_I – коефіцієнт, що визначає, як інвестиції впливають на зміну якості проєктів; γ_Q – коефіцієнт, що визначає, як з часом змінюється якість проєктів без нових інвестицій.

Моделювання університаріатської синергії: відображає взаємодію різних університетів та їх вплив на освіту та інновації.

Динаміка спільних ресурсів (Rc) між університетами з часом (t):

$$\frac{dRc}{dt} = \alpha_P + \alpha_H + \alpha_D - w_{Rc},$$

де w_{Rc} – швидкість зниження спільних ресурсів університету.

Моделювання суспільної синергії: відображає взаємодію університету з суспільством та громадськістю, а також вплив цієї взаємодії на освіту і інновації. Моделювання суспільної синергії може допомогти розуміти, як університет взаємодіє з регіональною громадою, громадськими організаціями та іншими суспільними суб'єктами.

Динаміка інноваційних продуктів:

$$\frac{dl}{dt} = w_S + w_{P,H,D,C} - w_I,$$

де $w_{P,H,D,C}$ – коефіцієнт, що відображає вплив ресурсів, що надходять в університет зовні (наприклад, через співпрацю з підприємствами, інноваційними хабами, інтерес громадськості), на кількість інноваційних розробок.

Динаміка ресурсів:

$$\frac{dR}{dt} = \alpha_P + \alpha_H + \alpha_D + \alpha_C - w_R,$$

де α_C – рівень зацікавленості громадськості.

Отже, за допомогою вище представлених математичних моделей можна провести комплексний аналіз впливу синергетичних ефектів на такі ключові показники, як: академічний розвиток, кількість наукових досліджень, рівень інновацій, фінансову стійкість та соціальний вплив ВНЗ. Загалом, моделювання є потужним інструментом для управління, стратегічного планування та покращення роботи університетів, сприяючи досягненню більшого ефекту від спільних зусиль всіх учасників системи.

MODERN TOOLS IN BUSINESS PERFORMANCE MANAGEMENT

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-166>

OPTIMAL PLANNING OF LONG-TERM CIRCULATING STOCKS AT THE WAREHOUSES OF A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

ОПТИМАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ЗАПАСІВ ДОВГОТРИВАЛОЇ ОБИГОВОСТІ НА СКЛАДАХ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Hrushko V.V.

*student (group 051-22-1м),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

*Scientific Supervisor: Zherlitsyn D.M.
DSc (Economics), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Грушко В.В.

*студент гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

*Науковий керівник: Жерлицин Д.М.
д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

В умовах експлуатації різноманітного автомобільного парку, що складається з понад 150 різних марок та моделей, із середнім віком в 15 років та середнім пробігом 500 тис. кілометрів, управління запасами (формування потреби у необхідних запчастинах та вузлах до транспортних засобів на певний термін, їх придбання та списання у виробництво) стає критично важливим аспектом діяльності автотранспортного підприємства [1; 2].

Проблема полягає у відсутності дієвих регулятивних механізмів, орієнтованих на потреби автомобільного транспорту, у контексті існуючих «Правил закупівель», спрямованих переважно на металургійне та гірничодобувне виробництво. На додаток до цього, відремонтовані автомобілі вимагають запчастин для негайного відновлення, але згідно із зазначеними «Правилами закупівель», терміни поставки можуть складати від 45 до 180 днів, що є неприйнятним в умовах діяльності автотранспортного підприємства [2].

Щоб запобігти затримкам у ремонті автотранспортних засобів та уникнути високих витрат на оренду автомобілів від підрядників, необхідно підтримувати значний обсяг різноманітних запасних частин на складі. Проте, передбачити та запланувати ремонти транспортних засобів важко, оскільки вимагається діагностика, що може бути проведена лише після демонтажу частини автомобілю та визначення списку необхідних запчастин. У цей час транспортний засіб виходить з ладу, і компанія має здійснювати дорогу оренду підрядних автомобілів, навіть за ціною, що вдвічі перевищує витрати на власний транспорт [2; 3].

Внаслідок цього, автоколони (замовники автозапчастин) намагаються мати резерв запчастин зі значним залишком, що призводить до необґрунтованого утворення запасів довготривалої обіговості. Ці запаси, які потім часто не використовуються, стають фінансовим обтяженням для підприємства, а ресурси, спрямовані на них, могли б бути використані для інших потреб, що приносять прибуток [2; 3].

Основний напрямок вирішення цієї проблеми полягає в системному підході до управління запасами, а саме:

- в аналізі заявок на запчастини;
- в історії фактичних термінів поставок;
- в частоті заміни запчастин та обліку залишків на складі.

На підставі цих даних можна своєчасно формувати оптимальний перелік запасів, які мають високий попит, при цьому мінімізуючи обсяги залишків на складі. Цей підхід дозволяє скоротити витрати на утримання складів та перерозподілити фінансові ресурси, які раніше витрачались на невикористані запаси, на інші потреби підприємства. Такий підхід вимагає ретельного аналізу та планування, а також співпраці всіх рівнів організації [2; 4; 5].

В результаті передбачається підвищення ефективності, економічна стійкість та оптимізація управління запасами, що важливо для подолання негативних наслідків, пов'язаних з надмірними запасами довготривалої обіговості на складах автотранспортного підприємства.

Перелік використаних джерел

1. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту / Міністерство транспорту України. К., 1998. с. 11.

2. Регламент з управління закупками у групі Метінвест, Маріуполь, 2020, с. 93.

3. Планування діяльності автотранспортного підприємства. Турченко М.О., Швець М.Д., Кірічок О.Г., Кристопочук М.Є., Т89, Рівне: НУВГП, 2017, с. 367.

4. Управління запасами на підприємствах / О.В. Іващенко, О.С. Кожевнікова. *Економічний вісник Донбасу*. 2008. № 3. С. 132–135. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecvd_2008_3_22

5. Оптимізація виробничих запасів як джерело скорочення витрат підприємства / О.Ф. Оснач, С.В. Архіпов. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2013. Вип. 1. С. 134–139. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed_2013_1_22

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-167>

**THE METHOD OF QUALIMETRIC QUALITY ASSESSMENT
IMPROVING AS THE PROCESS MANAGEMENT
TOOL MANUFACTURING**

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КВАЛІМЕТРИЧНОГО
ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТУ УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСАМИ НА ВИРОБНИЦТВІ**

Dolzanskiy A.M.

*DSc (Engineering), Professor,
Ukrainian State University
of Science and Technology,
Dnipro, Ukraine*

Должанський А.М.

*д.т.н., професор,
Український державний університет
науки та технологій,
м. Дніпро, Україна*

Bondarenko O.A.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, Ukrainian State
University of Science and Technology,
Dnipro, Ukraine*

Бондаренко О.А.

*к.т.н., доцент,
Український державний університет
науки та технологій,
м. Дніпро, Україна*

Maksakova O.S.

*PhD (Engineering),
Associate Professor, Ukrainian State
University of Science and Technology,
Dnipro, Ukraine*

Максакова О.С.

*к.т.н., доцент,
Український державний університет
науки та технологій,
м. Дніпро, Україна*

При проектуванні виробничих процесів на підприємстві особливе місце займають результати прогнозного оцінювання. Вони виступають

основою для прийняття рішень щодо вибору методів поліпшення та моделювання.

Якість будь-якого об'єкта формується у трьох сферах [1, 2]: при його проектуванні, виготовленні та використанні. Процеси планування та виробництва визначають, здебільшого, перелік властивостей об'єкту, а споживання зумовлено його узагальненою якістю. При такому підході комплексний показник якості Q виступає не тільки моделлю якості, але й об'єктом можливого управління.

Однак існуючі методи оцінювання виробничих процесів потребують удосконалення, оскільки вони не враховують у кількісному вимірі складову якості їх реалізації та розвитку.

Відповідне завдання може бути вирішене методами Кваліметрії з кількісним оцінюванням складових та у цілому – інтегрального показника якості об'єктів в рамках прийнятої експертним шляхом шкали оцінювання. При цьому серед типових задач, які розглядаються у класичній Кваліметрії, важливими є вибір адекватного виду згортки залежності комплексного показника якості від одиничних показників якості та оптимізація кількості врахованих одиничних показників якості [1].

Будь-який об'єкт оцінювання зазвичай аналізують: як систему [1, 2], коли якість об'єкта представляють комплексним показником якості Q , що по суті стає її імітаційною моделлю; підсистемою одиничних показників якості об'єкту Y_i [2, 3], кожен з множини $1 \leq i \leq n$ яких описує якусь одну його властивість.

Важливість Y_i одночасно з їх переліком та незалежно від їх рівнів визначають коефіцієнтами вагомості K_i [1, 3]:

$$\sum_{i=1}^n K_i = 1 \quad (1)$$

Вид функції комплексного показника якості об'єкта прагнуть представити аналітичною формулою виду [1]:

$$Q = \varphi(Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_n; K_1, \dots, K_i, \dots, K_n; n). \quad (2)$$

При відсутності такої формули застосовують штучно сконструйовані вирази на основі одного із середніх зважених: арифметичне, гармонійне, геометричне, квадратичне тощо.

Метою роботи стало удосконалення підходу до визначення раціональної кількості врахованих одиничних показників якості об'єкту та їх впливу на властивості моделі якості.

Теоретично, одиничних показників якості Y_i об'єкту з їх відповідними значеннями K_i може бути необмежена кількість. З одного боку, збільшення кількості врахованих Y_i повніше описує Q . Одночасно, зavelикий рівень деякого малозначущого Y_i може невиправдано

позначитись на Q та знизити адекватність відображення якості об'єкта її моделлю (2) [1].

На практиці експертним шляхом кількість врахованих Y_i обмежують деякою величиною n_0 при $1 \leq i \leq n_0$, а вплив відкинутих малозначущих факторів враховують показником u_0 неповноти опису об'єкта. Тоді для виконання вимог кваліметрії рівняння (1) має бути представленим у вигляді:

$$\sum_{i=1}^n K_i + u = 1 \quad (3)$$

Побудована таким чином цільова функція (2) в рамках «стандартних» задач кваліметрії може бути використана для віддзеркалення наявної якості об'єкту та управління ним.

В процесі такого управління з урахуванням результатів процесів утворення, виготовлення і контролю якості при споживанні об'єкта можуть розглядатися два вектори: забезпечення властивостей об'єкту при максимізації рівня Q_{max} ; прагнення до уникнення ситуації, яка характеризується мінімумом Q_{min} . Ці дві задачі формально можуть бути розв'язані при визначенні екстремуму (максимуму або мінімуму) Q_{ext} . Зазвичай це є результатом розв'язання системи рівнянь:

$$\frac{\partial Q}{\partial Y_1} = 0; \dots; \frac{\partial Q}{\partial Y_i} = 0; \dots; \frac{\partial Q}{\partial Y_{n_0}} = 0 \quad (4)$$

з наступним визначенням $Y_{i,ext}$, сукупність яких зумовлює екстремум Q_{ext} .

Але такий підхід не дозволяє конкретизувати управлінські дії, оскільки у більшості ситуацій одиничні показники якості є наслідком впливів на них інструментів управління X_j з їх множини $1 \leq j \leq m$.

Кожен з X_j через застосування технічних засобів, реалізації фізичних явищ та (або) певних організаційних дій може впливати на один або одночасно – на декілька Y_i , підвищуючи або знижуючи рівні кожного з них.

Враховуючи викладені міркування, функціонал Q , на відміну від моделі (2) якості об'єкту, отримує загальний вигляд:

$$Q = f(X_1, \dots, X_j, \dots, X_m; K_1, \dots, K_i, \dots, K_n; n_0; u_0), \quad (5)$$

де «прихованими» є функції $Y_i = \theta(X_1, \dots, X_j, \dots, X_m, t)$, та враховується показник u_0 .

Відповідна математична задача визначення $X_{j,ext}$ для визначення екстремуму Q_{ext} , на відміну від системи (4), здобуває вигляд:

$$\frac{\partial Q}{\partial X_1} = 0; \dots; \frac{\partial Q}{\partial X_i} = 0; \dots; \frac{\partial Q}{\partial X_m} = 0 \quad (6)$$

з наступним визначенням рівнів інструментів $X_{j,ext}$ управління, сукупність яких зумовлює Q_{max} або Q_{min} .

Цей підхід дозволяє визначити раціональну кількість врахованих одиничних показників якості об'єкту та рівні факторів, що застосовуються для управління його якістю. Метод можна застосовувати для підвищення рівня якості для будь-яких реальних, у тому числі – металургійних об'єктів (продукції, послуг, процесів, систем) оцінювання.

Перелік використаних джерел

1. Должанський А.М., Мосьпан Н.М., Ломов І.М., Максакова О.С. Системи менеджменту якості. Дніпро: «Свідлер», 2017. 563 с.
2. Dolzhanskiy, A.M., Bondarenko, O.A. & Petlyovaniy, Ye.A. Influence of the average weighted estimation type on the dependence of the complex quality index on the parameters of object. *Devices and methods of measurements*, 2017. 8 (4). P. 398–407. doi: 10.21122/2220-9506-2017-8-4-63-67.
3. Dolzhanskiy, A.M., Bondarenko, O.A. & Tatyana Vusatenco Personnel qualimetric assessment of the consumer information center of insurance organization. *Technology audit and production reserves*, 2021. 6/2 (62), P. 25–29. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.243994>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-168>

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF THE STAFF MENTORING PROCESS

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАСТАВНИЦТВА ПЕРСОНАЛУ

Zaitseva D.M.

*student (group 051-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Зайцева Д.М.

*студентка гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Війна в Україні призвела до значних змін у житті суспільства. Багато фахівців були змушені виїхати за кордон, щоб знайти безпеку та

можливості для роботи. Це призвело до того, що підприємства в Україні втратили досвідчених працівників, які забезпечували їх функціонування та розвиток.

Впровадження системи наставництва (mentoring) є одним із способів вирішення цієї проблеми. Наставництво – це процес, у якому досвідчений працівник (наставник) допомагає менш досвідченому працівнику (підопічному) розвиватися в професійному плані.

Проведений огляд сучасних підходів до організації системи наставництва [1–5] дозволяє констатувати, що наставництво як індивідуальний інструмент навчання та розвитку працівників передбачає те, що обидві сторони (і сторона, що надає знання та підтримку, і та, що їх приймає) розвиваються і отримують користь від цього процесу взаємного обміну знаннями та досвідом. Наставництво також служить каналом, через який застосовуються найкращі практики обміну досвідом та розкриття потенціалу працівника, підтримується його мотивація та розвиток компетенцій, зберігається т.зв. «база досвіду та колективної пам'яті організації».

У поточній ситуації для Активів МЕТІНВЕСТХОЛДИНГ задля більш якісної організації системи наставництва можна запропонувати наступні види наставництва:

1. Наставництво один на один.
2. Дистанційне наставництво.
3. Групове наставництво.

Наставництво варто здійснювати за моделлю «Розкажи – покажи – зроби». Ця модель містить у собі 3 основні кроки:

Крок 1 – «Розкажи». Наставник поетапно пояснює виучуваного завдання, основні його моменти і особливості. За допомогою запитань з'ясує, наскільки підопічний розуміє, що йому потрібно робити.

Крок 2 – «Покажи». Наставник показує, що і як потрібно робити. Докладно пояснює весь алгоритм виконання доручення.

Крок 3 – «Зроби». Підопічний виконує завдання. Наставник контролює виявляє помилки, попутно пояснюючи їх причини, просить переробити неякісні етапи. [5]

Отже, наставництво робить акцент на практичну частину, при цьому в ідеалі наставництво може відбуватися безперервно.

Наставник може виконувати різні функції:

– Наставник – уважний помічник. Виявляє увагу і емпатію, підтримує, надихає. Задає питання. Створює довірчі відносини з «учнем»;

– Суворий наставник. Зворотний зв'язок дає чесно, прямо. Інформацію викладає чітко, вимагає чіткого виконання. Може згнатьбити. Вимагає якісного виконання роботи. Він немов кидає виклик, такий наставник може спочатку викликати переляк у «учня». Але така позиція наставника дає можливість в найкоротші терміни зібратися і виконати необхідну роботу [1–5].

Багатьом здається, що наставником може стати кожен. Однак насправді це не так. Ним може стати лише людина, що відповідає певним критеріям. Для визначення кандидатури наставника рекомендується встановити такі критерії відбору:

Критерій 1. Наявність знань і досвіду роботи. Наявність досвіду та високий професіоналізм основні умови, які дозволяють спеціалісту стати наставником. Причому рівень знань наставника має значно перевершувати посадові компетенції його підопічних.

Критерій 2. Вміння передавати знання. Навчати і навчити – це, дві великі різниці. Найпоширеніша помилка коли наставником обирають досвідченого працівника, який має величезний практичний досвід, але передавати все це багатство своїм учням зовсім не вміють.

Критерій 3. Особисте бажання. Всім відомо, що будь-яка справа йде на лад, якщо у виконавця є бажання цим займатися. Якщо наставництво співробітником сприймається як додаткове навантаження, важкий тягар, нічого хорошого з цього не вийде.

Критерій 4. Впливовість. Наставник повинен бути здатний впливати на всіх учасників процесу навчання. Для цього йому необхідно користуватися авторитетом як у керівництва, так і в колективі.

Критерій 5. Відповідальність і організованість. Будь-яку гарну справу можуть занапастити неорганізовані, безвідповідальні люди [5].

Ознайомившись з видами наставництва, функціями наставника та критеріями відбору наставників [1–5] можна зробити висновки, що перевагами наставництва є те, що воно не вимагає відриву від виробничого процесу. А саме те, що протягом усього періоду навчання співробітник залишається на робочому місці і продовжує виконувати свої професійні завдання. Більш того, сам процес наставництва побудований на рішенні типових робочих завдань, завдяки чому автоматично вирішується проблема невідповідності теоретичної підготовки та практичної діяльності. При впровадженні системи наставництва на підприємстві можна розраховувати на: швидке залучення нових працівників до діяльності підприємства; підвищення кваліфікації співробітників; навчання на робочому місці; швидке освоєння новими працівниками корпоративної культури підприємства, цінностей; формування позитивного іміджу соціально орієнтованого підприємства.

Вважаємо, що наставництво може бути корисним для підприємств в Україні в умовах воєнного часу, оскільки:

1) наставник може допомогти молодому працівнику, який нещодавно приєднався до компанії, адаптуватися до нового середовища та освоїти свої обов'язки;

2) наставник може допомогти працівнику на робочому місці, який займається новою для себе сферою діяльності, розвинути необхідні навички та досвід;

3) наставник може допомогти працівнику, який відчуває стрес або тривогу внаслідок війни, впоратися з психологічними викликами.

Отже, впровадження системи наставництва – це інвестиція в майбутнє підприємств в Україні. Ця система допоможе підприємствам зберегти свої знання та досвід, а також розвинути молодих працівників, які будуть формувати майбутнє українського бізнесу.

Перелік використаних джерел

1. Лисак У. Наставництво та коучинг у системі управління персоналом. *Довідник кадровика*. 2010. № 5. С. 82–84.

2. Морозова М. Е. Управління персоналом як стратегічна функція конкурентноздатності вищого навчального закладу. *Проблеми освіти: наук-метод. зб. Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України*. К., 2015. Вип. 82. С. 52–57.

3. Юргіта Домейкієне, Крістіна Якубайте-Ревутієне. Курс на майбутнє: трансформаційна роль наставництва в державних установах України: за матеріалами електронного видання «New Voice» від 11 вересня 2023 р. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/nastavnictvo-v-derzhavnih-ustanovah-shcho-ce-take-tak-hto-cim-zaymayetsya-v-ukrajini-50352061.html> (дата звернення: 20.09.2023 р.).

4. Мері Джейн. Наставництво: значення, програми, цитати та переваги: за матеріалами електронного видання «Businessyield». URL: <https://businessyield.com/uk/careers/mentorship/> (дата звернення: 27.09.2023 р.).

5. Наставництво як метод навчання персоналу (— 5 кроків по впровадженню менторинга в організації + 3 поради як організувати ефективну систему менторства (тьюторства) нових співробітників): за матеріалами електронного видання «Bigenergy». URL: <http://bigenergy.com.ua/fnansi/bznes-dlya-pdpri/969-nastavnictvo-yak-metod-navchannya-personalu--vvedennya-mentoringa.html> (дата звернення: 27.09.2023 р.).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-169>

**THE METHOD OF HIERARCHY ANALYSIS IN DETERMINING
THE PRIORITIES OF INTERNAL COMMUNICATION
IN THE CONDITIONS OF METINVEST SICHSTAL LLC**

**МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ У ВИЗНАЧЕННІ ПРІОРИТЕТІВ
ВНУТРІШНЬОЇ КОМУНІКАЦІЇ В УМОВАХ
ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ»**

Zubavlenko V.V.

*student (group 073-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Dnipro, Ukraine*

Зубавленко В.В.

*студент гр.073-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Дніпро, Україна*

В сучасному бізнес-середовищі, де організації стикаються зі зростаючими вимогами до ефективності та конкурентоспроможності, внутрішня комунікація стає стратегічно важливою. Проблемою є відсутність чіткого планування та оцінки ефективності внутрішньої комунікації, яка може призводити до недорозумінь, втрати продуктивності та низької задоволеності співробітників.

Для вирішення цієї проблеми було використано метод аналізу ієрархій (МАІ) на прикладі діяльності МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ. З метою визначення пріоритетів, ідентифікації проблем та можливостей для покращення.

В ході дослідження було проведено аналіз внутрішньої комунікацій організації. Для збору даних були використані різноманітні методи, включаючи інтерв'ю з керівництвом, співробітниками, анкети, аналіз статистичних даних, ревізію документів та аналіз внутрішніх ресурсів організації. На основі зібраних даних були сформовані критерії оцінки внутрішньої комунікації, такі як зміст повідомлень, якість повідомлень, способи доставки повідомлень, ефективність комунікації між підрозділами, задоволеність співробітників, залученість співробітників, якість комунікації. Також були сформульовані альтернативи та можливі шляхи (рис. 1) покращення внутрішньої комунікації, які підлягали оцінюванню.

За допомогою методу аналізу ієрархій (МАІ) було призначено вагу кожному з критеріїв та альтернативами. Вага відображала важливість

кожного критерію у контексті внутрішньої комунікації та стратегії її покращення.

На основі призначеної ваги та результати аналізу були прийняті та обґрунтовані рішення щодо пріоритетів та стратегій для подальшого покращення внутрішньої комунікації, визначено ті аспекти які потребують найбільшої уваги та вдосконалення.

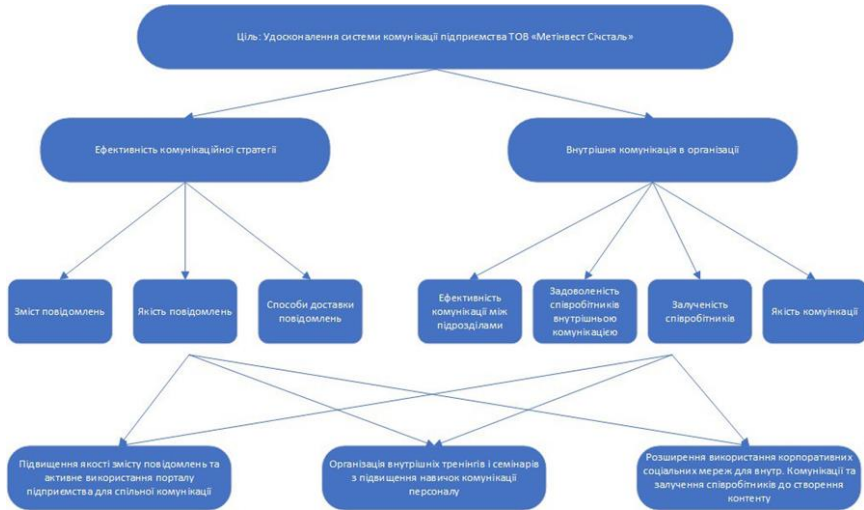


Рис. 1. Ієрархічна структура оцінки альтернатив покращення системи комунікації

На заключному етапі дослідження було розроблено рекомендації та плани для впровадження обраної стратегії покращення внутрішньої комунікації із урахуванням всіх отриманих аспектів.

Застосування методу аналізу ієрархій (МАІ) вирішує:

- 1) проблематику виявлення ключових критеріїв оцінки діяльності системи внутрішніх комунікацій;
- 2) аналіз дозволяє визначити найбільш важливі аспекти та ті, які найбільше потребують вдосконалення;
- 3) аналіз дозволяє здійснити обґрунтований вибір подальшого напрямку вдосконалення комунікацій;
- 4) використання МАІ робить процес управління внутрішніми комунікаціями систематизованим.

Перелік використаних джерел

1. Водяник М. Оцінка маркетингової політики комунікацій: метод аналізу ієрархій. *Економіка і суспільство*. 2017. Вип 10. С. 213–221.
2. Метеленко, Н.Г. Моделювання процедур прийняття управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства. *Економіка промисловості*. 2010. № 3. С. 110–116.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-170>

**MARTIAL LAW INFLUENCE ON STAFF TURNOVER:
CAUSES ANALYSIS AND CONSEQUENCES IN THE CONDITIONS
OF “SOUTHERN MINING AND CONCENTRATION
COMBINATION” JOINT STOCK COMPANY**

**ВПЛИВ ВОЄННОГО СТАНУ НА ПЛИННІСТЬ КАДРІВ:
АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА НАСЛІДКІВ В УМОВАХ АТ «ПІВДЕННИЙ
ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»**

Kiblyk M.V.

*student (group 073-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кіблик М.В.

*студент гр. 073-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Воєнний стан завжди створює надзвичайну ситуацію, яка впливає на всі сфери життя суспільства, включаючи бізнес і трудовий ринок. Один із ключових аспектів, які варто дослідити, це вплив воєнного стану на плинність кадрів. Я провів аналіз причин і наслідків цього впливу, зокрема в контексті сучасних умов в АТ «ПІВДГЗК». Однією з головних причин впливу воєнного стану на плинність кадрів є загальний стрес і невизначеність, які супроводжують військові конфлікти. Це може призвести до того, що працівники починають розглядати можливість зміни робочого місця або навіть виїзду за кордон, щоб забезпечити свою безпеку і безпеку своїх сімей.

Додатковою причиною є можливі обмеження свободи руху та доступу до робочих місць через зони воєнних дій в різні проміжки часу,

що ускладнює роботу підприємств і може призвести до скорочення робочих місць або переведення працівників на дистанційну роботу.

Управління персоналом організації пов'язано з його не приривним рухом, який відбувається як в середині організації (внутрішній), так і зовні (зовнішній) між організацією та іншими інституціями. Кожний з видів руху персоналу має свої особливості та по своєму впливає на персонал і на діяльність організації в цілому. Управління рухом персоналу на рівні організації реалізується через політику управління персоналом. Саме вона, визначає рух та впливає на нього, а також на управлінські рішення пов'язані з ним. Індикаторами руху персоналу виступають показники оцінки його руху. Які є інструментом аналізу стану управління персоналом на рівні організації, відображаючи динаміку руху персоналу, виступаючи інструментарієм оцінки ситуації, результатів проведеної роботи, прийнятих управлінських рішень, і одночасно являються важливим інструментом перетворень, розвитку, базою для розрахунків та прогнозування управлінських рішень пов'язаних з рухом персоналу для побудови, корегування, поліпшення політики управління персоналом організації. Являючись дзеркалом, що відображає стан системи управління персоналом організації, менеджменту та управління організацією в цілому проаналізовано плинність кадрів в АТ «ПВДГЗК» за 2020–2023 роки проведено опитування певних категорій працівників. Встановлено основні причини появи плинності працівників (рис. 1), що дозволить ефективніше здійснювати управління плинністю персоналу на підприємстві [1].



Рис. 1. Причини збільшення плинності кадрів

Джерело: розроблено автором на основі опитування

Як видно з (рис. 1) наслідками впливу воєнного стану на плинність кадрів є збільшення обсягу текучості персоналу (рис. 2). Багато працівників можуть виходити зі своїх посад у пошуках стабільності та безпеки. Це може створити проблеми для підприємства, особливо якщо втрати кваліфікованих спеціалістів великі.



**Рис. 2. Графік рівня плинності кадрів, %
(дані на 2023 рік – прогноз)**

Джерело: розроблено автором на основі вихідних даних

Як видно з графіка представленого на (рис. 2) плинність кадрів в організації важко передбачити, як і плинність військових дій під час воєнного стану, організації необхідно вжити заходів для її зниження. Для цього можна впровадити наступні заходи – створити додаткові безпечні умови праці, забезпечити достатню заробітну плату і соціальні гарантії, створити позитивний психологічний клімат, надавати підтримку працівникам. Додатково, вплив воєнного стану може вплинути на рішення щодо інвестицій і розвитку підприємства, оскільки невизначеність та ризики можуть зменшити інтерес інвесторів [2].

Вплив воєнного стану на плинність кадрів є складною проблемою, яка вимагає уважного аналізу та стратегічного планування від підприємств. Важливо враховувати потреби та інтереси працівників під час кризових ситуацій та розробляти стратегії для збереження кваліфікованого персоналу. Також слід відзначити, що вплив воєнного стану може виявити і позитивний вплив на розвиток деяких секторів, якщо підприємства зможуть адаптуватися до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Перелік використаних джерел

1. Балабанюк Ж.М., Аналіз показників руху персоналу організації. *Ефективна економіка*. 2011. № 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=650> (дата звернення: 01.10.2023).
2. Гірман А. П., Ростовська А. Ф. Нематеріальна мотивація банківського персоналу як чинник впливу на плінність кадрів. *Приазовський економічний вісник*. 2019. № 1 (12). С. 153–157.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-171>

ENHANCING THE EFFICIENCY OF ENTERPRISE TRANSPORT SERVICE PROCESSES BY USING INTERACTIVE DASHBOARDS

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ДАШБОРДІВ

Kovalenko O.V.

*student (group 051-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Scientific Supervisor: Zherlitsyn D.M.

*DSc (Economics), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Коваленко О.В.

*студент гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Науковий керівник: Жерліцин Д.М.

*д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Сучасні під'їзні колії промислових підприємств забезпечують близько 80% переробки всього вантажообігу залізниць. За оцінками експертів, ефективна організація логістичних процесів забезпечує зниження витрат мінімум на 3–7%, однак частка витрат може значно збільшитися, якщо процеси реалізовані не ефективно. Наприклад, у світовій практиці, у загальному обороті вагонів на під'їзних коліях промислових підприємств непродуктивні простой, що обумовлені виникаючими між операційними простоями сягаються 40%, а простоями у накопиченні рухомого складу – до 25% [1; 2].

Управління транспортними послугами підприємства відноситься до складних технологічних процесів, які характеризуються багато-задачністю, динамічністю вхідного виробництва і обмеженістю часу на прийняття рішень. У багатьох випадках оперативна обстановка по обороту вагонів на підприємстві відома тільки прийомздавальнику вантажу та багажу, який безпосередньо не впливає на прийняття рішень у процесі перевезення. Диспетчерський персонал, який керує процесом перевезення, отримує неактуальну інформацію, із запізненням або не отримує її зовсім, як наслідок, координація дій служб, цехів і майстерень основного виробництва на низькому рівні. Оскільки результати оперативної роботи підсумовуються та передаються, в кращому випадку, двічі на добу, чого вкрай недостатньо для ефективної роботи транспорту. Аналіз вантажообігу вагонів проводиться фактично після здачі вагонів у дорогу, коли вже допущені негативні відхилення в перерахунку на нормативний час обороту вагонів, допущене нерациональне використання вагонів та локомотивів і виправити ситуацію неможливо. Тобто, ефективне керівництво процесами транспортного обслуговування підприємства неможливе без створення інформаційної системи управління, яка забезпечить оперативний онлайн-моніторинг місцезнаходження та стану рухомого складу.

Сучасні інформаційні системи управління часом перебування вагонів на промисловому підприємстві включають в себе різні технології та методи ефективного контролю і оптимізації руху вагонів, а саме:

1. Автоматизовані системи моніторингу, що передбачають використання датчиків, радіочастотної ідентифікації FRID або GPS датчиків для відстеження місцезнаходження вагонів в режимі реального часу. (Слід зазначити, що дані технічні рішення вимагають суттєвих інвестицій).

2. Аналіз даних про вантажообіг вагонів на станціях і технологічних об'єктах за допомогою класичних аналітичних методів, який дозволить розрахувати оптимальний час перебування вагонів під технологічними операціями, скоротити між операційні простоті і оптимізувати весь технологічний процес.

3. Можливість оперативного управління системою при контролі змін розташування рухомого складу.

Інформаційно-диспетчерська система (IDS) є потужним інструментом автоматизації транспортних процесів з моменту передавання вагону на під'їзну колію підприємства до здачі на залізницю. IDS за бажанням оператора дозволяє відображати різні форми звітності по роботі з вагонами. Дана система збирає, зберігає і

обробляє величезну кількість інформації, необхідної для прийняття оперативних рішень. Слід зазначити, що користувачі стикаються з необхідністю перегляду та аналізу даних зручним і зрозумілим способом. Ось тут і виникає необхідність в створенні інтерактивних дашбордів для підвищення ефективності системи транспортного обслуговування підприємства у цілому.

Дашборди дозволяють поліпшити управління даними, приймати обґрунтовані рішення та оптимізувати процеси. Ця оперативна інформація потрібна не тільки диспетчерській службі УЗТ, а й керівникам управління залізничного транспорту, а також безпосереднім керівникам залізничних станцій. По мірі внесення та оновлення інформації про вагони загальної мережі, система буде порівнювати заплановані показники з реальними, виділяти «вузькі місця» і відправляти електронні листи учасникам процесу для прийняття оперативних управлінських рішень.

Для реалізації проекту пропонується розробити норми часу основних технологічних операцій з вагонами, що відповідає основній технологічній операції – рис. 1.

Кожна з представлених на рис. 1 операцій вимагає детальної інформації з рухомого складу, які безпосередньо впливають на відхилення від нормативних показників в процесі роботи. Крім аналізу основних технологічних операцій, додатково оцінки вимагає робота станцій підприємства і виконання операцій на вантажних фронтах з подробицями причин відхилень від норми.

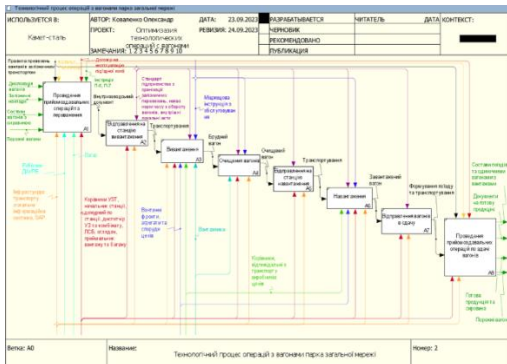


Рис. 1. Основні технологічні операції з вагонами в системі транспортного обслуговування підприємства

Таким чином, економічна ефективність від впровадження та використання системи інтерактивних дашбордів щодо транспортного обслуговування підприємства буде залежати від результатів їх використання та відповідних змін у системі прийняття рішень. Зокрема, в рамках промислових підприємств впровадження інструменту дозволить знизити термін обігу і збори за використання вагонів мінімум на 3–7%. Слід зазначити, що представлені рекомендації носять універсальний характер та можуть бути використані на будь-яких підприємствах.

Перелік використаних джерел

1. Кривов'язюк І.В., Сидорчук І. С. Цифрові трансформації та управління логістикою промислового підприємства. *Наукові тренди постіндустріального суспільства: матеріали III Міжнародної наукової конференції*, м. Дніпро, 21 жовтня, 2022 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа, 2022. С. 36–38. <https://doi.org/10.36074/mcnd-21.10.2022>
2. Paksoy, T., Kochan, C.G., & Ali, S.S. *Logistics 4.0: Digital Transformation of Supply Chain Management*. NY: Taylor & Francis Group, LLC. 2020. 368 p. <https://doi.org/10.1201/9780429327636>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-172>

**SEARCHING FOR OPPORTUNITIES TO IMPROVE THE SYSTEM
FOR ASSESSING THE COST OF STRATEGIC INVESTMENT
PROJECTS AT METINVEST SICHSTEEL LLC**

**ПОШУК МОЖЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ
ОЦІНКИ ВАРТОСТІ СТРАТЕГІЧНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ
ПРОЄКТІВ В УМОВАХ ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ»**

Kononiuk D.V.

*student (group 073-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кононюк Д.В.

*студент гр. 073-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Latysheva O.V.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Латишева О.В.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Проблема. Згідно дослідження Project Management Institute (США) тільки 30% проєктів реалізуються згідно запланованому обсягу витрат [1], решта перевищує бюджет проєкту, іноді в рази. Саме тому прагнення до забезпечення ретельного планування та грамотного розподілу коштів на інвестиції в майбутній стійкий розвиток, вмиле прогнозування, оцінювання та відбір портфелю інвестиційних проєктів є невід'ємними складовими успішної діяльності підприємства з управління проєктами.

Одним із таких підприємств, що спеціалізується на управлінні і реалізації стратегічних інвестиційних проєктів в гірничо-металургійному секторі є компанія «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ».

В умовах постійних змін та стрімкого розвитку нових технологій, система оцінки вартості проєктів компанії має враховувати сучасні тренди в світі інновацій, діджиталізації та реінжинірингу бізнес-процесів, а також запозичувати кращі світові підходи і ідеї, бути міцним стовпом успішної діяльності підприємства.

Метою дослідження є визначення засад формування та пошук можливостей удосконалення процедури оцінки вартості стратегічних інвестиційних проєктів в організації як основи для прийняття

обґрунтованих управлінських рішень з підвищення їх операційної ефективності.

Дослідження. Проведений аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища впровадження *стратегічних* інвестиційних проєктів компанії дозволяє визначити деякі ключові моменти, які потрібно врахувати для забезпечення якості оцінки таких проєктів.

Результати проведеного SPACE-аналізу (рис. 1) на підставі даних підприємства дозволяють констатувати, що компанії завдяки успішно впровадженню проєктам операційних покращень вдалося змінити захисну стратегію на більш конкурентну позицію (хоч й нестабільну, оскільки критичним залишається чинник – «фінансовий потенціал», й тому необхідно шукати можливості мінімізації загроз, пов'язаних з високою вартістю ресурсів та послуг).

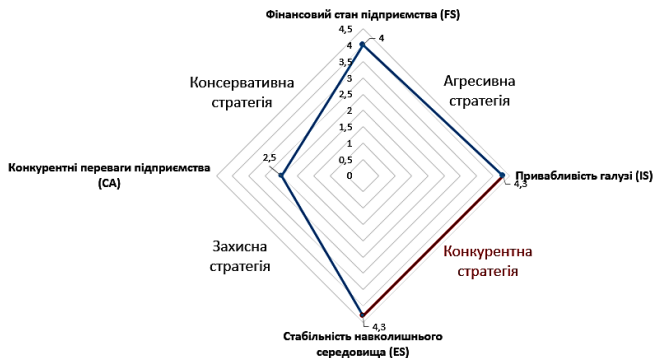


Рис. 1. Матриця стратегічного положення підприємства

Результати проведеного методом якісного оцінювання настання ризику «краватка-метелик» аналізу встановлюють найбільш впливовий фактор ризику події – «низький рівень якості» (рис. 2) дозволили визначити шість основних причин та наслідків настання події, а також ранжувати заходи для подолання негативних чинників.

Оскільки фактор «переосмислення та оновлення процедури оцінки вартості» прямо впливає на чотири з шести причин і на всі наслідки, то він є найважливішим чинником забезпечення як можливого усунення причин настання негативних подій, так й мінімізації наслідків від настання цих подій.

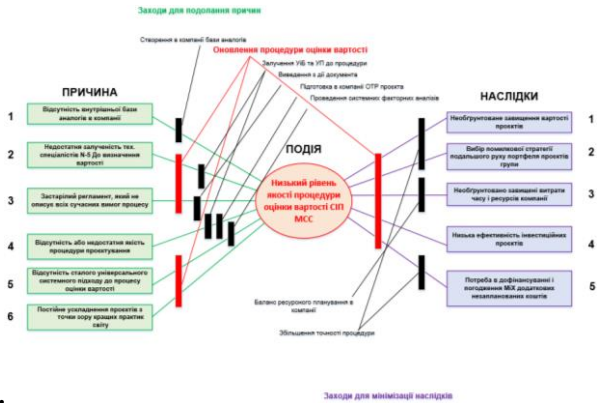


Рис. 2. Діаграма за методом «краватка метелик»

Для усунення відхилень та більш точного прогнозування бюджету проекту була розроблена «Процедура управління якістю оцінки вартості проектів» [2]. З початку 2023 року в компанії також створена фокус-група, яка працює над підготовкою пілотного проекту бази даних оцінки бюджетів попередніх реалізованих проектів. Збирається повна інформація по вартості всіх категорій обладнання. В якості інструментальної програмної основи прийнята програма MS Power BI. Така система дозволить активніше застосовувати метод бенчмарків, а в якості аналогів використовувати дані своїх кращих практик.

Автором запропонована оптимізація бізнес-процесу «Розробка бюджету стратегічного інвестиційного проекту компанії (рис. 3), яка дозволила визначити «больові точки» у перебігу цього процесу та можливості їх подолати.

Запропонована процедура (рис. 3) має відбуватися за оновленим документом [2]. Після офіційного затвердження оновленої процедури визначений перший стратегічний проект і почата процедура розрахунку вартості за оновленою системою.

За очікуваннями авторів, оновлена процедура знизить кількість помилок оцінки бюджетів проектів на першому етапі на 25%.

Таким чином, діаграма в нотації IDEF0 TO BE наочно демонструє зони і рівень удосконалень поточного процесу оцінки вартості проекту.

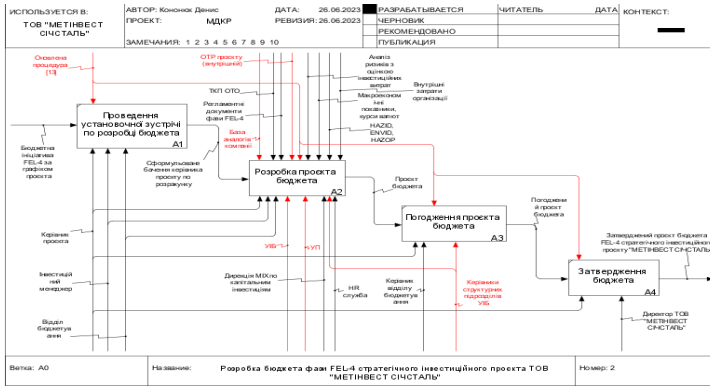


Рис. 3. Діаграма в нотатії IDEF0 TO BE

Висновки. Оновлена система покликана вирішити одразу декілька недоліків поточної ситуації:

1. Зменшити помилки в розрахунках за рахунок більш досконалого програмного забезпечення;
2. Зменшити трудовитрати, за рахунок більш структурної та наочної методології;
3. Підвищити швидкість розрахунків бюджетів;
4. Дасть можливість on-line моніторингу процесу;
5. Створить на майбутнє корисну базу даних для подальших розрахунків з оновленням та актуалізацією даних;
6. Впровадить швидку та наочну систему презентації розрахунків без спеціальної підготовки.

Перелік використаних джерел

1. Project Management Institute (PMI). URL: <https://www.pmi.org>
2. 2023-MSS-PC-PM-000-042-00-UA. Процедура управління якістю оцінки вартості проектів в ТОВ «МЕТИНВЕСТ СІЧСТАЛЬ». Дніпро: 2023. 14 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-173>

**MANAGEMENT PECULIARITIES OF LONG-TERM STOCK
IN THE MINING AND CONCENTRATION
COMPANY CONDITION**

**ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ДОВГООБЕРТОВИМИ
ЗАПАСАМИ В УМОВАХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО
КОМБІНАТУ**

Latysheva O.V.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Латишева О.В.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Vyshniakova K.S.

*student (group 051-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Вишнякова К.С.

*студентка гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Довгообертові запаси – це товарно-матеріальні цінності, які знаходяться на складі підприємства і не використовуються в процесі виробництва або не реалізовані протягом тривалого періоду часу.

Проведений аналіз наукової літератури [1; 3 та ін.] та власний професійний досвід дозволяє констатувати, що зниження рівня довгооберткових запасів є важливою задачею для більшості вітчизняних підприємств гірничо-збагачувального комплексу, оскільки це дозволяє зменшити витрати та відповідно підвищити ефективність бізнесу.

Напрямами зниження рівня довгооберткових запасів на підприємстві можуть бути наступні:

1. Управління запасами. Один з головних факторів, що впливають на рівень довгооберткових запасів, – це недостатня ефективність управління запасами. Підприємство може зменшити рівень запасів, використовуючи методи управління запасами, такі як «Just-In-Time» (за потребою), «ABC – аналіз» (класифікація запасів за значущістю), «EOQ» (економічний розмір замовлення) та інші, що сприяють підвищенню ресурсовіддачі, бізнес-ефективності та зниженню витрат. Метод «Just-In-Time» базується на концепції отримання матеріалів саме в потрібний

момент і в потрібній кількості для виробництва товарів. Цей підхід дозволяє уникнути зайвого накопичення запасів і знижує затрати на зберігання і управління запасами. В результаті цього підприємство може зосередитися на підвищенні продуктивності та якості, зниженні циклічних запасів та покращенні реакції на зміни в попиті.

ABC-аналіз використовується для класифікації запасів на основі їх значимості і вартості. Зазвичай товари поділяються на кілька категорій: «А» – найважливіші та найцінніші, «В» – менш важливі та менш цінні, і «С» – найменш важливі та найменш цінні. Цей аналіз дозволяє підприємству фокусуватися на оптимізації управління найважливішими товарами, тим самим зменшуючи запаси і затрати.

EOQ визначає оптимальний розмір замовлення, який мінімізує загальні затрати на утримання запасів, замовлення і дефіцит. Цей метод враховує вартість замовлення, вартість утримання запасів і швидкість поповнення запасів.

Крім того, варто приділити увагу управлінню ремонтними запасами, оскільки дуже важливо мати точну інформацію про те, які запаси є необхідними для ремонту різних типів обладнання та машин. Діюча на підприємстві інформаційна система управління запасами, наприклад, повинна допомагати відстежувати кількість і тип запчастин, що потрібні для ремонту кожної машини. Також, важливо розробити стратегію для зменшення запасів, яка відповідає потребам компанії, згідно якої розглядаються всі можливості використання запасів з техніки, яка більше не використовується, або збільшення частоти діагностики техніки, щоб зменшити час на ремонт та тим самим зменшити кількість запасів, які потрібно зберігати.

Щодо запасів, які використовуються для ремонту та обслуговування, важливо розробити дійову автоматизовану систему моніторингу та контролю цих запасів (їх наявності, місць їх зберігання та переміщення, рівня їх використання), щоб мати точну інформацію про те, наприклад, які запаси є необхідними для ремонту різних типів обладнання та машин, що допоможе відстежувати кількість і тип запчастин, що потрібні для ремонту кожної машини.

2. Прогнозування попиту. Оскільки довгообертові запаси зберігаються на підприємстві тривалий час, важливо мати точні прогнози попиту на продукцію. Це дозволяє підприємству зменшити рівень запасів, забезпечуючи достатню кількість товарів тільки в періоди пікового попиту.

3. Мінімізація часу циклу – часу, який потрібен від початку виробництва до отримання та реалізації готової продукції. Підприємство

може зменшити час циклу, використовуючи сучасні методи Lean-виробництва, такі як: методологія «Kanban» та/або «Just-In-Time».

4. Партнерство з постачальниками, що може допомогти підприємству зменшити рівень запасів. Якщо постачальник може швидко доставляти товари, підприємство може зменшити рівень запасів, забезпечуючи достатню кількість товарів за потребою.

5. Аналіз поточного стану бізнес – процесів та їх подальша оптимізація, що також допомагає знайти можливості для зменшення запасів завдяки, наприклад, оптимізації логістики, виробничого процесу, зменшення кількості відходів тощо.

6. Проведення уніфікації (стандартизації) запасів на підприємстві також дозволяє зменшити кількість різних видів ТМЦ, що зберігаються на складі, і замінити їх на один стандартний вид.

Отже, ці напрями можуть бути використані окремо або в комбінації для досягнення максимального ефекту внаслідок зниження її рівня довгообертових запасів і з метою не допустити перерв в виробництві та простою обладнання. При цьому варто враховувати специфіку бізнес-процесів гірничо-збагачувального комбінату, його можливості вчасно реагувати на будь-які зміни, масштаби та строки постачання тощо.

Перелік використаних джерел

1. Шкрабак І.В., Латишева О.В., Шевченко Н.Ю. Управління матеріальними ресурсами в бізнес – процесах гірничо-металургійних компаній на засадах Perfomance Management. *Економічний вісник Донбасу*. Вип. 3 (69). 2022. С. 66–73.

2. Stock management. What is stock management? Web-site «SumUp»: dictionary. URL: <https://www.sumup.com/en-gb/invoices/dictionary/stock-management/> (Accessed 10 May 2023).

3. Puja Lalwani. What is performance management? Definition, Process, Cycle, and Best Practices for Planning. 2022. URL: <https://www.spiceworks.com/hr/performance-management/articles/what-is-performance-management/> (Accessed 10 May 2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-174>

CREATIVITY AS A KEY TO THE SUCCESS OF OPERATIONAL EFFICIENCY PROJECTS

КРЕАТИВНІСТЬ ЯК ФАКТОР УСПІХУ ПРОЄКТІВ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Latysheva O.V.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Латишева О.В.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Креативність є важливим елементом забезпечення успіху реалізації проєктів підвищення операційної ефективності бізнесу. Різні компанії в різних сферах діяльності в певний час вимушені були шукати та використовувати креативні підходи до вирішення проблем забезпечення операційної ефективності бізнесу.

У топ-менеджменті успішних компаній [2; 3] фокус уваги все більш зміщується на пошук талантів серед співробітників, які здатні генерувати нестандартні способи вирішення проблем, спроможні реалізовувати креативні ідеї для забезпечення ефективності бізнесу. Креативні співробітники мають здатність бачити нові можливості бізнесу, можуть пропонувати нестандартні підходи оптимізації виробничих процесів, зниження витрат, покращення якості продукції тощо [2; 3].

Вже сформована потужна наукова база методів розвитку навичок нестандартного (креативного) мислення серед персоналу компаній (метод мозкового штурму (Brainstorming), метод «6 капелюхів мислення» Едварда де Боно, метод SCAMPER, техніки аналогій та рефрамінгу, використання Mind Mapping та інші).

В цьому контексті, наприклад, професорка бізнесу в Колумбійському університеті Шина Айенгар (Sheena Iyengar) в своїй новій книзі пропонує метод вирішення складних проблем усіх видів – «Think Bigger», який складається з наступних кроків [4]:

Крок 1: Виберіть проблему, яка має бути достатньо складною, щоб її ніхто раніше не вирішував, але не настільки амбітною, щоб рішення залишалося фантазією.

Крок 2: Розбийте її на складові. Будь-яка велика проблема складається з безлічі менших. Відповідно, аби вирішити велику проблему, визначте і вирішіть менші проблеми. Складіть докладний список підпроблем, а потім скоротіть його до 5-7 ключових, тому що саме з таким рівнем складності одночасно може впоратися людський розум.

Крок 3: Порівняйте бажання. Тепер у вас є ваша проблема та її розбивка. Перш ніж розпочати пошук елементів рішення, потрібно зробити крок назад і зрозуміти загальну картину. На цьому кроці ви визначаєте три ключові групи і те, чого вони хочуть від рішення: це ви, ціль вашого рішення і треті сторони, які важливі для втілення рішення в життя. Ви перелічете потреби всіх трьох груп, порівнюєте їх, а потім використовуєте цей аналіз, щоб допомогти вибрати один із декількох варіантів рішення, які ви створюєте. Критерієм вибору слугуватиме ваша оцінка «загальної картини».

Крок 4: Шукайте нестандартні рішення. Складіть список цих рішень. Зберіть те, що працює, з різних джерел і навіть епох [4].

Крок 5: Карта вибору. Новатори, як правило, виділяють одне рішення, яке вони втілюють у життя. Але реальність така, що вони випробовують різні комбінації, принаймні в думках, перш ніж прийти до найкращого рішення. Вони схильні забувати попередні перестановки. Метод «Think Bigger» виводить їх на перший план: ви продовжуєте рухатися і перевертати шматочки, доки – еврика! – не з'явиться ціле. Тобто, на цьому етапі ви складаєте всі частини пазлу, комбінуйте і перекомбінуйте, поки вони не стануть на свої місця.

Крок 6: «Трете око». Тепер у вас є ідея, яка схожа на спалах осяяння. Але що це за ідея? Чим вона відрізняється від того, що вже існує? «Трете око» – це реальний феномен робочої пам'яті, коли образ формується в свідомості. Ви не просите інших судження про якість вашої ідеї, ви хочете знати, що вони бачать у вашій ідеї, щоб допомогти вам самим краще її пізнати. Таким чином, ви розвиваєте свою ідею і визначаєте, чи дійсно вона здатна надати користь [4].

Недарма усесвітньо визнаний експерт у галузі розв'язання проблем і впровадження змін (займає почесне місце в міжнародному рейтингу «20 мислителів сучасності») Томас Веделл-Веделлсборг (Thomas Wedell-Wedellsborg) звертав увагу на той факт, що щодня розумні й талановиті люди по всьому світі припускаються помилок лише тому, що розв'язують не ті проблеми. Через це з'являються мобільні застосунки, якими ніхто не користується, відкриваються заклади, які стоять порожніми... Бізнес втрачає час і гроші. Томас Веделл-Веделлсборг впевен, що усього цього можна уникнути, якщо освоїти рефреймінг –

уміння переформулювати проблеми, ставлячи правильні запитання на етапі планування. Тоді ухвалені рішення будуть ефективними, ідеї креативними, а ризики мінімальними [5].

Отже, в сучасному бізнес-середовищі креативність набуває особливого значення для вирішення складних завдань. Креативність – це не лише здатність генерувати унікальні ідеї, але й здатність бачити можливості в найбанальніших ситуаціях. У контексті операційної ефективності, це означає вміння підходити до проблеми з нестандартного ракурсу та знаходити неочікувані рішення. По-перше, креативність дозволяє підприємствам ідентифікувати «больові точки» та відповідно по-новому подивитися «зони для покращення», які можуть бути непомітними при традиційному підході. Наприклад, у виробництві, це може бути звичайний виробничий бізнес-процес, який за допомогою креативного мислення може бути оптимізований та прискорений. По-друге, креативність важлива для розробки та впровадження нових технологій та методів виробництва чи обслуговування, які можна удосконалити завдяки креативному підходу до проблеми. У кінцевому підсумку, креативність стає ключовим елементом в управлінні операційною ефективністю бізнесу, оскільки дозволяє підприємствам не лише підтримувати конкурентоспроможність, але і виходити на новий рівень розвитку.

Перелік використаних джерел

1. Muhamad Mazla, Mohd Khata Bin Jabor, Kashif Tufail, Amir Faisal Noor Yakim, Hanim Zainal. (2020) The Roles of Creativity and Innovation in Entrepreneurship. ATLANTIS-PRESS. (Available at: 15 September 2023) URL: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icosd-19/125944672> (Available at: 15 September 2023)
2. Mark Talmage-Rostron (2023) Importance of Creativity & Innovation in Entrepreneurship 2023. Nexford University. Vol. at 08.02.2023. URL: <https://www.nexford.edu/insights/creativity-innovation-in-entrepreneurship> (Available at: 15 September 2023).
3. Sheena Iyengar. Think Bigger. Columbia Business School Publishing. 2023. p. 300. URL: <https://bit.ly/3pLkJxo> (Available at: 15 September 2023).
4. Томас Веделл-Веделлсборг. У чому ваша проблема? Мистецтво нешаблонного мислення. Видавництво: "Vivat", 2023. с. 211. (<https://www.management.com.ua/books/view-books.php?id=3042>)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-175>

**ANALYSIS OF METHODS OF FORECASTING VOLUMES
OF ROLLED METAL DEMAND**

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ
ПОПИТУ МЕТАЛОПРОКАТУ**

Lyashenko S.V.

*student (group 122-22-2m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Ляшенко С.В.

*студент гр. 122-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Mints O.Yu.

*DSc (Economics), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мінц О.Ю.

*д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Bezruk R.I.

*Head of Sales,
LLC "METINVEST-SMC",
Kyiv, Ukraine*

Безрук Р.І.

*керівник напрямку з продажів,
ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ»,
м. Київ, Україна*

Прогнозування продажів – важливий елемент в веденні бізнесу, який допомагає передбачити майбутній попит на продукцію. Знаючи на що буде попит – бізнес завчасно може забезпечити свої складські запаси необхідним сортаментом в очікуванні попиту та підвищити свій дохід.

Під час дослідження методів прогнозування обсягів попиту металопрокату в ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ» було з'ясовано, що для прогнозування попиту металопрокату використовується метод на основі аналізу трендів та статистичних даних.

При аналізі статистичних даних найбільше звертається увага на попит металопрокату за останні три місяці, потім використовуючи аналіз трендів створюється прогноз, який здебільшого нагадує інтуїтивний метод.

Розглянемо приклад який відображає прогнозування попиту за допомогою середнього значення за останні три місяці (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати застосування існуючих методів прогнозування попиту
(одиниці вимірювання умовні)**

Період	1	2	3	4	5	6	7	8
Факт попиту	100,000	150,000	140,000	165,000	80,000	120,000	60,000	180,000
Прогноз попиту	100,000	150,000	140,000	130,000	130,000	130,000	122,000	122,000
Різниця попиту				-35,000	50,000	10,000	62,000	-58,000
Період	9	10	11	12	Загалом	Середнє	+/-	-/-
Факт попиту	160,000	120,000	160,000	180,000	1615,000	134,583	–	–
Прогноз попиту	122,000	133,000	133,000	133,000	1545,000	128,750	–	–
Різниця попиту	-38,000	13,000	-27,000	-47,000	[340,000]	[37,777]	70,000	205,000

З табл. 1 видно, що при такому прогнозуванні загальна помилка склала у середньому майже 38 пунктів на місяць. Фактичний попит з урахуванням знаку за весь період виявився більший за прогнозований на 70 пунктів. При цьому фактично втрати бізнесу будуть більшими, якщо врахувати лише від'ємні значення різниці попиту від прогнозу. За табл. 1 це означає втрати в 205 пунктів за 9 місяців прогнозування. Якщо перевести умовно взяті значення на тисячі тон металопрокату, то середні втрати становитимуть 22 777 за один місяць.

При дослідженні методів прогнозування обсягів попиту металопрокату було виявлено, що історичні дані реалізації металопрокату зберігаються в компанії. Це дає можливість використання більш точних методів прогнозування попиту металопрокату, заснованих на аналізі історичних даних [1].

Відсутність сталості попиту металопрокату, вказує на наявність складних внутрішніх взаємозалежностей. Це призводить до того, що простіші методи прогнозування виявляються недостатньо ефективними. Таким чином доцільно розглянути підхід в прогнозуванні попиту металопрокату за допомогою використання методів машинного навчання, зокрема – нейронних мереж.

Враховуючі потенційні переваги нейронних мереж у задачах прогнозування [2], можна очікувати більш точні короткочасні прогнози можливого попиту продукції на наступний місяць/квартал для своєчасного коригування складських запасів продукції та своєчасної закупівлі необхідних позицій, щоб задовольнити попит як найбільше клієнтів. Такий прогноз також допоможе відділу з продажів звернути увагу на окремі позиції асортименту продукцію чи окремого клієнта та враховувати сезонні зміни, сталість попиту та реакції на зміну ринку.

Можливість гнучкого прогнозування допоможе бізнесу більш краще реагувати на зміни попиту та підвищити точність його прогнозування, що в свою чергу допоможе збільшити продажі металопрокату.

Таким чином дослідження методів прогнозування попиту металопрокату на прикладі ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ» показало, що наразі компанія використовує найпростіші методи прогнозування. Для підвищення точності прогнозу та збільшення ефективності бізнесу рекомендовано розглянути більш складніший метод прогнозування на основі нейронних мереж.

Перелік використаних джерел

1. Мінц О. Ю. Методологія моделювання інноваційних інтелектуальних систем прийняття рішень в економіці: монографія. Маріуполь: ПДТУ, 2017. 214 с.

2. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-176>

COUNTERPARTY COMPLIANCE RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT METHODS

ОЦІНКА КОМПЛІАНС-РИЗИКІВ КОНТРАГЕНТІВ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ НИМИ

Mints O.Yu.

*DSc (Economics), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мінц О.Ю.

*д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Fokin Ye.A.

*student (group 051-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Фокін Є.А.

*студент гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

«Комплаєнс» (compliance) – це термін, який використовується для позначення дотримання організацією або особою вимог законодавства, норм, стандартів, правил та політик, та охоплює різні аспекти, такі як фінансові, юридичні, етичні, медичні, технічні, а також стосується вимог

регулюючих органів. Мета роботи – визначити основні методи управління комплаєнс-ризиками. Основна мета комплаєнсу полягає в тому, щоб запобігти порушенням закону та мінімізувати ризики, пов'язані з невідповідністю вимогам. Це може включати в себе внутрішні процедури, політики, навчання співробітників та контрольні механізми, спрямовані на забезпечення дотримання всіх необхідних вимог. Відповідність законам, правилам і стандартам у сфері комплаєнса зазвичай стосується таких питань, як дотримання належних стандартів поведінки на ринку, управління конфліктами інтересів, справедливе ставлення до клієнтів і забезпечення сумлінного підходу до їхнього консультування. До сфери комплаєнса належать також специфічні області, такі як: протидія легалізації доходів, отриманих злочинним шляхом, і фінансуванню тероризму; розробка документів і процедур, що забезпечують відповідність діяльності компанії чинному законодавству; захист інформаційних потоків, протидія шахрайству і корупції, встановлення етичних норм поведінки співробітників тощо [1]. Добре налагоджена система комплаєнс дозволяє компанії: бути впевненим у спілкуванні з партнерами без будь-яких несподіваних сюрпризів, таких як відмова співпрацювати/провал процедури КУС; швидко та ефективно реагувати на запити державних органів та регуляторів; здійснювати ефективний контроль всередині компанії, уникаючи будь-яких порушень існуючих законів [2]. Ризик контрагента – це ймовірність того, що інша сторона в інвестиційній, кредитній або торговій операції може не виконати свою частину угоди та не виконати договірні зобов'язання [3].

Оцінка комплаєнс-ризиків контрагентів та їх управління є важливими аспектами в управлінні ризиками для бізнесу загалом.

Ідентифікація контрагентів: першим кроком є збір інформації про всіх контрагентів компанії, яка може включати юридичну структуру контрагента, юридичний та фактичний адрес, види діяльності та інші важливі дані.

Оцінка ризиків: проведення аналізу ризиків для кожного контрагента. Це може включати визначення рівня ризику, пов'язаного з їхньою фінансовою стійкістю, репутацією, можливістю порушення законів і регуляції, загальна благонадійність, та можливість виконувати договірні зобов'язання в заявленому статусі, а також іншими чинниками, що можуть впливати на бізнес.

Застосування санкцій та списків обмежених осіб: перевірка контрагентів, їх засновників/бенефіціарів, та посадових осіб на знаходження у списках обмежених осіб або під санкціями. Деякі країни

публікують такі списки, і їх перевірка може запобігти негативним наслідкам.

Системи внутрішнього контролю: розробка і впровадження системи внутрішнього контролю та процедур, для забезпечення відповідності з діючим законодавством та політиками компанії.

Моніторинг: процес моніторингу контрагентів на постійній основі, та оновлення інформації про контрагентів, коли вона змінюється.

Завершення контрагентських угод: у разі, якщо аналіз ризиків показує високий рівень небезпеки, бізнесу може бути краще утриматися від укладання контракту або знайти більш безпечних альтернативних контрагентів.

Навчання та свідомість персоналу: навчання співробітників компанії, які беруть участь у комплаєнс-контролі. Зазначені співробітники повинні бути усвідомлені щодо важливості дотримання внутрішніх і зовнішніх правил і політик.

Звітність і документування: розробка та подальше впровадження системи звітності та розкриття інформації щодо комплаєнс-ризиків, які відповідають прийнятним стандартам і процедурам компанії. Це може стати важливим доказом в разі спростування будь-яких правопорушень.

Використання технологій: використання сучасних технологій, таких як програмне забезпечення для моніторингу ризиків, штучний інтелект і аналітика даних, може значно полегшити процес оцінки та управління комплаєнс-ризиками.

Таким чином можна сказати, що управління ризиками можна розділити на кілька кроків та методів, які можуть бути використані для цього. Й ці кроки перераховані вище.

Перелік використаних джерел

1. Комплаєнс. URL: <http://surl.li/lwzmv>
2. Why is it important to manage corruption risks effectively? URL: <http://surl.li/lwzng>
3. Counterparty-risk. URL: <http://surl.li/lwzor>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-177>

**RESEARCHING THE PROSPECTS OF USING DATA
VISUALIZATION TO OPTIMIZE THE BUSINESS
DECISION-MAKING PROCESS**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ
ВИЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ
ПРИЙНЯТТЯ БІЗНЕС-РІШЕНЬ**

Nepliakh I.V.

*student gr. 122-22-2m,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Неплях І.В.

*студент гр. 122-22-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Shevchenko N.Yu.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Шевченко Н.Ю.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Сучасний гірничо-металургійний сектор стикається зі складними завданнями та викликами в реалізації та управлінні стратегічними інвестиційними проєктами. Втрата металургійних підприємств м. Маруполя та м. Авдіївки призвела до втрати в масштабах країни потужностей з виробництва товстого листа, гарячекатаного рулону, великого сорту та рейок. Втрата більш ніж половини внутрішнього споживання продукції ГЗК Кривбасу, наявність низькоякісного залізородного концентрату, закриття в перспективі аглодоменого переділу вимагає термінового пошуку ефективної та економічно обґрунтованої технології переробки таких концентратів. До цього додається падіння світового попиту на низькоякісний концентрат для агломераційних фабрик – внаслідок очікуваного переходу до виробництва сталі в електропечях. Також, загострює ситуацію підтвердження Європейським Союзом та Україною курсу на декарбонізацію.

В результаті з'являється множина різноманітних сценаріїв та шляхів розвитку гірничо-металургійних компаній. Це породжує складність для проєктних команд вчасно детермінувати такі сценарії та враховувати всі

можливі ризики, а для топ-менеджменту – приймати правильні стратегічні рішення в умовах мінливості зовнішнього бізнес-середовища.

Одним із способів вирішення завдань прискорення прийняття обґрунтованих управлінських рішень є використання візуалізації даних та візуальної аналітики. Використання візуалізації даних для оптимізації процесу прийняття бізнес-рішень вже протягом тривалого часу є актуальним напрямком досліджень в науковому середовищі та серед експертів-практиків. Так, згідно з дослідженнями, близько 85% населення планети має переважне візуальне сприйняття інформації [1]. Використання інструментів візуалізації даних може значно полегшити розуміння складних концепцій та сприяти прийняттю кращих рішень [1]. Інфографіка дозволяє передавати великі обсяги інформації у зручному та легко зрозумілому форматі, а впровадження інтерактивних дашбордів підвищує доступність та ефективність аналізу даних, роблячи його більш доступним та візуально привабливим. Вона дозволяє легше розуміти та аналізувати великі обсяги даних, виявляти патерни та тренди, і приймати обґрунтовані рішення на основі об'єктивних даних.

Застосування візуалізації даних для оптимізації прийняття стратегічних інвестиційних рішень на гірничо-металургійних підприємствах стає необхідним елементом у сучасному бізнес-середовищі [2]. Розуміння складних даних, прийняття рішень з урахуванням обмежень (час, ресурси, задачі), виявлення взаємозв'язків, ефективна комунікація, прогнозування та стратегічне планування, виявлення трендів та можливостей, моніторинг результатів – переваги застосування інфографіки топ-менеджерами при прийнятті управлінських рішень. Візуалізація даних допомагає підвищити ефективність управління, знизити ризики та забезпечити більшу конкурентоспроможність. При виборі підходів до візуалізації результатів інвестиційних проектів важливо враховувати різноманіття показників та типів даних для їх розрахунку:

- фінансові показники: доходи, витрати, прибуток, рентабельність та інші фінансові метрики;
- ключові показники ефективності (KPI) для відслідковування досягнення конкретних цілей проекту;
- показники, що характеризують ризики інвестиційних проектів та їх можливі наслідки.

Дані для оцінювання результатів інвестиційних проектів можуть бути подані у вигляді часових рядів, щоб продемонструвати зміни в часі певних показників, визначити тенденції та коливання в динаміці результатів проекту. Крім того, побудова візуальних залежностей може

допомогти проаналізувати вплив інвестиційного проекту на ринок та показати його конкурентну перевагу.

Серед популярних інструментів візуалізації даних, які можуть бути використані, в тому числі гірничо-металургійними підприємствами для створення інтерактивних дашбордів та звітів, слід відмітити Microsoft Power BI та Tableau.

Перелік використаних джерел

1. Мудренко С. Інфографіка для бізнесу: як візуалізація даних впливає на прийняття рішень і які інструменти допоможуть її зробити. *Mind.ua*. 2021. URL: <https://mind.ua/openmind/20230899-infografika-dlya-biznesu-yak-vizualizaciya-danih-vplivae-na-prijnyattya-rishen> (дата звернення 03.10.2023).

2. Григоренко Ю. Сталева цифра: як металурги та гірники розвивають ІТ-технології. *AM Integrator group*. 2020. URL: <https://amintegrator.com/ua/staleva-tsifra-yak-metallurgi-j-girniki-rozvivayut-it-tehnologiyi> (дата звернення 03.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-178>

DIRECTIONS OF IMPROVING THE STRATEGY OF THE FERRIERA VALSIDER SPA MINING AND METALLURGICAL COMPLEX ENTERPRISE

НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ FERRIERA VALSIDER SPA

Ostrovyi S.O.

*student (group 073-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Островий С.О.

*студент гр. 073-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Для підприємства, як господарюючого суб'єкта, ключовим завданням є забезпечення перспективного зростання. А це, у свою чергу, потребує формування відповідної стратегії, яка і забезпечить досягнення

поставлених цілей. Створення ефективної системи стратегічного управління бізнесом сприятиме формуванню довгострокових конкурентних переваг та створенню надійної стратегічної позиції для компанії [4]. Сьогодні саме стратегічне управління має стати основою і водночас інструментом ефективного довгострокового розвитку підприємств гірничо-металургійного комплексу з метою вирішення довгострокових економічних завдань і досягнення соціально-економічної ефективності.

Гірничо-металургійна промисловість є важливою галуззю світового господарства. Це галузь, яка займається пошуком і видобутком покладів металів і корисних копалин по всьому світу. Рівень розвитку гірничодобувної промисловості безпосередньо впливає на можливість добування ресурсів та економічне зростання країн. Виходячи з різних характеристик гірничодобувної промисловості, цю галузь можна класифікувати як геофізичну промисловість або хімічну промисловість. Навіть незважаючи на те, що це доволі вузька галузь із меншою взаємодією з іншими сферами, розмір світового ринку обладнання для видобутку за прогнозами становитиме щонайменше 166 мільярдів доларів США до 2027 року з потенційним річним темпом зростання (CAGR) 5,7%. Вплив гірничодобувної промисловості на світову економіку значний. Багато видобутої продукції використовується для виробництва енергії та як сировина для металургійної та хімічної промисловості, що також дозволяє гірничодобувній промисловості контролювати розвиток інших галузей, таких як енергетика, металургія, хімічна промисловість, електротехнічна промисловість, електронна промисловість тощо. Однак існує багато проблем, пов'язаних із цією галуззю, включаючи відсутність стійких підходів, потребу в дорогих і передових технологіях, геофізичні чи кліматичні змінні тощо. Крім того, величезна кількість відходів, які утворюються в цій галузі, також є ще одним серйозним викликом, який необхідно вирішити підприємствам в цьому секторі [3]. Враховуючи специфіку галузі та її фондомісткість, підприємства гірничо-металургійного комплексу потребують довгострокової, комплексної та виваженої стратегії сталого розвитку. У рамках стратегічного підходу увага надається процесу створення стратегії розвитку, яка враховуватиме показники фактичної діяльності, чіткі прогнози майбутніх результатів бізнесу та шляхи до їх досягнення, фінансового забезпечення. Це складний і трудомісткий процес, оскільки необхідно визначити чіткі дії щодо розвитку бізнесу, масштабування та збільшення доходів у довгостроковій перспективі.

Об'єктом дослідження визначено підприємство Ferriera Valsider SpA, яке працює на ринку Італії. Це металургійний завод, котрий успішно веде діяльність у провінції Верона (Італія) з 2001 року. Підприємство входить до Групи «Метінвест». Ferriera Valsider випускає конструкційний сталевий прокат (товстий лист та гарячекатані рулони) на двох виробничих лініях. Продукція підприємства знаходить застосування в різних металоспоживчих галузях: будівництві, суднобудуванні, виробництві котлів і балонів, труб і поручнів. Виробничі потужності з випуску товстого листа становлять 400 тис. тон на рік, гарячекатаного рулону – 600 тис. тон [2].

Використовуючи фінансову звітність компанії, з'ясовано, що вартість чистих активів у 2021 році порівняно з 2019 роком зростає на 73 277,4 тис. євро, тобто на 91,66%.

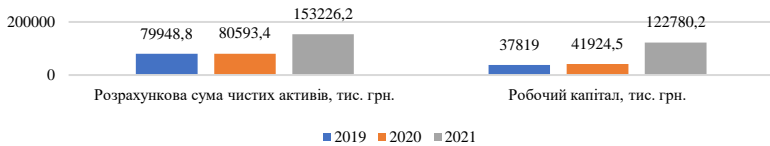


Рис. 1. Динаміка чистих активів та робочого капіталу Ferriera Valsider SpA за 2019–2021 роки

За 2019–2021 роки відбулося також збільшення рівня робочого капіталу.

На рис. 2 представимо динаміку розрахованих показників фінансової стійкості та платоспроможності.

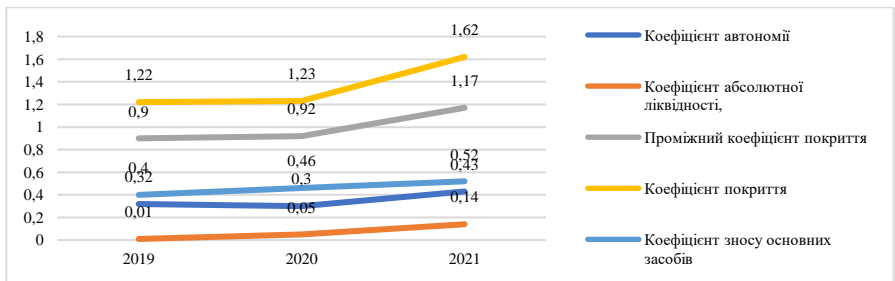


Рис. 2. Динаміка показників фінансової стійкості та платоспроможності Ferriera Valsider SpA за 2019–2021 роки

Загалом можна констатувати, що у розглядуваному періоді Ferriera Valsider Spa характеризується високим рівнем фінансової стабільності. Необхідно відзначити, що основним джерелом фінансових ресурсів компанії є власний дохід. Структура капіталу підприємства забезпечує його фінансову стійкість. Водночас основною проблемою розвитку Ferriera Valsider Spa є значне відстрочення потреби у фінансових ресурсах для модернізації основних фондів, тому компанія має зосередитися на підвищенні прибутковості та спрямуванні коштів на оновлення основних засобів. Зважаючи на вищенаведене для стратегічного розвитку Ferriera Valsider Spa необхідно переглянути фінансову стратегію, що дозволить залучити додаткові ресурси та забезпечити довгострокове зростання.

Окрім цього, з аналізу по формуванню доходів та чистого прибутку у 2021 році у порівнянні із 2019 роком відбулося збільшення обсягів операційного доходу на 351,3 млн. євро, або на 83,96%. Відповідно за даний період відбулося і збільшення рівня операційних витрат на 250,6 млн. євро, або на 59,84%. Тобто темп збільшення собівартості є нижчими, ніж темпи збільшення чистого доходу від реалізації.

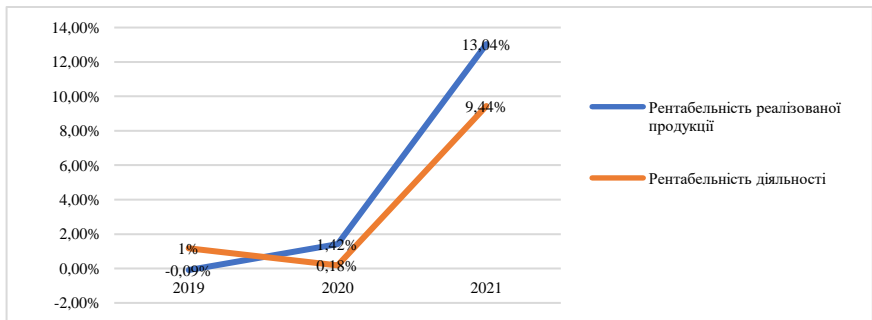


Рис. 3. Динаміка показників рентабельності Ferriera Valsider Spa за 2019–2021 роки

Враховуючи позитивні показники рентабельності, а також порівняння темпів збільшення операційних доходів та витрат, можна прийти до висновку, що підприємство має позитивну динаміку прибутковості капіталу.

Для подальшого розвитку варто розглянути збільшення задіяного капіталу, що дозволить збільшити відповідні показники доходності. Одним зі шляхів збільшення задіяного капіталу є залучення позикових

коштів. Окрім цього, враховуючи загальний низький рівень залучених коштів, суми, котрі потенціально підприємство може запозичити можуть бути доволі значними.

Варіантами залучення фінансування є експортне кредитування, залучення капіталів на зовнішніх ринках (випуск облігацій), або ж вихід на IPO [1].

Окрім цього, задля ефективної операційної діяльності фінансової функції варто розглянути проведення IDEFO аналізу відповідних бізнес процесів підприємства у процесі аналізу ФЕС (фінансово-економічного стану).

Перелік використаних джерел

1. Emerging trends in corporate finance. 2023. URL: <https://www.onlinemanipal.com/blogs/emerging-trends-in-corporate-finance> (дата звернення: 06.10.2023)
2. Ferriera Valsider (Італія). URL: https://ukrrudprom.com/reference/factory/Ferriera_Valsider.html (дата звернення: 06.10.2023).
3. Hussain C. M., Paulraj M. S., Nuzhat S. Source Reduction and Waste Minimization. 20, 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/mining-industry> (дата звернення: 06.10.2023)
4. Melnyk O., Zlotnik M. The essence and basic models of strategic enterprise management. Economics, entrepreneurship, management. 2020. Vol. 7, No. 1. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2020/apr/21281/6.pdf> (дата звернення: 06.10.2023)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-179>

IMPROVING METALLURGICAL PRODUCTION MANAGEMENT BASED ON THE COMPLIANCE

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ МЕТАЛУРГІЙНИМ ВИРОБНИЦТВОМ НА ОСНОВІ КОМПЛАСНС

Petrenko V.O.

*DSc (Engineering), Professor,
Honored Worker of Science
and Technology of Ukraine,
Ukrainian State University of Science
and Technology, Dnipro, Ukraine*

Петренко В.О.

*д.т.н., професор,
Заслужений діяч науки і техніки
України, Український державний
університет науки і технологій,
м. Дніпро, Україна*

Tuboltsev L.H.

*PhD (Engineering), Senior Researcher,
Honored Worker of Industry
of Ukraine, Iron and Steel Institute
named Z.I. Nekrasov of the National
Academy of Sciences of Ukraine,
Dnipro, Ukraine*

Тубольцев Л.Г.

*к.т.н., старший науковий
співробітник, Заслужений працівник
промисловості України,
Інститут чорної металургії імені
З.І. Некрасова Національної академії
наук України, м. Дніпро, Україна*

Fonarova T.A.

*PhD (Economics), Associate Professor,
Ukrainian State University of Science
and Technology, Dnipro, Ukraine*

Фонарьова Т.А.

*к.е.н., доцент, Український
державний університет науки
і технологій,
м. Дніпро, Україна*

Металургійне виробництво як система може бути представлена у вигляді складових з певними взаємозв'язками між елементами системи (рис. 1).

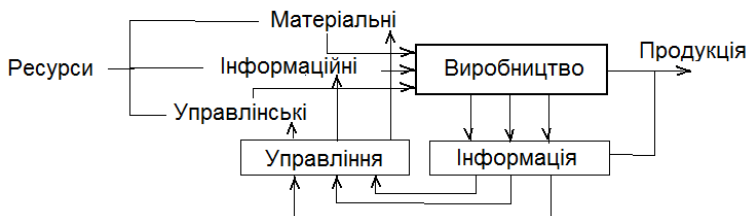


Рис. 1. Схема взаємозв'язків між елементами металургійного виробництва як системи [1]

Представлені дані показують, що ймовірність виробництва продукції без браку, як і досягнення інших результатів промислового виробництва (у т. ч. забезпечення промислової безпеки), найбільш висока при мобілізації всіх трьох складових виробничого процесу – матеріальної, інформаційної і управлінської [1]. Окрім того, мінливе зовнішнє середовище, в якому діє підприємство, утворює певні загрози та дає можливості, які потребують дослідження та вивчення. Відповідність вимогам ринку, державним та міжнародним стандартам з одного боку, й внутрішнім стандартам виробництва – з іншого, є запорукою ефективності роботи металургійного підприємства.

В таких умовах впровадження концепції комплаєнсу обумовлюється складністю регулювання діяльності підприємств на ринку. Мета дослідження полягає у застосуванні комплаєнсу в управлінні металургійним підприємством та виявлення узагальнюючого показника пріоритетних параметрів роботи складної промислової системи, що визначають перспективу її розвитку.

Найбільш загальним показником ефективності роботи системи є фінансові показники та прибуток, які мають переважне значення для приватизованих підприємств. Але для базових галузей економіки цих показників недостатньо, оскільки необхідно враховувати загальнодержавні, соціальні та екологічні інтереси та вимоги суспільства.

Новий підхід на основі комплаєнсу може бути використано при розробці стратегії управління підприємством щодо підвищення рівня його промислової безпеки, охорони праці та навколишнього середовища. Він показує можливість врахування взаємозв'язку функцій передачі з використанням інформації, стандартизації, менеджменту і кваліфікації персоналу, контролю за допомогою вимірювань та оцінок, а також подальшого поліпшення і ліквідації вузьких місць підприємства. На рис. 2 схематично зображена взаємозалежність рівня відповідності стандартам (комплаєнсу) із ймовірністю досягнення підприємством максимально можливих результатів у економічній діяльності й поліпшенням інформаційного забезпечення: 1 – рівень відповідності підприємства стандартам, що прийняті у вітчизняній та міжнародній практиці (комплаєнс); 2 – фактичний рівень інформаційного забезпечення підприємства; 3 – ймовірність досягнення підприємством максимально можливих результатів в різних сферах своєї діяльності; 4 – напрямок підвищення рівня інформаційного забезпечення підприємства [1].

Сучасні металургійні підприємства опинилися перед необхідністю залучення спеціалістів з комплаєнсу – менеджерів нової формації, які здатні управляти металургійним підприємством на основі побудови комплаєнс-програми протидії ризикам виробництва.

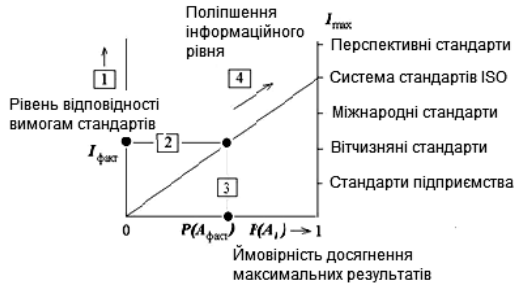


Рис. 2. Базові елементи інформаційного забезпечення системи управління металургійним підприємством [1]

До того ж комплаєнс є частиною організаційної культури компанії, що дозволяє забезпечити не тільки дотримання вимог до виробництва, але й формує корпоративні цінності ґрунтовані на прозорості, сумлінності, протидії шахрайству, побудові високих моральних стандартів розвитку персоналу та захисту навколишнього середовища. Фахівців з комплаєнсу металургійного виробництва готують на кафедрі інтелектуальної власності та управління проектами Українського державного університету науки і технологій в рамках нової освітньо-професійної програми «Комплаєнс металургійного виробництва» магістерського рівня освіти.

Таким чином, в умовах промислового виробництва в Україні комплаєнс є новітнім інструментом удосконалення системи управління металургійним підприємством і потребує подальших досліджень. На цю мету спрямована і діяльність кафедри інтелектуальної власності та управління проектами Українського державного університету науки і технологій щодо підготовки інженерів-фахівців широкого профілю у галузі металургійного виробництва, які б володіли як основами технології виробництва основних переробів металургії, так і основами управління виробництвом, у тому числі економічними і технологічними функціями комплаєнс-контролю управління діяльністю підприємства.

Перелік використаних джерел

1. Тубольцев Л., Пригунова А., Нарівський А., Петренко В. Концепція сталого розвитку металургії України. Стан, досвід, перспективи. Монографія. Дніпро, 2023. 364 с. URL: <http://isi.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/000-364-%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F.pdf>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-180>

OPTIMIZING THE REPLACEMENT OF PRESS EQUIPMENT**ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАМІНИ ПРЕСОВОГО ОСНАЩЕННЯ****Pitsenko S.Yu.**

*student (group 051-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Піценко С.Ю.

*студент гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Аналіз діяльності окремих підрозділів ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ» показав, що заміна пресового оснащення може стати дієвим інструментом підвищення ефективності операційних процесів.

Автором було встановлено, що поточна тривалість переоснащення становить від 8 до 12 годин, до того ж має місце тенденція зниження терміну служби оснащення та зростання збитків через брак від неправильної заміни або заміни на оснащення з дефектами (сума збитків – 1 559,1 тис. грн на рік).

Традиційно оптимізація процесу заміни пресових форм у роботі вимагає удосконалення і упорядкування всіх етапів цього процесу, щоб зменшити час простою і забезпечити безперервну роботу обладнання.

При цьому важливе місце займає пошук кореневих причин, що зумовлюють виникнення проблемних ситуацій. Фрагмент результату проведеного автором аналізу наведено на рисунку 1.

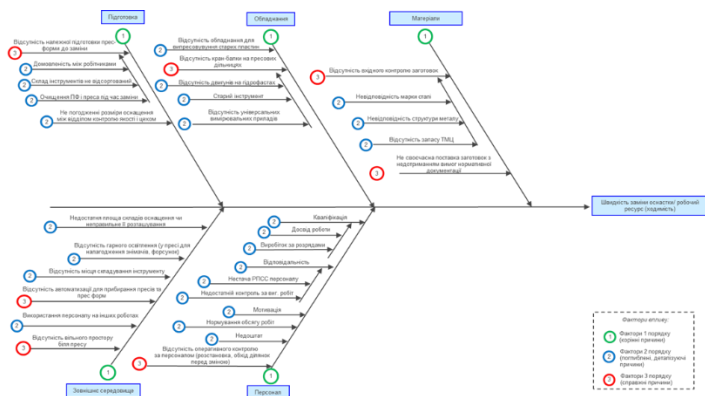


Рис. 1. Дерево факторів, що впливають на швидкість заміни оснащення

Спираючись на проведений аналіз поточного стану процесу заміни пресового оснащення, автором пропонується виділити 3 напрямки оптимізації процесу заміни пресового оснащення.

Таким чином, розуміння ключових напрямків оптимізації процесу заміни пресового оснащення надає можливість продовження дослідження.

Далі автором буде розроблено конкретні варіанти вирішення проблем, виявлених у процесі аналізу поточного стану процесу заміни пресового оснащення. По кожному з зазначених варіантів буде проведений розрахунок ефективності, надано рекомендації щодо доцільності впровадження в діяльність структурних підрозділів ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ».

Перелік використаних джерел

1. Лайкер Джеффри. Дао Тойота: 14 принципів менеджменту ведучої компанії світу. 2-ге вид. 2006. 402 с.
2. Капінос Г. І. Операційний менеджмент: навч. посіб. / Г. І. Капінос, І. В. Бабій. Київ : ЦУЛ, 2013. 352 с.
3. Електронний журнал простоїв на ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ» за 2020 рік.
4. Диспетчерський журнал виробничих цехів ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ» за 2020 рік.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-181>

**THE ROLE OF SOFT PROJECT MANAGER SKILLS
IN ACHIEVING COMPANY SUCCESS IN TODAY'S
ENVIRONMENT OF UNCERTAINTY AND RAPID CHANGE**

**РОЛЬ ГНУЧКИХ НАВИЧОК КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ
В ДОСЯГНЕННІ УСПІХУ КОМПАНІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ
НЕВИЗНАЧЕННОСТІ ТА ШВИДКИХ ЗМІН**

Rovenska V.V.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Ровенська В.В.

*к. е. н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Сучасні умови невизначеності та швидких змін бізнес-середовища та повсякденного життя вимагають від керівника-лідера бути не тільки професіоналом в своїй справі, а й бути адаптованим до нових викликів та ризиків, мати здатність швидко приймати рішення, бути гнучким, стресостійким, постійно розвиватися і що дуже важливо – мати розвинені гнучкі навички (т.зв. soft skills), насамперед комунікативні навички.

Розвинені навички ефективної комунікації у лідера це більше, ніж просто вміння чітко передавати повідомлення; це й вміння слухати так, щоб повністю розуміти суть сказаного і давати іншій людині відчувати, що її слухають та розуміють; це також розуміння емоцій та намірів, що стоять за словами; це й здатність відмовитися від своїх інтересів на користь спільних інтересів та ефективної співпраці.

Ефективна комунікація для бізнесу в умовах постійних трансформацій зовнішнього середовища в будь-якій сфері діяльності стає все більш критичним фактором для забезпечення досягнення спільних цілей та запланованих результатів програм розвитку.

За даними дослідження за 2017–2020 рр. фахівцями Інституту проєктного менеджменту США (Project Management Institute (PMI)) [1] керівники проєктів серед головних причин зривів проєктів називали проблеми комунікації як в команді проєкту, так й з іншими стейкхолдерами проєкту (70 % припадає саме на цей фактор).

З огляду на цей факт від фахівців Інституту проектного менеджменту США існує декілька рекомендацій, які сприяють успішній співпраці та комунікації [2]:

1) розуміння потреб та особливості кожного учасника команди проекту;

2) пошук компромісів для досягнення найкращих результатів;

3) визнання та нагородження за внесок кожного учасника команди, що сприяє мотивації та позитивній атмосфері в команді та сприяє постійному розвитку кожного учасника;

4) розвиток навичок командної роботи через тренінги, семінари та спільні проекти, які сприяють покращанню комунікації, вирішенню конфліктів та здатності працювати разом;

5) забезпечення свободи творчості, сприйняття новим ідеям та експериментам, забезпечення умов для розвитку потенціалу кожного члена команди;

6) відкрита та ефективна комунікація завдяки створення такої атмосфери, де учасники команди можуть вільно висловлювати свої думки, ідеї та погляди. Це передбачає забезпечення чіткості та зрозумілості завдань, щоб учасники мали повну картину проекту, планів, стратегії розвитку. Для цього варто використовувати графіки, діаграми, схеми або ілюстрації, щоб краще візуалізувати та зрозуміти складну інформацію. Керівнику проекту варто переконатися, що всі учасники розуміють інформацію, для чого потрібно задавайте запитання, сприяти обговоренню та підтримувати відкриту комунікацію. Також проджект менеджеру варто впевнитися, що всі учасники можуть висловити свої думки та уточнити будь-які незрозумілі аспекти. Крім того керівнику проекту варто забезпечити записування основних моментів та завдань під час комунікаційних зустрічей, щоб учасники мали можливість звернутися до них у майбутньому, а також забезпечити доступ до документації, щоб всі могли знайти й переглянути необхідну інформацію.

З врахуванням вищенаведеного, на наш погляд, необхідно сфокусувати увагу ще на деяких моментах, які можуть допомогти уникнути дезорганізації та помилок у лідерстві, а саме:

1. У сучасному світі зміни відбуваються швидко, тому лідерам важливо бути гнучкими та готовими адаптуватися до нових обставин, ризиків та вимог. Лідеру важливо мати чітку мету та бачення стратегічних цілей компанії та спрямовувати команду на їх досягнення.

2. Навички ефективної комунікації та розв'язання конфліктів у лідера є важливими для уникнення непорозумінь та конфліктів в команді та при спілкуванні зі стейкхолдерами. Лідер насамперед повинен бути

відкритим до спілкування зі своєю командою, чітко та зрозуміло пояснювати свої вимоги та очікування. Лідер повинен побудувати довіру зі своєю командою і підтримувати їх у досягненні спільних цілей. Розуміння потреб та інтересів своїх співробітників може сприяти побудові сильних відносин.

3. Лідер повинен сам розвиватися та надихати інших, «інвестувати» в розвиток членів своєї команди, підтримувати їх навчання та саморозвиток.

Для того, щоб з'ясувати які навички потрібно розвивати конкретному члену команди пропонуємо використання так званих «матриць навичок» та «карт компетенцій» співробітників.

Для цього пропонуємо використовувати різні моделі (наприклад, Lominger Competency Model, Clifton Strengths, SHL Universal Competency Framework, European e-CF, ASTD Competency Model, DDI Competency Framework, 9-box grid, Drotter Leadership Pipeline Model, AIHR Human Resources Competency Model [3]), мета використання яких полягає в тому, щоб повністю зрозуміти знання, навички, мотиви, риси та соціальні ролі кожного члену команди або співробітника відділу і відповідно встановити будь-які помітні прогалини в цих характеристиках. Обидва інструмента («матриця навичок» і «карта компетенцій») допомагають оцінити потенціал окремої людини чи команди, проте «матриця навичок» фокусується виключно на навичках людини (зазвичай рольових) і використовує просту сітку для оцінки кожної людини у тому, наскільки вона «досвідчена» в кожній навичці. З іншого боку, «карта компетенцій» надає більш деталізовану інформацію, включаючи навички, поведінку, знання та відносини, і оцінює людей на більш глибокому рівні. Також «матриця навичок» може допомогти оцінити, наскільки команда готова виконати конкретний проект, тоді як «карта компетенцій» може допомогти організаціям побачити, як компетенції людини можуть приносити користь на конкретному робочому місці, і використовувати картографування компетенцій в управлінні ефективністю.

Все це допоможе розвитку всередині команди, сприяючи досягненню спільних цілей та взаємному зростанню.

Перелік використаних джерел

1. Leading Teams: Setting the Stage for Great Performances. Research by the US Project Management Institute (PMI): official website. URL: <https://www.pmi.org> (дата звернення 20.07.2023).

2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – Seventh Edition and The Standard for Project Management. Project Management Institute, Inc., 2021. P. 370. URL: <https://www.pmi.org> (дата звернення 30.08.2023).

3. Shani Jay (2023). What Is Competency Mapping? Your Ultimate 2023 Guide. Academy to Innovate HR (AIHR, Netherlands): website. URL: <https://www.aihr.com/blog/competency-mapping/> (дата звернення 14.09.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-182>

INCREASING EMPLOYEES PERFORMANCE THROUGH THEIR DEVELOPMENT

ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДСТАВІ ЙОГО РОЗВИТКУ

Smyrnova I.I.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Смирнова І.І.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Osadcha V.V.

*student (group 051-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Осадча В.В.

*студентка гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Ефективне управління підприємством вимагає не лише впровадження передових технологій та виробничих процесів, але й систематичної роботи над розвитком персоналу. Одним з яскравих прикладів успішної практики є ПАТ «Запоріжсталь» – один із найбільших металургійних комбінатів в Україні та Європі. Це підприємство активно доводить, що інвестування в розвиток персоналу призводить до підвищення його результативності та конкурентоспроможності всього підприємства.

Поняття розвитку персоналу має безліч теоретичних аспектів, але, узагальнюючи визначення дослідників, які глибоко вивчали дану тему [1–3], можна сформулювати його як постійний процес вдосконалення якісних характеристик працівників з метою забезпечення гармонійного росту та підвищення продуктивності організації як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Зазвичай розвиток персоналу надає працівникам можливість здобувати нові знання та навички для більш ефективного виконання завдань, стимулює їхню мотивацію, прив'язаність до організації та інтерес до її справи.

Система розвитку персоналу включає в себе організаційні структури, методики, процеси та ресурси, необхідні для ефективної реалізації завдань у сфері розвитку персоналу, а також задоволення запитів працівників, пов'язаних з самовдосконаленням, професійною підготовкою та кар'єрним ростом. Ця система повинна враховувати потреби працівників у професійній підготовці та підвищенні кваліфікації протягом усього їхнього професійного розвитку на різних рівнях кваліфікації та відповідальності.

У цій системі суб'єктами є працівники підприємства, а об'єктами – їх професійно-кваліфікаційні, особистісні та інші характеристики, важливі для організації. Якщо на підприємстві діє ефективна система розвитку персоналу, це приносить безліч переваг [2, с. 100] (див. рис. 1).

Розвиток персоналу сприяє загальному підвищенню інтелектуального рівня особистості, розширенню кола спілкування та ерудиції. Це дозволяє освіченій особі легко орієнтуватися в сучасному складному світі та взаємодіяти з іншими людьми. Результатом є покращення морально-психологічного клімату у відділах організації, зростання мотивації до праці, вірність стратегічним цілям та завданням організації, підтримка наступності в управлінні та зниження плінності кадрів.

Розвиток персоналу є ключовим індикатором прогресивності суспільства та суттєвим фактором у науково-технічному процесі. Тому все більше компаній, особливо у країнах з розвинутою ринковою економікою, приділяють увагу неперервному розвитку персоналу на своїх підприємствах.

Планування та організація розвитку персоналу стають важливими функціями управління персоналом. Прийняття Україною цього підходу є необхідним кроком для досягнення сталого економічного зростання.



Рис. 1. Переваги від наявності системи розвитку персоналу в організації

Керівництво ПАТ «Запоріжсталь» усвідомлює, що компетентний та мотивований персонал – це ключовий ресурс для досягнення бізнес-цілей. Компанія активно інвестує в навчання, підвищення кваліфікації та розвиток своїх співробітників. Розвиток персоналу базується на кількох стратегічних напрямках:

1. Професійне навчання та тренінги. Запровадження новітніх технологій в металургійній галузі вимагає відповідних знань і навичок. Компанія організовує різноманітні навчальні програми, тренінги та семінари, що дозволяють співробітникам оволодівати новими компетенціями.

2. Система менторства та коучингу. Молодим спеціалістам надається можливість навчатися від досвідчених колег, що дозволяє ефективно передавати практичний досвід та розвивати професійні якості.

3. Кар'єрний розвиток. Компанія створює умови для внутрішнього кар'єрного росту співробітників. Програми підвищення кваліфікації та розвитку лідерських якостей допомагають залучати талановитих працівників до керівництва.

4. Забезпечення комфортних умов праці. Мотивація персоналу включає не лише навчання, але й створення зручних умов праці, що позитивно впливає на продуктивність та задоволеність співробітників.

5. Визнання та стимулювання. ПАТ «Запоріжсталь» активно впроваджує системи внутрішніх винагород та визнання, що стимулюють працівників до досягнення високих результатів.

Підвищення результативності персоналу через його розвиток привело до ряду позитивних результатів для ПАТ «Запоріжсталь». Ефективність виробничих процесів зросла завдяки високому рівню кваліфікації та мотивації працівників. Компанія стала конкурентоспроможнішою на ринку, її продукція набула визнання завдяки високій якості та інноваційним рішенням.

Майбутні перспективи ПАТ «Запоріжсталь» пов'язані з подальшим розвитком персоналу. Компанія планує продовжувати інвестувати в навчання, підвищення кваліфікації та розвиток лідерських якостей співробітників. Це дозволить забезпечити сталість успіху, адаптуватися до змін в галузі та зберегти лідерські позиції на ринку.

Практика ПАТ «Запоріжсталь» демонструє, що інвестування в розвиток персоналу є ключовим фактором підвищення результативності та сталості підприємства. Відповідальне ставлення до розвитку співробітників, навчання, підвищення кваліфікації та створення мотивуючого середовища є запорукою успіху на шляху досягнення бізнес-цілей та зміцнення позицій на ринку.

Перелік використаних джерел

1. Балановська Т. І., Михайліченко М. В., Троян А. В. Сучасні технології управління персоналом: навчальний посібник. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 466 с.

2. Менеджмент персоналу: навчальний посібник / О.В. Безпалько, А.Д. Бергер, Т.М. Березянко, Ю.М. Гринюк, Д.Г. Грищенко, О.І. Драган, А.С. Зеніна-Біліченко, Л.М. Мазник, Л.І. Тертична, О.М. Соломка, О.А. Чигринець. За заг. ред. О.І. Драган. Київ : МПП «ЛІНО», 2022. 612 с.

3. Смирнова І.І., Сімаков К.І. Інноваційні технології управління персоналом на підприємстві. Вісник економічної науки України. 2018. № 2 (35). С. 154–157.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-183>

**IMPROVING EMPLOYEES ASSESSMENT
AS A TOOL OF BUSINESS EFFICIENCY MANAGEMENT**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСОНАЛУ
ЯК ІНСТРУМЕНТУ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ЕФЕКТИВНІСТЮ**

Smyrnova I.I.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Смирнова І.І.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Osadchyi D.A.

*student (group 051-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Осадчий Д.А.

*студент гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Однією з ключових складових успіху будь-якої організації є ефективне управління персоналом. Сучасна бізнес-середовище ставить перед компаніями вимогу постійного вдосконалення та адаптації під впливом змін. У цьому контексті оцінювання персоналу виявляється ключовим інструментом, який допомагає досягти високої бізнес-ефективності. Процес вдосконалення оцінювання персоналу відкриває нові можливості для досягнення стратегічних цілей компанії та підвищення її конкурентоспроможності.

Оцінювання персоналу – це процес систематичного збору, аналізу та оцінки даних про працівників з метою визначення їхньої продуктивності, компетентностей та внеску в досягнення цілей організації. Удосконалення цього процесу дозволяє виявляти сильні та слабкі сторони персоналу, розробляти індивідуальні плани розвитку, а також вчасно коригувати кадрові рішення.

Стратегічно орієнтоване оцінювання персоналу передбачає визначення та аналіз ключових компетенцій, які сприяють досягненню стратегічних цілей компанії. Це допомагає забезпечити відповідність між профілями працівників та потребами організації. Оцінювання такого типу дає змогу ідентифікувати лідерів, спрямовувати їх на виконання

стратегічно важливих завдань та розвивати їх потенціал для подальшого зростання [1].

Оцінювання результатів діяльності персоналу спрямоване на досягнення трьох основних цілей: адміністративної, яка передбачає прийняття об'єктивних та регулярних кадрових рішень (наприклад, розстановка кадрів, переміщення, підвищення, переведення, встановлення оплати праці); інформаційної, що забезпечує керівників необхідною інформацією про кількісний та якісний склад персоналу; мотиваційної, яка спрямована на стимулювання працівників до поліпшення їхньої трудової діяльності у напрямку, важливому для організації [2].

З-поміж всіх цілей та напрямків оцінювання персоналу виокремлюється головна – покращення управління діяльністю організації. Стабільний розвиток підприємства неможливий без ефективного керівництва персоналом та організацією їхньої роботи.

Важливою ланкою в цьому процесі є оцінка кадрів, яка виступає початковим пунктом для покращення компетенцій персоналу, їхньої мотивації та відповідного рівня оплати праці.

Сутність та структура процесу оцінювання персоналу підприємства зображена на рис. 1.

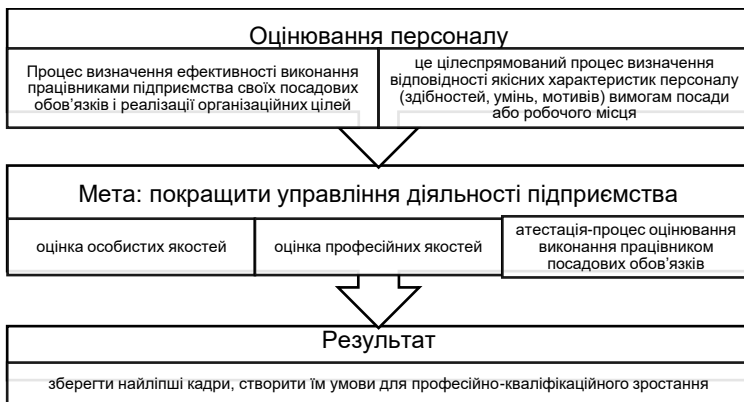


Рис. 1. Сутність та структура процесу оцінювання персоналу на підприємстві

Вдосконалення оцінювання персоналу полягає також у переході від стандартних підходів до індивідуальних планів розвитку. Кожен

працівник має унікальні потреби, амбіції та можливості. Застосування персоналізованих підходів до оцінювання допомагає створити ефективні плани розвитку, що відповідають конкретним потребам кожного співробітника.

Забезпечення можливостей для навчання та професійного зростання є ключовим аспектом вдосконалення оцінювання персоналу. Компанії можуть використовувати результати оцінювання для ідентифікації областей, в яких працівникам потрібно покращити свої знання та навички. Це сприяє як особистому розвитку співробітників, так і підвищенню загальної продуктивності та ефективності організації.

Технологічний підхід до оцінювання персоналу є однією з визначальних рис ТОВ «ЗЛМЗ». Використання аналітичних інструментів та сучасних технологій спрощує збір та аналіз даних, допомагає виявляти тренди та виходити на висновки. Це сприяє більш обґрунтованому прийняттю рішень щодо планування розвитку персоналу.

За допомогою удосконаленого оцінювання персоналу ТОВ «ЗЛМЗ» досягло значних покращень у різних сферах. Відбулося підвищення продуктивності та якості роботи, виявлення та розвиток талановитих співробітників, а також покращення морально-психологічного клімату в організації. У майбутньому ТОВ «ЗЛМЗ» планує продовжувати розвивати підходи до оцінювання персоналу, акцентуючи увагу на індивідуальному розвитку, використанні аналітики та підтримці стратегічних цілей компанії.

Підприємство вдосконалює свою систему оцінювання персоналу шляхом:

- впровадження універсальної системи оцінювання. Відділ кадрів створює єдину систему оцінювання для всієї організації та забезпечує її застосування і розуміння в усіх підрозділах;

- встановлення стандартів і норм оцінювання;

- вибір методів оцінювання.

Отже, оцінювання персоналу стає однією з найважливіших складових системи управління персоналом. Проте вітчизняна практика оцінювання персоналу досі характеризується недостатньою комплексністю та використанням різних не пов'язаних між собою методів оцінки; відсутністю систематичності та регулярності у застосуванні процедур оцінювання.

Серед характерних рис існуючих систем оцінювання персоналу в Україні можна відзначити спрямованість на спрощені процедури оцінки та відсутність конструктивного зворотного зв'язку між об'єктом та

суб'єктами оцінювання. Тому для підвищення ефективності оцінювання персоналу важливо:

- впровадити сучасні методи оцінки для всіх категорій працівників;
- надати персоналу доступ до результатів його оцінки;
- активно залучати персонал до процесу оцінювання через самоаналіз діяльності та розробку заходів для поліпшення роботи;
- розширити коло оцінювачів, включаючи вищих менеджерів, колег по роботі, підлеглих та споживачів результатів праці.

Досвід ТОВ «ЗЛМЗ» підтверджує, що удосконалення оцінювання персоналу стає невід'ємною частиною стратегічного управління. Це допомагає забезпечити високу бізнес-ефективність, розвивати потенціал співробітників та адаптуватися до змін у бізнес-середовищі.

Перелік використаних джерел

1. Смирнова І.І., Сімаков К.І. Концептуальні засади розвитку та оцінки персоналу промислового підприємства на принципах соціальної відповідальності в умовах модернізації. *Економічний вісник Донбасу*. 2020. № 1(59). С. 130–136.
2. Управління персоналом : підручник / О. М. Шубалий, Н. Т. Рудь, А. І. Гордійчук, І. В. Шубала, М. І. Дзямулич, О. В. Потьомкіна, О. В. Середа; за заг. ред. О. М. Шубалого. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2018. 404 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-184>

**LEADERSHIP, SELF-DEVELOPMENT AND TEAMWORK
AS COMPONENTS OF ENSURING A FAVOURABLE BUSINESS
ENVIRONMENT**

**ЛІДЕРСТВО, САМОРОЗВИТОК ТА КОМАНДНА ВЗАЄМОДІЯ
ЯК КОМПОНЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ
СПРИЯТЛИВОГО БІЗНЕС-СЕРЕДОВИЩА**

Smyrnova I.I.

*PhD (Economics), Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Смирнова І.І.

*к.е.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

В сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій, штучного інтелекту, диджиталізації бізнесів-процесів успіх будь-якої організації залежить від багатьох зовнішніх та внутрішніх виробничих, управлінсько-організаційних та інших факторів. Серед цих чинників впливу важлива роль у забезпеченні розкриття потенціалу співробітників, налагодженню ефективної комунікації і плідної командної взаємодії належить лідерству.

Лідерство є ключовим аспектом успіху в будь-якій організації, оскільки справжній лідер не просто управляє і контролює, він мотивує та веде команду до досягнення високих результатів. Зараз лідери впливають на життя багатьох людей, тому, бути лідером – це велика відповідальність.

Однак, успіх організації не залежить лише від лідерів. Кожен член команди має брати на себе відповідальність за власний саморозвиток. Саморозвиток означає постійне навчання, розвиток навичок та здібностей, що дозволяють кожній людині стати кращою версією себе. Коли кожен член команди прагне до саморозвитку, вони стають більш компетентними, впевненими та здатними приймати важливі рішення. Саморозвиток сприяє створенню здорової конкуренції в команді, що мотивує її членів досягати нових висот.

Окрім лідерства та саморозвитку, успіх організації залежить від якості командної взаємодії. Командна взаємодія передбачає співпрацю, взаємодопомогу та взаєморозуміння між членами команди. Ефективна

командна взаємодія стимулює обмін ідеями, сприяє інноваціям та спільному розв'язанню проблем. Команда, де кожен член відчуває себе важливим, де немає місця конфліктам та де звертають увагу на потреби інших, здатна досягати вражаючих результатів.

Варто констатувати, що в команді для ефективної роботи за рекомендацією відомого американського підприємця, засновника інтернет-магазину «Amazon.com» (1994) та аерокосмічної компанії «Blue Origin» Джеффри Безос (англ. Jeffrey Preston Bezos) варто застосувати «Правило двох піц». Згідно правила варто представити, скільки людей можна за один раз нагодувати двома піццями і саме стільки учасників 'буде складати максимальний розмір ефективної команди. Численні дослідження показують, що робота в невеликих командах (до 10 осіб) допомагає побороти і «групове мислення» (боязнь продемонструвати свою думку) і «соціальну байдужість» (коли люди проявляють менше завзятості, працюючи в гурті, ніж поодиноці). Не варто також забувати про покращення комунікації, появи більше довіри між членами команди, зменшення гострих страхів перед невдачею і т.п.

Лідерам не потрібно обирати між відносинами та результатами, запевняє Нейт Регієр (Nate Regier) у роботі «Compassionate Accountability: How Leaders Build Connection and Get Results» [1]. На його думку знаходження гармонії між співчуттям і підзвітністю є найкращим каталізатором для покращення результатів і сприятливої атмосфери на робочому місці. Рішення полягає у визнанні того, що ці категорії не є протилежностями. Насправді, підзвітність є елементом співчуття.

У своїй книзі «Leading through Disruption» [2] Ендрю Ліверіс (Andrew Liveris) також пропонує нову парадигму лідерства, яка забезпечує стійкість і гнучкість у світі, що швидко змінюється. Зараз ця книга стає путівником для лідерів у різних галузях, які прагнуть забезпечити поточний успіх. В цієї роботі також підкреслюється, що лідерство вимагає від керівника розуміння власних сильних та слабких сторін, вміння впливати на інших і бути прикладом для підлеглих, надихати та вести команду у напрямку спільної мети. Лідер повинен постійно навчатися, розвивати «hard» та «soft skills», вдосконалювати свою професійну майстерність, здатність приймати стратегічні рішення тощо.

Саме в цьому контексті в попередніх публікаціях [3–6] було доведено міцний зв'язок між лідерством, успішними саморозвитком та командною взаємодією.

Сильний лідер спонукає членів команди до саморозвитку, виступає прикладом та мотиватором для інших. Командна взаємодія, у свою

чергу, сприяє розвитку лідерських навичок кожного члена команди, допомагає виявляти та розвивати їх потенціал.

Перш за все, лідерство вимагає від людини впевненості в собі та своїх здібностях. Лідер повинен мати чітку візію та мету, яку він хоче досягти. Від них очікується, що вони будуть відкритими до нових ідей та здатними приймати складні рішення. Вони також повинні бути гарними комунікаторами, здатними вислухати та зрозуміти інших.

Лідери також мають бути здатними до співпраці та створення командного духу. Вони повинні бути відкритими до ідей та переконань своїх співробітників, а також мотивувати їх до досягнення спільних цілей. Лідери не лише керують, але й навчають, надихають та розвивають свою команду.

Лідерство також включає в себе вміння приймати ризики та виробляти стратегічні рішення. Лідер повинен бути здатним до прогнозування майбутніх тенденцій та визначення потенційних шляхів розвитку. Лідеру важливо мати гнучкість та здатність адаптуватися до змін, а також бути інноваційним та креативним.

Отже, в сучасному світі, де зміни відбуваються зі швидкістю світла, організації, що мають сильне лідерство, сприяють саморозвитку працівників та прагнуть побудувати ефективну командну взаємодію, мають конкурентну перевагу. Такі компанії здатні пристосовуватися до нових умов, вирішувати складні проблеми та досягати високих результатів. Тому, розвиток цих компонентів стає невід'ємною умовою для організацій, які прагнуть до успіху.

Перелік використаних джерел

1. Regier N. *Compassionate Accountability: How Leaders Build Connection and Get Results*. Berrett-Koehler Publishers. 2023. 256 p.
2. Liveris A. *Leading through Disruption: A Changemaker's Guide to Twenty-First Century*. HarperCollins Leadership. 2023. 234 p.
3. Ровенська В.В., Латишева О.В., Смирнова І.І. Роль комунікацій в формуванні креативного середовища для успішної реалізації проєктів в контексті «performance management». *Економіка та суспільство: електронний журнал*. Випуск 49. 2023. URL:<https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2281/2202>
4. Ровенська В.В., Смирнова І.І., Латишева О.В. Комунікації та управління конфліктами в операційних та ІТ проєктах. *Вісник ПДТУ*. № 1 (38). 2023. С. 12–20. URL: http://journals.urau.ua/ves_pstu/issue/view/16328, doi.org/10.31498/2225-6725.1(38).2023.280727

5. Ровенська В.В., Латишева О.В., Смирнова І.І. Групова динаміка та методи управління креативними та проєктними командами в ІТ сфері. *Трансформаційна економіка*. 2023. Випуск 3 (03). С. 32–40.

6. Ровенська В.В., Смирнова І.І., Латишева О.В. Розвиток навичок «soft skills» в контексті «performance management skills». *Вісник НАУ «Проблеми системного підходу в економіці»*. Випуск № 2 (91). 2023. С. 75–85.

7. Ющишина Л.О. Групова динаміка та комунікації (тренінг): курс лекцій. Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2022. 170 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-185>

**IMPROVEMENT OF THE MOTIVATION SYSTEM
FOR THE PERSONNEL OF THE REPAIR SERVICE
OF THE INGULETS MINING AND PROCESSING PLANT**

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ
РЕМОНТНОЇ СЛУЖБИ ІНГУЛЕЦЬКОГО
ГІНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ**

Streltsov V.O.

*student (group 073-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Стрельцов В.О.

*студент гр. 073-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Удосконалення системи мотивації персоналу є невід’ємною складовою успішного функціонування будь-якого підприємства, зокрема Інгулецького гірничозбагачувального комбінату.

Актуальність цієї проблеми обумовлена рядом факторів:

– по-перше, в сучасних умовах гірничо-металургійна промисловість стикається зі зростанням конкуренції, яка вимагає максимальної продуктивності та ефективності від кожного працівника. Досягнення високих показників ефективності можливе лише за умови високого ступеня мотивації та залученості співробітників. В умовах воєнного стану, коли виробничі потужності підприємств обмежені майже до

мінімального працездатного рівня, головною задачею для менеджерів є збереження трудового колективу;

– по-друге, ця галузь промисловості пов'язана з підвищеним ризиком для здоров'я та безпеки працівників. Це ставить перед керівництвом завдання створити максимально комфортні та безпечні умови для праці.

Проведений автором аналіз наукових джерел з цієї проблематики [1–3] дозволяє констатувати, що сучасні мотиваційні інструменти та моделі мають бути адаптовані до специфіки гірничозбагачувального комбінату. Серед них можуть бути впровадження системи бонусів за досягнення певних виробничих показників, надання можливостей для професійного росту та розвитку, а також встановлення системи внутрішнього стимулювання та визнання.

З огляду на специфіку галузі, важливим елементом може стати вдосконалення системи охорони праці та соціального захисту працівників. В умовах воєнного часу забезпечення найвищих стандартів безпеки та умов праці стає ключовим чинником мотивації для персоналу. Зараз основні інструменти мотивації – збільшення заробітної плати, командна премія за досягнення поставлених цілей та інші форми не матеріального визнання.

В умовах гірничозбагачувального комбінату, де робота є фізично важкою та небезпечною, а також вимагає спеціалізованих навичок, соціальний пакет може стати важливим фактором мотивації персоналу. Ще одним інструментом мотивації є можливість професійного росту та розвитку. Пропонування співробітникам можливості отримувати додаткові навички, проходити навчання та підвищувати свою кваліфікацію може стимулювати їх залишатися у компанії Метінвест. Для цього для працівників Інгулецькому гірничозбагачувальному комбінату створені програми: перенавчання персоналу на «дефіцитні» для комбінату професії; співпраця з університетом Метінвест Політехніка для проведення курсів підвищення кваліфікації та ін.

Важливим фактором забезпечення мотивації є впровадження системи публічного визнання здобутків та високих результатів персоналу. Ініціювання програми "Робітник місяця" або "Найкращий працівник" сприяє підвищенню мотивації та почуття визнання серед співробітників. Створення працівникам ремонтної служби безпечних умов праці, надання необхідного спеціалізованого одягу, обладнання та інструментів, а також створення комунікаційних каналів для надання пропозицій та відгуків співробітників («скриньки пропозицій») може значно покращити їх задоволеність роботою та загальною продуктивність.

Варто запропонувати менеджерам середньої ланки надавати можливість розбиття процесу на окремі операції, як це було запропоновано закордонними фахівцями [3], за ключовими аспектами, а саме: обговорення та узгодження команди щодо основної проблеми, використання правильного підходу до її вирішення, забезпечення надійних результатів на підставі ретельного аналізу та використання відповідних інструментів, розробка програми дій з одночасним нарощуванням рівня залучення керівництва та персоналу (рис. 1) [3]. Це дозволить покращити розуміння зони відповідальності працівників, що буде сприяти покращенню результативності їх праці.

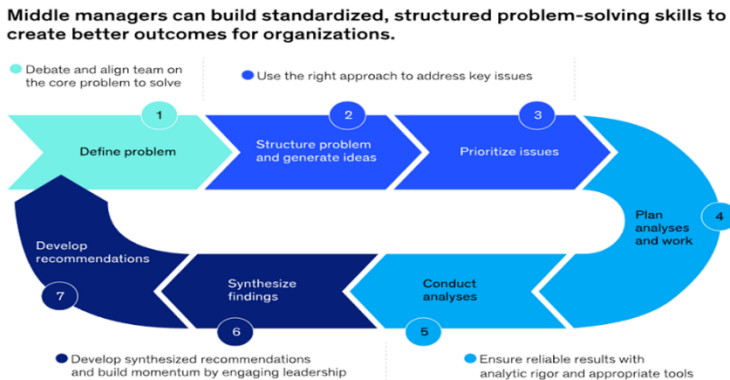


Рис. 1. Розбиття менеджерами середньої ланки процесу на складові [3]

Отже, удосконалення системи мотивації персоналу ремонтної служби Ігулецького гірничозбагачувального комбінату є важливим завданням, що може позитивно вплинути на результативність і якість роботи Активів Холдингу. Використання матеріальних та нематеріальних стимулів, надання можливостей професійного росту, підвищення компетенцій, впровадження програм підвищення залученості персоналу завдяки ефективним системам визнання може сприяти створенню ефективної мотиваційної системи, що задовольняє потреби персоналу та бізнес-інтереси Холдингу в цілому.

Перелік використаних джерел

1. Гавриш О.А., Довгань Л.Є., Крейдич І.М., Семенченко Н.В. Технології управління персоналом: монографія. Київ: НТУУ КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. 528 с.
2. Управління персоналом в системі менеджменту організації: монографія / ред. Н. Є. Муромець; Київ. нац. торг.-екон. ун-т, Харків. торг.-екон. ін-т КНТЕУ. Харків : Панов А. М., 2019. 192 с.
3. Emily Field, Bryan Hancock, Marc Metakis, and Donnie Stuart (2023). Middle managers can drive the success of organizations, but first they need the skills to succeed. Targeted training can help. *McKinsey and Company: Web-sait*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/> (дата звернення 06.10.2023).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-186>

PECULIARITIES OF SOCIALLY ORIENTED INVESTMENT PROJECTS IN THE FIELD OF METAL CONSTRUCTION IN THE CONDITIONS OF METINVEST-SMC LTD

ОСОБЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНО СПРЯМОВАНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ В СФЕРІ МЕТАЛЕВОГО БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ»

Suiarko D.V.

*Master Student gr. 073-22m,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine;
Master Student gr. MBG-24m,
Donbas National Academy
of Civil Engineering and Architecture,
Ivano-Frankivsk, Ukraine*

Суярко Д.В.

*магістр гр. 073-22м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна;
магістр гр. МБГ-24м,
Донбаська національна академія
будівництва і архітектури,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Інвестиційний проєкт будівництва на підприємстві горно-металургійного комплексу має деякі специфічні риси через особливості цієї галузі, що пов'язано зі значними капіталовкладеннями, необхідністю ретельного проєктування та бюджетування (це пов'язано з великими капіталовкладеннями та довготривалими інвестиційними

циклами, що впливає на терміни та рівень окупності), а також обов'язковістю дотримання різних нормативів і стандартів будівельних робіт, ТБ та безпеки праці та ін. регулюючих актів охорони довкілля, вимог законодавства.

Зараз ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ» розроблено пілотний проект в сфері металевого будівництва, метою якого є забезпечити житлом населення України, яке постраждало в результаті україно-російської війни в максимально стислі терміни.

Розробка універсальної концепції для вирішення проблеми будівництва житла, зруйнованого в результаті україно-російської війни (24.02.2022 – по сьогоднішній день) – наше бачення відбудови. 24.02.2022 року Росія, країна-агресор, розпочала проти України жакливу війну, результатом якої є сотні зруйнованих об'єктів цивільної інфраструктури, серед яких (станом на 22.03): 6800 житлових будинків; 48 навчальних закладів; 135 медичних закладів; 8 закладів культури та мистецтва. І ця кількість росте з кожним днем цієї війни.

Отже, виникла необхідність у розробці універсальної концепції відбудови житлової інфраструктури територій, де велись активні бойові дії, яка може адаптуватись під конкретні умови ділянки, вимоги замовника, економіко-політичну ситуацію регіону та інші чинники. Для реалізації цієї задачі сформовано проектну команду (Кунець Ю.С., Скрипка Т.Ю., Суярко Д.В., Дунаєв М.О., Тіщенко К.А.), учасником якої є автор цього дослідження. Командою проекту було оцінено та обрано найбільш придатні для існуючих умов технології металевого будівництва, складено бюджет та графік проекту, запропоновано впровадити наступні заходи:

- 1) створення РМО (project management office, рис. 1), який необхідно для узгодженої роботи, а також прийняття рішень щодо та контролю бюджету, термінів, якості проектів, в рамках якого сформувати та узгодити концепцію проекту під визначені потреби та вимоги; провести набір команди проекту; забезпечити виділення запланованих бюджетом ресурсів; забезпечити впровадження, моніторинг та удосконалення плану тощо;

- 2) протекція, взаємодія, залучення – залучити GR та маркетингові служби (презентація місцевій владі, публічний розголос, запрошення стейкхолдерів до робочих груп, презентації концепції, запрошення до обговорень, партнерські угоди).



**Рис. 1. Організаційна структура управління проєкту
(запропоновано автором)**

Розроблена організаційна структура дозволяє використовувати можливості металевого будівництва, для оптимізації термінів та бюджету реалізації проєктів, за рахунок залучення в процес прийняття рішень структур, які мають вплив на найбільшу частку капіталу. Це дозволить ефективно координувати співпрацю всіх учасників проєкту.

На підставі проведеного дослідження специфіки будівельної галузі та характерних рис проєктів будівництва, ознайомлення з процедурами використання інструментарію моделювання бізнес – процесів та його можливостями [1–4], а також власного практичного досвіду роботи в умовах ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ», дозволяє нам констатувати, що інвестиційні проєкти металевого будівництва мають такі особливості:

1. Металеве будівництво має можливості щодо швидкої відбудови зруйнованого житла при використанні кращих практик управління проєктами.

2. Металеве будівництво має менший вплив на довкілля та прилеглу територію. Це мінімізація ризиків щодо вимоги спеціальних дозволів та додаткових заходів, пов'язаних з охороною довкілля. Це може вплинути на вартість та тривалість проєкту.

3. Металеве будівництво має ризики пов'язані зі змінами вартості металопрокату та енергоносіїв, перебої в ланцюгах поставок. Для мінімізації цих ризиків потрібно довгострокове планування та оперативна робота зі змінами на рівні замовника, проєктувальника, виробника та постачальника.

4. Металеве будівництво є швидкозростаючим ринком в тихоокеанському, європейському та скандинавському регіонах.

Перелік використаних джерел

1. Terry Cooke-Davies. Complex Project Management: Simplifying the Complex. International Project Management Association (IPMA)/ URL: www.ipma.world (дата звернення: 01.04.2023)

2. Латишева О.В., Сайко А.Д. Будівельна галузь України: сучасний стан та її роль у забезпеченні сталого розвитку національної економіки. *Економічний вісник Донбасу*. 2019. Випуск № 2(56). С. 66–73.

3. Шкрабак І.В., Латишева О.В., Шевченко Н.Ю. Управління матеріальними ресурсами в бізнес-процесах гірничо-металургійних компаній на засадах Performance Management. *Економічний вісник Донбасу*. Випуск № 3 (69). 2022. С. 66–73.

4. Shevchenko Natalia, Moiseienko Kostiantyn, Latysheva Olena. Project implementation of corporate information systems (ERP and MES) as a guarantee for increasing the operational efficiency of the enterprise. *Економічний вісник Донбасу*. Випуск № 4 (70). 2023. С. 87–92.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-187>

**PROBLEMS OF COST ESTIMATION FOR PROJECTS
AT THE INITIAL STAGES OF ITS PLANNING****ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ ПРОЕКТІВ
НА ПОЧАТКОВИХ ФАЗАХ ЙОГО ПЛАНУВАННЯ****Usatyi D.O.**

*student (group 051-22-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

*Scientific Supervisor: Zherlitsyn D.M.
DSc (Economics), Professor, LLC
“Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Усатий Д.О.

*студент гр. 051-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

*Науковий керівник: Жерлицин Д.М.
д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Бюджетна оцінка є невід’ємним процесом на будь якому етапі реалізації проекту. Бюджет є однією з найважливіших складових проекту та являє собою основний критерій за яким оцінюється ефективність більшості проекту. Саме тому у цьому процесі помилки та похибки є найбільш значущими. Саме тому бюджет постійно

уточнюються на кожній фазі проекту. В узагальненому класичному представленні Project Management Body of Knowledge (PMBOK) як життєвий цикл проекту виглядає наступним чином рис. 1. При цьому, відповідні бюджети мають бути підготовлені до кожного етапу проекту до фази “Test”. Різні проектні команди та замовники можуть вимагати декілька ітерацій бюджету на кожній фазі. Окремі замовники, вимагають від команди проекту на фазі ТЕО підготувати три бюджети залежно від значущості проектів.

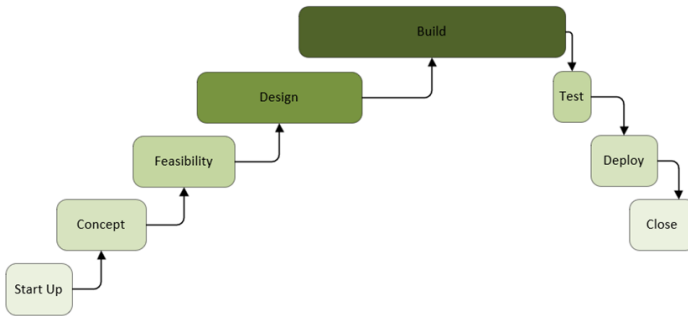


Рис. 1. Концептуальна модель життєвого циклу проекту будівництва

У світі розроблено багато методик та практичних рекомендацій з оцінки бюджету на кожній фазі. Найбільш значущий вклад у методологію оцінки вартості проекту було внесена ААСЕ (Association for Advancement of Cost Engineering. Організацію було засновано в 1956. Це велика міжнародна асоціація яка визнається у понад 80 країнах світу. Учасники ААСЕ допомагають організаціям у всьому світі вирішити їхні інвестиційні завдання за допомогою управління та контролю за здійсненням проектів, програм та портфельних інвестицій. Для кожної з фаз проекту передбачено методологією ААСЕ точність розрахунку бюджету та поточну «зрілість» проекту ААСЕ вбачають 5 класів точності розрахунку бюджету. Для розрахунку бюджету відповідного класу проект повинен мати певний клас зрілості. Так наприклад для 5 класу необхідно значно менше вихідних даних ніж для класу 1 [1]. Тобто для бюджетів 5-го класу точності розраховуються здебільшого спираючись на аналогічні об'єкти. Такі бюджети використовуються на стадії Концепту.

Промислове будівництво – це найскладніший вид будівництва. Не тільки через масштаби та обсяги робіт але й через унікальність об'єктів. Майже всі об'єкти промисловості унікальні. Тому оцінка через аналоги вже на 4-му класі оцінки бюджету майже не використовується. Для оцінки бюджету точністю 4-го класу необхідно виконати попередні креслення основних будівель та споруд, PFD (Process Flow Diagrams), P&ID (Piping & Instrumental Diagrams) та інші. Ця точність притаманна фазі ТЕО. Саме на цій фазі найчастіше приймаються рішення про подальшу «долю» проекту Замовником. Існує велика вірогідність що при великих затратах, тобто таких що значно відрізняються від бюджету концепту, Замовник/ Інвестор просто відмовиться від проекту. Також на цій фазі проекту з точністю 4 класу найбільш вірогідні помилки в оцінці бюджету. Найпоширеніша проблема це помилки при розрахунках та недостатня деталізація креслень та іншої технічної документації на приведеній фазі.

Фактично фаза ТЕО це саме та фаза коли проект приймає власний «зовнішній вигляд». Цим і пояснюються найбільша складність переходу між фазами концепту та ТЕО. При цьому розрахункова частина проекту – це частина витрат на будівництво. Тому що це найбільш складна та непередбачувана частина проекту що й складає унікальність проекту. Обладнання здебільшого типове, або вартість обладнання легко визначається за допомогою запитів у Виробників, тому ця частина найбільш точна. Будівельна частина є найбільш значущою. Якщо взяти за основу формулу Ланга ($C_f = f_L \times C_e$, де C_f – вартість проекту, f_L – фактор Ланга, C_e – вартість поставки всього обладнання) [2], то будівельна частина, для об'єктів що передбачають переробку твердого матеріалу, становить 310%. Тому визначення вартості будівництва є найбільш пріоритетним.

Таким чином виникають наступні основні проблеми: Проблема 1. Неможливість повноцінного використання методу аналогів через унікальність проектів; Проблема 2. Недостатня деталізація інжинірингової документації. Ключовими напрямками вирішення вказаних проблем можуть виступати наступні:

Вирішення Проблеми 1 здебільшого неможливе, бо на цей параметр впливає значна кількість чинників, зокрема, кліматична зона, розташування будівельного майданчика, наближеність до інших промислових об'єктів ланцюга та інше. Для зменшення впливу але не повного вирішення цієї проблеми пропонується розробити типові рішення для всіх видів промислових об'єктів та вивчити вплив

потужності обладнання та його геометричного розміру на обсяги будівельних робіт та вивчити цю залежність.

Деталізацію рішень Проблеми 2 обмежено методологією AACE. Таким чином для оцінювання проектів за класом 4 використовуються креслення марки GA (GROSS AREA). Такі креслення є попередніми та передбачають для будівель тільки концептуальні фундаменти, металокожнострукції та зовнішні стіни. Обсяг робіт обчислюються за об'ємною моделлю. Витрати будуть враховані саме за допомогою множення обсягів робіт та питомої вартості одиниці. Але без наповнення моделі внутрішніми перегородками, даними про внутрішнє опорядження стін, підлог та іншого витрати на будову будуть значно нижчими. В дисципліні електрики та Piping (прокладення всіх трубопроводів без поділення на типи та класи) модель передбачає тільки магістральні лінії а затрати враховуються виключно збільшенням коефіцієнтів, але в залежності від розміщення проекту, його віддаленості від джерел живлення, віддаленості об'єктів один від одного ці витрати можуть бути як значно нижчими за визначенні чи навпаки значно більшими. Для вирішення цієї проблеми на вказаній фазі необхідно визначити залежність між обсягами робіт внутрішніх робіт та зовнішніх но одиницю обсягу, для електричних мереж визначити обсяг допоміжної продукції на метр магістралі, будови тощо саме для типу будівлі що будується у конкретній групі підприємств. В свою чергу підрахунок бюджету проекту корегуючи коефіцієнти накладати і на обсяги робіт і на бюджетну оцінку.

Перелік використаних джерел

1. AACE International is the Association for the Advancement of Cost Engineering. URL: <https://web.aacei.org> (access at 2023-09-30)
2. Tangguh Wijoseno. MODIFYING THE LANG FACTOR using Process Plant Project Data Cost in PERTAMINA for more Precision, Valid, & Reliable AACE Class 4. Estimation Purpose in Indonesia. URL: <https://pmworldjournal.com/article/modifying-the-lang-factor> (access at 2023-09-30)

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-188>

**ORGANIZATIONAL STRUCTURE OPTIMIZATION
FOR ENSURING ENTERPRISE RESILIENCE
(CASE STUDY METINVEST-PROMSERVICE, LLC)**

**ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМТВА
(НА ПРИКЛАДІ ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС»)**

Kharchenko O.S.

PhD (Economics), LLC “Technical university “Metinvest polytechnic”, Zaporizhzhia, Ukraine

Харченко О.С.

к.е.н., ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Запоріжжя, Україна

Isachenko D.Yu.

student (group 073-22-1p), LLC “Technical university “Metinvest polytechnic”, Zaporizhzhia, Ukraine

Ісаченко Д.Ю.

студентка гр. 073-22-1п, ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Запоріжжя, Україна

Підприємство ТОВ «МЕТІНВЕСТ – ПРОМСЕРВІС» є представником підприємств, основним напрямом діяльності яких є надання сервісних послуг. Основними функціями підприємства є ремонт металургійного, коксохімічного, гірничого обладнання та рухомого складу, а також надання послуг супроводу й технічного обслуговування устаткування цехів.

Для підприємств ГМК, на сьогоднішній день, є єдина можлива стратегія – стратегія скорочення витрат. Враховуючи це було проаналізовано поточні структури відділів та виявлено, що за останні кілька років організаційна структура підприємства не мала глобальних змін, а ті зміни, що все ж таки відбулись дійсно проводились з метою скорочення витрат шляхом перегляду й перерозподілу функцій та оптимізації чисельності.

До лютого 2023 року місто Маріуполь був першим заснованим та основним виробничим майданчиком МПС з найбільшим процентом наявності виробничих потужностей, а також адміністративним центром підприємства. Військові дії на території України, окупація значної частини Донеччини, в тому числі Маріуполя та Авдіївки, відсутність доступу до активів підприємства та їх часткова руйнація – все це

посприяло зменшенню навантаження на одиницю персоналу практично всіх підрозділів адміністративного корпусу.

Ці дані були підтверджені проведенням аналізу робочого дня (чек-листом) співробітників двох відділів, що входять до складу дирекції з персоналу та соціальних питань, а саме адміністративно-господарського відділу (загальна чисельність співробітників 11 осіб) та соціально-побутового відділу (загальна чисельність співробітників 9 осіб). Існуюча організаційна структура дирекції з персоналу та соціальних питань ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС» відображено на рисунку 1.

В процесі аналізу були розглянуті Поточні організаційні схеми, Положення про відділи, посадові інструкції та чек-листи працівників.

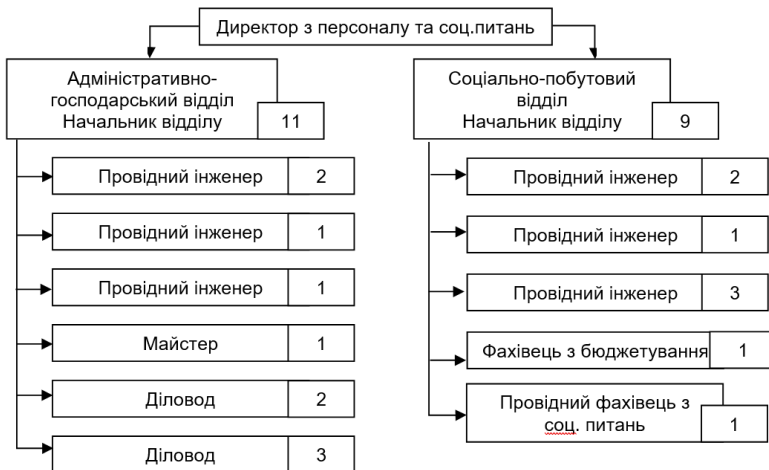


Рис. 1. Існуюча організаційна структура адміністративно-господарського та соціально-побутового відділів ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС»

За результатами опрацювання документації аналізованих відділів можна зробити висновки:

- відділи мають схожу функцію, в зв'язку з чим, спостерігається дублювання процесів посадових осіб;
- протягом останнього року посаду Виконуючого обов'язки начальника адміністративно-господарського відділу виконує начальник соціально-побутового відділу;

– працівники обох відділів мають низький рівень завантаженості за основним функціоналом.

На цій підставі запропоновано нову організаційну схему (рис. 2) з наступними змінами:

- переведення персоналу адміністративно – господарського відділу в соціально-побутовий;
- скасування відділу адміністративно-господарського;
- перерозподіл робочого навантаження та перегляд виконуваних процесів між працівниками;
- персонал, що не приймає участі в робочому процесі підлягає скороченню, або переведенню в інші відділи.

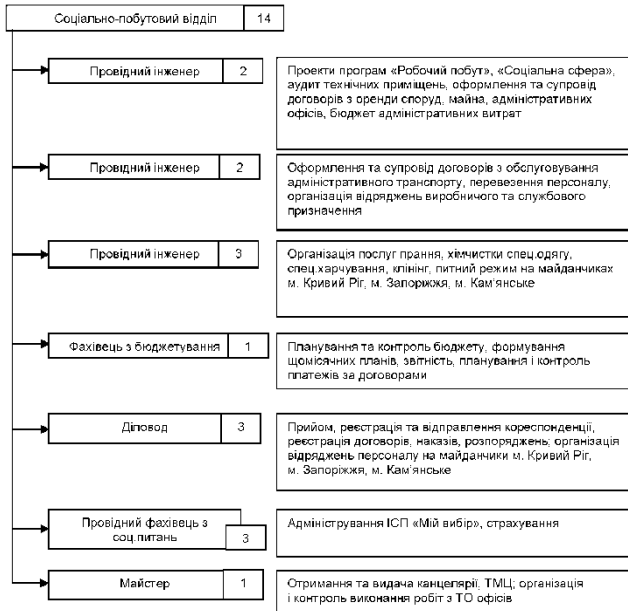


Рис. 2. Запропонована організаційна структура єдиного соціально-побутового відділу ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС»

Перелік використаних джерел

1. Монастирський Г.Л. Теорія організації: підручник. 2-е видання, доповнене й перероблене. Тернопіль: «Крок», 2019. 368 с.

2. Назарчук Т. В. Менеджмент організацій : навч. посіб. / Т. В. Назарчук, О. М. Косіюк. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 560 с.

3. Прийняття управлінських рішень : навч. посіб. / [Ю. Є. Петруня, Б. В. Літовченко, Т. О. Пасічник та ін.] ; за ред. Ю. Є. Петруні. [4-те вид., переробл. і доп.]. Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2020. 276 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-189>

LEAN PHILOSOPHY IN THE BUDGET DEVELOPMENT PROCESS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

ФІЛОСОФІЯ LEAN У ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ БЮДЖЕТІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Chupruna Yu.V.

*PhD (Economics),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Чуприна Ю.В.

*к.е.н.,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Lean філософію можна вважати методологією оптимізації бізнес-процесів, спрямованою на зниження витрат і підвищення продуктивності. Вважаючи бюджетування процесом, що включає певну послідовність дій з розробки, виконання, контролю та аналізу бюджету, а також у разі необхідності подальшого коригування планів підприємства (або його цільових орієнтирів діяльності), доцільно розглянути можливість впровадження Lean філософії і у цей процес.

Перш за все, варто проаналізувати, як Lean філософія може бути застосована на етапі розробки та погодження бюджетів промислових підприємств.

У дослідженні виділяється декілька принципів і підходів, які можна використовувати в рамках Lean філософії для оптимізації процесів розробки та погодження бюджетів.

1. Видалення втрат/марнотратства: Карта потоку створення цінності (Value Stream Mapping (VSM)) допомагає відобразити потік робіт і визначити марнотратні операції в процесі розробки та виконання

бюджетів. Отже, за допомогою VSM можна ідентифікувати зайві кроки і, усунувши їх, збільшити продуктивність. Паралельно з цим 5S як це система для організації робочого простору може покращити ефективність роботи, дозволяючи легше знаходити необхідні документи та інформацію, пов'язану з бюджетом.

2. Постійна оптимізація: Lean філософія вимагає постійного вдосконалення процесів. Отже, слід відстежувати результати бюджетного процесу, ідентифікувати проблемні моменти та шукати можливості для оптимізації. Ефективним може бути застосування методології PDCA (Plan-Do-Check-Act) для постійного циклу вдосконалення.

3. Крос-функціональний підхід: залучення різних відділів та фахівців до процесу розробки та погодження бюджетів. Це допоможе зменшити затримки та уникнути збоїв у процесі комунікації між відділами.

4. Постійний потік роботи: спрямування уваги на зниження часу, необхідного для розробки та погодження бюджетів. Доцільним є застосування таких інструментів Lean, як Kanban або Just-In-Time.

5. Залучення працівників: залучення співробітників до процесу розробки бюджетів може призвести до кращих результатів, оскільки саме вони можуть надавати цінні відомості та ідеї для оптимізації витрат та досягнення цілей.

Застосування Lean філософії у розробці та погодженні бюджетів допоможе підприємству зберегти ресурси, знизити витрати та досягти більшої ефективності в управлінні фінансами.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-190>

**DEVELOPMENT OF MAIN DIGITALIZATION MEASURES
AT THE ENTERPRISE**

**РОЗРОБКА ОСНОВНИХ ЗАХОДІВ З ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ
БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ ЗАКУПІВЕЛЬ**

Shevchyk T.V.

*student (group 51-22-1м),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Шевчик Т.В.

*студентка (гр. 51-22-1м),
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Mints O.Yu.

*DSc (Economics), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Мінц О.Ю.

*д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Диджиталізація бізнес-процесів це використання цифрових технологій, а саме електронних інструментів, пристроїв та ресурсів, які обробляють, генерують або зберігають дані, з метою покращення самого процесу та підвищення його продуктивності. Одним із бізнес-процесів підприємства ПРАТ «ІНГЗК» є процес закупівель. Ефективність закупівельної діяльності підприємства на сьогодні дуже важко уявити без використання технологій, які забезпечують дистанційний і фізично розподілений доступ до даних та обмін ними, співпрацю між Замовниками та Постачальниками, а також керування складними процесами, одним із яких є пошук Постачальників та перевірка їх на благонадійність. Саме тому на ПРАТ «ІНГЗК» була впроваджена автоматизована система публічних закупівель – платформа для проведення електронних торгів SAP Ariba Sourcing, яка має вагоме суспільне значення, сприяє економії часу, відкритості та прозорості, мінімізує корупційні ризики під час проведення електронних торгів. Але на жаль деякі етапи роботи на цій платформі не досконалі і потребують покращення з метою підвищення продуктивності .

За допомогою SAP Ariba Sourcing закуповуються товари, сировина, обладнання та послуги. Система дозволяє вирішити такі бізнес-завдання:

- автоматизувати процес закупівель та знизити його трудомісткість;
- підвищити рівень контролю закупівельної діяльності на підприємстві;
- звести до мінімуму вплив людського фактору на вибір Постачальників;
- підвищити прозорість вибору переможців у торгах;
- знизити витрати на закупівлю матеріалів і послуг.

SAP Ariba Sourcing це широко використовуване програмне забезпечення для проведення тендерних процедур в закупівлях. Воно оптимізує діяльність, щодо пошуку Постачальників, запиту комерційних пропозицій, проведення тендерної процедури, від її початку до видачі протокольного рішення тендерного комітету. Мережа SAP Ariba Sourcing з'єднує Постачальників та Замовників. Замовник проводить пошук Постачальників та тендерну процедуру, Постачальники приймають участь на всіх етапах процесу торгів, конкуруючи один з одним. Отже процес закупівель на ПрАТ «ІНГЗК» можна вважати вже диджиталізованим, вся тендерна документація переведена в електронний вигляд, підписується електронними підписами, закупівлі здійснюються у вигляді електронних торгів з автоматизованим вибором переможця на електронному торгівельному майданчику. Разом із тим існують резерви для вдосконалення процесу закупівель та підвищення його продуктивності.

Розглянемо етап вибору Постачальників. При проведенні тендерної процедури, для участі у тендері обираються Постачальники, які мають попередню кваліфікацію. Попередня кваліфікація – це результат документальної перевірки Постачальника на належність виробничих потужностей, матеріалів, обладнання, кваліфікованого персоналу тощо, необхідних для надання послуг. Отже щоб запросити до участі саме кваліфікованих постачальників, необхідно для їх вибору затратити чимало часу. Саме цей етап в проведенні електронних торгів на площадці SAP Ariba Sourcing вимагає оптимізації з метою зменшення часу на відбір, що дозволить покращити продуктивність проведення тендерної процедури.

Наразі відбір відбувається таким чином: Спочатку з торгівельної площадки завантажуються список постачальників, що мають попередню кваліфікацію у вигляді текстового файлу CSV. Потім цей файл відкривається в Excel та проводиться його корегування, а саме виключення повторення постачальників, витяг контактних даних Постачальників. При запуску тендера, з цього Excel файлу

завантажуються електронні пошти Постачальників в SAP Arriba, саме в тендер, для можливості надіслати на них запит на участь в тендерних торгах. Тобто відбувається процес: вивантаж з Arriba – скорегуй – завантаж в Arriba. Було б набагато зручніше та економічніше, стосовно витрачання часу на підготовку тендеру до запуску, завантажувати список постачальників, що мають попередню кваліфікацію, одразу при підготовці тендера до запуску на торгівельній площадці, без додаткових маніпуляцій.

Висновки: використання SAP Arriba Sourcing є ефективним прикладом диджиталізації, оскільки удосконалює і трансформує бізнес-процес, змінює компетенції та підвищує продуктивність. А покращення де яких етапів проведення електронних торгів, а саме етапу вибору кваліфікованих постачальників, зробить процес закупівель ще більш досконалішим.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-191>

INNOVATIVE STUDYING METHODS IN PERSONNEL PERFORMANCE MANAGEMENT

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ В УПРАВЛІННІ РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЮ ПЕРСОНАЛУ

Shkrabak I.V.

*DSc (Economics), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Шкрабак І.В.

*д.е.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Neborachko A.V.

*student 073-22-1m,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Неборачко А.В.

*студент гр. 073-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Результативність праці, поряд з показником економічності витрат, виступає як один з критеріїв оцінки якості праці і в загальному розумінні представляє собою ступінь досягнення поставленої мети, забезпечення

конкурентоздатності продукції і високої якості виконуваних робіт та послуг за всією сукупністю споживчих властивостей понад ті вимоги, що враховані при оцінці продуктивності праці [1]. Навчання персоналу відіграє важливу роль в управлінні результативністю його праці, і ця роль постійно зростає. Оновлення навичок професійної діяльності у відповідності до трансформації вимог до знань, умінь і компетентностей працівників, викликаної зміною середовища функціонування підприємства, розвитком інноваційних методів управління та організації виробництва та іншими факторами впливу, потребують осучаснення методів навчання персоналу.

В останні роки спостерігається ріст зацікавленості у використанні інноваційних методів навчання, зокрема, інтерактивних, що дозволяють організовувати навчальну роботу в умовах, наближених до реальних [2]. До них відносять, зокрема, віртуальну реальність (VR), гейміфікацію та адаптивне навчання. VR дозволяє створювати імерсивне середовище навчання на основі технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні види змішання реальної і віртуальної реальності. Вони забезпечують ефект повної або часткової присутності в альтернативному просторі і тим самим змінюють призначений для користувача досвід в абсолютно різних сферах.

Гейміфікація у методах навчання передбачає використання ігрових практик та механізмів у неігровому контексті для залучення кінцевих користувачів до розв'язання проблем.

Адаптивне навчання – процес навчання з використанням спеціальних алгоритмів для побудови індивідуальної навчальної траєкторії за допомогою підібраних ресурсів і активностей, які відповідають унікальним потребам слухача, враховують його запити, особливості сприйняття, темп засвоєння, враховуючи наявний досвід і вміння, усвідомлені і неусвідомлені прогалини в знаннях [3].

Завдяки зростанню доступності Інтернету і розвитку мобільних технологій, працівники тепер можуть вчитися з будь-якого місця та в будь-який час. Онлайн-курси, вебінари та мобільні додатки надають можливість навчатися швидко і зручно. Крім того, мобільні додатки для навчання дозволяють працівникам використовувати вільний час (наприклад, в дорозі) для підвищення своєї кваліфікації, що зменшує вплив навчання на робочий час.

Зазначені методи навчання персоналу мають низку переваг (табл. 1).

Таблиця 1

Переваги інноваційних методів навчання персоналу

№	Методи навчання	Переваги використання
1.	Віртуальна реальність (VR) у навчанні	Іммерсивне навчання: VR створює іммерсивне навчальне середовище, де працівники можуть набувати навичок і робити помилки без реальних наслідків. Це особливо корисно в сферах, де навчання на робочому місці може бути небезпечним.
		Збільшення залученості: VR залучає працівників через інтерактивність та цікавість. Вони більше зацікавлені в процесі навчання та мають більшу мотивацію до засвоєння матеріалу.
2.	Гейміфікація навчання	Мотивація через змагання: гейміфікація навчання дозволяє створити конкуренцію серед працівників, яка може бути мотиваційним фактором для підвищення навчання і зміцнення навичок.
		Більша активність у навчанні: графічні елементи, нагороди та рівні в гейміфікованих системах стимулюють працівників до активного навчання та допомагають зберегти їхню увагу.
3.	Адаптивне навчання	Персоналізований підхід: адаптивні програми навчання надають індивідуальні завдання та матеріали, що відповідають рівню знань і потребам кожного працівника. Це робить навчання більш ефективним, оскільки працівники отримують те, що їм потрібно.
		Збереження часу: адаптивні програми можуть допомогти прискорити навчання, дозволяючи працівникам швидше засвоювати матеріал та переходити до більш складних завдань.

Запровадження сучасних тенденцій в навчанні та розвитку навичок персоналу має великий потенціал для підвищення результативності його праці в організаціях. Такі інноваційні методи навчання, як віртуальна реальність, гейміфікація навчання, адаптивне навчання та онлайн-ресурси, мають низку переваг перед традиційними методами передачі знань, зокрема:

- відпрацювання навичок і реакцій у безпечному середовищі без негативних наслідків для реального виробничого процесу;
- підвищення зацікавленості у навчанні та його результатах;
- підвищення ефективності навчання через індивідуалізацію освітньої траєкторії;
- адаптивність до індивідуального і корпоративного тайм-менеджменту.

Впровадження зазначених методів навчання персоналу в систему управління його результативністю створює нові можливості для

особистого і професійного зростання працівників, підвищення зацікавленості у саморозвитку і навчання протягом життя, досягнення високого рівня навичок та умінь, що сприяє досягненню цілей організації та підвищенню конкурентоспроможності.

Перелік використаних джерел

1. Дуда С. Т., Кіцак Х. Р. Мотивація та результативність праці персоналу підприємства: їх сутність та взаємозв'язок. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20.14. С. 189.

2. Загіка О. О. Інноваційне навчальне середовище – запорука професійної компетентності та конкурентоспроможності випускника ПТНЗ. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. 2013. Вип. 5. С. 55–59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Profos_2013_5_12 (дата звернення 24.09.2023).

3. Шмигер Г. П., Вамиленко Я. П. Особливості впровадження адаптивного навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : Зб. наук. пр., 2020. № 5. С. 151.

NOTES

The project was implemented with the support of



The Center for Ukrainian-European Scientific Cooperation is a non-governmental organization, which was established in 2010 with a view to ensuring the development of international science and education in Ukraine by organizing different scientific events for Ukrainian academic community.

The priority guidelines of the Center for Ukrainian-European Scientific Cooperation

1. International scientific events in the EU

Assistance to Ukrainian scientists in participating in international scientific events that take place within the territory of the EU countries, in particular, participation in academic conferences and internships, elaboration of collective monographs.

2. Scientific analytical research

Implementation of scientific analytical research aimed at studying best practices of higher education establishments, research institutions, and subjects of public administration in the sphere of education and science of the EU countries towards the organization of educational process and scientific activities, as well as the state certification of academic staff.

3. International institutions study visits

The organisation of institutional visits for domestic students, postgraduates, young lecturers and scientists to international and European institutes, government authorities of the European Union countries.

4. International scientific events in Ukraine with the involvement of EU speakers

The organisation of academic conferences, trainings, workshops, and round tables in picturesque Ukrainian cities for domestic scholars with the involvement of leading scholars, coaches, government leaders of domestic and neighbouring EU countries as main speakers.

Contacts:

Head Office of the Center for Ukrainian-European Scientific Cooperation:
88000, Uzhhorod, 25, Mytraka str.
+38 (099) 733 42 54
info@cuesc.org.ua

www.cuesc.org.ua

International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 –
The mining and metals sector: integration of business, technology
and education”

November 29–30, 2023

Izdevniecība «Baltija Publishing»
Valdeķu iela 62 – 156, Rīga, LV-1058
E-mail: office@baltijapublishing.lv

Iespiests tipogrāfijā SIA «Izdevniecība «Baltija Publishing»
Parakstīts iespiešanai: 2023. 21. novembris
Tirāža 100 eks.