MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES



INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC AND PRACTICAL INTERNET CONFERENCE FOR YOUNG RESEARCHERS, APPLICANTS FOR HIGHER EDUCATION AND SCIENTISTS 6-7 APRIL 2023

KYIV 2023

Proceedings of International multidisciplinary scientific and practical Internet conference for young researchers, applicants for higher education and scientists «MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES»
6-7 April 2023 Kyiv city, UKRAINE

The conference is included in the plan of the Ministry of education and science of Ukraine for 2023 and is registered with the State Scientific Institution «Ukrainian Institute of Scientific and Technical Information (№ 16, January 16, 2023)»

ORGANIZERS

1. Ministry of Education and Science of Ukraine;
2. Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technologies, Ukraine;
3. Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine;
4. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Ukraine;
5. Academy of Applied Sciences, Ukraine;
6. University of Žilina, Slovak Republic;
7. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Faculty of Technical Sciences, Poland;
8. Brno University of Technology, Institute of Automotive Engineering, Czech Republic;
9. Tafila Technical University, Jordan.

The collection of conference materials is a scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, candidates and Doctors of Science, scientists and practitioners from Ukraine, Europe and other countries. Articles contain researches of modern innovative processes in science. The collection is intended for approbation of scientific research by bachelors, masters, graduate students, doctoral students, teachers and scientific researchers, as well as to expand the scientific horizons of researchers from relevant fields of knowledge and inform a wide range of scientists and practitioners about the existing modern problems in various fields.

The materials are presented in the author's edition

The conference was held by the Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technology (Ukraine)

© Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technology, 2023

М А Т Е Р І А Л И

Міжнародної мультидисциплінарної **науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «СУЧАСНА НАУКА: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ» 6-7 квітня 2023 р., м.Київ**

Конференція внесена до плану Міністерства освіти і науки України у 2023 році та зареєстрована в ДУ «Український інститут науково-технічної інформації» (УкрІНТЕІ) за № 16 від 16.01.2023р.

Сучасна наука: інновації та перспективи: Матеріали Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців 6-7 квітня 2023р. м. Київ, вид-во: Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №16 від 16.01.2023, 2023. 452 с.

Голова оргкомітету конференції:
Губаревич О.В. – к.т.н., доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

Відповідальний секретар конференції:
Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на Міжнародну мультидисциплінарну науково-практичну інтернет-конференцію молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців, яка організована Київським інститутом залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та включена до плану Міністерства освіти і науки України.

Електронне наукове видання призначено для апробації наукових досліджень бакалаврів, магістрів, аспірантів, докторантів, викладачів та наукових співробітників, а також для розширення наукового кругозору дослідників з відповідних галузей знань, інформування широкого кола вчених та практиків щодо існуючих сучасних проблем у різних галузях та розвитку міжнародної співпраці.

© КІЗТ Державний університет інфраструктури та технологій, 2023

Матеріали подано в авторській редакції

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ
SCIENTIFIC COMMITTEE CONFERENCES

Голова

Брайковська Н.С. – к.т.н., професор, Почесний працівник транспорту України, Почесний залізничник, ректор Державного університету інфраструктури та технологій.

Заступники голови

Твердомед В.М. – к.т.н., доцент, директор Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Горобченко О.М. – д.т.н., професор, декан факультету інфраструктури та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, головний редактор Збірника наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій «Транспортні системи та технології»;

Стрелко О.Г. – д.і.н., професор, декан факультету управління залізничним транспортом Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, член-кореспондент Академії прикладних наук, доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій.

Члени наукового комітету

Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., професор, віце-президент ГО «Національна академія наук вищої освіти України», академік Міжнародної академії наук і інноваційних технологій, професор кафедри конструювання машин Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України «*Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського*»;

Саленко О.Ф. – д.т.н., професор, академік ГО «Національна академія наук вищої освіти України», академік Академії інженерних наук України, академік Академії наук національного прогресу України, професор кафедри конструювання машин Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України «*Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського*»;

Шинкаренко В.Ф. – д.т.н., професор, академік ГО «Національна академія наук вищої освіти України», професор кафедри електромеханіки Національного технічного університету України «*Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського*»;

Квасніков В.П. – д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем і технологій Національного авіаційного університету, Заслужений метролог України;

Кириченко І.О. – д.т.н. професор, професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;
Ловська А.О. – д.т.н., доцент, професор кафедри інженерії вагонів та якості продукції Українського державного університету залізничного транспорту;
Мазуренко Л.І. – д.т.н., професор, завідувач відділу електромеханіки інституту електродинаміки НАН України, завідувач кафедри електротехніки та електроприводу Київського національного університету будівництва і архітектури;
Новіков О.Є. – д.е.н., професор, проректор з наукової роботи Миколаївського національного аграрного університету;
Подольцев О.Д. – д.т.н., головний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України;
Попович О.М. – д.т.н., провідний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України;
Потриваєва Н.В. – д.е.н., професор, завідувач науково–дослідного відділу Миколаївського національного аграрного університету;
Ставинський А.А. – д.т.н., професор, завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету;
Ткаченко В.П. – д.т.н., професор, завідувач кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;
Фомін О.В. – д.т.н., професор, професор кафедри вагонів та вагонного господарства Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;
Чорний О.П. – д.т.н., професор, директор Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;
Шавьолкін О.О. – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Київського національного університету технологій та дизайну;
Шебанін В.С. – д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Національної академії аграрних наук України, ректор Миколаївського національного аграрного університету;
Шведчикова І.О. – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Київського національного університету технологій та дизайну;
Волошин Д.І. – к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції Українського державного університету залізничного транспорту;
Голенков Г.М. – к.т.н., доцент кафедри електротехніки та електроприводу Київського національного університету будівництва і архітектури;
Гулак С.О. – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;
Кравець А.М. – к.т.н., доцент, завідувач науково-дослідної частини Українського державного університету залізничного транспорту;

Мелконов Г.Л. – к.т.н. доцент, доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;
Мелконова І.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедри електричної інженерії, заступник декана факультету інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;
Мороз С.М. – к.т.н., доцент, член Президії Академії прикладних наук, секретар Президії Академії прикладних наук;
Петренко Д.І. – к.т.н., доцент, член Президії Академії прикладних наук;
Руднєв Є.С. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри електричної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;
Садовий О.С. – к.т.н., старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету;
Atef Saleh Almashakbeh – Professor, Vice President for Academic Affairy, Tafila Technical University, Jordan;
Abdullah Eial Awwad **–** Doctor of Electrical Engineering Sciences, Professor, Electrical Power and Mechatronics Engineering Department, Tafila Technical University, Jordan;
Juraj Gerlici – Professor, Dr. Ing. Head of the Department of transport and handling machines, Faculty of Mechanical Engineering, University of Zilina, Slovak Republic;
Kateryna Kravchenko – Associate Professor, Ph.D. research of the Department of transport and handling machines, The Faculty of Mechanical Engineering, University of Zilina, Slovak Republic;
Miroslaw Bramowicz – Doctor hab. inż., Associate professor, Faculty of Technical Sciences, Warmia and Mazury University in Olsztyn, Poland;
Pavel Kučera – Doctor of Engineering Science, Professor, Institute of Automotive Engineering, Faculty of Mechanical Engineering Brno University of Technology, Czech Republic;
Szymon Racewicz – Doctor of Technical Sciences, Assistant professor, Faculty of Technical Sciences, Department of Mechatronics of the Warmia and Mazury University in Olsztyn, Poland;
Sławomir Kulesza – Doctor of Experimental Physics, Professor, staff of the Department of Mechatronics of the Faculty of Technical Sciences of the Warmia and Mazury University in Olsztyn, former Head of the Department of Relativistic Physics of the Faculty of Mathematics and Inform atics of the Warmia and Mazury University in Olsztyn, Poland;
Sławomir Wierzbicki – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mechatronics, Faculty of Technical Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland;
Václav Píštěk – Doctor of Engineering Science, Professor, Institute of Automotive Engineering, Faculty of Mechanical Engineering Brno University of Technology, Czech Republic;
Wojciech Sobieski – Doctor of Technical Sciences, Professor UWM, Faculty of Technical Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland.

ЗМІСТ
TABLE OF CONTENTS

Секція 1: ІННОВАЦІЇ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ
Section 1: INNOVATIONS IN THE TRANSPORT INDUSTRY AND TECHNOLOGIES……... 23

Агарков О.В., Ковальчук В.В., Близнюк К.П.
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОЛІЇ І РУХОМОГО СКЛАДУ
USING MACHINE LEARNING METHODS TO STUDY THE INTERACTION OF TRACKS AND ROLLING STOCK……... 23

Бойко В.Д., Молчанов В.М.
МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКІВ СЛУЖБИ РЕЙОК ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
METHODOLOGY FOR FORECASTING RAIL SERVICE LIFE DEPENDING ON SERVICE CONDITIONS……... 25

Буряк С.Ю., Гололобова О.О.
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБСТАНОВКА НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ
ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT ON RAILWAY TRANSPORT…… 29

Вільшанюк М.С., Михайлова Ю.В.
ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАУКОВИХ МЕТОДІВ ПРИ ОФОРМЛЕННІ КОНТЕЙНЕРІВ В ПОРТУ
JUSTIFICATION OF THE USE OF SCIENTIFIC METHODS IN THE OF CLEARANCE CONTAINERS AT THE PORT……... 33

Губаревич О.В.
МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕКТОРНОГО ПІДХОДУ ПАРКА
METHOD FOR DIAGNOSTICS OF WINDINGS OF INDUCTION MOTORS WITH A SHORT-CIRCUITED ROTOR OF ELECTRIC DRIVES OF ELECTRIC LOCOMOTIVES USING THE PARK'S VECTOR APPROACH…….. 36

Gulemba G., Semenova O., Gulemba O., Semenov S.
ANALISIS THE PROBLEMS OF INTEROPERABILITY RAILWAYS WITH DIFFERENT TRACK GAUGES …….. 40

Діжо Я., Блатніцкий М., Іщук В.В., Молнар Д.
ДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З ПОШКОДЖЕНИМ КОЛЕСОМ
DYNAMIC RESPONSE OF RAIL VEHICLE RUNNING WITH A DAMAGED WHEEL…… 43

Дорошенко О.Ю.
ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ (ГУАНІДІНІВ) НА ПРОЦЕСИ ТВЕРДІННЯ І СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ
THE INFLUENCE OF MODIFIERS (GUANIDINES) ON THE PROCESSES OF HARDENING AND STRUCTURING OF THE CONCRETE MIXTURE……. 47
Zaripov R., Mukanov R., Sagadatov T., Datsko A., Sadykov A.
OVERVIEW AND SELECTION OF ENERGY SOURCES AND STORAGE DEVICES FOR ELECTRIC VEHICLES…….. 51
Зуб Є.П., Сапронова С.Ю.
СПРЯМОВУЮЧІ ЗУСИЛЛЯ В КОНТАКТІ КОЛЕСА ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ І РЕЙКИ
GUIDING EFFORTS IN CONTACT WAGON WHEELS AND RAILS… 55
Іванов Р.В., Курган М.Б.
ІННОВАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ КРАЇН ЄС І УКРАЇНИ
INNOVATIONS IN RAILWAY CROSSINGS IN EU AND UKRAINE… 58
Кара С.В., Левицький М.О.
СТВОРЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ РАМИ ВІЗКА ЕЛЕКТРОВОЗА СЕРІЇ ДС3
CREATION OF A COMPUTATIONAL MODEL FOR THE BOGIE FRAME OF ELECTRIC LOCOMOTIVE DS3 SERIES…….. 62
Lomotko D., Ohar O., Lomotko M.
RESEARCH OF THE "GREEN" LOGISTICS TECHNOLOGIES IN TRANSPORTATION OF CARGO BY RAIL TRANSPORT…….. 65
Ломотко Д.В., Примаченко Г.О.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT INDUSTRY BASED ON THE OPTIMIZATION OF MULTIMODAL CARGO TRANSPORT WITH THE PARTICIPATION OF RAIL TRANSPORT……. 69
Лузан С.О., Бантковський В.А.
СТРУКТУРА І ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ СПЛАВУ ПГ-10Н-01, ЩО МІСТЯТЬ БОР
STRUCTURE AND TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF DEPOSITED COMPOSITE COATINGS BASED ON ALLOY PG-10N-01 CONTAINING BORON…… 71
Макуха Д.Ю., Михайлов Є.В.
ЗАСТОСУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ЛІФТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
APPLICATION OF CONTAINER LIFTS TO IMPROVE CONTAINER TRANSPORTATION TECHNOLOGY…… 75

Малюк С.В., Погребняк Д.Ю.
ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПОЇЗДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ
EXPERIENCE OF USING TRAILER TRAINS IN UKRAINE AND WORLDWIDE…… 78
Мельник М.О., Незліна О.А.
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО В ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ
MATERIALS SCIENCE IN RAILWAY TRANSPORT…….. 81
Неведров О.В., Горобченко О.М.
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВИПАДКОВОГО ПОШУКУ З АДАПТАЦІЄЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛА НАЙБІЛЬШ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК ПОЇЗНИХ СИТУАЦІЙ
USING THE METHOD OF RANDOM SEARCH WITH ADAPTATION TO DETERMINE THE CIRCLE OF THE MOST INFORMATIVE SIGNS OF TRAFFIC SITUATIONS…… 85
Пасічник А.М.
НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ
DIRECTIONS OF MODERNIZATION AND DEVELOPMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE IN UKRAINE…. 88
Попович Д.Ю., Незліна О.А.
ІННОВАЦІЇ ТА ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ЗАЛІЗНИЦІ УКРАЇНИ
INNOVATIONS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN RAILWAYS OF UKRAINE…….. 92
Поліщук О.С.
СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КОЛІЇ. ІНДЕКСИ ЯКОСТІ КОЛІЇ ТА СПОСОБИ ЇХ ОБЧИСЛЕННЯ
COMPREHENSIVE TRACK QUALITY ASSESSMENT SYSTEM. RAILWAY QUALITY INDICES AND METHODS OF THEIR CALCULATION…… 95
Потапов Д.О., Вітольберг В.Г., Малішевська А.С.
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ БЕЗСТИКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇЇ КОЛІЇ НА ДІЛЯНКАХ З ПРУЖНИМИ ПРОМІЖНИМИ РЕЙКОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ
ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF THE WELDED RAIL TRACK CONSTRUCTION ON SECTIONS WITH ELASTIC INTERMEDIATE RAIL FASTENERS…… 99
Романчук Б.О., Заіка Д.О.
ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПОСЛІДОВНИМ ЗБУДЖЕННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ MATLAB SIMULINK R2022b
DIAGNOSTICS OF THE PARAMETERS OF THE DIRECT CURRENT

TRACTION MOTOR WITH SERIES EXCITATION USING MATLAB SIMULINK R2022b SOFTWARE……..... 103
Севрук С.Г., Сільвестр В.О., Малюк С.В.
КЕРУВАННЯ ТЕРТЯМ В СИСТЕМІ «КОЛЕСО-РЕЙКА»
FRICTION MANAGEMENT IN THE "WHEEL-RAIL" SYSTEM…… 107
Ситников П.А., Лузан С.О.
КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО СЕРЕДОВИЩА
COMPOSITE MATERIAL FOR SOLDERING PARTS THAT WORK IN AN ABRASIVE ENVIRONMENT……. 110
Сулим А.О., Павленко Ю.С., Федосов-Ніконов Д.В., Стринжа А.М.
ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ПОРЯДКУ ПРОДОВЖЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ
WAYS OF IMPROVING THE PROCEDURE FOR EXTENDING THE SERVICE LIFE OF RAILWAY ROLLING STOCK…….. 113
Тагієв Е.Г., Михайлов Є.В.
ВПЛИВ ВОЄННОГО СТАНУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇХ ПОКРАЩЕННЯ
INFLUENCE OF MARTIAL LAW ON CARGO TRANSPORTATION AND PROPOSALS FOR THEIR IMPROVEMENT…… 117
Твердомед В.М., Крупський В.С.
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ УЛАШТУВАННЯ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ РАДІУСА МЕНШЕ 350 МЕТРІВ
THEORETICAL STUDIES OF THE POSSIBILITY OF LAYING A NO-CONTACT TRACK IN CURVED SECTIONS WITH A RADIUS OF LESS THAN 350 METERS……... 121
Хмелевська Н.П., Курган М.Б.
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПРАВКИ ЗАЛІЗНИЧНИХ КРИВИХ В ПЛАНІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ, ПЛАВНОСТІ Й КОМФОРТАБЕЛЬНОСТІ ЇЗДИ
INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE CORRECTION OF RAILWAY CURVES IN PLANS TO INCREASE THE SAFETY, SMOOTHNESS AND COMFORT OF THE MOVEMENT…… 125
Фомін О.В., Баранов І.О., Мірошникова М.В.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ВУЗЛІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ В ІСНУЮЧИХ СИСТЕМАХ ОЦІНКИ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА РЕМОНТУ
INCREASING EFFICIENCY DIAGNOSTICS OF RAILWAY ROLLING STOCK NODES IN EXISTING SYSTEMS FOR ASSESSING THEIR TECHNICAL CONDITION AND REPAIR……..... 129
Фомін О.В., Прокопенко П.М.
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТИПОВОГО НАПІВВАГОНА ТА РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ З ІМІТАЦІЄЮ ЗНОСІВ ХАРАКТЕРНИХ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

STUDY OF THE RESIDUAL RESOURCE OF A TYPICAL WAGON AND DEVELOPMENT OF A COMPUTER MODEL WITH SIMULATION OF DEMOLIATIONS OF CHARACTERISTIC OPERATION CONTINUATIONS…… 133
Фомін О.В., Туровець Д.А., Лісничий В.С.
ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИЮЗНИХ ПРИСТРОЇВ НА ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНАХ ВНУТРІШНЬОГО СПОЛУЧЕННЯ
USE OF ANTI-BLOCKING SYSTEMS ON PASSENGER CARS OF INTERNAL COMMUNICATION…….. 137
Чистоклетов К.Л., Михайлов Є.В.
АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
ANALYSIS OF THE EXISTING TECHNOLOGY OF CONTAINER TRANSPORTATION…….. 140
Чмих В.О., Бондаренко О.В., Малюк С.В.
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОСТІ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ
ANALYSIS OF THE METHODS OF DETERMINING FAILURES OF BUSHING UNITS OF ELECTRIC LOCOMOTIVES…….. 144

Секція 2: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ
Section 2: ELECTRICAL ENGINEERING…… 148
Єрошин І.Г., Малюк С.В.
КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ З КОЛЕКТОРНИМ І АСИНХРОННИМ ПРИВОДОМ
CRITERIA FOR ASSESSING THE ENERGY EFFICIENCY OF AC ELECTRIC LOCOMOTIVES WITH COLLECTOR AND ASYNCHRONOUS DRIVE…….. 148
Камінський Р.В., Магалашвілі Н.Д., Шведчикова І.О.
УТИЛІЗАЦІЯ НАДЛИШКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ В ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ
UTILIZATION OF EXCESS POWER IN HYBRID POWER SUPPLY SYSTEMS……... 152
Mardziavko V.
STUDY OF THE OPTIONAL OPTION OF THE MEASURING CELL FOR DETERMINING THE DIELECTRIC PERMEABILITY OF MULTICOMPONENT MIXTURES…….. 154
Пісоцький А.В., Шведчикова І.О.
АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ’ЄКТА
ANALYSIS OF APPROACHES TO ASSESSMENT THE EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF THE HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM OF A LOCAL FACILITY…….. 157

Racewicz S., Fijałkowski R.
AUTOMATIC BATTERY PACK SPOT WELDING MACHINE DESIGN AND TEST…….. 160
Руднєв Є.С., Попович В.А.
СИНТЕЗ РОБАСТНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СИНХРОННОЮ МАШИНОЮ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ
SYNTHESIS OF A ROBUST CONTROL SYSTEM FOR A PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MACHINE……... 164
Талімончук М.В., Кириченко О.С.
ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ З НАПІВПРОВІДНИКАМИ В ФОРМІ УСІЧЕНИХ КОНУСІВ ТА КОМПЕНСОВАНОЮ КОМУТАЦІЙНОЮ ПЛАСТИНОЮ
THERMOELECTRIC ELEMENT WITH TRUNCATED CONES SEMICONDUCTORS AND COMPENSATED CONNECTION PLATE... 168
Федь В.В., Смолянінов В.Г.
РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИСТРОЮ
CALCULATION OF ELECTROMAGNETIC PARAMETERS OF A LINEAR STEPPING DEVICE……... 171

Секція 3: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ
Section 3: ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY IN TECHNOLOGY…… 174
Walaa Okasha, Atef Saleh Almashakbeh, Abdullah Eial Awwad
EFFECT OF COVID-19 ON ELECTRICITY DEMAND IN JORDAN…... 174
Давтян Д.Ю., Мелконова І.В.
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ КОНЦЕПЦІЇ «ПАСИВНОГО БУДИНКУ»
FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THE "PASSIVE HOUSE" CONCEPT……... 178
Ковтанец М.В., Ноженко В.С., Ковтанец Т.М.
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ АБРАЗИВНОГО МАТЕРІАЛУ ПІД КОЛЕСА ЛОКОМОТИВА
THE SYSTEM OF AUTOMATIC ADJUSTMENT OF THE SUPPLY OF ABRASIVE MATERIAL UNDER THE WHEELS OF THE LOCOMOTIVE…….. 180
Костенко І.Д., Гулак С.О., Незліна О.А., Рябов Є.С., Демидов О.В.
АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ОНОВЛЕННЯ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ
ANALYSIS OF WAYS TO UPGRADE SHUNTER LOCOMOTIVES…... 183
Ладижинський І.В., Смілий І.В., Трунова І.М.
АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF UKRAINE AGRICULTURE……. 187

Мелконов Г.Л., Шведчикова І.О.
ОГЛЯД ВПРОВАДЖЕННЯ SMART GRID ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ
OVERVIEW OF THE IMPLEMENTATION OF SMART GRID TECHNOLOGIES IN UKRAINE…….. 191
Олексієнко С.М., Стрільчук Б.В.
ОБРОБКА АРХІВНИХ ДАНИХ ПРО ГЕНЕРАЦІЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЇ ЛОКАЦІЇ
PROCESSING OF ARCHIVE DATA ON THE GENERATION OF THE PHOTOELECTRIC SYSTEM FOR A SPECIFIC LOCATION… 193
Попов С.В., Васильєв Є.А., Діденко А.В.
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДРОВ'ЯНОЇ ПЕЧІ ПЕРІОДИЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ
IMPROVEMENT OF INTERMITTENT WOOD STOVE…… 196
Пузир В.Г., Михалків С.В.
ПОСИЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ТЯГОВОГО РЕДУКТОРА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА
ENHANCEMENT OF SPECTRAL VIBRATIONAL COMPONENTS OF THE TRACTION GEARBOX OF ELECTRIC TRAIN…… 200
Силантьєв О.Ю., Романченко Ю.А.
АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ТА ПРОЦЕСІВ В ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
ANALYSIS OF MODES AND PROCESSES IN LOCAL POWER SYSTEMS……... 204
Сорочинська О.Л.
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
ENERGY SAVING IN RAIL TRANSPORT IN CONTEXT SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES…….. 208
Сулим А.О.
СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГООБМІННИМИ ПРОЦЕСАМИ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ МЕТРОПОЛІТЕНУ З ЄМНІСНИМИ НАКОПИЧУВАЧАМИ ЕНЕРГІЇ
CONTROL SYSTEM SYNTHESIS FOR ENERGY EXCHANGE PROCESSES ON METRO ROLLING STOCK WITH CAPACITIVE ENERGY STORAGES……... 212
Філімоненко К.В.
АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ У РОЗПОДІЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ
ANALYSIS OF ENERGY SAVING MEASURES IN DISTRIBUTION TRANSFORMERS……. 216
Філімоненко Н.М.
ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ
REQUIREMENTS FOR INFORMATION PROTECTION IN

COMPUTER TECHNOLOGIES FOR CONTROL OF ELECTRIC POWER SYSTEMS…… 219

Чуйко С.П., Герліці Ю., Кравченко О.П., Кравченко К.О.
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЩОДО ФОРМУВАННЯ КОМФОРТНОГО МІКРОКЛІМАТУ В САЛОНІ АВТОБУСА
DETERMINATION OF HEAT LOSSES IN RELATION TO THE FORMATION OF A COMFORTABLE MICROCLIMATE IN THE BUS CABIN…… 222

Секція 4: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
Section 4: AUTOMATION AND INTELLIGENT DESIGN OF TECHNICAL SYSTEMS…… 227

Воронко І.О.
ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ‘ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЦІ
APPLICATION OF PROSPECTIVE MODELS OF RAILWAY INTELLECTUALIZATION OBJECTS…… 227

Гайденко О.С., Голуб Г.М., Рябоконь О.О., Стасюк А.М.
АКТУАЛЬНІ ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ВЕБ-СЕРВІСІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
CURRENT TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEMS WEB-SERVICES…… 231

Герцій О.А.
ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ IP-МЕРЕЖ
RESEARCH OF CRITERIA FOR ASSURANCE OF QoS PARAMETERS IN IP-NETWORKS…… 234

Жук Д.О., Кокряцька Н.І.
МЕТОДИ НЕЙРОПОДІБНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ОСНОВІ ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНИХ СТРУКТУР
METHODS OF NEURAL-LIKE COMPUTATIONS BASED ON PARALLEL-HIERARCHICAL STRUCTURES…… 238

Козачук О.І., Кульбовський І.І.
АСПЕКТИ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ В ЕЛЕКТРОННОМУ СЕРЕДОВИЩІ
ASPECTS OF THE ADAPTIVE SYSTEM OF LEARNING IN THE ELECTRONIC ENVIRONMENT…… 241

Мальченко П.О., Іванов Г.О.
СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ ТОВАРІВ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО АЛГОРИТМУ ARIMA ДЛЯ ОФІСНИХ КОМП’ЮТЕРІВ
THE SYSTEM FOR FORECASTING THE COST OF GOODS BASED ON THE MODIFIED ARIMA ALGORITHM FOR OFFICE COMPUTERS…… 244

Myronov A., Gertsiy A.
RESEARCH OF KNOWLEDGE BASES FOR DECISION-MAKING IN INFORMATION SYSTEMS……. 248
Недбайло І.І., Кучмійова Т.С.
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВЕДЕННЯ ОБЛІКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
AUTOMATION OF TECHNICAL ACCOUNTING SYSTEMS UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE……. 250
Радзіховський К.С., Буряк С.Ю.
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ
METHODS OF INCREASING THE SAFETY OF THE FUNCTIONING OF TONAL RAIL CIRCLES……. 253
Сорока О.О., Молчанов В.М.
ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА GOOGLE COLABORATORY ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
USING THE GOOGLE COLLABORATORY ENVIRONMENT FOR THE RESEARCH OF RAILWAY TECHNICAL SYSTEMS…….. 255
Stetsenko O., Timchenko L.
IMPLEMENTATION OF COMPUTER COMPLEXES BASED ON MODERN HIGH-PERFORMANCE COMPUTER TECHNOLOGIES…… 259
Timchenko L., Stetsenko O.
PARALLEL-HIERARCHICAL NETWORK MODEL USING POPULATION CODING APPROACHES…… 262

Секція 5: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ
Section 5: ELECTRONICS AND INSTRUMENTATION ENGINEERING... 266
Левчук О.С., Смолянінов В.Г.
РОЗРОБКА ЕКВІВАЛЕНТНОЇ СХЕМИ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ
DEVELOPMENT OF EQUIVALENT CIRCUIT OF CHARGET FOR AUTONOMOUS POWER SOURCE……. 266
Мацюк Р.В., Незліна О.А.
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ
ENERGY EFFICIENCY IN RAILWAY TRANSPORT……... 268
Sobieski W.
TORTUOSITY CALCULATION IN BINARY POROUS MEDIA…….. 271

Секція 6: УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ У ГАЛУЗЯХ
Section 6: MANAGEMENT AND ADMINISTRATION IN INDUSTRIES…. 276
Терещук А.О., Кельріх М.Б.
РОЛЬ КОМЕРЦІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ЕФЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАЛІЗНИЦЬ
THE ROLE OF COMMERCIAL OPERATION IN FORMING THE EFFICIENT ACTIVITY OF RAILWAYS…… 276

Секція 7: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
Section 7: AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY…….. 279
Dotsenko N.
APPLICATION OF THE ADVANCED DESIGN OF THE SEED SEPARATOR OF VEGETABLE AND MELON CROPS AS PART OF THE TECHNOLOGICAL LINE…… 279
Churylo R.
DEVELOPMENT OF AN INSTALLATION FOR THE ANALYSIS OF THE PROCESS OF ELECTROPLASMOLYSIS OF PLANT RAW MATERIALS…….. 282

Секція 8: МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ
Section 8: MECHANICAL ENGINEERING……... 285
Бантковський В.А., Думіндяк С.Б.
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ
RESEARCH OF TRUCK ENGINE DIAGNOSTIC METHODS…….. 285
Бантковський В.А., Могильченко Д.А.
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ПАЛИВА В ПРОЦЕСІ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ
RESEARCH OF FUEL FILTRATION DURING THE OPERATION OF DIESEL ENGINES……... 288
Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Краснокутський Є.С.
МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ КОНТЕЙНЕРА ЗІ СКЛАДОВИМИ ІЗ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМАХ
SIMULATION OF THE LOAD OF A CONTAINER WITH COMPONENTS FROM SANDWICH-PANELS UNDER OPERATING MODES……... 291
Волошин Д.І., Волошина Л.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ З РЕМОНТУ ВАГОНІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ БІФУРКАЦІЙ
RESEARCH OF THE STABILITY OF PRODUCTION SYSTEMS FROM WAGON REPAIR ON THE BASIS OF BIFURCATION THEORY…… 294
Воронов О.С., Клочко О.Ю.
МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МЕТАЛУ РЕЙОК ЗАГАРТОВАННИХ СВЧ
METHOD OF INVESTIGATING THE METAL STRUCTURE OF HARDENED MICROWAVE RAILS…….. 296
Гао Сінмінь., Кузнєцов Ю.М.
СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ЛЕЩАТ В КИТАЇ
URRENT STATE OF VICE PRODUCTION IN CHINA……... 300
Захаров А.В., Рибалко І.М.
АНАЛІЗ ДЕТОНАЦІЙНОЇ ШИХТИ З АЛМАЗНОЮ ФРАКЦІЄЮ

ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ПОКРИТТІВ НАПЛАВЛЕННЯМ
ANALYSIS OF DETONATION CHARGE WITH DIAMOND
FRACTION FOR MODIFICATION OF SURFACE COATINGS…… 304
Калюжний О.Б., Платков В.Я.
ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ ШЛЯХОМ АРМУВАННЯ
ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ
INCREASE OF MECHANICAL PROPERTIES
POLYTETRAFLUOROETHYLENE BY REINFORCEMENT
POLYMER MATRIX……. 308
Ковальчук В.В., Агарков О.В., Близнюк К.П.
МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОШИПНО-ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМУ
ЗАСОБАМИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
MODELING OF THE CRANK-SLIDER MECHANISM BY MEANS OF
COMPUTER AIDED DESIGN SYSTEMS……... 312
Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І., Янюк Д.В.
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТОРЦЯ
ПРУТКОВОЇ ЗАГОТОВКИ В ТОКАРНОМУ АВТОМАТІ
INCREASING THE ACCURACY OF POSITIONING THE END OF A
BLANK IN A AUTOMATIC LATHING…….. 315
Лалазарова Н.О., Литовка Д.Є., Дмитренко О.А.
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ
ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ВІД СТРУКТУРИ ТА ТВЕРДОСТІ
STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE QUALITY OF THE
FINISHED SURFACE OF HIGH-DUCTIBLE CAST IRON ON THE
STRUCTURE AND HARDNESS…….. 319
Miller S., Denchik A., Tkachuk A., Zaripov R., Zigangirov S.
INCREASE OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY IN MECHANICAL
ENGINEERING. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING
MODERN TECHNOLOGIES…… 323
Муравицький В.Є., Демченко В.О.
ЕТАПИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЯГОВОГО
РУХОМОГО СКЛАДУ
STAGES OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF REPAIRING
A TRACTION MOBILE WAREHOUSE…….. 327
Панченко С.В., Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Равлюк В.Г.
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ
КЛИНОДУАЛЬНО ЗНОШЕНОЇ КОЛОДКИ ВАГОНА ПРИ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ
INVESTIGATION OF THE THERMAL STRESSED STATE OF
WEDGE-DUALLY WORN WAGON PADS UNDER OPERATIONAL
LOADS…… 330
Панченко С.В., Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Павлюченков М.В.
ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ ЗЙОМНОГО МОДУЛЯ ТИПУ
FLAT RACK З ПРУЖНО-В’ЯЗКИМИ ЗВ’ЯЗКАМИ У ФІТИНГАХ

DETERMINATION OF THE LOAD OF A REMOVABLE FLAT RACK TYPE MODULE WITH ELASTIC-VISCOUS CONNECTIONS IN FITTINGS…….. 334
Rychlik K., Bramowicz M., Kulesza S.
FRACTAL ANALYSIS OF THE ROUGHNESS OF THE BORE SURFACE PREPARED BY MEANS OF GUN BARREL DRILLING….. 336
Столярчук Д.П., Кузнєцов Ю.М.
РОТАЦІЙНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ
ROTARY DEVICES FOR AUTOMATIC WELDING OF HYDRAULIC CYLINDERS AND THEIR ELEMENTS…….. 340
Таєвський Д.О., Демченко В.О.
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ПРИ РЕМОНТІ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ
STATUS OF SUCCESSFUL OWNERSHIP AND DIAGNOSIS METHODS DURING REPAIR OF ROUGH STORAGE WAREHOUSE... 343
Фомін О.В., Козинка О.С., Лісничий В.С.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСОБІВ РЕМОНТУ ТИПОВИХ І КОМПОЗИТНИХ КРИШОК ЛЮКІВ НАПІВВАГОНІВ
FEATURES OF REPAIR TOOLS FOR TYPICAL AND COMPOSITE HATCH COVERS OF GONDOLAS……. 347

Секція 9: АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Section 9: CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF METROLOGY AND INFORMATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGIES……. 352
Білецька А.В., Кульбовський І.І.
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МЕТРОЛОГІЇ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА ЯКОСТІ
RELATIONSHIP OF METROLOGY, STANDARDIZATION AND QUALITY…….. 352
Голубєва С.М., Морнева М.О.
МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ
METHODS OF DETERMINING METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEMS…….. 355
Гершун С.І., Кульбовський І.І.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СЕРТИФІКАЦІЇ
PROSPECTIVE DIRECTIONS OF CERTIFICATION DEVELOPMENT.. 357
Жабінець Ю.В., Кульбовський І.І.
МЕТРОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ЗА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЄДНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ
METROLOGICAL SUPERVISION OF ENSURING UNIFORMITY OF MEASUREMENTS…… 360

Комарова Г.Л., Булах Є.С.
УДОСКОНАЛЕННЯ ПОНДЕРОМОТОРНОГО ВАТМЕТРА НВЧ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ФЕРРИМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ
IMPROVEMENT OF MICROWAVE POWER METR ACCOUNT OF THE USE OF FERRIMAGNETIC RESONANCE…… 362
Малецький Є.В., Волошина Л.В.
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ
IMPROVING EXPERTISE OF ELECTRICITY METERS FOR HOUSEHOLD CONSUMERS……... 366
Panchenko A., Kulbovskyi I.
MODERN MEANS OF MEASURING TECHNIQUE IN RAILWAY TRANSPORT…….. 370
Роценко О.В., Комарова Г.Л.
ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ СУЧАСНОГО ПРЕЦИЗІЙНОГО ІНСТРУМЕНТА
IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES TO INCREASE ACCURACY IN THE DEVELOPMENT OF MODERN PRECISION TOOLS…… 372
Яцуміра А.А., Морнева М.О.
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ
HISTORY OF THE INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEMS …... 375

Секція 10: ЕКОНОМІКА, ФІНАНСИ ТА ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ
Section 10: ECONOMICS, FINANCE AND ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES……. 378
Вільховатська А.І., Кучмійова Т.С.
ВПЛИВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА
INFLUENCE OF ECONOMIC SECURITY ON ENTERPRISE ACTIVITIES……... 378
Підгора Є.О., Латишева О.В.
РОЛЬ МОТИВАЦІЇ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ КРЕАТИВНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПЕРСОНАЛУ СФЕРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
THE ROLE OF MOTIVATION IN THE PROCESS OF MANAGING THE CREATIVE POTENTIAL OF INFORMATION TECHNOLOGY PERSONNEL…….. 380
Стребіж Є.О., Гітіс Т.П.
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІГРАЦІЇ НА ЕКОНОМІКУ КРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ
RESEARCH OF THE IMPACT OF MIGRATION ON UKRAINIAN

ECONOMY DURING HOSTILITIES……... 384
Хилько І.І.
МІНІМІЗАЦІЯ ВИТРАТ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА МЕТОДАМИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
MINIMIZATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION COSTS BY METHODS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING…… 387

Секція 11: МАРКЕТИНГ, МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЛОГІСТИКА
Section 11: MARKETING, MANAGEMENT AND LOGISTICS …… 391
Гітіс В.Б., Літвінов А.Є.
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ
INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF THE LOGISTICS DIVISION WORK…….. 391
Кизим Ю.М.
ВПЛИВ ВІЙНИ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ НА СПОЖИВЧУ ЦІННІСТЬ ПОСЛУГИ З ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ
INFLUENCE OF THE WAR OF RUSSIA AGAINST UKRAINE ON CONSUMING VALUE OF THE SERVICE OF USING CARGO TRAIN CARRIAGES…….. 394
Маліцький В.В.
ВИБІР МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ЦІНОВОЇ ЧУТЛИВОСТІ КЛІЄНТІВ ПРИ НАДАННІ ПОСЛУГИ З ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ
CHOICE OF THE METHOD OF MEASURING THE PRICE SENSITIVITY OF CUSTOMERS WHEN PROVIDING A SERVICE FOR THE USE OF FREIGHT WAGONS……. 396
Палєєв А.А., Потриваєва Н.В.
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АУТСОРСУ В УКРАЇНІ
FEATURES OF OUTSOURCING DEVELOPMENT IN UKRAINE…….. 398
Стамат В.М., Зозуля О.В.
ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ СПОЖИВАЧІВ
FEATURES OF CONSUMER BEHAVIOR RESEARCH…… 402
Стамат В.М., Крамарчук М.В.
ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ ТОВАРІВ ТА ПОСЛУГ У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ
FEATURES OF PROMOTION OF GOODS AND SERVICES ON THE INTERNET…….. 405
Стамат В.М., Нехайчик Є.Є.
МАРКЕТИНГОВА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОПРОМИСЛОВОГО РИНКУ
MARKETING INFORMATION SYSTEM OF THE AGRICULTURAL MARKET…… 409

Стамат В.М., Шевчук Д.В.
ІННОВАЦІЙНИЙ МАРКЕТИНГ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ
INNOVATIVE MARKETING IN THE ACTIVITIES OF ENTERPRISES. 412

Секція 12: ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЦИВІЛЬНОГО, МІЖНАРОДНОГО ТА ГОСПОДАРСЬКОГО ПРАВА
Section 12: PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF CIVIL, INTERNATIONAL AND ECONOMIC LAW…… 416
Ковальчук О.Б., Баль О.М.
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ В СУДОВІЙ ЕКСПЕРТИЗІ
STUDY OF TECHNICAL CONDITION OF ELEMENTS OF THE UPPER STRUCTURE OF THE RAILWAY TRACK IN THE FORENSIC EXPERTISE…… 416
Ломакіна А.А.
ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ В ГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
THE ISSUE OF IMPROVING THE LEGAL REGULATION OF THE PROCESS OF USING INTELLECTUAL PROPERTY OBJECTS ACTIVITY…….. 420
Прогонюк Л.Ю.
МІСЦЕ ЦИВІЛЬНО-ПРАВОВИХ ДОГОВОРІВ У ТРУДОВИХ ВІДНОСИНАХ
THE PLACE OF CIVIL-LEGAL CONTRACTS IN LABOR RELATIONS……... 423
Хрідочкін А.В.
ПРО ПРОБЛЕМУ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ЦИВІЛЬНО-ПРАВОВОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ У СФЕРІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ON THE PROBLEM OF DETERMINING THE CONTENT OF CIVIL LIABILITY IN THE FIELD OF INTELLECTUAL PROPERTY…… 427

Секція 13: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУЧАСНОЇ ПСИХОЛОГІЇ
Section 13: TOPICAL ISSUES OF MODERN PSYCHOLOGY……... 431
Курепін В.М.
РЕСУРС НА АДАПТАЦІЮ, ЯК МОЛОДІ ВПОРАТИСЯ З ПСИХОЛОГІЧНИМИ ПРОБЛЕМАМИ В МІНЛИВИХ ОБСТАВИНАХ СУЧАСНОСТІ
RESOURCE FOR ADAPTATION LIKE YOUTH DEAL WITH PSYCHOLOGICAL PROBLEMS IN THE TRANSIENT CIRCUMSTANCES OF TODAY…….. 431
Маркотенко Т.С.
ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ДІТЕЙ 3-го РОКУ ЖИТТЯ

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF CHILDREN IN THE 3RD YEAR OF LIFE…….. 435
Панчук Н.П., Олішевська Д.В.
ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ УВАГИ ТА ЇЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ В ГОСТРІЙ ФАЗІ ІНСУЛЬТУ
PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF ATTENTION AND ITS CONCENTRATION IN THE ACUTE PHASE OF STROKE……... 441
Panchuk N., Panchuk S.
THE ROLE OF INTERACTIVE METHODS IN THE STUDY OF PSYCHOLOGICAL DISCIPLINES BY STUDENTS OF THE SPECIALTY "LANGUAGE AND LITERATURE (POLISH, ENGLISH)". 444
Safaa Mashaqbeh
RESEARCH ETHICS IN EDUCATION RESEARCH…….. 447

СЕКЦІЯ 1: ІННОВАЦІЇ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ

SECTION 1: INNOVATIONS IN THE TRANSPORT INDUSTRY AND TECHNOLOGIES

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОЛІЇ І РУХОМОГО СКЛАДУ

Агарков О.В. – к.т.н., доц., agarkov_ov@gsuite.duit.edu.ua
Ковальчук В.В. – к.ф.-м.н., доц., kovalchuk_vv@gsuite.duit.edu.ua
Близнюк К.П. – ст. викладач, blyznuk_kp@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

USING MACHINE LEARNING METHODS TO STUDY THE INTERACTION OF TRACKS AND ROLLING STOCK

Aharkov O. – Ph.D., Associate Professor, agarkov_ov@gsuite.duit.edu.ua
Kovalchuk V. – Ph.D., Associate Professor, kovalchuk_vv@gsuite.duit.edu.ua
Blyznuk K. – Senior Lecturer, blyznuk_kp@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Studying the interaction between the track and the rolling stock is quite a difficult task due to a lot of uncertain factors affecting the parameters of such interaction. Modern interaction modeling methods, in particular using the finite element method, allow analyzing interaction in ideal conditions. The authors propose to use the results of experimental studies to model and analyze the interaction between the track and rolling stock. Analysis of such experimental studies using machine learning methods will provide a probabilistic picture of the contact interaction for various operating conditions.

Keywords: *way, rolling stock, interaction, machine learning, experimental research, mathematical modeling.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки методів, які дадуть можливість вирішити проблему підвищення точності моделювання контактної взаємодії колії і рухомого складу за допомогою машинного навчання.

Метою роботи є розробка методів, що дозволяють підвищити точність моделювання взаємодії колії і рухомого складу шляхом використання експериментальних даних, отриманих в експлуатаційних умовах.

На сьогоднішній день набувають бурхливого розвитку методи математичного моделювання взаємодії колії і рухомого складу, серед яких найпоширенішим є метод скінченних елементів. Розв'язання контактної задачі в цьому випадку може бути проведене як у квазістатичній постановці [1] без урахування плину часу, так і в динамічній постановці [2, 3] із врахуванням впливу часу на умови контактної взаємодії. Такий підхід дозволяє дати якісну оцінку впливу різних факторів на умови взаємодії, однак не дозволяє врахувати значної кількості експлуатаційних факторів.

Автори публікації пропонують виконувати аналіз взаємодії колії та рухомого складу на основі експериментальних даних, отриманих з реальних експлуатаційних умов. Саме такий аналізу дає можливість виявити найбільш характерні параметри контактної взаємодії для різних експлуатаційних характеристик колії і рухомого складу.

Серед указаних параметрів можуть бути тип рухомого складу, характеристика ділянки колії, взаємне розташування колеса відносно рейки у кожен момент часу, знос контактуючих поверхонь в процесі експлуатації. Ці параметри в подальшому доцільно використовувати в якості вхідних даних для проведення математичного моделювання.

Висновок. Запропонований підхід використання машинного навчання для аналізу експериментальних даних та їхнє подальше використання під час математичного моделювання взаємодії колії і рухомого складу дозволить підвищити точність такого моделювання.

Література

1. Kosarchuk, V.V., Danilenko, É.I. & Agarkov, A.V. Effect of Railcar Wheel Tire Profiles on the Contact Stress Level in Subway Rails. Strength Mater 52, 398–406 (2020). https://doi.org/10.1007/s11223-020-00190-x

2. Yongdou Liu, Pedro A. Montenegro, Quan Gu, Wei Guo, Rui Calçada, and João Pombo. 2021. A practical three-dimensional wheel-rail interaction element for dynamic response analysis of vehicle-track systems. Comput. Struct. 254, C (Oct 2021). https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2021.106581

3. Toumi, M., Chollet, H., & Yin, H. (2016). Finite element analysis of the frictional wheel-rail rolling contact using explicit and implicit methods. Wear, 366–367, 157–166. https://doi.org/10.1016/j.wear.2016.06.008

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКІВ СЛУЖБИ РЕЙОК ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Бойко В.Д. – к.т.н., доц., boyko_vd@gsuite.duit.edu.ua
Молчанов В.М. – к.т.н., доц., molchanov_vm@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

METHODOLOGY FOR FORECASTING RAIL SERVICE LIFE DEPENDING ON SERVICE CONDITIONS

Boyko V. – PhD, Senior Lecturer, boyko_vd@gsuite.duit.edu.ua
Molchanov V. – PhD, Associate Professor, molchanov_vm@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper presents the study's results to determine the specific rails wear formed under the influence of trains under various operating conditions. The peculiarity of the studies is a comprehensive consideration many factors that influence the formation rails head wear when trains pass through the railroad track. In particular, the plan and profile, track superstructure design, rail parameters, train speeds, axle loads, train weights, types of rolling stock and their distribution in individual trains and general train flows, train operating modes, etc. are taken into account. The research makes it possible to estimate the service life of railway rails based on wear indicators, which can then serve as the basis for a technical and economic analysis various structures of the permanent way, as well as for estimating the cost of replacing rails and planning preventive maintenance of track works.

Keywords: *rails, specific wear, wearing depth, forecast of wear, skipped tonnage, service life of rails, rail head deformation.*

Актуальність дослідження. Технічні та економічні умови експлуатації залізничного транспорту постійно змінюються та породжують нові виклики і завдання в усіх його галузях, зокрема й в колійному господарстві. В сучасних економічних умовах особливу увагу у веденні колійного господарства необхідно приділяти зниженню експлуатаційних витрат та переходу від витратних до ресурсозберігаючих конструкцій і технологій. В цьому контексті важливим питанням є оцінка інтенсивності зношуваності рейок, які є основним несучим елементом колії та складають вагому частку витрат залізниці.

Загалом проблеми зносу є традиційно одними з найважчих в колійній науці, а джерела, що присвячені їм, є важко оглядними та акцентованими на вузьких питаннях загального комплексу даної тематики. Зокрема вимагають уточнення або розв'язання задачі прогнозування зносу рейок у різних умовах

експлуатації, кількісної оцінки впливу різних чинників на інтенсивність зносу рейок тощо.

Метою роботи. Оцінити ресурс залізничних рейок за показниками зносу, що в подальшому може слугувати підставою для техніко-економічного аналізу різних конструкцій верхньої будови колії, а також оцінки витрат на заміну рейок.

Основний текст. Аналіз процесів зносу рейок у реальних умовах залізниць показує, що дуже рідко рейки піддаються якомусь одному виду зношування, однак цілком очевидно, що зносостійкість може переважно визначатися якимось одним видом зносу, що домінує в конкретних умовах роботи колії.

Загалом існує велика кількість різноманітних чинників, що впливають на роботу рейок та їх знос, і в кінцевому результаті призводять до їх непридатності [2]. На українських залізницях строки служби рейок визначаються за їх зносом або дефектністю.

У кількісному відношенні – величина зносу залежить від кількості колісних дій на рейку, тобто пропущеного рейками тоннажу Т, а також від величини діючих колісних навантажень і швидкості руху коліс та інших чинників. Знос поверхні кочення головки рейки складається з безпосереднього зносу та деформації головки під впливом навантажень. Фізично деформація головки рейки пояснюється наслідком двох процесів, що протікають одночасно: зминанням металу під впливом високих контактних тисків і його стиранням унаслідок тертя кочення. У першому випадку відбувається деформація зминання, у другому – винос частинок металу з поверхні кочення рейки. В обох випадках це виражається у зменшенні початкових розмірів головки рейки за висотою і шириною, що є вертикальним і боковим зносом.

Знос головок рейок на діючих коліях може бути встановлений безпосереднім вимірюванням, що дозволяє визначити придатність рейок до експлуатації, але для можливості прогнозування строків служби рейок та планування ремонтних колійних робіт слід встановити прогнозні значення зносу рейок для ділянок з відповідними експлуатаційними умовами.

Вирішення задачі з прогнозування зносу рейок основане на тому, що встановлюється взаємозв’язок між пропущеним рейками тоннажем T і допустимим зносом $[\omega]$ через величину питомого зносу головки рейки β.

Величина зносу рейки, в порівнянні з незношеною, може бути оцінена площею поперечного перерізу головки рейки ω при напрацюванні певного тоннажу T

$$\omega = \beta \cdot T. \qquad (1)$$

Дозволяється експлуатувати рейки в колії доти, допоки виміряний натурний або прогнозований розрахунковий знос головки не перевищить допустимий:

$$\omega \le [\omega]. \qquad (2)$$

У формулах (1) і (2) позначено:

β – питомий знос головки рейки від дії усіх пропущених коліс, який вимірюється в мм^2 площі головки рейки, що набувається за кожний 1 млн т брутто пропущеного тоннажу, мм^2/млн т; T – тоннаж, який пройшов по рейці, млн т; $[\omega]$ – площа зносу, яка допускається, мм^2.

Питомий знос головки рейки від дії коліс рухомого складу $\beta_к$ залежить від типів і осьового навантаження коліс, тягових режимів руху, плану лінії, кліматичних умов [2]. Для однотипних коліс, подібних тягових та кліматичних умов питомий знос визначається за формулою:

$$\beta_k = 1{,}3\lambda \cdot c_{вб} \cdot K \cdot n_{\psi} \frac{P_k}{r_k}\left(1 + 9S^2\right). \qquad (3)$$

Дана залежність включає такі складові:

λ – середнє значення параметру, який враховує вплив кривих ділянок колії з певним радіусом, при цьому враховуються параметри для зовнішньої та внутрішньої рейок і вплив лубрикації; P_k – колісне статичне навантаження, кН; r_k – радіус колеса, мм; $c_{вб}$ – параметр, який враховує вплив конструкції верхньої будови колії, а саме. коефіцієнт відносної жорсткості підрейкової основи та рейки та модуль пружності підрейкової основи [1]; коефіцієнт якості сталі K, що залежить від технології виготовлення рейок, вмісту вуглецю в сталі та наявності термозміцнення; коефіцієнт n_{ψ}, що враховує умови зчеплення коліс із рейками [3]; відносне ковзання колеса по поверхні рейки S [2, 3], яке залежить від справності ходових частин рухомого складу та від зусилля на ободі колеса (сили тяги, гальмування, опору руху).

Виходячи зі структури формули видно, що суттєвий вплив на формування зносу спричиняють силові чинники взаємодії колеса з рейкою, які визначаються тяговими режимами руху поїздів, типами рухомого складу, опором руху, планом і профілем ділянки тощо.

У якості прикладу реалізації вказаної методики в таблиці 1 наведено результати розрахунку питомого зносу рейок β_k від дії пасажирського локомотива ЧС4 з масою поїзда $Q_{пас}$ = 1100 т при різних режимах руху по ухилу поздовжнього профілю i = 11 ‰ зі швидкостями від 60 км/год до 160 км/год, для параметрів плану (R≥1200 м, R=900 м і R=600 м).

Таблиця 1 – Питомий знос рейок Р65 $\bar{\beta}_k$, мм²/млн т від дії локомотива ЧС4

Швидкість, км/год.	Тип скріплення	Режими руху								
		Тяга повна $Q_{пас}$=1100 т (при i = 11 ‰)			Холостий хід			Гальмування		
		R, м			R, м			R, м		
		≥1200	900	600	≥1200	900	600	≥1200	900	600
60	КБ	4,1490	4,6469	4,8875	0,0922	0,1032	0,1085	0,1127	0,1262	0,1327
	КПП	4,1260	4,6211	4,8604	0,0917	0,1026	0,1080	0,1120	0,1255	0,1319
80	КБ	4,3587	4,8818	5,1346	0,0922	0,1033	0,1086	0,1138	0,1274	0,1340
	КПП	4,3553	4,8779	5,1305	0,0917	0,1026	0,1080	0,1131	0,1267	0,1332
100	КБ	4,6128	5,1663	5,4339	0,0922	0,1033	0,1067	0,1112	0,1246	0,1310
	КПП	4,5888	5,1394	5,4055	0,0918	0,1027	0,1080	0,1106	0,1238	0,1303
120	КБ	4,9094	5,4985	-	0,0922	0,1033		0,1117		
	КПП	4,8838	5,4698	-	0,0918	0,1027		0,1111		
140	КБ	5,3329	-	-	0,0923			0,1132		
	КПП	5,3051	-	-	0,0918			0,1125		
160	КБ	5,7679	-	-	0,0923			0,1141		
	КПП	5,7335	-	-	0,0918			0,1134		

Висновок. Вданому дослідженні було представлено методику прогнозування зносу рейок та проведено багатоваріантні розрахунки зусиль що передаються від коліс поїздів різних категорій з різною масою та різними видами рухомого складу з врахуванням частки в поїзді осей (локомотива і вагонів) з відповідним навантаженням та певним режимом ведення поїзду й різними швидкостями руху на ділянках з різними конструкціями верхньої будови колії, різними параметрами плану (прямі, криві) та профілю.

Результати розрахунків показують суттєвий вплив вказаних чинників на формування питомого зносу рейок. Зокрема встановлено, що рух вантажних і пасажирських локомотивів в режимі тяги та режимі гальмування викликає найбільші значення питомого зносу, тоді як рух в режимі холостого ходу – найменші. Також суттєвий вплив на формування зносу рейок спричиняє рівень завантаженості вагонів у поїзді та швидкості руху.

Л і т е р а т у р а

1. Даніленко Е.І., Рибкін В.В. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість / ЦП-0117. К.:Транспорт України, 2004. 69 с.

2. Проектування і розрахунки конструкцій залізничної колії. Академічний курс в 2-х томах: підручник / за заг. ред. д.т.н., проф. Е.І. Даніленко. Т.2. К.: «Хай-Тек Прес», 2020. 552 с.

3. Ткаченко В.П., Сапронова С.Ю., Фомин О.В., Кульбовський І.І., Зуб Є.П. Опір руху і керованість рейкових екіпажів: монографія. Київ: Вид-во ДУІТ, 2017. 188 с.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБСТАНОВКА НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Буряк С.Ю. – к.т.н., доц., ser.buryak@gmail.com
Гололобова О.О. – к.т.н., Gololobova_Oksana@i.ua
Науково-навчальний інститут
«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»
Українського державного університету науки і технологій
Україна, м. Дніпро

ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT ON RAILWAY TRANSPORT

Buriak S. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
ser.buryak@gmail.com
Gololobova O. – Candidate of Engineering Sciences, Gololobova_Oksana@i.ua
Scientific and educational institute
"Dnipro Institute of Infrastructure and Transport"
Ukrainian State University of Science and Technology
Ukraine, Dnipro

The railway transport system operates in a complex electromagnetic environment with powerful mutual influences of various equipment. To ensure normal and safe operation, the electromagnetic environment must be fully taken into account and the necessary measures must be taken in a timely manner to prevent the action of dangerous and interfering influences. All possible risks from unwanted interference sources should be identified at the design stage in order to foresee possible options for protection against them. Therefore, the design of a railway transport, in terms of the electromagnetic influences of its constituent components on each other, is a very important work that goes through the entire process of creating a railway transport, including its design, construction, installation, operation and maintenance.

Keywords: *electromagnetic influences, interference in track circuits, sources of electromagnetic interference, methods of protection against interference, railway*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю визначення найбільш впливових факторів на стабільність роботи пристроїв залізничної автоматики, які діють в умовах впливу агресивного середовища потужних електромагнітних полів на залізниці.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу електромагнітного середовища, в якому працюють пристрої залізничної автоматики, зокрема рейкові кола, та визначення найбільш впливових джерел завад.

Електромагнітна обстановка на залізничному транспорті – це область, пов'язана зі складними електромагнітними середовищами та потужними електромагнітними полями. Тому розробка електромагнітної сумісності є важливою частиною проектування залізничного транспорту. Слід зазначити, що

головним джерелом перешкод, які найбільше впливають на пристрої залізничної автоматики на електрифікованих ділянках залізниць, по праву є тягові струми та їх гармоніки.

В даний час рейки застосовуються і як спрямовуюча система, і як силовий зворотний провідник у схемах електрифікації залізниць змінного та постійного струму, а також одночасно з цим вони часто використовується як провідники низькорівневих кодованих сигналів у системі сигналізації, за що отримали назву рейкових кіл.

Допустимі рівні заважаючого впливу перешкод тягового струму електрорухомого складу на рейкові кола та колійні пристрої сигналізації регламентуються шляхом встановлення максимального рівня заважаючого впливу електрообладнання електрорухомого складу на рейкові кола і колійні пристрої сигналізації, враховуючи зокрема і гармонійні складові вхідного струму.

Будь-який вплив має бути врахований і потребує певного контролю та обмеження для рівня електромагнітних перешкод, створюваних поїздом, щоб забезпечити правильну роботу залізничної системи та прилеглого обладнання. Електромагнітні перешкоди, які передаються, можуть також порушувати роботу електронних кіл, призначених для управління та забезпечення безпеки всередині поїзда, а також сигнальних кіл, підключених до рейок, що впливає на загальну безпеку залізничної лінії. Також слід згадати, що це може призвести до неможливості визначити стан та положення поїзда і в свою чергу стати причиною катастрофічних наслідків. Ці міркування ще важливіші для високошвидкісних ліній.

Одна з основних проблем електромагнітного впливу тягового рухомого складу залізничного транспорту на різні електронні та електричні системи полягає в тому, що при русі зі зміною режиму тяги відбувається зміна імпедансу електрорухомого складу та зворотною тяговою рейковою мережею, а коливання опору механічних контактів систем «колесо-рейки» і «контактна мережа – струмоприймач» призводить до зміни величини струму тяги та генерації перешкод. При перетині межі, тобто стику двох суміжних ділянок системи контролю вільності ділянок колії на базі рейкового кола через імпеданс електрорухомого складу та контактну мережу відбувається їхнє замикання, і відбувається так званий перехресний ефект. Значення мінімального імпедансу електрорухомого складу впливає на рівень гармонік тягового струму і ступінь впливу перехресного ефекту, величину і асиметрію зворотного тягового струму, які, в свою чергу, впливають на надійність роботи системи контролю вільності ділянок шляху з урахуванням рейкового кола, шляхом насичення осердя дросель-трансформатора та з інших причин пов’язаних з цим. Вплив

посилюється при застосуванні поїздів з подвійною тягою або живленням двох і більше одиниць електрорухомого складу в межах однієї тягової секції тягової підстанції [2].

Система замикання тягових електричних кіл за допомогою підключення пантографа, як спеціального обладнання для забезпечення електрикою поїздів, є одним з джерел найпотужніших перешкод. Численні вимірювання в умовах експлуатації показали, що асиметрія тягового струму в рейкових нитках рейкової лінії завжди більша за асиметрію опорів цих ниток, а зростання величини змінного тягового струму в рейковій лінії не призводить до пропорційного збільшення його асиметрії [3]. Насправді асиметрія струмів у рейкових нитках на ділянках з електротягою постійного струму може досягати біля десяти відсотків. Причиною цього стають неоднаковість опору рейкових ниток через несправність стикових з'єднувачів, підвищеного опору, а також через поганий електричний контакт однієї з перемичок дросель-трансформатора.

Поїзд споживає велику потужність, що складає кілька сотень, а то й понад тисячу ампер, а перемикання між енергосистемами займає лише кілька наносекунд, щоб обмежити втрати енергії при переходах напруги та струму [4]. При цьому виникають дуже значні рівні електромагнітних перешкод. Ці електромагнітні перешкоди частково випромінюються безпосередньо проводкою силового перетворювача, викликаючи тим самим напруги і струми у всій сусідній проводці, але найгірші наслідки можуть бути через перешкоди, що проводяться у напрямі джерела живлення повітряної лінії, тобто контактної мережі. Оскільки рівень цих електромагнітних перешкод може бути катастрофічним, до всіх перетворювачів додаються фільтри для їх ослаблення.

Слід також враховувати, що сама по собі контактна мережа є горизонтальною дротяною антеною, кондуктивні електромагнітні перешкоди неминуче поширюються по її довжині і випромінюють електромагнітні поля. Це може становити серйозну загрозу для прилеглих телекомунікаційних ліній, а також може забруднювати частотний спектр, що використовується радіо/телеканалами.

При цьому залізничну лінію можна розглядати як багатопровідну лінію передачі, що дозволяє поширювати електромагнітні перешкоди. Оскільки до тієї ж лінії електропередачі підключено інші пристрої та обладнання, залежно від архітектури системи. Перешкоди, що створюються в одній точці, можуть порушити нормальне функціонування інших пристроїв навіть за багато кілометрів від самого джерела електромагнітних перешкод. Залізнична лінія може мати лише один шлях або кілька паралельних шляхів, які розташовані близько один до одного. Це може викликати взаємозв'язки між лініями і тоді

з’являються перехресні перешкоди, тим самим надавши ще один можливий шлях для появи електромагнітних перешкод, які заважатимуть іншим частинам залізничної системи, наприклад сигналам керування вздовж колій.

Проблема електромагнітних перешкод ускладнюється також і використанням тягових електродвигунів змінного струму з перетворювачами частоти, які мають бути сумісні з іншим обладнанням та установками.

Перспективним напрямом у сфері поліпшення електромагнітної обстановки на залізничному транспорті є впровадження нового підходу до вирішення питання на основі таких заходів, як пригнічення джерел перешкод шляхом передачі електромагнітних сигналів, що їх взаємокомпенсують. Також на сьогодні однією з найбільш вираженої перспективи покращення електромагнітних умов на залізничному транспорті є моделювання та випробування на електромагнітну сумісність, які в майбутньому забезпечать надійнішу основу для будівництва безпечних залізничних перевезень [1].

Висновок. В результаті проведеного аналізу електромагнітної обстановки на залізниці встановлено, що тяговий електрорухомий склад генерує потужні електромагнітні перешкоди, які здатні значно погіршити, а в деяких випадках і унеможливити роботу інших систем, таких як рейкові кола. Тому важливо враховувати і захищатися від прямого і непрямого впливу тягового струму ще на етапі розробки, проєктування та будівництва залізниць.

Література

1. Karadimou, E.; Armstrong, R.; Adin, I.; An EMC study on the interopability of the European railway network [D]. Electromagnetic Compatibility (EMC), 2015 IEEE International Symposium on, 2015:16-22.

2. A. Cozza and B. Demoulin. On the modeling of electric railway lines for the assessment of infrastructure impact in radiated emission tests of rolling stock [D]. IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 50, no. 3, pp. 566-576, 2008

3. Luan Xiaotiana; Zhu Haijingb; Qiu Bob; Han Bochongb. EMC in Rail Transportation. Energy Procedia, no 104, pp. 526-531, 2016

4. Ade Ogunsola and Andrea Mariscotti. Electromagnetic Compatibility in Railways. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАУКОВИХ МЕТОДІВ ПРИ ОФОРМЛЕННІ КОНТЕЙНЕРІВ В ПОРТУ

Вільшанюк М.С. – ст.викладач, maramaxig2406@gmail.com
Михайлова Ю.В. – к.е.н., доц., yuliya.mikhailova@i.ua
Одеський національний морський університет
Україна, м. Одеса

JUSTIFICATION OF THE USE OF SCIENTIFIC METHODS IN THE OF CLEARANCE CONTAINERS AT THE PORT

Vil'shaniuk M. – Senior Lecturer, maramaxig2406@gmail.com
Mykhailova Yu. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
yuliya.mikhailova@i.ua
Odessa National Maritime University
Ukraine, Odesa

When documenting the container with cargo in the Ukrainian port, originate a number of difficulties, of which can not handle the load documents quickly and with high performance. This article discusses the sequence of the actions of all parties involved in the process of handling of the container with the goods from the port, analyzes the opportunities for effective transport and customs services of containerized cargo in the seaport and is offered on the basis of network planning methods to reduce the tenure of the container at the port. This method allows you to create a productive planning handling of a cargo, identify and reduce the time to find the container cargo in the port because of its formalization.

Keywords: *imports of goods in containers, customs brokers, freight forwarders, cargo handling in the documentary seaport, network planning, documentation.*

Актуальність дослідження зумовлена прискоренням обробки контейнерів в порту. Як відомо, основною частиною більшості контейнерних перевезень є перевезення контейнерів морем. На сьогоднішній день в Одеському порту поглиблено проблему неефективної обробки контейнерів із вантажем. Оформлення вантажу в контейнері може тривати кілька діб.

Основні проблеми при обробці контейнера з вантажем у порту розглядаються в одному з основних друкованих видань – журнал «Порти України». У наукових публікаціях [1] для розвитку контейнеропотока пропонують прискорення процесу обробки вантажу у порту за допомогою оптимізації процесу складування контейнерів. Для вирішення цієї проблеми пропонується оптимальна схема обробки вантажів за запрограмованими алгоритмами. Метод мережного планування при доставці вантажів використовувався при виборі оптимального способу доставки [2], де автор пропонує використовувати зазначений підхід при виборі варіанти мультимодальних перевезень. В одній із зарубіжних робіт [3] для прискорення

обробки контейнерів у порту пропонується створення терміналів з безперервною переробкою контейнерів. При митному оформленні вантажу в Міжнародному морському порту автор пропонує підвищити ефективність шляхом вибору раціональної технології обслуговування вантажопотоків на основі методів мережевого планування управління.

Метою роботи є застосування методу мережевого планування для прискорення оформлення вантажу у контейнерах в порту.

Планування процесу обробки контейнера з вантажем є невід'ємною операцією під час знаходження об’єкта в морському порту. Своєчасна операція дозволяє безперервним процесом приймати та випускати контейнери з порту. Оптимізувати роботу осіб, які у пропуску завантаженого контейнера через порт, можна з допомогою методу мережного планування.

Якщо докладно вивчити всю схему оформлення контейнера з вантажем в порту, то стає зрозумілою одна з причин затримки контейнера вантажу в порту – великий обсяг операцій з оформлення вантажу в контейнері.

Застосуємо метод планування мережі для поліпшення процесу обробки контейнера в порту. Це дозволить визначити та скоротити тимчасові витрати на перебування вантажу з контейнером у порту. Операції з обробки вантажу у докладній формі зведено до переліку робіт до створення мережного графіка.

Мережевий графік, побудований з урахуванням цього переліку робіт, наведено на рисунку 1.

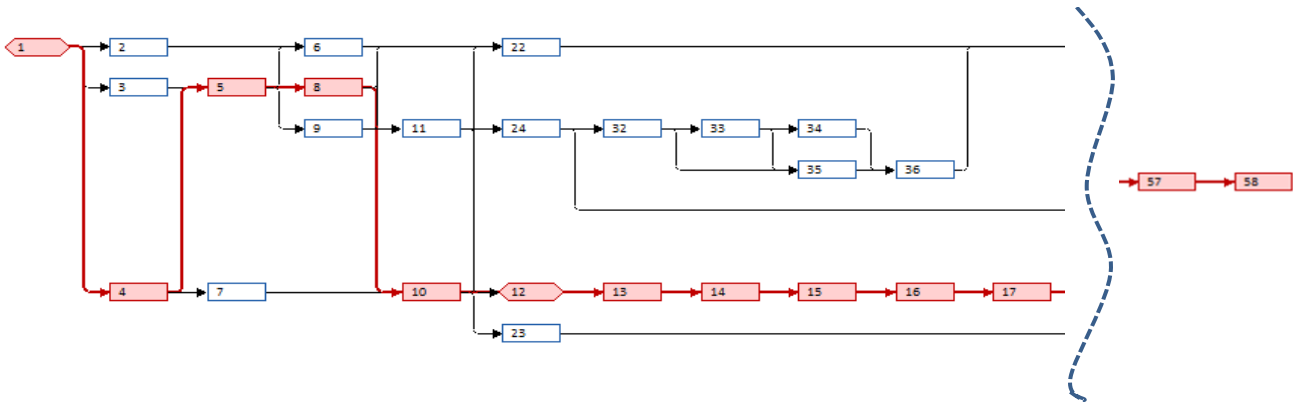


Рисунок 1 – Мережевий графік операцій (робіт) під час документального оформлення імпортних вантажів у контейнерах в українських морських портах

Висновок. Оптимізація мережного графіка представляє процес поліпшення організації виконання комплексу робіт з обслуговування контейнера з вантажем у порту з урахуванням терміну виконання. У процесі скорочення тривалості робіт критичний шлях може змінитись і надалі процес оптимізації буде спрямований на скорочення тривалості робіт нового критичного шляху і так продовжуватиметься до отримання задовільного результату. Таким чином, за допомогою мережевого планування можна певною

мірою прискорити процес обробки контейнера з вантажем у морському порту, що призведе до ефективного транспортно-митного обслуговування вантажу у контейнерах у морському порту.

Література

1. Рощина, Н.В., Козеренко, И.А. Факторы, влияющие на оптимизацию процесса складирования контейнеров на складах логистического центра. // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки, 2013. вип. 24. С. 19-24.

2. Халипова Н.В. Повышение эффективности мультимодальних перевозок на основе сетевого планирования операций в пунктах пропуска. // Вісник Східноукраїнського Національного університету ім. Володимира Даля, 2014. №4 (211) Ч.1. С. 138-148.

3. Лапкина И.А., Павловская Л.А., Болдырева Т.В., Шутенко Т.Н. Проектный анализ. Теоретические основы оценки проектов на морском транспорте. Одесса: ОНМУ, 2008. 315 с.

4. Технологічна схема оформлення порожніх та завантажених контейнерів, які прибувають на суднах та вивозяться автомобільним та залізничним транспортом з території Одеського морського порту з використанням інформаційної системи портової спільноти.

5. Наумов В.С., Ветер Н.С. Методика формирования альтернативных транспортно-технологических систем доставки грузов. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Математика и кибернетика - фундаментальные и прикладные аспекты, 2011. № 5/4 (53). С. 16-19.

6. Шраменко Н.Ю. Вплив тривалості митного оформлення на строк доставки вантажів у міжнародному сполученні. // Вісник Академії митної служби України. Серія: «Технічні науки», 2012. №1. С. 69-75.

7. Питання пропуску через державний кордон осіб, автомобільних, водних, залізничних та повітряних транспортних засобів перевізників і товарів, що переміщуються ними. Постанова Кабінету Міністрів України від 21 травня 2012 року № 451. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/451-2012-п.

МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕКТОРНОГО ПІДХОДУ ПАРКА

Губаревич О.В. – к.т.н., доц., oleg.gbr@ukr.net
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

METHOD FOR DIAGNOSTICS OF WINDINGS OF INDUCTION MOTORS WITH A SHORT-CIRCUITED ROTOR OF ELECTRIC DRIVES OF ELECTRIC LOCOMOTIVES USING THE PARK'S VECTOR APPROACH

Gubarevych O. – Ph.D., Associate Professor, oleg.gbr@ukr.net
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper considers the topical issue of improving the diagnostic on-board systems of electric drives for monitoring the current state of induction motors during their operation. The most effective methods for monitoring the state of the motor stator and rotor windings are modern diagnostic methods based on the Park's vector approach. Park's hodograph method makes it possible to determine the presence and degree of damage to the stator winding and the short-circuited rotor winding as part of the system for diagnosing electric drives of electric locomotives when operating under load and in conditions of an asymmetric power voltage system.

Keywords: *transport technologies, induction motors, technical diagnostics, Park's vector hodograph, motor windings.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю удосконалення та впровадження сучасних діагностичних бортових систем контролю стану асинхронних електродвигунів електровозів для підвищення безпеки та ефективності їх експлуатації.

Згідно зарубіжної та вітчизняної статистики щорічно до 20% асинхронних двигунів транспортного обладнання виходять з ладу через недосконаліть систем діагностики [1]. В даний час активно проводяться дослідження спрямовані на розвиток сучасних діагностичних систем, що вбудовані до складу електроприводу для забезпечення постійного контролю та оцінки поточного технічного стану електродвигунів електровозів. При проведені досліджень велика увага приділяється використанню математичного моделювання асинхронних двигунів для вибору їх діагностичних параметрів, що дозволяють отримувати достовірну інформацію про поточний стан та визначенню

ефективних методів оперативного встановлення виду та ступеня дефектів [2].

Метою роботи є розробка методів діагностування поточного стану обмоток статора та ротора асинхронних двигунів електровозів з використанням векторного підходу Парка за струмом статора у номінальному режимі.

Згідно усередненої експлуатаційної статистики відмов обладнання електровозів, розподіл якої приведений на рисунку, найбільша частка відмов приходиться на електричні двигуни та складає 49% всіх відмов обладнання електровозів в період їх експлуатації.

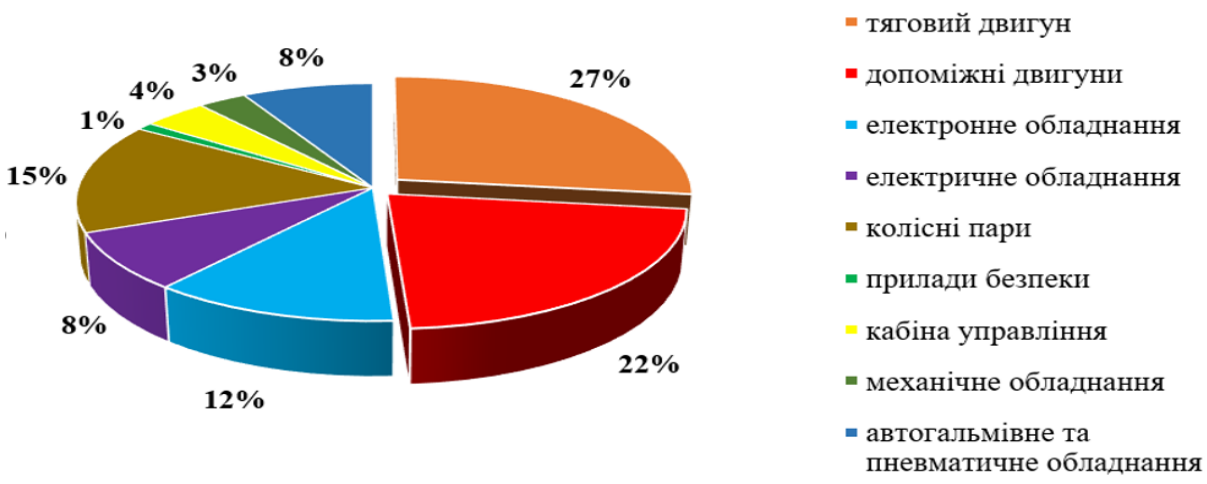


Рисунок – Розподіл відмов обладнання електровозів

Враховуючи, що асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором є найбільш застосовуваним типом електричних машин у приводах сучасних транспортних засобів, то забезпечення їх працездатного стану є найбільш впливовим фактором на надійність та ефективність роботи всієї транспортної системи.

Основними елементами асинхронного електродвигуна, які необхідно забезпечити поточним контролем під час експлуатації є статор, ротор та підшипниковий вузол. Відмови статора в більшості пов’язані з порушенням властивостей ізоляційних матеріалів та, як наслідок, пошкодженням обмотки статора, де переважають міжвиткові замикання у фазі обмотки [3].

При утворенні міжвиткового замикання в одній з фаз статора створюється несиметричне обертове магнітне поле. Несиметричності, зумовлені виниклим дефектом, змінюють характер зовнішнього магнітного поля, викликаючи спектр просторових гармонік індукції і створюють появу вібрації, що зумовлена пульсаціями моменту і струму, а також погіршують параметри та характеристики двигуна. Крім того, в залежності від кількості замкнених витків у фазі, двигун продовжує працювати, але збільшений струм у замкнених витках приводить до збільшення температури та подальшого розвитку дефекту з

ймовірністю аварійної відмови двигуна. Тому контроль та визначення в діагностичний системі кількості замкнених витків, тобто встановлення ступеню пошкодженості обмотки статора є необхідним елементом вбудованої діагностичної системи [4].

Ще одним дефектом, який необхідно контролювати під час експлуатації електродвигуна у складі електроприводу є контроль стану стрижнів ротора. При порушенні контакту або виплавлені одного-двох стрижнів короткозамкненого ротора електродвигун продовжує знаходитися в працездатному стані, але збільшуються час розгону та додаткові втрати електродвигуна, зменшуються ККД та коефіцієнт потужності, збільшуються споживаний струм і ковзання.

Найбільш шкідливий вплив на роботу електродвигунів має вібрація, що виникає внаслідок обриву стрижнів, яка може привести до розвитку інших дефектів та до виходу двигуна із ладу. Крім того, поява такого дефекту в окремих стрижнях призводить до збільшення навантаження на стрижні, що залишилися неушкодженими, додаткового перегріву їх, особливо в період пуску або зростання навантаження, що веде до «відгоряння» наступних стрижнів, що з приводить також до аварійної зупинки [5, 6].

Таким чином, для діагностики стану електродвигунів та прогнозування періоду їх безаварійної роботи, що особливо актуально в умовах транспортних перевезень, важливим є встановлення не тільки виду пошкодження, а й ступеню виниклого дефекту. Для обмотки статора таким показником є визначення кількості замкнених витків, а для обмотки ротора кількість пошкоджених стрижнів.

Згідно проведеного аналізу найбільшого поширення та використання у діагностичних системах для виявлення, ідентифікації та диференціювання пошкоджень у двигуні можуть застосовуватися теплові, електричні, вібраційні та комбіновані методи діагностики [7]. Однак найбільшого застосування та відповідності сучасним вимогам до діагностичних систем отримали електричні методи діагностики, що засновані на аналізі значень фазних струмів статора двигуна.

Для використання у складі бортової діагностичної системи транспортного обладнання для встановлення ступеню пошкодженості обмотки статора та ротора пропонується використовувати струмові методи, що засновані на векторному підході Парка. В роботах [4-6] показано ефективність та застосування для таких завдань методу годографу вектору Парка.

Суть методу полягає в такому. Фазні струми статора з трифазної системи координат перетворюються до рухомої двофазної системи координат (*dq*-координати). Основна відмінність від простого спектрального аналізу сигналів

струму при формуванні спектрів модуля вектору Парка полягає в тому, що будь-яка характерна частота амплітудно-модульованого сигналу враховується в спектрі вектору Парка тільки один раз. Гармоніки в спектрі струму, які відповідають різним видам несправностей, відрізняються один від одного. Таким чином, виявлення в спектрі струму характерних гармонік достовірно і однозначно свідчить про наявність електричних несправностей в електродвигуні. Ідея аналізу із застосуванням вектору Парка полягає в тому, щоб виділити в описуваній кінцем вектору траєкторії (годограф) діагностичні ознаки, що відповідають різним дефектам. Вектор Парка для двигуна неушкодженого двигуна описує коло із центром на початку координат. При наявності пошкоджень описувана вектором Парка крива відрізняється від ідеального кола відповідно до дефекту [4, 5]. При наявності міжвиткового замикання і симетричній системи напруг живлення, коло приймає форму еліпса. Причому, із збільшенням кількості короткозамкнених витків, зменшується кут еліптичності, що є критерієм встановлення ступеня пошкодженості обмотки статора тобто кількості замкнених витків.

При наявності пошкоджень «білячої клітини» ротора змінюється товщина кола годографа вектору Парка. Для виявлення та ідентифікації ступеню пошкодженності ротора відстежується товщина векторного рисунку Парка, що пов’язано з кількістю пошкоджених стрижнів [5, 6].

Даний метод, у відміну от багатьох інших, дозволяє отримувати достовірні результати також у випадку несиметрії системи напруг живлення електродвигуна та під постійним навантаженням, що важливо в умовах промислового використання.

Для проведення діагностики цим методом використовуються три датчики струму, які встановлюються по одному на кожній фазі двигуна безпосередньо на коробці виводів або щиті управління подачею живлення та забезпечують контроль стану як обмотки статора так і обмотки ротора.

Для реалізації запропонованого методу та розробки алгоритму його роботи у бортовій системі діагностики по визначенню ступеню пошкодження обмотки статора та ротора проведені дослідження з використанням розробленої математичної моделі асинхронного двигуна у програмному комплексі *MATLab*.

Висновок. Запропонований метод поточного діагностування асинхронних електродвигунів, заснований на векторному підході Парка, дозволяє визначати наявність та ступінь ушкодження обмотки статора та короткозамкненої обмотки ротора у складі бортової системи діагностики електроприводів електровозів в період роботи під навантаженням та при умові неякісної системи напруг живлення.

Література

1. Sheikh, M.A., Bakhsh, S.T., Irfan, M. et al. (2022). A Review to Diagnose Faults Related to Three-Phase Industrial Induction Motors. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 22, 1546-1557. DOI: https://doi.org/10.1007/s11668-022-01445-2
2. Liu, Y. and Bazzi, A.M. (2017). A review and comparison of fault detection and diagnosis methods for squirrel-cage induction motors: State of the art. *ISA transactions*, 70, 400-409. DOI: https://doi.org/10.1016/j.isatra.2017.06.001
3. Gubarevych, O., Goolak, S., Daki, O., & Tryshyn, V. (2021). Investigation of Turn-To-Turn Closures of Stator Windings to Improve the Diagnostics System for Induction Motors, *Problemele energeticii regionale*, 2 (50), 10-24. DOI: https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.2-50.02
4. Gerlici, J., Goolak, S., Gubarevych, O., Kravchenko, K., Kamchatna-Stepanova, K., Toropov, A. (2022). Method for Determining the Degree of Damage to the Stator Windings of an Induction Electric Motor with an Asymmetric Power System. *Symmetry*, 14, 1305. DOI: https://doi.org/10.3390/sym14071305
5. Konstantinos, N. Gyftakis, Antonio J. Marques Cardoso, Jose A. Antonino-Daviu. (2017). Introducing the Filtered Park's and Filtered Extended Park's Vector Approach to detect broken rotor bars in induction motors independently from the rotor slots number. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 93, 30-50. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.01.046
6. Abdellah, C., Mama, C., Meflah Abderrahmane, M. et al. (2023). Current Park's Vector Pattern Technique for Diagnosis of Broken Rotor Bars Fault in Saturated Induction Motor. *J. Electr. Eng. Technol*. DOI: https://doi.org/10.1007/s42835-022-01342-6
7. Gubarevych, O., Goolak, S., Golubieva, S. (2022). Classification of Defects, Systematization and Selection of Methods for Diagnosing the Stator Windings Insulation of Asynchronous Motors. *Rev. Roum. Sci. Techn.–Électrotechn. et Énerg*, 67(4), 445-450, Bucarest.

ANALISIS THE PROBLEMS OF INTEROPERABILITY RAILWAYS WITH DIFFERENT TRACK GAUGES

Gulemba G. – master, *ibzt-22dm-700@snu.edu.ua*
Semenova O. – master, *ibzt-22dm-38@snu.edu.ua*
Gulemba O. – master, *ibzt-22dm-28@snu.edu.ua*
Semenov S. – Candidate of Technical Sciences,
Assosiate professor, *semenov@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

In this article the features of interoperability on railways with different track gauges is analyzed. It is noted that in order to ensure the competitiveness of railway transport, it is essential to maintain its leading positions in the country's transport system. Attention is drawn to relevance the use of railway transport. There is another important problem – the lack of a full-fledged automated document management system between the railways of

different states. Thus, it is necessary to search for technical solutions the improvement of the technology of border railway stations that ensure international traffic of wagons, which are transferred from one track to another.

Keywords: *analysis, competitiveness, interoperability, problem, railways.*

Undoubtedly, for the benefit of economic development and the implementation of general transport flow on railways within the borders of the states or the continent, it is preferable to have a railway network with the same gauge. Various reasons related to the diverse topographic basis of the country or the historical development of the continent's transport, have led to the use of railways with different gauges [1]. At the same time, there are almost always no more than two different gauges on the line. On the European railway network, these are the junctions between normal and broad-gauge railways and the junctions of narrow-gauge railways with normal-gauge roads.

At this time of Europe's expansion and the intensification of trade between member countries and bordering partner states, the development of railway transport (in the direction of passenger and freight transportation) becomes the main strategic and economic task of Ukraine, taking into account its geographical position. In the near future, this will go beyond the scope of one country, its national characteristics and state regulation: the railway will have to work all the way from Asia to Western Europe through Central Asia without interruption (the principle of interoperability) and in compliance with all safety conditions.

The expansion and openness of the railway transport market is not only a necessary and essential condition for the revival of railway communication, but it should also allow all operators (foreign state railway companies and global private operators) to use the corridors that pass through many countries, where trains and equipment will be strictly adapted to the principles of interoperability.

But further development of the country's railway transport is impossible without solving the problem of ensuring the reduction of cargo delivery time. The high rates of growth of international trade and the nature of industrial relations between countries require improvement of the technical level, scope and quality services of international transport flows. Despite the fact that the base of technical means has recently been strengthened, places where different gauges connect (railway border stations) remain traditionally a «narrow point».

In this connection, arises a question of the improvement of the technology of border railway stations that ensure international traffic of wagons, which are transferred from the 1435 mm gauge to the 1520 mm gauge and in the opposite direction [1, 2]. After all, this is a significant problem of the railway transport infrastructure.

Another important problem is the lack of a complete automated document flow system between the railways of different states. This problem is painful, because in

the conditions of progress and transition to a post-industrial society, a question of this nature should not arise. Very often, goods are delayed at border points because the necessary documents are missing, precisely as a result of a fully automated documentation component.

In addition, another problem can be competition with other modes of transport. Low capacity is affected more indirectly by this indicator, but it still has an effect, because the lower the capacity at border railway stations, the more likely that potential customers will choose alternative means of transport. For the client, it is mainly necessary, as a minimum, constant movement of cargo on the selected route. Moreover, the time it takes for the goods to arrive at the designated point (as soon as possible) is a priority to the client. If there are delays or failures due to limited throughput at border points, an uncoordinated document management system, etc., then the customer (client) will consider alternative modes of transport, thereby railway will lose its attractiveness.

Various ways of increasing the level of interoperability were suggested: the use of rolling stock with variable gauge wheelsets for a smooth transition from one gauge to another, the continuation of the European track to the east, or, conversely, the construction of a wide track in central Europe, complete transshipment of freight from wagons of one track gauge to another at specially equipped transshipment points, replacing individual wheels and axles, that is carried out at the points of bogies exchange or wheelsets exchange (bogies or wheelsets under the wagons are replaced with bogies of the corresponding gauge), use of variable gauge wheelsets [2-4].

To ensure the competitiveness of railway transport, it is necessary to maintain its leading positions in the country's transport system. Therefore, it is necessary to reach another, higher level of the quality of transportation in interstate communication. In addition, it is necessary to ensure close cooperation between the EU countries and Ukraine in the field of information support of railway border stations and finding ways to optimize their work. This can be achieved through the use of interoperable technologies. It is the increase in the level of interoperability that will reduce operational costs and ensure the sustainable development of the railway industry as a whole.

R e f e r e n c e s

1. Liudvinavičius, L.; Sładkowski, A. (2017). Train Protection Systems in Different Railway Gauges, Rail Transport– Systems Approach 87: 273-318.

2. Pittman, R. (2017). Reforming and restructuring Ukrzaliznytsia: a crucial task for Ukrainian reformers, Science and Transport Progress 1(67): 34-50.

3. A.-J. Berre, B. Elvesaeter, N. Figay, C. Guglielmina, S.G. Johnsen, D. Karlsen, T. Knothe, S. Lippe (2007). The ATHENA Interoperability Framework, in: Goncalves, RJ

and Muller, JP and Mertins, K and Zelm, M (Ed.), ENTERPRISE INTEROPERABILITY II: NEW CHALLENGES AND APPROACHES. 569–580.

4. Instructions for laying and maintaining the combined railway track 1520 mm and 1435 mm (CP-0275) (2012). Kyiv, Ukraine, 15 p. [in Ukrainian].

ДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З ПОШКОДЖЕНИМ КОЛЕСОМ

Діжо Я. – доц., *jan.dizo@fstroj.uniza.sk*
Блатніцкий М. – доц., *miroslav.blatnicky@fstroj.uniza.sk*
Іщук В.В. – аспірант, *vadym.ishchuk@fstroj.uniza.sk*
Молнар Д. – аспірант, *denis.molnar@fstroj.uniza.sk*
Кафедра транспорту і підйомно-транспортних машин
Факультет машинобудування
Жилінський університет в Жиліні
Словацька Республіка, м. Жиліна

DYNAMIC RESPONSE OF RAIL VEHICLE RUNNING WITH A DAMAGED WHEEL

Dižo J. – Associate professor, *jan.dizo@fstroj.uniza.sk*
Blatnický M. – Associate professor, *miroslav.blatnicky@fstroj.uniza.sk*
Ishchuk V. – PhD. student, *vadym.ishchuk@fstroj.uniza.sk*
Molnár D. – PhD. student, *denis.molnar@fstroj.uniza.sk*
Department of Transport and Handling Machines
Faculty of Mechanical Engineering
University of Žilina
Slovak Republic, Žilina

The presented contribution is aimed at the computational modelling the rail vehicle with a damaged wheel and analyses of its adverse effects on a railway track. The contribution includes a description of the problem about the operation of rail vehicles with damaged wheels are described. There are also mentioned diagnostic systems installed on a track for detection and assessment their negative impacts on a track. The second part of the article is dedicated to computer modelling of a rail vehicle running on the rail track with the damaged wheel, in this case with the type of damage wheel-flat. For these purposes the virtual model of the passenger car was created. After simulations of its running there were performed analyses needed for the evaluation of negative impacts on the rail track.

Keywords: *vibration diagnostics, computational modelling, multibody model, damaged wheel*

Під час руху залізничного рухомого складу коліями може, за певних обставин, виникнути явище так званого набігання гребенів колісних пар на головку рейки. Це може призвести до дуже небажаної і навіть небезпечної

ситуації – сходу рухомого складу з рейок. Набігання гребеня колісної пари на головку рейки відбувається за різних обставин. Однією з таких обставин може бути пошкодження поверхні кочення залізничного колеса або рейки. Існує кілька типів пошкоджень залежно від їх характеру, наприклад, повзуни, тріщини тощо.

Актуальність дослідження полягає в необхідності вивчення впливу пошкоджень залізничного рухомого складу типу «повзун» (рис. 1) на динамічні характеристики залізничного транспортного засобу, які в свою чергу впливають на його експлуатацію та безпеку руху. Цей тип пошкодження виникає коли колесо блокується (найчастіше під час гальмування) і ковзає по рейці [1]. Подальша експлуатація рухомого складу з таким колесом, в залежності від ступеня пошкодження, має суттєво негативний вплив як на сам вагон, так і на колію, оскільки динамічні характеристики транспортного засобу, які представлені в першу чергу силами, що діють на колеса, суттєво змінюються (в основному в залежності від швидкості руху). Ці сили можуть збільшитися в 10 і більше разів. Крім того, це збільшує ймовірність втрати контакту між колесом і рейкою, що загрожує високим ризиком сходу такого вагона з рейок. Тому дуже важливо вчасно і точно виявити такі пошкодження рухомого складу і, наскільки це можливо, усунути їх.

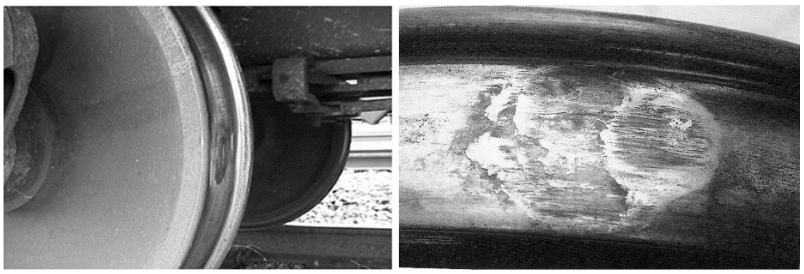


Рисунок 1 – Повзун на поверхні кочення залізничного колеса

Для виявлення повзунів на колісних пара, існує система під назвою WILD (з англійської – Wheel Impact Load Detector). Ця система встановлюється на обраній ділянці колії без необхідності радикального втручання в її конструкцію і може виявити, на якому вагоні, якій колісній парі і якому колесі наявне пошкодження типу «повзун». Базовими компонентами системи WILD є набір датчиків. Вимірювана ділянка колії розбивається на сегменти, в яких встановлюються датчики.

Метою дослідження є створення моделі залізничного вагона з повзуном (рис. 2), а також імітація її руху по колії та оцінка контрольованих змінних. Для цих цілей було використане програмне забезпечення для імітаційного моделювання Simpack. Це програмне забезпечення дозволяє створювати окремі

підсистеми рухомого складу, цілий транспортний засіб або навіть цілі поїзди. У нашому випадку ми створили модель колеса з повзуном, визначивши зміну радіуса як функцію кута повороту колеса. Відхилення радіуса було переведено точково в полярні координати за допомогою відповідної вбудованої функції програмного комплексу. Для забезпечення безперервності обчислень задані точки інтерполюються відповідною функцією [2, 3].

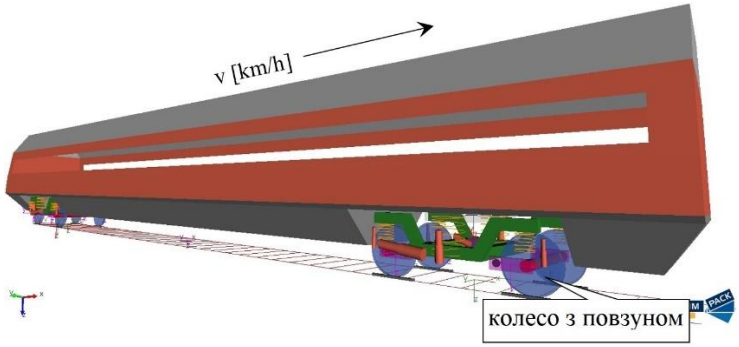


Рисунок 2 – Модель рейкового транспортного засобу з пошкодженим колесом

Імітаційне моделювання пасажирського вагону з пошкодженим колесом проводилося для прямої ділянки колії з профілем рейки UIC60 без урахування нерівностей.

Рухомий склад рухався по колії з двома швидкостями – 5 км/год та 100 км/год. Всі симуляції записувалися з відповідною частотою дискретизації залежно від швидкості руху.

При обробці результатів ми зосередилися на оцінці вертикальних сил Q, що виникають між колесом з повзуном (тобто правим колесом першої колісної пари за напрямком руху) і рейкою. Результати імітаційного моделювання наведені на рис. 3 та рис. 4.

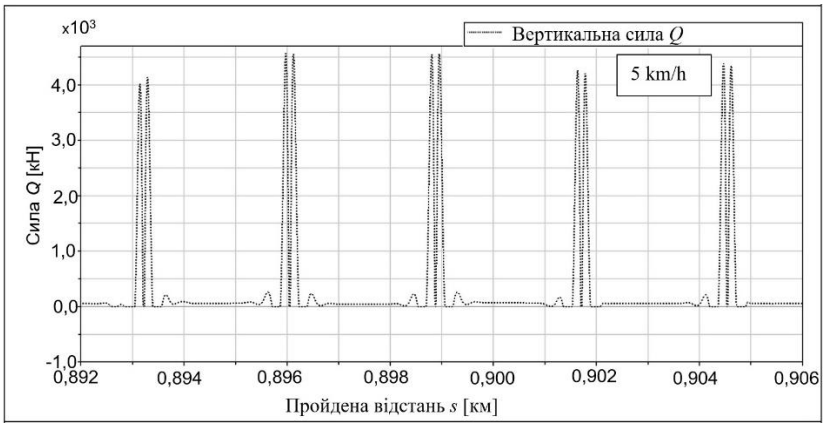


Рисунок 3 – Значення сили Q, що діє на пошкоджене колеса при швидкості руху 5 км/год

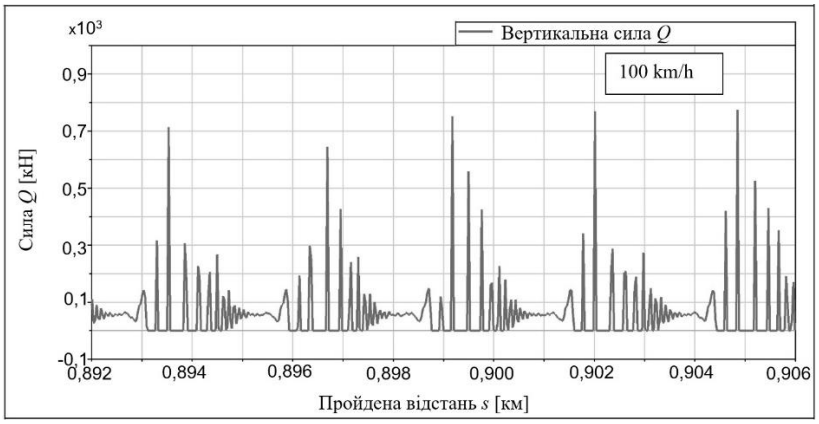


Рисунок 4 – Значення сили Q, що діє на пошкоджене колеса при швидкості руху 100 км/год

Розглянемо графік на рис. 3, який показує результати імітаційного моделювання для швидкості руху 5 км/год. На обраній ділянці колії видно, що коли колесо з повзуном рухається з такою швидкістю, то між колесом і рейкою виникають великі ударні сили колеса по рейці. Величини максимальних значень ударних сил досягають $4{,}103 \cdot 10^3$ кН. Порівняно з результатами для швидкості руху 100 км/год (рис. 4), отримані максимальні значення сили є значно меншими – близько $0{,}71 \cdot 10^3$ кН.

Висновок. У цій роботі описано методи, за допомогою яких можна виявити негативні наслідки руху рухомого складу з пошкодженими колесами по колії. Повзун – один з найпоширеніших видів пошкоджень коліс залізничного транспорту, що виникають під час експлуатації. Далі було наведено приклад того, як можна змоделювати рейковий транспортний засіб з пошкодженим колесом та імітувати його рух по колії. Для імітаційного моделювання в якості еталонного рухомого складу було обрано 4-х вісний пасажирський вагон з повзуном, який рухався по колії зі швидкостями 5 км/год та 100 км/год. Ці швидкості були обрані для того, щоб проілюструвати та дослідити цікаве явище, коли сили, що діють на колеса при русі вагону з повзуном на низькій швидкості, можуть впливати на колію значно більш негативно, ніж при русі транспортного засобу на більш високих швидкостях. Для того, щоб отримати релевантні результати, які можна було б порівняти з результатами вимірювань, необхідно модифікувати як модель транспортного засобу, так і модель залізничного полотна відповідно до реальних параметрів.

Подяка. This research has been supported by the projects VEGA No. 1/0305/23: «The research of dynamic properties of mechanical systems of railway vehicles with flexible structural components» and KEGA No. 031ŽU-4/2023: «Development of key competencies of the graduate of the study program Vehicles and Engines».

Література

1. Dižo, J., Steišūnas, S., Blatnický, M.: Dynamic analysis of motion smoothness of rail vehicle with wheel-flat. In: XXII. Medzinárodná konferencia Súčasné problémy v koľajových vozidlách PRORAIL 2015: Zborník prednášok, 16-18. september, 2015, Žilina, Slovensko, Diel 1, VTS pri ŽU, Žilina, 2015, P. 83 – 93. ISBN 978-80-89276-48-6.

2. Gerlici, J., Lack, T., Harušinec, J.: Záťažové programy pre experimentálny výskum na skúšobnom stave RAILBCOT. In: Dynamika tuhých a deformovatelných těles 2015 [elektronický zdroj] : třinácty ročník mezinárodní vědecké konference : Ústí nad Labem, Česká republika, 7.-9. října 2015 : sborník přednášek. Ústí nad Labem: FVTM UJEP, 2015. CD-ROM, 12 s, ISBN 978-80-7414-914-6.

3. Harušinec, J., Maňurová, M., Suchánek, A.: Optimalizácia brzdovej jednotky z hľadiska riadiaceho rozsahu. In: Experimentální a výpočtové metody v inženýrství: Zborník prednášok, 2.-3. júna 2016, Ústí nad Labem, Česká Republika, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2016, CD-ROM, 8 s. ISBN 978-80-7561-004-1.

ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ (ГУАНІДІНІВ) НА ПРОЦЕСИ ТВЕРДІННЯ І СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Дорошенко О.Ю. – к.т.н., доц., doroshenko_oy@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

THE INFLUENCE OF MODIFIERS (GUANIDINES) ON THE PROCESSES OF HARDENING AND STRUCTURING OF THE CONCRETE MIXTURE

Doroshenko O. – Ph.D., Associate Professor, doroshenko_oy@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The work investigates the mechanism of action of chemical additives of guanidine salts (sulfuric, rhodium, nitric acid), which are introduced into the concrete mixture. It was established that the addition of guanidine salts affects the hydration processes of the binding system, modifies the structure of cement stone in concrete, contributes to an increase in the content of structured water and the homogeneity of the structure; accelerate the hydration of C_3S and C_2S, form low-base calcium hydrosilicates, which become significantly more in comparison with the standard; increase the strength, waterproofing and frost resistance of cement stone affect the deterioration of the performance of the entire drive, the accuracy of its functions, or accelerate an emergency stop.

Keywords: *additives of guanidine salts, hydration processes, binding system.*

Управляти процесами структуроутворення, прискорювати твердіння, підвищувати фізико – механічні властивості і довговічність клінкерних в'яжучих матеріалів можливо використовуючи хімічні добавки.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що застосовані в теперішній час добавки – електроліти ($CaCl_2$, $FeCl_3$, $Ca(NO_3)_2$,$NaCl$) наряду с позитивними властивостями мають і недоліки (можливість корозії арматури, зниження міцності через 28 діб, з'явлення плям висолів). Використання відомих органічних добавок в ряді випадків не дає бажаного ефекту, так як вони достатньо дорогі; дають незначний приріст міцності; сповільнюють процес твердіння в'яжучого, що обмежує їх використання в промисловості збірного залізобетону.

Метою роботи є дослідження механізму дії хімічних добавок солей гуанідінів (сіркокислого, роданістого, азотнокислого), які вводяться в бетонну суміш в кількості 0,05…3,0% від маси цементу. Вказані солі гуанідіну – стійкі, легкорозчинні у воді, технологічні у використанні. В якості в'яжучого використовувався портландцемент М 400 Здолбунівського ЦШК.

Дослідження кінетики структуроутворення цементного тіста з добавками солей гуанідіну, проведені з використанням конічного пластометра, показало, що добавки не змінюють характеру кривих і величину пластичної міцності цементного тіста. Слід відмітити деякий ефект початкової пластифікації, який підсилюється в залежності від витрати добавки. Встановлено незначне уповільнення термінів тужавіння цементного тіста в порівнянні з еталоном, при цьому величина уповільнення залежить від концентрації добавки. Деяке уповільнення процесів гідратації в початковий період зв'ясується з адсорбцією солей гуанідінів на поверхні твердої фази, зміною складу гідратних фаз з утворенням екрануючих плівок високодисперсних гідратних новоутворень на поверхні безводного в'яжучого. В подальшому добавки різко інтенсифікують зріст пластичної міцності, істотно скорочуючи індукційний період структуроутворення і перехід коагуляційної структури цементного тіста в коагуляційно-кристалізаційну.

Визначення кінетики гідратації (по кількості хімічно зв'язаної води) дозволило встановити, що добавки гуанідінів направлено впливають на процеси гідратації. В різні терміни випробування (від 1 доби і більше) ступінь гідратації в'яжучого була вища з дослідними добавками в порівнянні з еталоном.

За допомогою калориметричного методу аналізу досліджено вплив солей гуанідінів на процеси тепловиділення цементного тіста. Встановлено, що величина тепловиділення у цементів з добавками зростає в порівнянні з еталоном. Інтенсивність тепловиділення зміщується вправо (через 160…190 хвилин після затворення), тобто в більш пізніші терміни початкового твердіння. Характер кривих швидкості тепловиділення майже однаковий.

Можливо при введені добавок в структурі гідросилікатів CSH в результаті дифузії відбувається заміщення іонів OH^- на SO^{2-}_4, NO^-_3 і SCN^- іони, які володіють порівняно високою швидкістю дифузії і невеликими розмірами, і тим самим прискорюють і поглиблюють процеси гідратації цементу. Якісні перетворення супроводжуються зменшенням концентрації іонів Ca^{2+} і SO_4^{2-}, підвищенням концентрації іонів лужних металів гідроксида. В результаті підвищується РН середовища, що обумовлює прискорене розчинення клінкерних мінералів і сприяє підвищенню швидкості і кращої викристалізації гідратних новоутворень. В подальшому після зменшення модуля рівноваги пружності води затворення, збільшується реакційна здатність, завдяки чому посилюється взаємодія між збудженими молекулами води і в'яжучого, створюються умови для кращої диспергації частинок цементу і викристалізації більш досконалих новоутворень. Знову зростає надлишкова енергія твердіючої системи, яка реалізується при розвитку конденсаційно – кристалізаційної структури на наступній стадії структуроутворення. В результаті формується більш дисперсна, однорідна і міцна структура твердіючої системи. При цьому, так як добавки забезпечують більшу ступінь зв'язування води і збільшення змісту структурированої води, можливі деякі розширення об'єму частинок гідротируючого цементу в початкові терміни і підвищення гідростатичного тиску, що також сприяє більш глибоким і повним процесам гідратації.

Для визначення впливу солей гуанідінів на зріст міцності бетону в часі були виготовлені зразки з бетонної суміші.

В'яжуче – портладцемент М400 Здолбунівського ЦШК – 400 кг/м^3; мілкий заповнювач – річний Дніпровський пісок (Мк = I,49) – 507 кг/м^3; крупний заповнювач – щебінь гранітний 5…I0 мм – 440 кг/см^3 і I0…20 мм – 830 кг/м^3.

Зразки були випробувані після витримки в нормальних умовах через I, 3, 7 і 28діб, а також після пропарювання по режиму I+3+3+3 при температурі ізотермії – 80°С.

Визначалася міцність при стисненні (в МПа), морозостійкість (200 циклів заморожування і відтавання), водонепроникність (атм).

Результати випробувань приведені в табл.1.

З результатів, представлених в табл.1 видно, що введення в бетонну суміш добавок солей гуанідінів в кількості 0,05; I,5 і 3,0% від маси цементу сприяє більш високій міцності в усі терміни випробувань; на 2…3 марки підвищується водонепроникність, на 22…25% збільшує морозостійкість в порівнянні з еталоном.

За результатами випробувань встановлено, що солі гуанідінів не викликають корозії арматури, так як сприяють створенню більш щільного і міцного бетону, а

підвищена лужність середовища зберігається на протязі тривалого часу, що перешкоджає розвитку корозійних процесів на поверхні арматури.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості цементного бетону з добавками гуагідінів

Вид добавок	Кількість добавок (%)	Зразки нормального твердіння						Зразки після пропарювання через 28діб		
		Міцність на стиск, МПа, через діб				Водонепроникність, (МПа)	Морозостійкість	Міцність на стиск, МПа	Водонепроникність, (МПа)	Морозостійкість
		1	3	7	28					
Без добавки	-	2,4	8,8	16,2	32,0	0,5	0,65	30,0	5,0	0,64
Гуанідін сірко-кислий	0,05	3,0	12,1	19,6	37,0	0,6	0,80	36,1	0,6	0,78
	1,5	4,1	15,3	21,8	44,0	0,8	0,81	43,2	0,8	0,80
	3,0	4,8	16,8	22,3	55,0	0,8	0,80	53,0	0,8	0,79
Гуанідін роданістий	0,05	3,2	12,0	19,8	38,0	0,6	0,80	36,4	0,6	0,79
	1,5	4,2	15,1	21,7	46,9	0,8	0,82	44,8	0,8	0,81
	3,0	4,1	15,0	21,6	44,0	0,8	0,81	43,0	0,8	0,79
Гуанідін азото-кислий	0,05	4,2	14,8	20,9	41,5	0,7	0,85	40,8	0,7	0,84
	1,5	4,4	16,0	22,0	48,5	0,8	0,88	47,1	0,8	0,86
	3,0	4,3	15,9	21,8	48,0	0,8	0,86	47,3	0,8	0,85

Висновок. В результаті проведеного аналізу та досліджень встановлено, що добавки солей гуанідінів впливають на процеси гідратації в'яжучої системи, модифікують структуру цементного каменя в бетоні, сприяє збільшенню змісту структурированої води і однорідності структури; прискорюють гідратацію C_3S і C_2S, утворюють низькоосновні гідросилікати кальцію, яких стає значно більше в порівнянні з еталоном; підвищують міцність, водонепроникність і морозостійкість цементного каменю.

Література

1. Толмачев С.Н. Розвиток теорії руйнування і стійкості дорожніх цементних бетонів при дії агресивних факторів: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.23.05 / Укр. держ. акад. залізничн. тр-ра. Харьков, 2013. 40 с.

2. A. Dorigato,A. Pegoretti:Flexural and impact behaviour of carbon/basalt fibers hybrid laminates, Journal of Composite Materials48, 2014. № 9, P. 1121-1130.

3. J.II. Lim, K. Y.Rhee, H.J.Kim and D.H.Jung: Effect of stacking sequence on the flexural and fracture properties of carbon/basalt/epoxy hybrid composites, Carbon Letters15, 2014. № 2, P. 125-128.

4. Khamees, S.S.; Kadhum, M.M.; Nameer, A.A. Effects of Steel Fibers Geometry on the Mechanical Properties of SIFCON Concrete. Civ. Eng. J. 2020, 6, 21–33.

5. Дорошенко Ю.М., Дорошенко О.Ю., Гуріна Л.Г. Вплив хімічної добавки-прискорювача твердіння на процеси гідратації, структуроутворення та властивості портландцементу. Київ: УТУ, 2000. 40 с.

OVERVIEW AND SELECTION OF ENERGY SOURCES AND STORAGE DEVICES FOR ELECTRIC VEHICLES

Zaripov R. – Senior Lecturer, ramis.zaripov@mail.ru
Mukanov R. – PhD, Associate Professor, ruslangr82@mail.ru
Sagadatov T., Datsko A., Sadykov A. – master's students, sagadatov@mail.ru, Datsko.a@mail.ru, sadykov.a@mail.ru
Toraighyrov University
Kazakhstan, Pavlodar

The authors analyzed the main development trends in the field of development and production of batteries for electric vehicles. This study is part of the scientific work on the development of electric vehicles using alternative energy sources. Advantages and disadvantages of lithium-ion batteries of various manufacturers are determined.

Keywords: *battery, electric vehicle, charging cycle, capacity, charge, power consumption.*

The relevance of the work. In recent years, the domestic automotive industry has shown increasing interest in cars with hybrid or electric powerplant. One of the most prominent representatives of hybrid cars of domestic development can be noted the family of concept cars of the brand «E», which are a sequential hybrid car with an electric transmission with combined power from a generator rotated by a gas-gasoline internal combustion engine and a capacitive energy storage device [1]. Work on the creation of hybrid cars is also underway in universities. At the Faculty of Engineering of the Toraigyrov University, within the framework of Research and development, work is being carried out on the topic Development of an electric car with a buggy body for the tourism industry of the Pavlodar region.

The authors analyzed the main development trends in the field of development and production of batteries, it can be determined that lithium-ion batteries (LIA) are the most intensively studied of all rechargeable current sources, and the maximum amount of work is devoted to improving the active material of the positive electrode. Based on these works, the main ways of modifying lithium cobaltite, as well as alternative cathode materials, are described.

The purpose of this study is to select the optimal battery for electric vehicles. The average values of the batteries are shown in Table 1. Lithium-ion technology is the most relevant and advanced battery technology in the modern world, more money is spent on its development than on all the others combined.

The amount of funds invested in the world in scientific work to improve lithium-ion technology is estimated in billions of dollars. As a result, LIAS have become the most powerful, energy-intensive and long-lived secondary current sources. Along with this, the cost of their production is constantly falling, and problems with the safety of use are being successfully solved. Thus, new safe cathode materials

(composites based on modified spinel, olivine), non-flammable low-toxic electrolytes, high-capacity anode materials are proposed.

Table 1 – Average characteristics of the main types of batteries

Element type	Maximum voltage, V	Minimum voltage, V	Energy density, Wh/kg	Stored energy, Wh/dm^3
Lead-acid	2,1	2,0	37	70
Nickel-cadmium	1,35	1,2	33	60
Iron-nickel	1,5	1,2	29	65
Silver-zinc	1,85	1,5	100	170
Lithium-iron-phosphate	4	2,8	60	130

Modern nanotechnology opens up new prospects – reducing the particle size of the active material of the electrodes to hundreds or even dozens of atomic layers, allows you to significantly improve their transport characteristics and achieve an almost instant (in a few minutes) charge or discharge.

Main text. Taking into account the global trends and prospects for reducing the price and increasing the characteristics of lithium-ion cells, we can expect further expansion into all new areas of application of chemical current sources (HIT).

Since 2011, a plant for the production of modern high-capacity lithium-ion batteries for electric transport and energy (Liotech Company), manufactured using Winston Battery technologies (China), has been opened in Novosibirsk (Russia). Modern lithium-iron-phosphate batteries manufactured by Winston Battery and the Liotech plant have an energy capacity of up to 100 Wh/kg and a number of discharge-charge cycles of up to 6000, which significantly exceed the capabilities of traction lead batteries [2,3].

Nevertheless, at the moment, the products of the three main global manufacturers of rechargeable batteries Winston Battery (China), A123 systems (USA) and Zebra (Switzerland) are the most widely represented.

A123Systems from Watertown (Massachusetts, USA) has announced the development of more energy-intensive, safe and powerful batteries.

A123 batteries, unlike any Li-Pol batteries, are safer to operate. There is no risk of ignition or explosion of A123 batteries, even with fast charging in 15 minutes 10A (4.3 S). Long service life, measured in the number of charge-discharge cycles (usually at least 500 cycles at 8C). Long shelf life – 3 years of storage capacity loss of 3%. A123 cans can be assembled independently into assemblies by connecting them in series or in parallel (like any other batteries). To charge A123 batteries, it is necessary to use only specialized chargers that have the function of charging A123 batteries.

The main disadvantage of A123 batteries is the inconvenience of installing high-capacity batteries from cylindrical elements and the high cost of batteries and a small number of operating cycles [4].

ZEBRA batteries are manufactured by the Swiss company MES DEA (Figure 1). The main developer of sodium nickel chloride batteries is Beta Research & Development Ltd. in the UK. ZEBRA batteries can potentially surpass the main currently used batteries for electric vehicles in all respects.



Figure 1 – ZEBRA brand batteries

The main advantages of ZEBRA brand batteries are: high specific capacity comparable to lithium-ion batteries; low cost and wide availability of basic battery materials; high voltage (278.6 V or 557 V for Z5C ZEBRA batteries); high safety; ease of operation, thanks to an intelligent battery management system; no need for an additional heater in winter conditions; high environmental safety – the main components of sodium nickel-chloride batteries are not environmentally dangerous.

Disadvantages of ZEBRA brand batteries: low power density; the need to maintain a high operating temperature inside the battery dictates high energy consumption (about 100W for Z5C ZEBRA); it takes at least a day to warm up a cold battery and bring it into working condition; ZEBRA batteries can withstand no more than 50 heating/cooling cycles [5, 6].

These disadvantages do not allow the use of these batteries on the developed electric vehicle.

Winston Battery (China) is one of the leaders in sales of lithium-ion batteries with a wide range of capacities (up to 800 Ah) and an average operating voltage of 3.2 V (Figure 2).

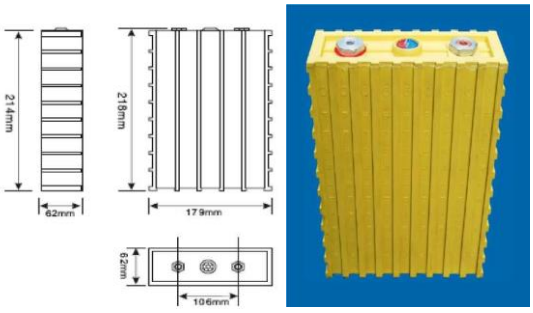
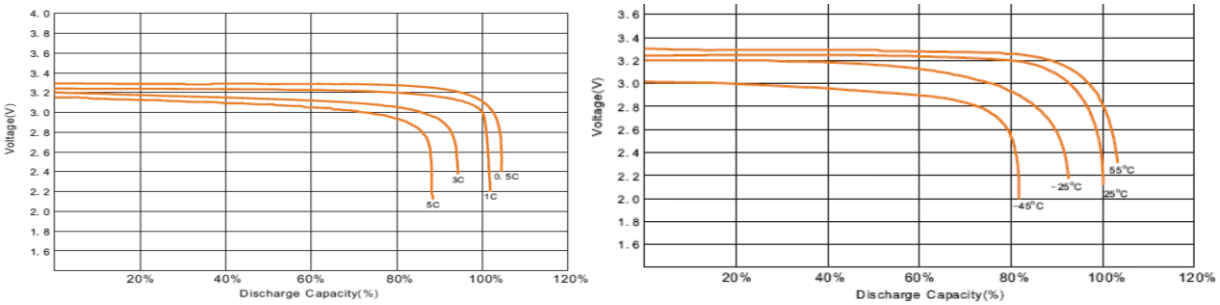


Figure 2 – Lithium-ion battery WB-LYP100AHA

From the point of view of unification of elements of variants of the model range of electric vehicles, a battery with a capacity of 100 Ah was selected. The discharge characteristics of the WB-LYP100AHA batteries with a capacity of 100 Ah are shown in Figures 3, and their overall dimensions are shown in Figure 2.



a *b*

Figure 3 – Discharge characteristics:
a – at normal temperature, b – at elevated and lowered temperatures

Conclusions. The main objectives of the work carried out: to investigate the possibility of creating a special tactical vehicle with an electric drive of the driving axle, to study the joint operation of several electric motors as part of a wheel mover, to establish an optimal control law to investigate the transients in the individual drive that occur when changing the type of drive and the quality of the support surface under the driving wheels in rectilinear and curved motion.

Decision the set tasks will make it possible to clarify the structure and formulate technical requirements for the development of new models of electric vehicles to ensure maximum operational properties, mobility and efficiency indicators.

R e f e r e n c e s

1. Council BE. World Energy Scenarios. *World Energy Council*. 2013.

2. Bajcinovci, B. Environment Quality: Impact From Traffic, Power Plant and Land Morphology, a Case Study of Prishtina // *Environmental and Climate Technologies*. 2017. P. 65–74.

3. Pistoia, G. Electric and hybrid vehicles. Power sources, models, sustainability, infrastructure and the market / G. Pistoia. Oxford: *Elsiver*. 2010. 645 p.

4. Kitaoka, K. Large-sized Nickel-Metal Hydride Battery of Electric Vehicle et al. // *Sanyo Tech. Rev*. 1999. Vol. 31. P. 69–74.

5. Aharon, I., Kuperman, A. Topological overview of powertrains for battery-powered vehicles with range extenders / *IEEE Transactions on Power Electronics*.2011. Vol. 26 (3). P. 868–876.

6. Bahamonde, J. S., de Servi, C. M., Colonna, P. Hybrid electric powertrain for long-haul trucks and buses: Preliminary analysis of a new concept based on a combined cycle power plant / *Journal of the Global Power and Propulsion Society*. 2020. Vol. *4.* P. 63–79.

СПРЯМОВУЮЧІ ЗУСИЛЛЯ В КОНТАКТІ КОЛЕСА ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ І РЕЙКИ

Зуб Є.П. – аспірант, epzub@ukr.net
Сапронова С.Ю. – д.т.н., проф., doc.sapronova@gmail.com
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

GUIDING EFFORTS IN CONTACT WAGON WHEELS AND RAILS

Zub E. – graduate student, epzub@gmail.com
Sapronova S. – Doctor of Technical Sciences, *Professor*, doc.sapronova@gmail.com
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Railway rolling stock refers to a subgroup of ground vehicles that are controlled by lateral guidance of rails. The direction of the frictional forces will always cause an increase in the angles of attack of the crest on the rails, unless the connections that hold the wheelsets in their nominal position fail. An accurate description of tangential contact forces and coupling forces is necessary for theoretical studies of the steering forces of wheel pairs by the rail track. A more detailed method of consideration of steering forces is fitting the cart into the curved section of the track. The analysis of the calculation data confirms the assumption about the significant influence of the deviation of the wheel pairs in the cart from the normal position, as well as the radius of the curve.

Keywords: *guiding efforts, ridges, crest, contact forces, curve.*

Актуальність дослідження. Спрямування сил тертя завжди спричинятиме збільшення кутів набігу гребенів на рейки, якщо не спрацьовують зв’язки, які утримують колісні пари у їх номінальному положенні. Тому, наприклад, поява в наслідок зносу наднормативних зазорів у зв’язках букс із рамами візків неодмінно призведе до зростання інтенсивності зносу гребенів коліс [1]. Вважається, що перекоси колісних пар у візку на 2 градуси (≈ 0,035 рад) викликають п'ятикратне збільшення інтенсивності зносу гребенів коліс. Кут набігу і фактор зносу гребня також залежать від величини взаємних перекосів колісних пар: перекос у 0,004 рад збільшує фактор зносу в 4...8 разів [2]. Тому можна стверджувати, що відхилення положення колісних пар у візках рухомого складу залізниць впливають на зусилля в контакті з рейками і приводять до збільшення зносів в гребеневих зонах. Ця проблема є актуальною і повинна досліджуватись.

Метою роботи є визначення факторів, які впливають на спрямовуючі зусилля.

Для теоретичних досліджень сил спрямування колісних пар рейковою колією необхідний точний опис дотичних контактних сил і сил зчеплення.

Зчеплення необхідно розглядати у всьому комплексі з урахуванням повної картини горизонтальних сил взаємодії екіпажу і колії, з огляду на те, що горизонтальні складові контактних сил визначають горизонтальну динаміку екіпажу. І в цьому сенсі доречно було б не виділяти, як окремі проблеми поздовжні явища, пов'язані зі зчіпними якостями, а поперечні – з горизонтальною поперечної динамікою, а розглядати ці явища спільно в рамках повної горизонтальної динаміки. Спроби розгляду питань поздовжнього і поперечного зчеплення окремо, в кращому випадку, як частково пов'язаних, часто призводять до побічних явищ. Наприклад, конструктивні заходи, що поліпшують, динамічні показники, можуть призводити до погіршення інших показників: опору руху; інтенсивності зносу поверхонь кочення тощо.

Більш докладним методом розгляду спрямовуючих зусиль є вписування візка в криву ділянку колії.

Класичний метод вписування екіпажів в криві ділянки колії використовує наступний прийом. Процес вписування представляється, як рух відрізка прямої довжиною, що дорівнює базі візка, між двома концентричними окружностями з відстанню між ними, що дорівнює сумарному зазору колісної пари в рейковій колії δ, тобто сумарному зазору між гребнями коліс і робочими гранями рейок. Вид установки екіпажу в колії залежить від його конструкції, скорості руху, параметрів колії, ступеню зносу гребенів і рейок, геометричних параметрів попередньої установки колісних пар в рамі візка і зовнішніх поперечних сил, що діють на екіпаж.

Зовнішніми силами, що визначають вид установки в кривій при вписуванні екіпажу, є відцентрова і доцентрова сили, пов‘язані із швидкістю руху, радіусом кривої і підвищенням зовнішньої рейки. Для цього моделюється усталений рух візка в круговій кривій під дією наступних зовнішніх сил:

відцентрова сили інерції, що діє в центрі мас візка і спрямована радіально від центру кривої. Відцентрова сила залежить від швидкості руху і радіусу кривої;

доцентрова сила, що діє в центрі мас візка і спрямована радіально до центру кривої. Доцентрова сила є складовою ваги при нахилі візка через підвищення зовнішньої рейки;

складова скочування ваги візка, пов’язана із підвищенням зовнішньої рейки колії, що діє в центрі мас візка і спрямована радіально до центру кривої;

сили зчеплення в контактах коліс із рейками – повздовжні і поперечні складові;

складові скочування нормальних реакцій в контактах коліс із рейками,

пов’язані із нахилом поверхонь кочення коліс;

сила опору руху та обертальний момент, що діють на візок з боку кузова у шворневому вузлі від кузова.

Рух візка розглядається, як псевдо-статичний процес із усталеними значеннями кінематичних параметрів та зовнішніх сил, що діють на візок.

Основні фактори, що визначають знос гребенів коліс: кут набігання колісних пар на рейки; кут перекосу колісної пари; нормальне контактне навантаження, пов‘язане із спрямовуючим зусиллям з боку рейкової колії та кутом набігання; швидкості відносного проковзування у гребеневому контакті; коефіцієнт тертя у гребеневому контакті.

На рис. 1 показано розрахункові залежності спрямовуючого гребеневого зусилля $Y(\beta)$ від відхилення установки колісних пар у візку від номінального положення – кутів перекосу β швидкості руху і радіусу кривої ділянки колії.

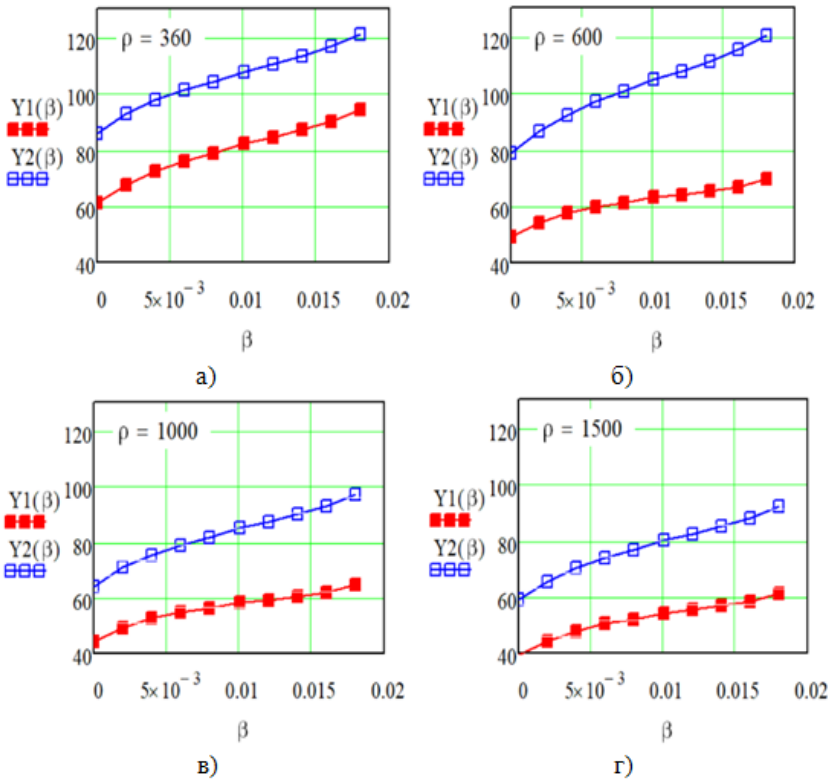


Рисунок 1 – Розрахункові залежності спрямовуючого гребеневого зусилля $Y(\beta)$ (кН) від кутів перекосу колісних пар β (рад), швидкості руху і радіусу кривої: $Y1(\beta)$ – швидкість руху 20 м/с (72 км/год); $Y2(\beta)$ – 27 м/с (100 км/год); а) для радіусу кривої $\rho = 360$ м; б) $\rho = 600$ м; в) $\rho = 1000$ м; г) $\rho = 1500$ м

Аналіз даних розрахунків підтверджує припущення про суттєвий вплив відхилення установки колісних пар у візку від нормального положення.

Висновок. При максимальних значеннях кутів перекосу бокові навантаження на рейки на 35–50% перевищують навантаження при нормальній установці на будь-яких швидкостях і в кривих будь-якого радіусу.

Л і т е р а т у р а

1. Маслієв В.Г. Розвиток теорії прогнозування зношення гребенів коліс рухомого складу залізниць. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. 2018. № 29(1305). С. 69-74. URL.: http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39234

2. Зуб Є.П., Сапронова С.Ю. Вплив відхилень положення колісних пар вантажного вагона на спрямовуючі зусилля. // Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». Вип. 40. К.: ДУІТ, 2022. С. 63-77. https://doi.org/10.32703/2617-9040-2022-40-6

ІННОВАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ КРАЇН ЄС І УКРАЇНИ

Іванов Р.В. – аспірант, *ivanovrodion@ukr.net*
Курган М.Б. – д.т.н., проф., *kunibor@gmail.com*
Український Державний університет науки і технологій
Україна, м. Дніпро

INNOVATIONS IN RAILWAY CROSSINGS IN EU AND UKRAINE

Ivanov R. – Postgraduate student, *ivanovrodion@ukr.net*
Kurhan M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *kunibor@gmail.com*
Ukrainian State University of Science and Technology
Ukraine, Dnipro

The paper presents an analysis of the functioning of railway crossings in European countries and the measures implemented to improve the safety of transportation. An important problem is the technical incompatibility between European and Ukrainian railway tracks. One solution to this problem may be a gradual transition of Ukraine to the European standard. An example is given of the design of railway crossings in Ukraine with a universal reinforced concrete pavement over railway tracks with UIC60 European standard rails. This will allow the achievement of both the construction of European tracks (with a width of 1435 mm) and combined tracks (1435/1520 mm) in Ukraine.

Keywords: *railway; innovative technologies, railway crossing, blocking barrier device, crossing signaling, barrier.*

Актуальність дослідження. Угода про асоціацію України і Європейського Союзу (ЄС) передбачає забезпечення сумісності транспортних систем шляхом імплементації директив і технічних регламентів ЄС, усунення адміністративних і технічних перешкод, модернізацію інфраструктури та технічного обладнання [1].

Забезпечення мобільного руху поїздів, перш за все з Польщі в Україну, є актуальним завданням для України. Для реалізації цього завдання можливі різні

варіанти: будівництво європейської або перехід на суміщену колію. Укладання суміщеної колії не потребує улаштування окремого земляного полотна, що можна віднести до переваг цього способу організації руху поїздів, однак потребує розв'язок і обходів роздільних пунктів через необхідність укладання стрілочних переводів нормальної 1520 мм і європейської 1435 мм колій, що призводить до зниження швидкості руху поїздів при проходженні станцій [2].

На залізницях України сьогодні експлуатуються 4945 залізничні переїзди, з яких 2543 (51%) – з автобусним рухом; 1290 – з черговим працівником; 1262 – обладнані пристроями автоматики, які забезпечують разом з основними шлагбаумами повне перекриття проїжджої частини автодороги. Майже половина всіх переїздів розташовані на маршрутах основних пасажирських перевезень. Звідси виникає проблема утримання й обслуговування місць перетину залізниці і автодороги, а з урахуванням переходу на європейську або суміщену колію постає актуальне питання щодо будівництва нових чи реконструкції існуючих залізничних переїздів.

Мета роботи – показати інноваційні технології для підвищення безпеки на перетині залізничних колій з автомобільними дорогами. Об’єктом дослідження є процес впровадження інноваційних технологій при модернізації існуючих переїздів для організації швидкісного руху поїздів в Україні.

Матеріали дослідження. Залізничні переїзди (RLC) є серйозною проблемою безпеки на міжнародному рівні. На даному етапі їх слід сприймати як необхідність та вживати всіх доступних заходів, щоб зменшити негативні наслідки.

Підвищення безпеки на RLC залишається важливим соціальним завданням як у Європейському Союзі, так і в інших частинах світу. Наприклад, PKP Polskie Linie Kolejowe SA активно реалізує проєкт «Підвищення безпеки на перетині залізничних ліній з автомобільними дорогами» [3]. У рамках проєкту PKP PLK модернізує 182 залізничні переїзди, розташовані на 73 залізничних лініях у Польщі. Результатом інвестиції буде підвищення рівня безпеки залізничного та автомобільного руху, а також скасування існуючих обмежень швидкості в районі переїздів. Роботи передбачають оснащення переїздів додатковими сучасними пристроями підвищення безпеки – шлагбаумами, світлофорами, звуковою сигналізацією, освітленням – або заміну наявного обладнання. При цьому встановлюють прилади дистанційного керування та відеоспостереження.

Проведений в останні роки статистичний аналіз залізничних аварій Литовських залізниць показав, що близько 30% всіх транспортних аварій відбувається саме на залізничних переїздах. У статті [4] наведена оцінка рівня безпеки на залізничних переїздах, враховуючи такі технічні критерії як:

категорія перетину, видимість, інтенсивність руху поїздів і автомобільного транспорту, ширина залізничного переїзду і максимальна швидкість поїздів. Застосовуючи бінарну модель логістичної регресії, розраховано ймовірність аварій на 337 залізничних переїздах Литви. Отримані значення незалежних змінних моделі логістичної регресії надали можливість встановити, які з них найбільш впливові. Це категорія перетину (5,606), ширина перетину (2,987), кількість транспортних засобів (2,869). А от швидкість руху й кількість поїздів оцінюються значно меншими коефіцієнтами, відповідно, 0,517 і 0,824.

Для захисту залізничних переїздів спеціалізована компанія ALTPRO широко впроваджує електронну систему RLC23 [5]. RLC23 – це високотехнологічний, інноваційний продукт, сертифікований на найвищий рівень безпеки SIL 4 відповідно до стандартів EN провідною сертифікаційною компанією TÜV RHEINLAND. Крім Хорватії, система використовується в багатьох країнах на 3 континентах, серед яких Австрія, Греція, Індонезія, Південна Африка, Румунія, Словаччина, Сербія, Туреччина та інші.

Питання оцінки безпеки руху транспортних засобів на перетині автомобільних доріг і залізниць на одному рівні й підвищення ефективності роботи залізничних переїздів розглянуто в роботах авторів [6, 7].

Короткий огляд наукових праць мав на меті визначити основні фактори і їхній вплив на ризики, що мають місце в багатьох країнах при вирішенні проблем безпеки на залізничних переїздах і встановити сучасні інноваційні технології, застосування яких буде ефективним на мережі залізниць України.

Науковий інтерес представляє визначення способів модернізації переїздів у зв’язку з укладанням в Україні європейської та суміщеної колії. Переїзди за всіма параметрами повинні відповідати вимогам залізничного транспорту та автомобільної транспортної системи. Інфраструктура обох зазнає динамічних навантажень, що мають різний характер. Якщо залізничний рухомий склад, що передає навантаження від коліс на рейки точково, вимагає пружної колії, то для автомобільного транспорту, навантаження від якого передається по всій площині, потрібен якомога жорсткіший шлях. Ці вимоги визначають конструкцію залізничних переїздів. Зона переїзду як відрізок автомобільної дороги виконується настільки стійкою, що до неї можна включати залізничну колію. Це досягається за рахунок укладання несучої плити підрейкової основи. При цьому зазвичай пружна залізнична колія на переїзді втрачає такі властивості, як однорідність форми верхньої будови, незмінність жорсткості основи верхньої будови колії або рівномірна пружність.

На даний час на мережі залізниць України застосовується в основному залізобетонний переїзний настил, який виготовляється на філії «Старокостянтинівський завод залізобетонних шпал» АТ «Укрзалізниця». Із

загальної кількості 4945 залізничних переїздів обладнаних гумокордовим настилом – 63, ЗБП – 8, відеонаглядом – 9, чотирма шлагбаумами – 383.

Дніпровське науково-конструкторське технологічне бюро колійного господарства» філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» розробило конструкцію переїздів з універсальним залізобетонним настилом через залізничні колії. Переїзний настил складається з окремих залізобетонних плит та балок, виробів комплектуючих, шпал мостових під плити переїзду та рейкової колії з роздільним клемно-болтовим скріпленням типу КБ. У шпалах замонолічено дюбелі для прикріплення за допомогою шурупів плит переїзного та пішохідного настилів. Конструктивною особливістю універсального переїзного настилу є його використання з рейками Р65 або UIC60 за рахунок застосування нашпальних прокладок різної товщини.

Інноваційний підхід до впровадження нових конструкцій переїзного настилу дозволить реалізовувати поставлені завдання як з будівництва європейської колії (ширина 1435 мм) так і суміщеної колії (1435/1520 мм) з рейками європейського стандарту UIC60.

Висновки. 1. Важливою проблемою є техніко-технологічна несумісність європейських та українських колій: ширина 1435 мм і 1520 мм, номінальне значення подуклонки рейок 1/40 і 1/20 відповідно. Виходом з такої ситуації може бути поетапний перехід України на європейський стандарт, щоб поєднати українську залізницю з ЄС.

2. Інноваційний підхід до впровадження нових конструкцій переїзного настилу дозволить реалізовувати поставлені завдання як з будівництва європейської колії (ширина 1435 мм) так і суміщеної колії (1435/1520 мм) з рейками європейського стандарту UIC60.

Література

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони – Редакція від 25.10.2022 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011/page#Text (дата звернення 17.03.2023).

2. Kurhan, M. & Kurhan, D. (2019). Providing the railway transit traffic Ukraine–European Union. *Pollack Periodica*, 14 (2), 27-38. DOI: https://doi.org/10.1556/606.2019.14.2.3

3. У Польщі завершується проєкт з модернізації 182 залізничних переїздів**.** URL: https://www.railway.supply/v-polshe-zavershaetsya-proekt-po-modernizaczii-182-zhd-pereezdov/ (дата звернення 17.03.2023).

4. Bureika G., Komaisko M.&Jastremskas V. (2017). Modelling the ranking of lithuanian railways level crossing by safety level. *Transport problems*, 12, 11-22. DOI: https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.se.1

5. Система захисту залізничних переїздів RLC23 від ALTPRO. URL: https://altpro.com/altpro_blog/level-crossing-protection-system-rlc23-by-altpro/ (дата звернення 17.03.2023).

6. Курган М.Б., Курган Д.М., Гусак М.А., Гаврилов М.О. & Лужицький О.Ф. (2022). Оцінка безпеки руху транспортних засобів на перетині автомобільних доріг і залізниць на одному рівні. *Наука та прогрес транспорту*, 98(2), 45–58. DOI: https://doi.org/10.15802/stp2022/267978

7. Іванов Р.В., Стасенко С.С. & Курган М.Б. Підвищення безпеки руху й ефективності роботи залізничних переїздів. *Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції.* Київ, 17–18 листопада 2022 р., 164-167.

СТВОРЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ РАМИ ВІЗКА ЕЛЕКТРОВОЗА СЕРІЇ ДС3

Кара С.В. – к.т.н., *s.kara1520mm@gmail.com*
Левицький М.О. – *студент*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

CREATION OF A COMPUTATIONAL MODEL FOR THE BOGIE FRAME OF ELECTRIC LOCOMOTIVE DS3 SERIES

Kara S. – *Ph.D., s.kara1520mm@gmail.com*
Levytskyi M. – *student*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

A 3D model of the bogie frame of the electric locomotive DS3 series has been developed in accordance with the drawings of the manufacturer's factory (Dnipro Electric Locomotive Plant). The values of the normative forces have been calculated and a computational model has been created for further calculations.

Keywords: *transport, electric locomotive, bogie frame, calculation, strength, computational model.*

Актуальність дослідження. З зв’язку з тим, що парк вантажо-пасажирських електровозів серії ДС3, будівництва Дніпровського електровозобудівного заводу, вичерпав ресурс змінних деталей та вузлів до проведення капітального ремонту, актуальним є питання визначення залишкового ресурсу та прийняття рішення про доцільність масштабної модернізації електричної та механічної частини. Внаслідок встановлення факту

виявлення дефектів на рамі візка, доцільно провести комплекс розрахунків та випробувань несівних конструкцій з метою уточненої оцінки показників міцності та опору втомі. Першим кроком такого дослідження є створення розрахункової моделі рами візка.

Основні матеріали дослідження. ДС3 – це електровоз, побудований на Дніпровському електровозобудівному заводі спільно з компанією Siemens. Випускався з 2002 по 2008 рік. Збудовано 18 електровозів. Він є українським вантажо-пасажирським односекційним електровозом змінного (25 кВ) струму з максимальною експлуатаційною швидкістю 160 км/год. Виробництво силової електроніки тягового приводу виконане німецькою компанією Siemens. Інші компоненти – на Дніпровському електровозобудівному заводі. Оснащений 4 тяговими асинхронними електродвигунами (далі – ТЕД) АД914 потужністю 1200 кВт кожен. Живляться ТЕД від двох перетворювачів IGBT на базі мікропроцесорної системи.

Загальний вигляд електровоза ДС3 №018 приведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Електровоз ДС3

Відповідно до Норм розрахунків та оцінки міцності несівних елементів, динамічних якостей та впливу на колію екіпажної частини локомотивів залізниць проведено розрахунок основних сил, що діють на раму візка за режимами IIа, IIб. Приклад розрахункової моделі приведено на рис. 2.

Згідно розрахунку сили склали: сили тяжіння брутто – 190314 Н, динамічні сили при конструкційній швидкості кузова – 33765 Н, динамічні сили при конструкційній швидкості візка – 73564 Н, вертикальна складова повздовжньої сили інерції кузова – 2619 Н (для режима IIа), 14405 (для режима IIб), відцентрова сила – 24710 Н, сила тиску вітру – 500 Н/м^2, горизонтальні рамні

сили – 77254 Н, реакція бокових сил – 52543 Н, сили тяги (гальмування) – 50000 Н (IIа), 155000 Н (IIб), поздовжні сили інерції – 3111 Н (IIа), 9644 Н (IIб), реакція поздовжніх сил – 46889 Н (IIа), 145356 Н (IIб), кососиметричні сили – 6634 Н.

Представлена розрахункова модель може бути застосована для проведення попередніх оцінок міцності. Об'єктом подальших досліджень є вдосконалення моделі шляхом уточнення значень сил: 1) що діють на верхній кронштейн рами візка, 2) які зумовлені тяговими моментами ТЕД та редукторів, 3) що діють від реактивних тяг, 4) від дії гасників коливань, на основі проведення ходових міцнісних випробувань та врахування досвіду проведення випробувань електровозів ДС3 фахівцями випробувальних центрів Українського державного університету науки і технологій [1] та Інститут проблем міцності НАН України [2].

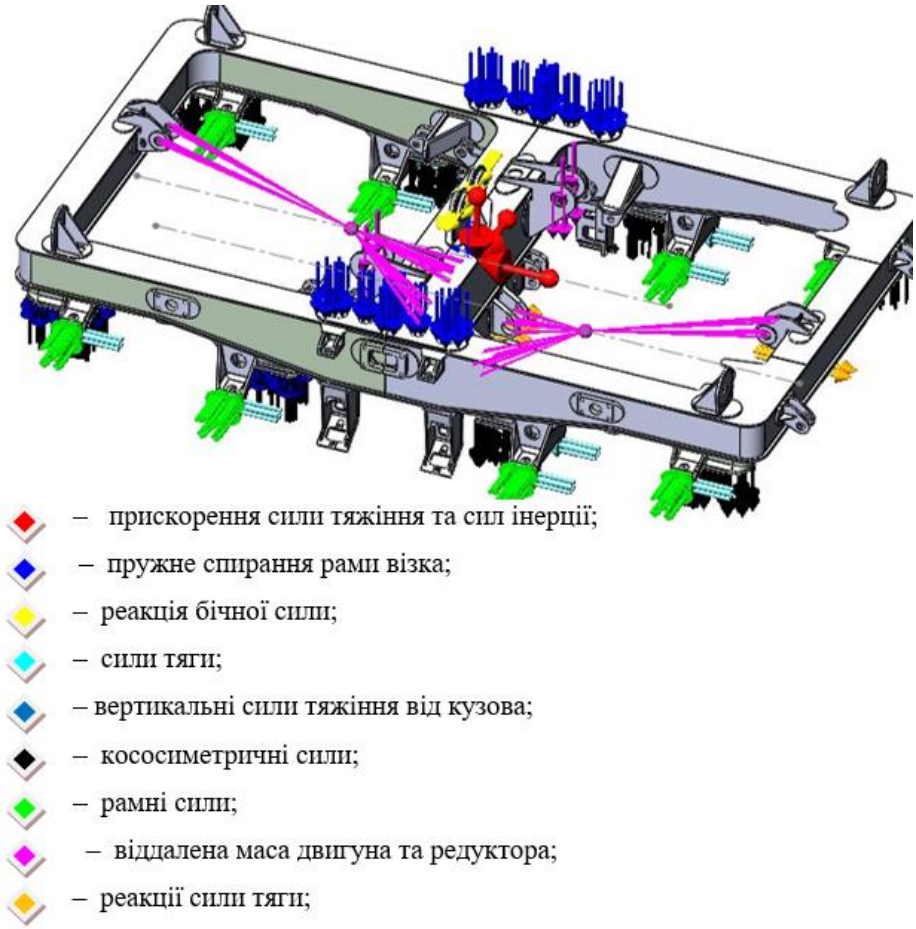


Рисунок 2 – Приклад розрахункової моделі рами візка ДС3 (режим IIа)

Л і т е р а т у р а

1. Blokhin E. P. et al. (2004) The results of strength tests of the DS-3 electric locomotive. *Visn. Dnipropetr. nat. un-tu zalizn. transp. im. acad. V. Lazaryan*, 5. 13–16. DOI: 10.15802/stp2004/20478.

2. Lukashevich A. (2011) Detection of fatigue cracks in structural elements made of low-carbon steel: *Visn TNTU Special issue – part 2*. 143-150.

RESEARCH OF THE «GREEN» LOGISTICS TECHNOLOGIES IN TRANSPORTATION OF CARGO BY RAIL TRANSPORT

Lomotko D. – Doctor of Technical Sciences, Professor, den@kart.edu.ua
Ohar O. – Doctor of Technical Sciences, Professor, ZSV2020@kart.edu.ua
Lomotko M. – Postgraduate student, ZSV2020@kart.edu.ua
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

The technology of carrying out international and domestic transportation of goods by using multimodal transportation – container and counter-trailer trains has been investigated. It has been established that these technologies have significant advantages in terms of reducing the negative impact on the environment compared to delivery by individual modes of transport. A brief description of the main environmental characteristics of multimodal delivery schemes is given and the negative impact of each mode of transport is assessed separately. The ways of further development of «green» logistics for rail transportation of goods over a distance of more than 300 km are proposed.

Keywords*: railway, «green» logistics, multimodal transportation, impact on the environment, air pollution, container, semi-trailer.*

Actuality. Experts claim [1] that transport accounts for 8% of all carbon dioxide emissions on the planet, and warehouses account for another 3%. In this regard, the wide implementation of «green» technologies in logistics activities will make a significant contribution to the preservation of the planet's climate, suitable for safe human activities. The development of multimodal transport involves the creation of a single system of functioning of the transport system, in particular railway and road, which allows for the implementation of transport services according to the «door-to-door» and «just-in-time» scheme. As a result, railcars, container trains and route container groups, as well as trains of combined transport, run on the railways of many countries.

The purpose of the work is a concise analysis of the state of multimodal transportation of goods with the participation of railways, consideration of the advantages and disadvantages of the operation of various types of transport and their impact on safety and the environment. Due to this, it is possible to organize multimodal or intermodal transportation in the form of «green» logistics supply chains.

Most emissions from moveable sources of pollution come from road transport. The share of railway, aviation and water transport in air pollution is insignificant. Thus, according to the State Statistics Service of Ukraine, for the period before the introduction of martial law into Ukraine, the excess of pollutant emissions into the atmospheric air from road transport compared to rail transport is 49 times.

Environmental restrictions on domestic transportation of goods by road are put forward in the state transport strategy [2], which assumes a decrease in the number of heavy trucks (container carriers) on long routes of more than 200 km. In EU countries, these restrictions are noted in the ECMT White Paper [4], according to

which the EU transport system aims to transfer 30% of road freight transport with a travel distance of more than 300 km to more environmentally friendly rail and inland water transport by 2030 year.

Taking into account [1, 4, 6], harmful emissions into the environment during the transportation of containers by various modes of transport were made:

• average specific emissions of harmful substances on electric railway trains CO_2 = 0.0033...0.0038 g/TEU*km, NOx = 0.8170...0.8174 g/TEU*km, SOx = 0.8696...0.8763 g/ TEU*km (with a mixed mode of electricity generation by fuel oil/coal power plants);

• average specific emissions of harmful substances during shunting work CO_2 = 320.50 g/TEU*h, NOx = 620.1 g/TEU*h, SOx = 93.50 g/TEU*h (CHME-3 locomotive in operating mode of the engine Ne = 75% of full power, the composition of the shunting crew is taken to be 10 wt.);

• average specific emissions of harmful substances during the transportation of containers by sea transport (on the example of the Emma Maersk container ship with a 14-cylinder diesel engine with a capacity of 80,800 kW) CO_2 = 8.1955... 13.3927 g/TEU*km, NOx = 2.5625... 4 ,1875 g/TEU*km, SOx = 1.8750... 3.0562 g/TEU*km (specific fuel consumption expertly accepted as 205 g/kWh);

• average specific emissions of harmful substances of the truck CO_2 = 13.194 g/TEU*km, NOx = 3.750 g/TEU*km, SOx = 3.200 g/TEU*km (6-cylinder diesel engine, average speed 60 km/h, full load container).

Thus, it has been proven that railway transport is the most ecological in terms of emissions of CO, NOx, SOx into the atmosphere. In fig. 1 shows a comparison of the specific pollutant impact on the environment during the transportation of a 20-foot container (TEU) with dangerous goods by different modes of transport.

In this context, all participants in freight transportation need to ensure environmental safety and environmental protection. This can be achieved by creating an environmental management system in accordance with the international standard DSTU ISO 14001 [3], which contains a system of measures related to: impact on the atmospheric air; impact of parametric pollution (noise, vibration); impact on soils; impact on water bodies; waste management.

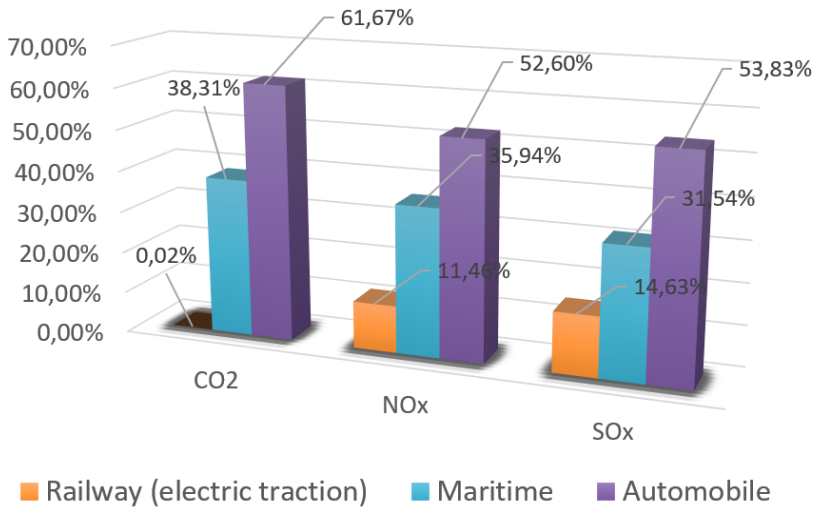


Figure 1 – Comparison of the specific pollutant impact on the environment when transporting a 20-foot container (TEU) with cargo by different modes of transport

The benefits of implementing an environmental management system and certification in accordance with DSTU ISO 14001 during transportation can significantly reduce the consumption of electricity and natural resources, reduce environmental taxes and create conditions for effective environmental risk management. Already now, in many spheres of the EU countries, logistics operators are required to have an ISO 14001 certificate as a prerequisite for cooperation. The assessment of the environmental performance of the railway, as part of the logistics chain, can be made based on the recommendations of the ISO/FDIS 14031:2021 standard [5], which allows determining structure of the carrier's operating activities and the factors that affect its environmental performance, processes of waste generation.

Strategies for the implementation of «green» logistics involve the reduction of harmful emissions from mobile sources. However, the growth in demand for freight transport is closely linked to economic growth, so in an era of rapid global economic development, there is a strong correlation between the reduction of carbon dioxide emissions and the demand for freight transport [6]. A number of foreign studies are related to the prospects for reducing CO_2 emissions by reducing and adjusting the demand for transportation using methods rational design of a logistics network, optimization of transport routes, application in freight transportation of road and railways electric transport [7].

On the other hand, scientific research within the framework of the global Shift strategies aimed at reducing CO_2 emissions is focused on the analysis of the behavior of shippers in choosing a delivery method. To justify the choice of the method of transportation by the consignor, the study is devoted to the transfer of the flow of goods from roads to railways due to the competitiveness of the railway and its better environmental performance. Thus, the prospect of «green» logistics in the field of rail

and other modes of transport can be linked to the requirements of international ISO standards and regulations, which are a recognized tool for creating an effective environmental management system. The development of multimodal transportation of goods contributes to the introduction of «green» logistics technologies in the process of gradually abandoning long-distance (over 300 km) road freight transportation.

Conclusion. The improvement of the technology for the implementation of international and domestic transportation of goods through the use of multimodal (container) trains is considered. It has been established that these technologies have significant advantages in terms of reducing the negative impact on the environment compared to the delivery of goods by individual modes of transport. From the point of view of «green» logistics, a brief description of the main types of air pollution is given. The negative impact of each type of transport separately and as part of a multimodal system on the environment was assessed. The ways of further development of «green» logistics for rail transportation of goods over a distance of more than 300 km are proposed.

R e f e r e n c e s

1. Naukovo-tekhnichni doslidzhennia u haluzi transportu: kolektyvna monohrafiia / Ed. D.V. Lomotko. Akademiia tekhnichnykh nauk Ukrainy. Ivano-Frankivsk: Vydavets Kushnir 2022. T 1. 216 s.
2. National transport strategy of Ukraine up to 2030 year. URL: ttp://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80.
3. ISO 14001:2015 Enviromental management systems – Requirements with guidance for use : ISO 14001:2015. URL: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en
4. The White Paper of the European Commission - a plan for the development of a single European transport space – on the way to a competitive and resource-efficient transport system. Publishing Center of the European Union in Luxembourg. 2011. 28c. doi:10.2832/30955
5. ISO/FDIS 14031:2021. Environmental management – Environmental performance evaluation – Guidelines. URL: https://www.iso.org/standard/81453.html
6. Matteo Muratori, Steven J. Smith at etc Role of the Freight Sector in Future Climate Change Mitigation Scenarios. Environmental Science & echnology 2017 51 (6), 3526-3533 DOI: 10.1021/acs.est.6b04515
7. L. Li, X. Zhang Reducing CO_2 emissions through pricing, planning, and subsidizing rail freight Transport. Res. Transport Environ., 87. 2020, Article 102483, DOI: 10.1016/j.trd.2020.102483

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Ломотько Д.В. **–** д.т.н., проф., den@kart.edu.ua
Примаченко Г.О. **–** к.т.н., доц., докторант, gannaprymachenko@kart.edu.ua
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT INDUSTRY BASED ON THE OPTIMIZATION OF MULTIMODAL CARGO TRANSPORT WITH THE PARTICIPATION OF RAIL TRANSPORT

Lomotko D. – Doctor of Technical Sciences, Professor, den@kart.edu.ua
Prymachenko H. – PhD of Technical Sciences, Associate Professor,
doctoral student, gannapyrmachenko@kart.edu.ua
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

Today, the active implementation of multimodal cargo transportation can be considered a promising type of development of the transport industry. The use of rail transport on multimodal routes is a priority in the conditions of transportation on the territory of Ukraine during martial law and on the territory of the European Union as a more ecological mode of transport. In order to actively develop multimodal transportation, scientific research on their optimization is necessary. Obtaining models for calculating transportation costs on multimodal routes of cargo movement, depending on the time the cargo is on the road.

Keywords: *transport, interaction of modes of transport, cargo, multimodal routes.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оптимізації транспортної галузі в умовах військового стану в Україні. З метою ефективного управління процесами перевезень підприємствам транспорту потребується активно застосовується апарат математичного моделювання. Відповідно виникають питання правильної інтерпретації параметричної невизначеності математичних моделей здійснення перевезень, таким чином і моделювання мультимодальних перевезень не є виключенням. Такі параметри транспортного процесу при вантажних перевезеннях як попит, вартість супровідних ресурсів (паливо, енергія і т. п.), заробітна плата персоналу тощо змінюються часто незалежно від самого підприємства транспорту. Тому в умовах змінних параметрів середовища доводиться приймати управлінські та технологічні рішення, представляючи ці параметри як випадкові стохастичні величини. Таким чином, саме такий підхід до оптимізації мультимодальних вантажних перевезень у сучасних умовах сприяє їх розвитку на транспортному ринку України та світу.

Метою роботи є формування перспектив розвитку транспортної галузі на основі пошуку шляхів оптимізації вантажних перевезень на мультимодальних маршрутах.

Основна частина дослідження базується на формуванні множин учасників мультимодального перевізного процесу, а саме: множини замовників послуги мультимодального перевезення [1], множини пунктів переміщення матеріальних потоків, наприклад, проміжних пунктів, мультимодальних терміналів тощо, множини вантажоотримувачів та маршрутів мультимодального перевезення вантажів. Для мультимодальних маршрутів вантажі будуть слідувати від замовника послуги мультимодального перевезення у транспортних одиницях фактичними перевізниками на мультимодальний термінал за участю, можливо, третіх осіб, які залучені до надання послуги мультимодального перевезення. Вантаж, що переміщується на мультимодальному маршруті, вважається однорідним як транспортна одиниця, наприклад, контейнер. Замовників послуги мультимодального перевезення, транспортних одиниць, фактичних перевізників, мультимодальних терміналів, третіх осіб і вантажоотримувачів може бути декілька, а ось оператор мультимодального перевезення – один згідно [2].

Цільова функція поставленої задачі повинна базуватися на пошуку найекономічнішого плану перевезень вантажів на мультимодальних маршрутах, за умов, що: обсяг вантажу, що вивозиться від кожного замовника послуги мультимодального перевезення, не повинен перевищувати наявного у нього запасу; обсяг вантажу, що завозиться кожному вантажоотримувачу, має відповідати його попиту; вантаж на маршруті руху не перевищує наявний обсяг у замовників послуги мультимодального перевезення і не перевищує попит вантажоотримувачів; увесь вантаж, що завозиться на кожний проміжний пункт від замовників послуги мультимодального перевезення, має бути потім надісланою до вантажоотримувачів, причому слід враховувати пропускні спроможності кожного проміжного пункту; обсяги перевезень за кожним із маршрутів мають бути невід’ємними. Така математична постановка задачі зводиться до потреби у побудові стохастичної моделі процесу мультимодального перевезення.

Для вирішення такого транспортного завдання можна використовувати різні методи. Знайдене оптимальне рішення необхідно перевірити на належність до області імовірнісної стійкість. Згідно відомих статистичних даних минулих років щодо перевезення транспортних одиниць (наприклад, контейнерів) [3], можна знайти оптимальний план мультимодальних перевезень вантажів у контейнерах та мінімізувати витрати на їх транспортування [4].

Висновок. У результаті проведеного аналізу перспектив розвитку транспортної галузі на основі активного впровадження мультимодальних перевезень вантажів на території України за участю залізничного транспорту

встановлено, що для усереднених вихідних даних можливо отримати оптимальне рішення щодо оптимізації витрат на переміщення транспортних одиниць і оптимізації часу їх знаходження на мультимодальному маршруті. Зокрема, для умов експериментального полігону отримано, що реалізація розробленої технології при інтенсивності відправлення транспортних одиниць у розмірі 1 тис. TEU/добу витрати за експертними розрахунками зменшуються на 3% у порівнянні з емпіричними даними.

Література

1. Закон України «Про мультимодальні перевезення» URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20#Text

2. Zhuk V.V., Tumka O.A. About the uniform approximation on the all real axis of continuous distribution functions // International Conference on «Stability and Control Processes» in Memory of V.I. Zubov, SCP 2015 – Proceedings, 7342141, 2015, P. 364-365.

3. Ломотько Д.В., Дерев'янко О.В., Дворецький П.О. Підвищення ефективності роботи з контейнерами в умовах перевантажувальних вузлів за участю залізниць. // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2016. Вип. 11. С. 48-54.

4. Ломотько Д.В., Примаченко Г.О. Аналіз розвитку мультимодальних перевезень залізничним транспортом в Україні. // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України». К.: НДКТІ, 2023. №2. С. 34-39.

СТРУКТУРА І ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ СПЛАВУ ПГ-10Н-01, ЩО МІСТЯТЬ БОР

Лузан С.О. – д.т.н., проф., *khadi.luzan@gmail.com*
Бантковський В.А. – доц., *bantkovskiy@ukr.net*
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Державний біотехнологічний університет
Україна, м. Харків

STRUCTURE AND TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF DEPOSITED COMPOSITE COATINGS BASED ON ALLOY PG-10N-01 CONTAINING BORON

Luzan S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *khadi.luzan@gmail.com*
Bantkovskiy V. – Docent, *bantkovskiy@ukr.net*
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
State Biotechnological University
Ukraine, Kharkiv

The paper presents the results of a study of the microstructure, phase composition and wear resistance of deposited coatings based on the PG-10N-01 alloy modified with the

developed composite material containing titanium diboride, nickel boride, titanium oxide and iron. The aim of this work is to develop a composite material (CM) based on the powder material of the Ni-Cr-B-Si system, modified by a composite material (microns) obtained using a SHS process containing titanium borides and other elements for hardening machine parts subjected to abrasive wear. The functional features of multi-functional road panels of pavement are revealed and their scheme on the roadway is presented. The principle of operation of the road as a unified system of multifunctional road surface panels has been researched. The scheme of implementation of road marking and automatic control of road traffic is presented.

Keywords: *composite material, SHS process, borides, wear resistance, surfacing, structure, phase composition.*

Актуальність дослідження зумовлена необходимостью створення нових композиційних матеріалів, що володіють високою абразивною зносостійкістю. Відомо, що сполуки металів з бором – бориди, мають високу твердість з пластичними властивостями і високу хімічну інертність, є одним з найбільш ефективних і економічних мікролегуючих елементів сталі. Унікальність бору полягає в тому, що при такому вмісті в сталі близько однієї тисячної масової частки відсотка, він здатний надавати на її властивості вплив, еквівалентний дії значно більшої кількості таких легуючих елементів, як Cr, Mo, Ni та ін. [1, 2].

Таким чином актуальним є створення матеріалів для покриттів, що містять бориди металів, які мають високу абразивну зносостійкість.

Метою роботи є розробка композиційного матеріалу (КМ) на основі порошкового матеріалу системи Ni-Cr-B-Si, модифікованого композиційним матеріалом (МКМ), отриманим із застосуванням СВС-процесу, що містить борид титану та інших елементів, для зміцнення деталей машин, що піддаються абразивному зносу.

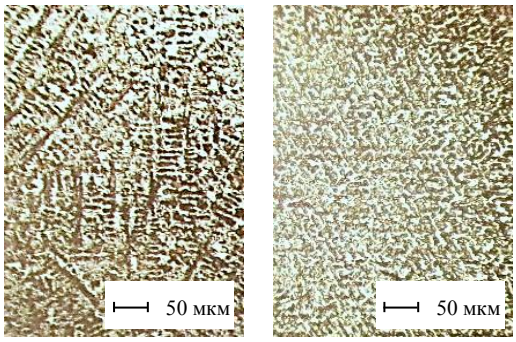
Виклад основного матеріалу. Найбільш популярними є склади композиційних матеріалів на основі титану. Це пов’язано з високим екзотермічним ефектом реакції утворення карбіду і дибориду титану з елементів, що забезпечує широкий вибір матеріалу зв’язки [3].

Тому в якості вихідних матеріалів для отримання композиційного матеріалу використовували порошки титану марки ВТ1-0, бору В, вуглецю марки ПМ-15 з метою синтезування карбіду і дибориду титану. Крім того, для збільшення теплового ефекту в процесі синтезу карбіду і дибориду титану в механічну суміш вводиться термореагуючий порошок алюмінід нікелю ПТ-НА-01, алюмінієва пудра (порошок) ПАП-1 ГОСТ 5494-95 і оксид заліза Fe_2O_3. Фракційний склад всіх вихідних порошкових компонентів знаходився в межах (63...100) мкм. Співвідношення компонентів в суміші було еквімолярним, щоб в результаті подальшої СВС-реакції відбувався синтез карбіду і дибориду титану, карбіду заліза стехіометричного складу.

Обрані компоненти змішувалися, і отримана порошкова суміш піддавалася механічній активації, яка здійснювалася в планетарних кульових млинах АГО-2. У проведених експериментах обсяг барабанів – 160 $см^3$, діаметр куль – 4-5 мм, маса куль – 200 г. Час процесу механоактивації варіювався в діапазоні від 2 до 6 хв.

Отримання композиційного матеріалу здійснювалося в два етапи: 1) змішування порошків Ti, B, C, Fe_2O_3, Al і їх спільна механоактивація, додавання зв'язуючого – клею марки «Метилан», формування циліндра і сушка, ініціювання СВС-процесу, в ході якого синтезуються частки боридов титану, хрому та ін.; 2) дроблення спека і змішування отриманого порошку з промисловим порошком марки ПГ-10Н-01 ТУУ 322-19-004-96, механоактивація отриманої порошкової суміші; додавання в механоактивовану порошкову суміш рідкого скла ГОСТ 13078-81 до набуття нею пастоподібного стану.

Дослідження мікроструктури наплавленого покриття порошком ПГ-10Н-01 показали, що вона має дендрідний характер (рис. 1, *а*). Мікроструктура наплавлених покриттів КМ (10% МКМ + 90 % ПГ-10Н-01) являє собою матричний матеріал – сплав ПГ-10Н-01, в якому рівномірно розподілені тверді включення (рис. 1, *б*).



а *б*

Рисунок 1 – Мікроструктура наплавлених покриттів:
а – ПГ-10Н-01; б – КМ (20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01)

Результати дослідження мікротвердості наплавлених покриттів з композиційних матеріалів складу {20 % МКМ + 80 % ПГ-10Н-01} підтверджують, що в наплавленному шарі присутні тверді включення. Так мікротвердість наплавлених покриттів, що містять 20% МКМ, перевищує мікротвердість наплавленого покриття ПГ-10Н-01, що дорівнює 520 HV, і становить 978 HV, відповідно твердість по Роквеллу дорівнює 34, 50 HRC.

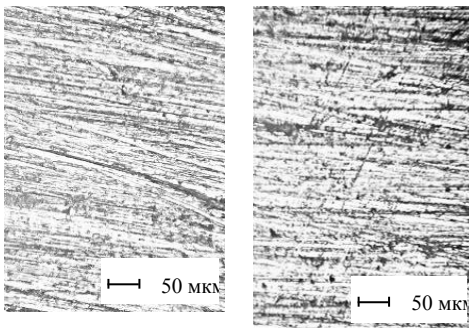
Як показали результати рентгенофазового аналізу цими частинками є диборид титану (TiB_2), бориди нікелю (Ni_3B) і хрому (CrB) і оксид титану (TiO). Результати ізносних випробувань покриттів ПГ-10Н-01 і композиційного матеріалу {20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01} на машині тертя МІ за схемою диск-колодка в середовищі індустріального масла з питомим навантаженням 8 МПа.

Результати випробувань свідчать про більш високу зносостійкість пропонованого композиційного матеріалу {20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01}, яка в 2,35 рази перевищує зносостійкість самофлюсуючого сплаву марки ПГ-10Н-01.

Зносостійкість досліджуваних матеріалів оцінювалася також за результатами випробувань на тертя об закріплені частки по ДСТ 17367. Сплав ПГ-10Н-01 приймався в якості контрольного матеріалу, його зносостійкість була прийнята за одиницю. Результати випробувань показали, що абразивна зносостійкість композиційного матеріалу {20% МК + 80% ПГ-10Н-01} в 1,7 раз перевищує показник сплаву ПГ-10Н-01.

Морфологія поверхонь тертя також добре узгоджується з результатами випробувань на тертя о закріплені частки наплавлених покриттів ПГ-10Н-01 і КМ (20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01) (рис. 2).

При зношуванні в умовах впливу закріплених частинок абразиву виявлені досить глибокі паралельні канавки на покритті зі сплаву ПГ-10Н-01 (рис. 2, *а*). Рельєф поверхні зношування має нерівномірний характер. На поверхні наплавленого покриття з КМ (20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01) спостерігаються неглибокі, дрібні і рівномірно розташовані подряпини від тертя (рис. 2, *б*), це пояснюється введенням МКМ, який сприяє утворенню нових центрів кристалізації при наплавленні і в результаті призводить до подрібнення структури.



а *б*

Рисунок 2 – Морфологія поверхонь тертя при зношуванні о закріплені частинки абразиву наплавленого сплаву ПГ-10Н-01 (а) і КМ (20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01) (б)

Висновок. Мікроструктура наплавлених покриттів композиційним матеріалом представляє собою матричний матеріал – сплав ПГ-10Н-01, в якому рівномірно розподілені тверді включення: диборид титану, бориди нікелю і хрому, оксид титану. Мікротвердість наплавленого покриття, що містить 20% МКМ, становить 978 HV і перевищує мікротвердість наплавленого шару ПГ-10Н-01, що дорівнює 520 HV.

Визначено, що композиційний матеріал складу 20% МКМ + 80% ПГ-10Н-01 має більш високу зносостійкість в порівнянні зі сплавом ПГ-10Н-01 в

процесі нормального тертя в середовищі індустріального масла (в 2,35 раз), а також в умовах впливу закріплених частинок абразиву (в 1,7 раз).

Література

1. Лузан С.А., Сидашенко А.И., Лузан А.С. СВС-процессы в технологиях упрочнения и восстановления деталей машин наплавкой и газотермическими способами напыления покрытий (обзор). // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків, 2016. № 6. С. 152–162.

2. Лузан С.А., Сидашенко А.И., Лузан А.С. Получение и исследование восстановительных покрытий на деталях машин с использованием механокомпозитов, содержащих TiC и TiB_2. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 47, ч. II. Кропивницький, 2017. С. 159–166.

3. Luzan, S.A., Sidashenko, A.I., Luzan, A.S. Composite material for hardening of tillage machines working bodies containing titanium and chromium borides synthesized using shs-process (2020) Metallofizika i Noveishie Tekhnologii, 42 (4), pp. 541–552. DOI: https://doi.org/10.15407/mfint.42.04.0541

ЗАСТОСУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ЛІФТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Макуха Д.Ю. **–** магістрант, *ibzt-22dm-33@snu.edu.ua*
Михайлов Є.В. **–** к.т.н., доц., *mihaylov.evv@gmail.com*
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

APPLICATION OF CONTAINER LIFTS TO IMPROVE CONTAINER TRANSPORTATION TECHNOLOGY

Makuha D. **–** master student, *ibzt-22dm-33@snu.edu.ua*
Mykhaylov E. **–** Ph.D., Associate Professor, *mihajlov@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The article is devoted to the analysis of the advantages and disadvantages of the technology of using container lifts for cargo operations with containers. Usually, this requires powerful lifting equipment, the purchase of which is not appropriate for small container flows. A possible direction of improvement of cargo technologies has been determined, which will allow to increase the level of containerization of transportation.

Keywords: *container, cargo transportation, technology, lifting equipment, analysis, disadvantages and advantages, container lift.*

Актуальність теми. Глобальна контейнеризація вантажних перевезень в останні десятиліття стала однією з головних тенденцій розвитку транспортного

ринку. Тому, вдосконалення та впровадження ефективних вантажних контейнерних технологій у перевезеннях вантажів є досить актуальним.

Мета дослідження полягає в проведенні аналізу переваг та недоліків технології використання контейнерних ліфтів.

Основний текст. Темп розвитку контейнерних потоків на Укрзалізниці в даний час є достатньо невисоким. Це, в першу чергу, пов'язано з дефіцитом обладнання та інфраструктури для переробки та складування контейнерів. Існуючі технології вантажопереробки великотоннажних контейнерів припускають наявність контейнерних терміналів, що мають тверде покриття та оснащені потужним вантажопідйомним обладнанням. Для можливості роботи з великотоннажними контейнерами на будь якій залізничній станції, вона повинна бути відкрита для роботи з цими вантажами по відповідному параграфу. Для відкриття залізничної станції для роботи з контейнерами по параграфу 8 (прийом і видача вантажів в універсальних контейнерах транспорту масою брутто 20т. на станціях), або по параграфу 10 (прийом і видача вантажів в універсальних контейнерах транспорту масою брутто 40т. на станціях) необхідно проведення великого обсягу робіт, який пов'язаний з придбанням та засвоєнням необхідного для цього обладнання (обладнання контейнерних майданчиків, вантажне обладнання). Також обов'язково повинна бути проведена належна атестація цього обладнання та обслуговуючого персоналу.

Серед численних підприємств по всьому світу поширена думка, що традиційне обладнання для обробки контейнерів велике, важке та дороге. Це робить важким, дорогим, а іноді й неможливим за межами вантажних вузлів виконання робіт з підіймання контейнерів на транспортні засоби та знімання їх із них, що знижує ефективність та ускладнює логістичні операції [1].

Подальше зростання обсягу контейнерних перевезень потребує вирішення питань оптимізації виконання вантажних та складських робіт з контейнерами для підвищення швидкості доставки. Для цього необхідно розробляти та впроваджувати ефективні технічні засоби та логістичні технології.

Однією з таких технологій є технологія застосування контейнерних ліфтів. Так, наприклад, компанія BISON, світовий лідер у галузі систем підйому контейнерів, нещодавно запустила нове автоматизоване рішення для підйому великотоннажних контейнерів – контейнерний ліфт (C-Lift) A32 [2]. Це обладнання може змінити правила гри для вантажовідправників та вантажоодержувачів, які бажають працювати з великотоннажними контейнерами. В даний час компанії, які оперують такими контейнерами, змушені вкладати великі гроші в стаціонарне вантажно-розвантажувальне обладнання або нести витрати та обмеження, пов'язані з послугами сторонніх витягів – за умови, що вони доступні в цьому районі.

Контейнерний ліфт A32 може скласти серйозну альтернативу основному обладнанню для обробки контейнерів, пропонуючи вантажовідправникам свободу піднімати контейнери самостійно, у той час і в тих місцях, які найкраще їм підходять, та забезпечуючи швидке повернення інвестицій за рахунок зниження витрат та підвищення ефективності роботи.

C-Lift A32 складається з чотирьох мобільних підйомних колон, що наводяться в дію гідравлічним приводом з електроприводом та керуються за допомогою бездротового пульта дистанційного керування (рис. 1). Бортова електроніка забезпечує стабільність роботи колон та синхронний підйом контейнера. Контейнерний ліфт A32 піднімає всі типи та розміри контейнерів ISO, включаючи танк-контейнери ISO, high cubes та 53-футові контейнери.

Обладнання безпечне, швидко та легко налаштовується, має вантажопідйомність 32 тонни. Одному оператору потрібно всього 3…5 хвилин, щоб підняти контейнер із землі на висоту, необхідну для завантаження його на трейлер.

A32 забезпечує швидку та автоматизовану роботу з великотоннажними контейнерами та призначений для імпортерів, експортерів та вантажних вузлів, що обробляють до 50 контейнерів на тиждень.



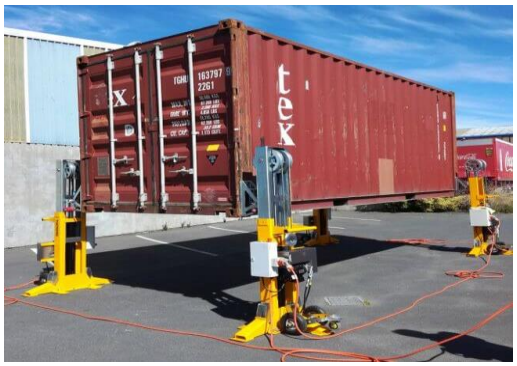


Рисунок 1 – Робота C-Lift A32

Застосування подібних контейнерних ліфтів може допомогти вирішити питання роботи з великотоннажними контейнерами. За допомогою цієї технології при її невеликій адаптації також можна вільно перевантажити контейнер на мережу Укрзалізниці на будь-якій станції або на підприємстві, що має під'їзні залізничні колії. Для цього потрібно тільки обладнати невеликий майданчик з твердим покриттям, яке б знаходилося на рівні головок рейок. У цьому варіанті авто трейлер з контейнером треба розташувати вздовж осі рейкової колії на цьому майданчику. За допомогою контейнерного ліфту контейнер підіймається над трейлером, що його доставив. Після прибирання авто трейлера подається залізнична платформа, на яку контейнерний ліфт

опускає контейнер. При передачі контейнера з залізничного на автомобільний транспорт технологія застосування контейнерного ліфту є подібною. Подібне обладнання є відносно недорогим та зручним у застосуванні. Недоліком є його мала продуктивність. Але таке обладнання є ефективним для використання саме при невеликих контейнеропотоках.

Висновки. Для подальшого зростання обсягів контейнерних перевозок треба розробляти та впроваджувати ефективне вантажопідйомне обладнання та технології. Застосування такого обладнання та технологій, наприклад, контейнерних ліфтів, може допомогти вирішити питання роботи з великотоннажними контейнерами на вантажних пунктах з малими контейнеропотоками, для яких придбання потужного стаціонарного вантажопідйомного обладнання не є доцільним.

Література

1. Окороков А.М. Аналіз перспектив розвитку ринку контейнерних перевезень в Україні. // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ. 2015. № 10. С. 98–102.

2. BISON Launches New Automated Container Lift Solution. URL: https://www.marineinsight.com/shipping-news/bison-launches-new-automated-container-lift-solution/

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПОЇЗДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Малюк С.В. – ст. викладач, maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua
Погребняк Д.Ю. – студент, pogrebnyak_dyu@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

EXPERIENCE OF USING TRAILER TRAINS IN UKRAINE AND WORLDWIDE

Maliuk S. – senior lecturer, maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua
Pogrebnyak D. – student, pogrebnyak_dyu@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Today, the problem of the introduction of new technologies for the transportation of interests is seriously facing the transport system of our country. The main butt of effective intermodal transport transportation is piggyback transportation, combinations of railroad-automobile transportation of trailers, trailers or bodies, which are carried on the railroad

platform. Mass promotion there were no such transfers to Ukraine. In order to improve the quality of the transport service for vantage officers in the railway transport, the additional western countries at the development of progressive species transporting vants to find out the solution problems that are blamed on the way for the delivery of piggyback transportation.

Keywords: *new technologies, transportation, railroad-automobile transportation, vantage officers, railway transport.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю удосконалення та впровадження сучасних, більш ефективних методів грузових перевезень на основі досвіду країн світу.

Метою роботи є узагальнення досвіду використання контрейлерних поїздів в Україні використовуючи досвід країн світу, а також аналіз взаємодії різних видів транспорту в транспортних вузлах і розвитку інтермодальних систем міжнародних перевезень

Останнім часом спостерігається зростаючий інтерес до інтермодальних методів перевезення із використанням автомобільного та залізничного транспорту, що називаються контрейлерними перевезеннями [1].

Перш ніж міркувати про використання контрейлерних перевезень в Україні, необхідно визначиться із термінологією даного поняття.

Контрейлер називають багаторазову тару, тобто контейнер, який має колеса для пересування по автомобільним дорогам і призначений для транспортування на залізничних платформах. Таким чином, контрейлер не є звичайним причепом або напівпричепом, що використовується автотранспортом.

Контрейлерні перевезення зародилися США у 50-ті рр. минулого століття, коли залізниці переживали кризу у зв'язку з гострою конкуренцією із боку автотранспорту. Для того, щоб вирішити цю проблему, були впроваджені контрейлерні перевезення, а насамперед, були розроблені та виготовлені самі контрейлери [2]. Від звичайних напівпричепів вони відрізнялися стандартизованістю розмірів – для відповідності габаритам на залізниці.

В Україні контрейлерів немає, так само як і технології їх використання, що відповідає американській практиці.

За останні 30-35 років перевезення вантажного автотранспорту залізницею набули поширення в Європі. Відмінність від «класичних» контрейлерних перевезень полягають у тому, що замість спеціальних контрейлерів європейці перевозять будь-який автотранспорт, при цьому найчастіше на залізничні платформи вантажать і самі тягачі.

Переваги використання контрейлерних перевезень є очевидними. Вони дозволяють організувати перевезення, поєднуючи високу маневреність та швидкість автомобілів з безпекою та незалежністю від погодних умов залізниці.

При цьому досягається розвантаження автомобільних магістралей, тим самим знижується рівень аварійності та ступінь руйнування дорожнього полотна. Крім того, однією з причин такої популярності контрейлерних перевезень є їх висока екологічність. Порівняно з автомобільним транспортом, такий тип перевезення завдає не значну шкоду природі.

Недоліком такого транспортування є низька ефективність використання вантажопідйомності залізничного транспорту [3]. Це обумовлюється тим, що крім вантажу необхідно перевозити і сам причіп або автомобіль.

У західних країнах контрейлерні перевезення знайшли широке застосування вже досить давно. У Європі, перш за все, існує область їх природного застосування, коли автомобільна дорога, є паралельна залізниці або відсутня, або має недостатню пропускну спроможність.

Розглядаючи сфери застосування контрейлерних перевезень в Україні можна констатувати наявністю своїх національних особливостей, які можуть зробити цей вид перевезення цілком затребуваним. Багатокілометрові черги, колосальні простої автотранспорту на кордоні – постійний атрибут більшості вітчизняних пунктів пропуску. Можливість розвантаження автомобільних прикордонних переходів може бути досягнуто впровадженням контрейлерних перевезень у нашій країні.

Проведений на підставі рейтингових оцінок аналіз показав, що частина вантажопотоків, які не охоплюються залізничним транспортом, освоюються іншими видами транспорту, зокрема автомобільним [4]. Ситуація, що склалася, вимагає якісно нових підходів до збереження й нарощування обсягів перевезень вантажів за участю залізничного транспорту.

Перевагами комбінованих поїздів є прискорена доставка, збереження вантажів, які перевозяться, конкурентоспроможність порівняно з альтернативними видами транспорту, вартість перевезення, прискорене проходження поїзда на кордоні, мінімальний час доставки вантажів у пункти призначення. В Укрзалізниці також сподіваються на державну підтримку — дотацію контрейлерних перевезень із держбюджету. В якості аргументів висуваються екологічні проблеми та стан автомагістралей у країні, необхідність розвантаження та зниження аварійності на дорогах. Контрейлерні перевезення дозволять Україні зберегти автошляхи, забезпечити чистоту навколишнього середовища, дадуть можливість економити пальне.

У цілому контрейлерні перевезення – процес новий, і для того, щоб він запрацював необхідно створити інфраструктуру, внести зміни до нормативно-правової бази, опрацювати технологію спрощеного митного оформлення контрейлерного поїзда та тарифні умови Наразі законодавство не регулює подібні перевезення.

Висновок. Підсумовуючи, можна сказати, що контрейлерні перевезення мають непогані шанси на успіх. У перспективі, цілком імовірно, може виникнути необхідність застосування контрейлерних поїздів у регіонах де недостатньо розвинена автодорожня мережа, у тому числі й у нашому регіоні як одне з рішень подолання вузьких місць. Однак дуже багато залежить від конкретних технічних, економічних та організаційних деталей.

Література

1. Кірпа Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: монографія. 2-ге вид., переробл. і допов. Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. ак. В. Лазаряна, 2004. 248 с.

2. DeSantis R., Bourgeot JM., Todeschi JN., Hurteau R. Path–tracking for tractor–trailers with hitching of both the on–axle and the off–axle kind. Proc. of the IEEE Int. Symp. on Intelligent Control 2002. pp. 206-211.

3. Богомазова О.В., Фірсов О.Д. Дослідження проблем та перспектив розвитку комбінованих (контрейлерних) перевезень в Україні. URL: http://nauka.zinet. info/ 26/bogomazova.php. (дата звернення: 27.03.2023).

4. Кірпа Г.М. Організація контрейлерних перевезень в Україні: монографія. Д.: ФТЗТ «Арт-Прес», 1998. 132 с.

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО В ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Мельник М.О. – бакалавр, *gellirbd@gmail.com*
Незліна О.А. – к.і.н., доц., *nezlina@ukr.net*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

MATERIALS SCIENCE IN RAILWAY TRANSPORT

Melnyk. M. – bachelor, *gellirbd@gmail.com*
Nezlina O. – Ph.D., Associate Professor, *nezlina@ukr.net*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Materials science plays a critical role in the field of railway transport. It involves the study of the properties and behavior of various materials used in railway infrastructure, rolling stock, and components. The objective of materials science in railway transport is to improve the performance, durability, and safety of railway systems while reducing maintenance and operational costs. In conclusion, materials science is crucial to the development and improvement of railway transport systems. Its continued advancement will

lead to the creation of safer, more reliable, and more energy-efficient railway systems, meeting the growing demand for sustainable and efficient transportation.

Keywords: *non-destructive testing, microscopic analysis, spectroscopy, composite materials.*

Актуальність матеріалознавства в сфері залізничного транспорту на сьогодні є достатньою, оскільки воно дозволяє покращувати характеристики, збільшувати термін експлуатації та знижувати вартість підтримки залізничних систем. Застосування новітніх матеріалів, таких як композити, сплави та полімери, покращило характеристики компонентів залізничної інфраструктури, рухомого складу та інших елементів. Крім того, матеріалознавство дозволило розробити нові технології, такі як магнітний левітаційний транспорт, який використовує надпровідні матеріали для досягнення високих швидкостей та зменшення споживання енергії. У високошвидкісному транспорті також використовують легкі матеріали, що зменшує споживання палива та підвищує енергоефективність.

Метою роботи є ознайомлення зі значимістю матеріалознавства в сфері залізничного транспорту, познайомитись з методами контролю якості та які нові матеріали стали використовуватись на сьогодення.

Матеріалознавчі методи використовуються для контролю якості різних компонентів залізничного транспорту. Ці методи дозволяють досліджувати властивості матеріалів та виявляти потенційні дефекти та проблеми, що можуть призвести до аварій та нещасних випадків.

Один з основних методів, який використовується для контролю якості компонентів залізничного транспорту – це неруйнівний контроль. Цей метод дозволяє досліджувати властивості матеріалів без їх знищення та забезпечує більш точну та ефективну оцінку міцності та надійності.

Неруйнівний контроль може включати в себе різні методи, такі як:

Ультразвукова діагностика – метод дослідження матеріалів за допомогою ультразвукових хвиль. Дозволяє виявляти потенційні дефекти в металах та інших матеріалах.

Рентгенівський контроль – метод дослідження матеріалів за допомогою рентгенівського випромінювання. Дозволяє виявляти дефекти та інші проблеми у складних структурах.

Магнітний контроль – метод дослідження матеріалів за допомогою магнітних полів. Дозволяє виявляти дефекти та проблеми в металах.

Крім неруйнівного контролю, існують інші методи, які використовуються для контролю якості залізничного транспорту, такі як мікроскопічний аналіз, електронна мікроскопія, спектроскопія та інші.

Мікроскопічний аналіз може бути використаний для контролю якості залізничного транспорту. Це включає в себе використання мікроскопів, щоб

досліджувати матеріали, які використовуються для виготовлення залізничного транспорту, а також дослідження структури та властивостей цих матеріалів.

Один з методів мікроскопічного аналізу – скануюча електронна мікроскопія (SEM). SEM може використовуватися для дослідження поверхні матеріалів, які використовуються у залізничному транспорті, таких як металеві сплави, полімери та композити. Цей метод може виявити дефекти, такі як тріщини, корозію та знос, що може призвести до відмови матеріалу під час експлуатації залізничного транспорту.

Інший метод мікроскопічного аналізу – трансмісійна електронна мікроскопія (TEM). TEM дозволяє досліджувати структуру матеріалів на нанометровому рівні. Цей метод може використовуватися для дослідження кристалічної структури матеріалів та виявлення дефектів, таких як включення, що може впливати на міцність та стійкість матеріалу.

Мікроскопічний аналіз також може використовуватися для дослідження зносу та втоми матеріалів, які використовуються у залізничному транспорті. Наприклад, зношені поверхні залізничних коліс можуть бути досліджені, щоб виявити ознаки зносу та втоми матеріалу. Це допоможе зрозуміти, які чинники сприяють зносу та втомі, та розробити стратегії для запобігання цього.

Спектроскопія може бути використана для контролю якості залізничного транспорту. Це включає в себе використання спектроскопічних методів, щоб досліджувати матеріали, які використовуються для виготовлення залізничного транспорту, а також дослідження їх хімічного складу та властивостей.

Один з методів спектроскопії - інфрачервона спектроскопія (IR). IR може використовуватися для дослідження хімічного складу матеріалів, таких як полімери та композити, які використовуються у залізничному транспорті. Цей метод може виявити дефекти, такі як зміни в хімічному складі, що можуть призвести до відмови матеріалу під час експлуатації залізничного транспорту.

Інший метод спектроскопії – рентгенівська фотоелектронна спектроскопія (XPS). XPS дозволяє досліджувати поверхневий хімічний склад матеріалів на нанометровому рівні. Цей метод може використовуватися для дослідження елементного складу матеріалів та виявлення забруднень, що можуть впливати на міцність та стійкість матеріалу.

Спектроскопія також може використовуватися для дослідження процесів, що відбуваються у матеріалах під час експлуатації залізничного транспорту, таких як окиснення та корозія.

Розвиток нових матеріалів для залізничного транспорту є важливим завданням, оскільки це може покращити ефективність та безпеку залізничного транспорту. Для досягнення цього завдання необхідно вивчати властивості різних матеріалів та їх можливості в контексті виробництва залізничного транспорту.

Одним із напрямків розвитку нових матеріалів є використання композитних матеріалів. Композитні матеріали складаються з двох або більше матеріалів з різними фізичними та хімічними властивостями, які поєднуються в єдиний матеріал. Це дозволяє отримати матеріали з високою міцністю та стійкістю до зношування, що може знизити витрати на експлуатацію залізничного транспорту.

Також, одним з напрямків розвитку є використання нових металів та сплавів, які мають вищу міцність та легкість, що може допомогти знизити вагу залізничного транспорту. Наприклад, використання алюмінію та його сплавів може допомогти знизити вагу поїздів та збільшити їх ефективність.

Для досягнення цієї мети також можна використовувати нові технології виробництва та обробки матеріалів. Наприклад, використання технології 3D-друку може дозволити виготовляти складні деталі з нових матеріалів, що не були доступні раніше.

Висновок. Матеріалознавство в залізничному транспорті є дуже важливим елементом для забезпечення безпеки, ефективності та довговічності залізничного транспорту. Використання матеріалознавчих методів дозволяє визначати якість матеріалів, що використовуються для виготовлення залізничного транспорту, контролювати їх властивості та виявляти дефекти, що можуть призвести до відмови під час експлуатації.

Розвиток нових матеріалів, які мають вищу міцність та легкість, може допомогти знизити вагу залізничного транспорту, що зменшить споживання палива та екологічний вплив.

Мікроскопічний аналіз та спектроскопія є ефективними методами для контролю якості матеріалів та виявлення забруднень чи дефектів, які можуть призвести до відмови залізничного транспорту. Ці методи можуть допомогти підвищити безпеку та знизити ризик аварій.

Отже, матеріалознавство є ключовим елементом у розвитку та підтримці безпеки та ефективності залізничного транспорту. Використання матеріалознавчих методів дозволяє забезпечити високу якість матеріалів та забезпечити стабільну та безпечну експлуатацію залізничного транспорту.

Л і т е р а т у р а

1. The draft of the Strategic Plan for the development of railway transport for the period up to 2020. https://mtu.gov.ua/projects/view.php?P=23

2. Ukrainian State University of Railway Transport «Materials Science and Materials Technology Section» «Materials Technology». https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/07/materialoznavstvo-ta-tehnologija-materialiv.pdf

3. Ministry of Education and Science of Ukraine Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan Materials of the 79th International Scientific and Practical Conference «PROBLEMS AND PROSPECTS OF

THE DEVELOPMENT OF RAIL TRANSPORT» https://events.pstu.edu/creng/wp-content/uploads/sites/11/2020/07/materialy-konferencziyi-problemy-ta-perspektyvy-rozvytku-zalыznychnogo-transportu.pdf

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВИПАДКОВОГО ПОШУКУ З АДАПТАЦІЄЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛА НАЙБІЛЬШ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК ПОЇЗНИХ СИТУАЦІЙ

Неведров О.В. **–** аспірант, nvp2020lts@gmail.com
Горобченко О.М. – д.т.н., проф., gorobchenko.a.n@gmail.com
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

USING THE METHOD OF RANDOM SEARCH WITH ADAPTATION TO DETERMINE THE CIRCLE OF THE MOST INFORMATIVE SIGNS OF TRAFFIC SITUATIONS

Nevedrov O. – graduate student, nvp2020lts@gmail.com
Gorobchenko O. – Doctor of Technical Sciences, Professor, gorobchenko.a.n@gmail.com
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The work contains a list of train driving situations. To formalize the control process, it is necessary to represent these situations in the form of a set, to normalize the input signals from the image describing the train situation. Next, these signals must be submitted to the recognition system, the task of which will be to determine the current conditions of driving the train and send this information to the control system. As a result of using the random search method, a list of the most informative signs of the train situation was obtained.

Keywords: *train environment, train control, information sign, pattern recognition.*

Актуальність роботи зумовлена необхідністю подальшого удосконалення систем керування тяговим рухомим складом з метою усунення шкідливого впливу людського фактора, а в подальшому і повної автоматизації ведення поїзда. Для цього необхідно створити математичний апарат, за допомогою якого система керування буде визначати поточні умови, в яких знаходиться поїзд.

Метою роботи є отримання переліку найбільш інформативних ознак, що якісно характеризують поїзну ситуацію і дозволяють її оцінити з точки зору керування поїздом [1].

В результаті дослідження процесів керування поїздом отримано перелік поїзних ситуацій, що підлягають розпізнаванню [2, 3]. Спочатку необхідно отримати множину W ознак поїзної ситуації. Вона будується на основі даних,

що доступні бортовій системі діагностики локомотива та машиністу під час поїздки. В результаті аналізу інформаційних потоків, що виникають при керуванні поїздом, отримана множина ознак, що складається з таких членів:

w_1 – швидкість руху;

w_2 – відстань до сигналу;

w_3 – значення сигналу попереду;

w_4 – маса поїзду;

w_5 – положення контролеру машиніста;

w_6 – положення гальмівного крану машиніста;

w_7 – тиск в гальмівній магістралі поїзду;

w_8 – поточний профіль колії;

w_9 – наступний профіль колії;

w_{10} – сигнал буксування;

w_{11} – вільність колії попереду;

w_{12} – прослідування станції (або роз'їзду);

w_{13} – струм навантаження тягових електродвигунів;

w_{14} – поточне значення обмеження швидкості;

w_{15} – різниця між поточним та графіковим часом слідування;

w_{16} – загальна оцінка стану екіпажної частини локомотива;

w_{17} – загальна оцінка стану системи передачі потужності локомотива;

w_{18} – психофізіологічні характеристики локомотивної бригади;

w_{19} – час доби;

w_{20} – час від початку роботи локомотивної бригади;

w_{21} – метеорологічні умови;

w_{22} – загальна оцінка стану гальм поїзду (за даними пробних гальмувань);

w_{23} – наявність в поїзді особливих та розрядних вантажів, а також людських вагонів;

w_{24} – відхилення витрати енергоресурсів на тягу від норми;

w_{25} – оперативний план роботи локомотивної бригади.

Кожна ознака нормалізується за відомими алгоритмами залежно від того, якого типу величина – якісна або кількісна. В результаті на вхід системи розпізнавання подаються нормалізовані сигнали, що знаходяться в інтервалі від 0 до 1 [3].

Розіб'ємо умовний відрізок (0-1) на W однакових ділянок і зіставимо кожну ділянку зі своєю ознакою: 1-ша ділянка відповідає першій ознаці, 2-га – другій і т. д. Кожна ділянка має ширину 1/W (рис. 1).

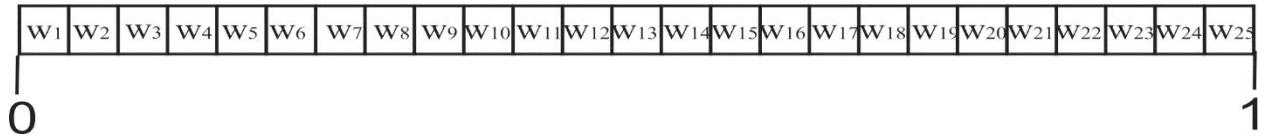


Рисунок 1 – Початковий розподіл ділянок, що відповідають ознакам поїзних ситуацій

Другим етапом у випадковому порядку обирається низка значень в одиничному інтервалі. Ті ділянки, в які потрапили ці випадкові значення, використовуються для визначення образу поїзної ситуації. Якість цієї випадково обраної підсистеми оцінюється за одним з критеріїв, наприклад, за кількістю одержуваних помилок розпізнавання α_i.

Описана процедура випадкового вибору підсистем ознак і оцінки їх якості повторюється k раз. Розгляд отриманого списку оцінок α_1, α_2, …α_i,… α_k, дозволяє вибрати найкращу і найгіршу з підсистем. На цій підставі робиться процедура «заохочення» і «покарання»: ділянки, відповідні ознакам, які потрапили в найкращу підсистему, заохочуються шляхом розширення їх меж на величину h, а ділянки, відповідні ознаками з самої неінформативні підсистеми, караються тим, що їх ширина зменшується на величину h, при чому $h<1/W$. Сумарна довжина всіх ділянок так і залишається рівною одиниці. Отримаємо деякий новий розподіл ділянок ознак поїзних ситуацій (рис. 2).

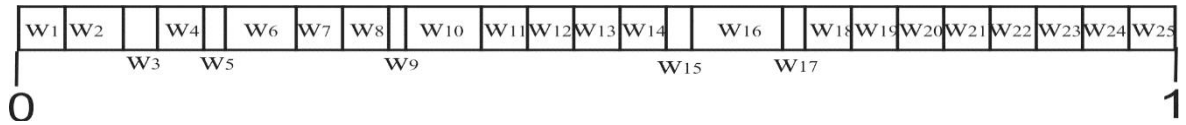


Рисунок 2 – Розподіл ділянок, що відповідають ознакам поїзних ситуацій, після процедури «заохочення-покарання»

З рисунку 2 видно, що ознаки w_3, w_5, w_9, w_{15}, w_{17} є «покараними», тобто вони найгірше вплинули на якість розпізнавання образу ситуації.

Після цього випадковим чином вибираються і випробовуються нові підсистеми. Але тепер ймовірність попадання ознак у ці підсистеми не однакова: заохочені ознаки, представлені більш широкими смужками, мають більше шансів увійти в чергову підсистему, ніж покарані. За результатами випробування цієї партії підсистем процедура адаптації (покарання та заохочення) повторюється. Якщо певний ознака випадково потрапляє і в найкращу і найгіршу підсистеми, то довжина її ділянки залишається незмінною. Якщо ж вона регулярно опиняється у складі самої інформативної підсистеми, то довжина його ділянки зростає з кожним кроком адаптації. Також ознака, що систематично потрапляє в саму неінформативну підсистему, з кожним кроком скорочує довжину своєї ділянки і тим самим зменшує ймовірність включення в випробовувані підмножини ознак.

Після певної кількості циклів пошуку та адаптації процес стабілізується: ділянки ознак, що мають найбільшу інформативність, займають практично весь відрізок (0-1) і випробувану підсистему вибираються одні й ті ж ознаки. Цей

факт служить сигналом до закінчення процесу вибору підсистеми найбільш інформативних ознак.

Висновок. Результатом використання методу випадкового пошуку з адаптацією є отримання найбільш інформативних ознак поїзної ситуації, а саме: w_1 – швидкість руху; w_{11} – вільність колії попереду; w_2 – відстань до сигналу; w_{22} – загальна оцінка стану гальм поїзду (за даними пробних гальмувань); w_{24} – відхилення витрати енергоресурсів на тягу від норми.

Література

1. Горобченко О. Теоретичні основи оцінки інформативності ознак поїзної ситуації для роботи інтелектуальних систем керування локомотивом. // Транспортні системи і технології. 2021. №38. С. 223-231. DOI: https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-38-220-21.

2. Горобченко О., Слободянюк М., Неведров О. Формалізація поїзних ситуацій при керуванні локомотивом на основі методів нечіткої логіки. // Транспортні системи і технології. 2019. №34. С. 65-70. DOI: https://doi.org/10.32703/2617-9040-2019-34-1-5.

3. Горобченко О., Неведров О., Незліна О., Ткаченко В. Розробка методу кластеризації поїзних ситуацій. // Транспортні системи і технології. 2021. №37. С. 187-195. DOI: https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-37-18.

4. Олійник А.О., Субботін С.О., Олійник О.О. Інтелектуальний аналіз даних: навч. посіб. Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. 278 с.

НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ

Пасічник А.М. – д.фіз.-мат.н., проф., *panukr977@gmail.com*
Аналітично-науковий центр Придніпровського відділення
Міжнародної академії комп'ютерних наук і систем
Україна, м. Дніпро

DIRECTIONS OF MODERNIZATION AND DEVELOPMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE IN UKRAINE

Pasichnyk A. – Doctor of Physical and Mathem. Sciences, Prof., *panukr977@gmail.com*
Analytical and Scientific Center Dnieper Branch
of the International Academy of Computer Science and Systems
Ukraine, Dnipro

Based on the analysis of the state of logistics activity in the leading countries of the world, the justification of the relevance of the modernization and development of the Ukrainian transport and logistics infrastructure as a mandatory component of the country's

sustainable economic development was carried out. It is shown that the main elements of the effective functioning of the transport and logistics infrastructure are an extensive network of transport highways and logistics complexes.
To optimize chains of goods delivery and ensure complex interaction of logistics complexes processing cargo flow, it is proposed to start the implementation of the Ukrainian network of transport and logistics clusters.
***Keywords**: transport, logistics, infrastructure, highways.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розбудови потужної транспортно-логістичної інфраструктури спроможної стати одним із визначальних факторів сталого економічного розвитку країни який забезпечить своєчасну доставку товарів виробництва до споживачів у повному обсязі. В сучасних умовах логістичні системи в технологічно-розвинених країнах забезпечують близько 20-30% валового національного продукту [1].

Світовий обсяг експорту транспортних послуг складає близько $ 2 трлн. Найбільшими експортерами транспортних послуг є США – 18%, країни Європейського союзу – 42%, зокрема Великобританія – 7,7%, Франція – 6,1%, Німеччина – 5,9% [2]. В цих країнах продаж послуг досягає 25-33% від загального об'єму експорту товарів. Динаміка статистичних даних за останні 20 років показує, що темпи зростання експорту послуг в світі складають 9,8-10,0% при зростанні експорту товарів 7,8-8,0%. У країнах Південно-Східної Азії темпи зростання послуг за такий же період складали 16,6%. За експертними оцінками експорт транспортних послуг до 2025 року може перевищити $ 20 млрд. Інтенсивний розвиток транспортно-логістичної інфраструктури в європейських країнах розпочався на початку 80-х років і був обумовлений високою динамікою зростання вантажних і пасажирських перевезень. За даними Секретаріату Європейської конференції міністрів транспорту, в 42 країнах-членах цієї організації за останні 20 р. вантажообіг автомобільного транспорту виріс більше ніж в 3 рази, а пасажирообіг – більше ніж в два рази. Таким чином, розвиток логістичної інфраструктури дає змогу не тільки забезпечити власні потреби в транспортно-логістичних послугах, але і надавати їх іншим країнам. При цьому впровадження сучасних транспортно-логістичних технологій дозволяє зменшити відповідні витрати на 10-30%, а ціну товару на 10-12 %.

Метою роботи є аналіз сучасних підходів з удосконалення транспортно-логістичної інфраструктури та визначення найбільш ефективних напрямків їх застосування для відновлення, модернізації та подальшого комплексного розвитку української логістичної системи.

Досвід функціонування транс'європейської мережі логістичних центрів засвідчив збільшення бюджетів відповідних європейських країн в середньому

до 30%: Голландія – 40%, Франція – 31%, в Німеччина – 25%. В цілому загальний обіг європейського ринку логістичних послуг досягає більше 600 млрд. євро. З них близько 30% логістичних функцій у всіх галузях економіки щорік реалізується логістичними компаніями. При цьому зазначимо, що підвищення ефективності використання транзитного потенціалу транспортної системи дозволить Україні додатково отримати до бюджету понад $ 2,5 млрд.

Основна тенденція розвитку логістичних технологій в транс'європейській мережі полягає у формуванні комплексної системи руху товару, що передбачає наявність опорних центрів логістики і регіональних транспортно-розподільчих центрів, що забезпечує безперервність процесу руху товарів. Така стратегія реалізується на базі транс'європейської транспортної мережі (TEN) затвердженої у 1996 р. У Концепції «Спільні головні напрями створення Транс'європейській мережі» закладений принцип інтеграції різних видів транспорту в мультимодальну транспортну систему. Важливим положенням основних напрямів TEN є розширення мережі на схід визначені у 2015 р. та її з'єднання з транспортними мережами інших країн.

Зазначимо, що значна частина мережі українських автомобільних доріг потребує сучасної модернізації та покращення транспортно-експлуатаційного стану: близько 39% українських автошляхів загального користування не відповідають сучасним вимогам за міцністю та 51% за рівністю [3]. За даними Укравтодору, станом на кінець 2020 р. капітального ремонту та перебудови потребувало близько 50% автомобільних доріг, а термінового ремонту – 70%. А відповідно із 16 191 мосту тільки 50% відповідають діючим нормам та стандартам, а термінового ремонту потребують близько 350 мостів.

За розрахунками незалежних компаній індекс рівності кращих українських доріг має значення нижче середнього в європейських країнах, а більша їх частка знаходиться за цією межею [3]. При цьому збільшення інтенсивності руху транспортних потоків та максимальної ваги вантажних автомобілів в сучасних умовах ставить підвищені вимоги до міцності покриття, якості автомобільних доріг та узбіч. Зокрема не витримуються вимоги стандартів щодо розміщення зелених насаджень на відстані від 8,25 до 14,00 для різних категорій доріг, на більшості шляхів відсутні технологічні смуги для переміщення тяжкої гусеничної та сільськогосподарської техніки, не забезпечується своєчасне прибирання кущів та сорняків на узбіччі доріг. Таким чином, на даний час є надзвичайна актуальність в модернізації та покращенні мережі українських автомобільних доріг, що дозволить підвищити якість і безпечність руху автошляхами країни.

Для подальшого розвитку та підвищення ефективності функціонування української транспортно-логістичної інфраструктури необхідно забезпечити

формування відповідних логістичних кластерів. Транспортно-логістичний кластер (ТЛК) передбачає об'єднання окремих регіонально, функціонально і економічно пов'язаних між собою логістичних об'єктів: міжнародних транспортних коридорів і вузлів магістральної інфраструктури, транспортно-розподільчих логістичних центрів, магістральних, регіональних і локальних шляхів сполучення в єдину систему перевізного процесу, здатну надати якісний логістичний сервіс внутрішнім або зовнішнім споживачам при мінімізації загальних логістичних витрат. В Україні найбільш перспективними кластерними центрами можна вважати Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одесу, Запоріжжя, Львів, які одночасно є також провідними центрами Львівської, Одеської, Придніпровської, Південно-Західної та Південної залізниць. ТЛК дозволять в перспективі з урахуванням регіональних особливостей: створити єдину Європейсько-Азіатську транспортну систему із загальною інфраструктурою; забезпечити вільне пересування транспортних засобів і вільне переміщення вантажів; створити умови для ефективного функціонування національної мережі МТК і логістичних центрів на взаємовигідній і рівноправній основі; погоджено формувати тарифну політику на послуги транспорту згідно зі світовими стандартами комплексного транспортно-експедиційного обслуговування [4].

На основі результатів комплексного аналізу транспортних вузлів та оцінки пріоритетності розвитку ТЛК лідером є Київський регіон, на базі якого необхідно створити експериментальний ТЛК з центром у м. Київ, оскільки тут сходяться пан'європейський коридор №9 та МТК №3.

До другої групи регіонів з високими оцінками віднесено Одеську та Дніпропетровську області. Зокрема, в Одеській області запропоновано створити експериментальний ТЛК на базі Одеського та Ренійського морських портів. Найвигідніше розташування на головних магістралях має Одеса: тут сходяться три міжнародні магістралі – МТК №9, МТК «Балтика – Чорне море» та коридор Чорноморського економічного співробітництва (ЧЕС).

Висновок. Результати проведеного аналізу показують, що необхідно особливу увагу приділити суттєвому збільшенню обсягів будівництва нових та модернізації вже існуючих автомобільних доріг й інфраструктури на основі сучасних технологій та у відповідності з міжнародними стандартами.

Для оптимізації ланцюгів доставки товарів та забезпечення комплексної взаємодії логістичних комплексів переробки вантажопотоку необхідно реалізувати українську мережу транспортно-логістичних кластерів за державною програмою розвитку транспортно-логістичної інфраструктури [5] синхронізованою з планами регіонального розвитку областей.

Реалізація запропонованих підходів розбудови транспортно-логістичної

інфраструктури та українських автомобільних доріг дозволить значно підвищити транспортно-експлуатаційну ефективність використання потенціалу транспортно-логістичного комплексу країни.

Література

1. Полякова О.М., Шраменко О.В. Сучасні тенденції розвитку транспортно-логістичної інфраструктури в Україні і світі. // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2017. №58. С. 126-134. DOI: https://doi.org/10.18664/338.47:338.45.v0i58.110015

2. Кушнір Н., Сюсько О. Аналіз сучасного стану світового ринку транспортних послуг. // Зб. наукових праць УжНУ. 2019. №2(23). С. 135-146. DOI: https://doi.org/10.24144/2078-1431.2019.2(23). 135-146.

3. Технічний стан автомобільних доріг загального використання. URL: https://mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stan-avtomobilnih-dorig-avtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikoristannya.html

4. Pasichnyk A., Pasichnyk V. (2022) Analysis of the condition of transport-customs infrastructure and efficiency of the transit potential of Ukraine. Promoting the European integration processes in the Eastern Partnership countries: national and regional policy instruments: monograph ed. by Kh. Prytula and I. Horga. Lviv: NAS of Ukraine. SI "Institute of Regional Rsearch. (191–214).

5. Стратегія 2030: Drive Ukraine 2030. Створення нової реальності. URL: https://mtu.gov.ua/files/projects/str.html#

ІННОВАЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ЗАЛІЗНИЦІ УКРАЇНИ

Попович Д.Ю. – студент, *popovych_du@gsuite.duit.edu.ua*
Незліна О.А. – к.і.н., доц., *nezlina@ukr.net*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

INNOVATIONS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN RAILWAYS OF UKRAINE

Popovich D.Yu. – student, *popovych_du@gsuite.duit.edu.ua*
Nezlina O. – Ph.D., Associate Professor, *nezlina@ukr.net*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The study covers the analysis of technologies that are implemented to improve the operation of the railway, such as the introduction of electronic ticketing and tracking systems for public transport, automation and digitization of management processes, the

introduction of intelligent safety control and monitoring systems, and many others. Such innovations increase the efficiency of the railway and reduce its impact on the environment. The study also examines possible ways of solving these problems and increasing the innovative potential of railways in Ukraine.

Keywords: *innovative technologies, modernization, digitization, intelligent systems, innovation potential, automation, digitalization, optimization.*

Актуальність дослідження: Залізниця в Україні відіграє важливу роль в галузі транспорту, тому розвиток інноваційних технологій на залізниці має великий потенціал для покращення ефективності транспортних процесів та забезпечення безпеки пасажирів та вантажів.

Мета теми: Метою цього дослідження є визначення актуальних інноваційних технологій на залізниці України та їх вплив на покращення ефективності перевезень та забезпечення безпеки.

Залізниця є однією з ключових галузей транспорту в Україні, яка має значний вплив на розвиток економіки та сприяє забезпеченню національної безпеки країни. У зв’язку з цим, інновації у технологіях на залізниці України стали надзвичайно важливими для забезпечення безперебійної та ефективної роботи залізничного транспорту.

Українська залізниця є радянською залізницею і в ній вже всі технології застарілі і потребують модернізації. Оскільки Україна рухається до Європи то залізниця і її технології мають відповідати європейським міркам та стандартам. Україна останнім часом проводить модернізацію залізниці, але цього все ще не достатньо і ще є багато над чим працювати.

Однією з головних інновацій у залізничній галузі України є впровадження системи автоматичного контролю руху поїздів, що забезпечує зниження рівня аварійності та підвищення швидкості руху поїздів. Ця система використовує високоточні технології навігації, які дозволяють контролювати рух поїздів на відстані до кількох кілометрів, а також підтримувати відстань між поїздами для забезпечення безпеки.

Однією з інновацій у технологіях на залізниці України є автоматизація та діджиталізація процесів. У 2019 році «Укрзалізниця» запустила програму «Діджиталізація залізниці», метою якої є створення єдиного інформаційного середовища для забезпечення безперебійного та ефективного руху поїздів. Це дозволяє збільшити швидкість обробки інформації та знизити кількість людських помилок, що поліпшує безпеку рух.

Іншою інновацією є впровадження високошвидкісних поїздів, які забезпечують швидкий та комфортний транспорт пасажирів. Завдяки високій швидкості поїздів та зручним сидінням, поїздки стають менш втомлюючими та швидшими.

Крім того, в залізничній галузі України широко використовуються інноваційні технології для автоматизації та оптимізації роботи залізничної інфраструктури. Наприклад, використання датчиків, що вбудовуються в рейки, дозволяє забезпечувати безпеку руху поїздів та моніторити стан рейок. Також використовуються інноваційні технології для контролю та ремонту колісних пар, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування та підвищити безпеку руху комунікації між локомотивами та поїздами.

Іншим важливим інноваційним рішенням є впровадження бездротових технологій зв'язку на залізницях. Це дозволяє забезпечити швидку та ефективну комунікацію між різними елементами залізничної інфраструктури та забезпечує більш точне керування рухом поїздів.

Також великої уваги приділяється реконструкції та модернізації залізничних станцій. На даний момент багато станцій перебувають у досить запущеному стані, але завдяки інвестиціям та підтримці уряду, з'являється можливість модернізувати їх та забезпечити комфортні умови для пасажирів.

Окрім цього, на залізниці починається використання новітніх технологій, таких як вагони з підвищеною комфортністю, електричні та гібридні локомотиви, що дозволяє не тільки знижувати витрати на паливо, але й зменшувати шкідливі викиди.

Іншою інноваційною технологією є використання сучасних систем контролю вантажів. Ці системи дозволяють миттєво визначати вагу вантажу та контролювати його розташування в вагонах. Це забезпечує надійність та безпеку перевезення вантажів.

Висновок. Залізниця в Україні відіграє дуже важливу роль, особливо зараз під час війни залізниця є одним з основних способів перевезення, імпорту та експорту. Тому вона почала модернізуватися і покращувати свою роботу, але все ще є над чим працювати і що модернізувати, але ця модернізаціє проходить трохи повільно через брак коштів. Я вважаю, що якщо збільшити фінансування та інвестиції то залізниця України зовсім скоро вийде на новий рівень.

R e f e r e n c e s

1. E.M. Sych, V.P. Ilchuk Innovative investment development of railway transport. Kyiv: Logos, 2002.

2. Dykan V.L., Zubenko V.O. Ensuring the effectiveness of innovative activities of railway transport enterprises. Kharkiv: UkrDAZT, 2008.

3. Chornobrovka I.V., Zoryanska V.A., Sharikov S.S. Development of railway transport in Ukraine. Kharkiv: UkrDUZT, 2018.

4. M. Kovalev, Automation and computer-integrated technologies. Kropyvnytskyi: RVL of the National Technical University, 2018.

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КОЛІЇ. ІНДЕКСИ ЯКОСТІ КОЛІЇ ТА СПОСОБИ ЇХ ОБЧИСЛЕННЯ

Поліщук О.С. – аспірант, monolithofeidolon@gmail.com
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

COMPREHENSIVE TRACK QUALITY ASSESSMENT SYSTEM. RAILWAY QUALITY INDICES AND METHODS OF THEIR CALCULATION

Polishchuk O. – Postgraduate student, monolithofeidolon@gmail.com
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Maintaining the railway track in good condition is a necessary condition for the safe and reliable operation of the railway. Many Track Quality Indices (TQIs) have been created to holistically assess track condition. These indices combine the measurement data of some or all of the main geometric parameters of the track with various mathematical models. Thus, the index provides a reliable generalized assessment of the geometric quality of the track. Creating a model and understanding the reasons for the structure's behavior lead to the identification of its weaknesses. This allows the railway manager to predict the development of quality changes and plan the necessary recovery measures in a timely manner. A matrix of diagnostic data and repair work is also used to support the decision-making process and the selection of appropriate rehabilitation activities. The purpose of this study is to analyze the various TQI proposed to determine track quality with the corresponding calculation formulas.

Keywords: *diagnostics, track quality, quality index, track geometry, TQI, maintenance, grade management, track restoration*

Актуальність дослідження зумовлена активним розвитком високошвидкісної залізниці, та новими проблемами із забезпечення безпечної та безперебійної роботи високошвидкісної залізничної системи, що постають через високу щільність руху, коротке вікно для обслуговування, високі вимоги до якості колій і труднощі в їх обслуговуванні. В умовах обмеженого часу та ресурсів технічного обслуговування, перед департаментами управління залізницями постає необхідність проводити поточну комплексну оцінку якості колії.

Метою роботи є знаходження комплексного методу оцінки якості колії з урахуванням стану геометрії колії та стану конструкції колії, через проведення оглядового аналізу індексів якості колії, що використовуються різними залізничними компаніями. З подальшим визначенням та прогнозуванням можливого погіршення якості конструкцій, для створення стратегії якісного відновлення залізничної колії, та наближення її до стану на початку життєвого циклу.

Найбільш розповсюдженим показником, що застосовується при оцінці якості колії, на багатьох залізничних підприємствах, та надає системну, всебічну оцінку стану якості колії є значення представлене індексом якості колії для визначеної ділянки (track quality index або TQI). На визначення індексу якості ділянки, що перевіряється впливає структура даних, що надходять у процесі оцінки (діагностичні дані). За своєю репрезентативністю дані також впливають на точність прогнозу майбутнього стану конструкції. Основним типом інформації є дані про стан геометрії колії, інформація про геометрію рейкового профілю, механічні властивості конструкції (жорсткість) і властивості рейкових транспортних засобів, що експлуатуються. У ЕС для визначення допустимих меж відхилень геометрії колії, були створені європейські стандарти оцінки якості геометрії колії (EN 13848-6). У той же час на залізничних мережах Європи відсутній єдиний стандарт оцінки якості колії, натомість більшість країн єврозони використовують національні індекси якості колії: Q-значення у Швеції та Нідерландах, метод ізольованих дефектів, метод стандартних відхилень, похідні від них, або поєднання різних параметрів, тощо. Наприклад, індекс якості колії можна виразити як комбіноване стандартне відхилення, обчислене на основі різного набору стандартних відхилень, що враховуються при вимірюванні якості колії (поперечного рівня, поздовжнього рівня, кривих, ухилів, перекосів, деформації).

На китайській залізниці для оцінки стану колії використовується індекс якості колії (TQI). Індекс якості колії – це загальна сума стандартних відхилень наступних геометричних дефектів на ділянці довжиною 200 м: поперечного рівня колії, поздовжнього рівня колії, перекосів, осідання, зсувів, та зміни геометрії шляху. Нижче наведені методики, параметри оцінки та математичні формули для обрахування найбільш поширених індексів якості колії.

Ізольовані дефекти. Європейська норма EN 13848-6 використовує кількість ізольованих дефектів, як основний показник оцінки якості колії, зокрема щодо безпеки. Це простий спосіб оцінки якості колії, який використовується кількома європейськими залізничними мережами. Його суть полягає у підрахунку кількості ізольованих дефектів на певній довжині (наприклад, 1 км). Кожен дефект, а іноді й допустима нерівність, близька до межі дефекту, оцінюється та підсумовується, щоб отримати загальну оцінку дефектів даного відрізку колії. Підрахунок кількості дефектів вздовж заданої довжини колії є репрезентативним для загальної якості колії.

Китайський індекс якості колії. Китайський індекс якості колії дорівнює сумі стандартних відхилень усіх параметрів геометрії колії і розраховується на 200 м для звичайних залізничних ліній і на 500 м для високошвидкісних (1).

$$TQI = \sum_{i=1}^{7} \sigma_i \ . \quad (1)$$

Індекс якості Канадської національної залізничної компанії (CN Track) використовує поздовжній рівень і вирівнювання (обидві рейки окремо), ширину колії та поперечний рівень як вхідні дані. Індивідуальні показники якості колії для цих параметрів розраховуються згідно формули (2), де C являє собою тип лінії (випробувальна ділянка: C = 700). Загальний TQI отримують усередненням окремих результатів (3).

$$TQI_i = 1000 - C \times \sigma_i^2 \ , \quad (2)$$

$$TQI = \frac{\sum_{i=1}^{6} TQI_i}{6} . \quad (3)$$

Q-значення (Q-value) (Sweden-Q). Спирається на стандартні відхилення та порогові рівні, які залежать від класу колії та повинні гарантувати комфорт їзди. Індекс враховує поздовжній рівень (σ_H) і комбінацію вирівнювання та поперечного рівня, що називається взаємодією (σ_S). Q-значення розраховується на кожен кілометр колії (4).

$$Q = 150 - 100 \frac{\left[\frac{\sigma_H}{\sigma_{H_{lim}}} + 2\frac{\sigma_S}{\sigma_{S_{lim}}}\right]}{3} . \quad (4)$$

Для оцінки якості колії в Нідерландах використовується Q-Індекс. І розраховується як стандартне відхилення на відрізку колії 200 м, а також 80% квантиль стандартного відхилення на ділянці 5–10 км. Відрізки довжиною 200 м ставляться в залежність від оцінюваної ділянки згідно (5) (N позначає показник Q для окремого параметра геометрії). У результаті можна визначити найгірші 20% ділянки, що потребують обслуговування.

$$N = 10 \times 0.675^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i^{80}}} . \quad (5)$$

Метод визначення дефектів колії за п’ятьма параметрами (W_5-index). W_5-індекс встановлює кількість ізольованих дефектів k пропорційно загальній кількості зафіксованих значень вимірювання c аналізованої ділянки колії (6). Цей коефіцієнт розраховується окремо для поздовжнього рівня (W_z; середнє значення лівої та правої рейки), вирівнювання (W_y; середнє значення лівої та правої рейок), ширини колії (W_e), поперечного рівня (W_g) і повороту (W_w). Згодом результати об’єднуються в загальний індекс згідно формули (7).

$$W = \frac{k}{c} , \quad (6)$$

$$W_5 = 1 - (1 - W_i)\left(1 - W_g\right)(1 - W_\omega)\left(1 - W_y\right)(1 - W_z). \quad (7)$$

Індекс шорсткості колії (Track Roughness Index). Індекс шорсткості колії,

розроблений американською залізничною компанією Amtrak, ділить квадрати відхилень вимірювань di на кількість точок вимірювання n відповідного сегмента (8). Параметрами, що беруться до уваги є поздовжній рівень, вирівнювання, поперечний рівень і ширина колії.

$$R^2 = \sum_{i=1}^{n} d_i^2. \quad (8)$$

Висновок. Для узагальнення стану колії було розроблено численні індекси якості колії (TQI). Більшість індексів базується на середніх значеннях декількох параметрів геометрії колії, на окремій ділянці колії, які комбінуються за допомогою різних математичних моделей. При цьому в деяких моделях враховують ізольовані дефекти, нехтуючи амплітудою цих дефектів. Багато з проаналізованих індексів якості колії спираються на додаткові коефіцієнти, що визначають вагу для окремих параметрів геометрії колії. При цьому призначені ваги часто є суб'єктивними, а вибрані параметри відрізняються від однієї залізниці до іншої. Ці фактори часто нечітко задокументовані в літературі, якщо вони взагалі беруться до уваги, що ускладнює їх застосування в інших мережах. Як наслідок, неможливо порівняти загальний стан колії у різних мережах, де використовуються різні критерії, та методики оцінки, лише за одним комплексним параметром.

Л і т е р а т у р а

1. Li Q., Peng Q. Y., Liu R. K., Liu L., & Bai L. (2019). *Track grid health index for grid-based, data-driven railway track health evaluation.* Advances in mechanical engineering 11 (11) 1687814019889768 DOI:10.1177/1687814019889768

2. Offenbacher S., Neuhold J., Veit P., & Landgraf M. (2020) *Analyzing Major Track Quality Indices and Introducing a Universally Applicable TQI*. APPLIED SCIENCES-BASEL 10 (23) 8490 DOI:10.3390/app10238490

3. Shen J., Xu Y. D., & Li H. F. (2016) *Establishing of track quality level management system for ballastless track of high-speed railway***.** URBAN TRANSPORT XXII WIT Transactions on the Built Environment 164. 39-50 DOI:10.2495/UT160041

4. Sadeghi, J. (2010) *Development of Railway Track Geometry Indexes Based on Statistical Distribution of Geometry Data.* Journal of Transportation Engineering 2010, 136, 693-700. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2010)136:8(693)

5. Instruktsiia z ulashtuvannia ta utrymannia kolii zaliznyts Ukrainy. TsP-0269. Nakaz pro zatverdzhennia ta vvedennia u diiu Instruktsii z ulashtuvannia ta utrymannia kolii zaliznyts Ukrainy №072-C vid 01.03.12 [Instructions for the arrangement and maintenance of railway tracks of Ukraine. CPU-0269. Order on the approval and implementation of the Instructions for the arrangement and maintenance of railway tracks of Ukraine No. 072-C dated 01.03.12.] (2012) Kyiv: Ukrzaliznyca [in Ukrainian]

6. Track geometry quality manual. Recommendations on the use of standard deviation as a parameter for track technical condition assessment. (2014) EN 13848-6:2014 ICS 93.100 - Construction of railways // CEN/TC 256 - Railway applications CEN/TC 256/SC 1/WG 28 - Track geometry quality

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ БЕЗСТИКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ НА ДІЛЯНКАХ З ПРУЖНИМИ ПРОМІЖНИМИ РЕЙКОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ

Потапов Д.О. – к.т.н., доц., potapov_xiit@ukr.net
Вітольберг В.Г. – к.т.н., доц., vitolberg@kart.edu.ua
Малішевська А.С. – к.т.н., асистент, kttolik@gmail.com
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF THE WELDED RAIL TRACK CONSTRUCTION ON SECTIONS WITH ELASTIC INTERMEDIATE RAIL FASTENERS

Potapov D. – PhD, Associate Professor, potapov@kart.edu.ua
Vitolberh V. – PhD, Associate Professor, vitolberg@kart.edu.ua
Malishevska A. – PhD, assistant, kttolik@gmail.com
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

In the study, the rigidity of the elastic elements of the KPP-5 fastening was determined experimentally. The results of calculations on restoring the serviceability of the KPP-5 fasteners using repair gaskets PRP-3.2 with a thickness of 9 and PRP-3.2.1 with a thickness of 10 mm are given, and the approximate terms of replacing the under-rail gaskets for these areas are determined. Rational placement schemes of PRP-2.1, PRP-2.11 and PRP-3.2 types of gaskets of various modifications on the repair site depending on the coefficient of non-uniformity of the sub-rail base have been developed. The order of laying under-rail spacers and the length of transition sections are calculated

Keywords: *rail fastening, uneven elasticity, pressing force, welded rail track*

Актуальність теми. Однією з основних задач при експлуатації безстикової конструкції колії є забезпечення стабільного проектного положення рейкових плітей, в тому числі за рахунок забезпечення нормативного зусилля притискання рейки до шпали у вузлі проміжного скріплення. Цей показник згідно [1] напряму впливає як на надійність роботи всій конструкції залізничної колії, так і на безпеку руху у розрахунковому інтервалі швидкостей.

Виходячи з конструктивних особливостей сучасних типів пружних проміжних рейкових скріплень, відновлення сили притискання не є можливим за рахунок періодичного підтягування гайок клемних або закладних болтів, як це реалізовано на ділянках з основним, на даний час в нашій країні, проміжним скріпленням типу КБ-65. З іншого боку, протяжність ділянок з пружними проміжними рейковими скріпленнями як вітчизняного (КПП-5), так і закордонного виробництва постійно збільшується. Все це свідчить про актуальність теми представленого дослідження.

В загальному випадку зменшення сил притискання підошви рейки до шпали виникає внаслідок остаточних деформацій у вузлі скріплення, зносу підрейкових прокладок (ПРП 2.1, ПРП 2.11), зносу отворів в анкерах та остаточних деформацій пружних клем. Крім того, зміни жорсткості підрейкових прокладок в процесі експлуатації призводять до виникнення просторової нерівножорсткості вузлів скріплення КПП-5, що може привести до значного зростання сил взаємодії колії та рухомого складу та, як наслідок, підвищить імовірність появи несправностей. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми може бути укладання ремонтних прокладок типу ПРП-3.2 та ПРП-3.2.1 товщиною 9 та 10 мм за умови забезпечення не тільки нормативної сили притиснення, але й мінімізації сил взаємодії колії та рухомого складу.

Тому **метою дослідження** є визначення раціональних сфер застосування підрейкових ремонтних прокладок типу ПРП-3.2 та ПРП-3.2.1 (А90 та А95) та порядку їх розкладки по довжині ремонтної ділянки для забезпечення рівнопружності підрейкової основи.

Для досягнення поставленої мети виконано аналіз формування просторових жорсткостей рейкових опор та вузлів скріплень КПП-5, який показав, що ці параметри визначаються жорсткістю пружинних клем, жорсткістю підрейкових прокладок при стиску при статичному та динамічному навантаженні, жорсткістю ізолюючого вкладиша при зсуві рейки та жорсткостями підрейкових прокладок при їхньому зсуві в поперечному й поздовжньому напрямках. Подальші випробування в лабораторних умовах дозволили встановити значення статичної та динамічної жорсткостей прокладок різних типів при стисканні. При проведенні лабораторних випробувань прокладок скріплень КПП-5 на стиск не зафіксовано зміну динамічної жорсткості при збільшенні частоти дії навантажень у діапазонах від 1 до 11 *Гц*.

Виходячи з [2, 3, 4] було досліджено збільшення жорстокості прокладок ПРП 2.1 та ПРП 2.11 в процесі експлуатації внаслідок процесу старіння матеріалу, що дозволило отримати кількісні показники цієї характеристики при стисканні та зсуві в поперечному напрямку.

Отримані аналітичні залежності дали змогу провести розрахунки по визначенню термінів відновлення сили притиснення. Розрахунки проводились в діапазоні вантажонапруженості від 15 до 60 млн.т.км/км.рік з шагом 15. Орієнтовні терміни відновлення сили притиснення у вузлі скріплення становлять від 220 до 550 млн.т. пропущеного тоннажу.

Подальші дослідження проводились чисельними методами за допомогою розробленої на кафедрі «Колія та колійне господарство» УкрДУЗТ у 2007-2013 роках та реалізованої в програмному середовищі «Mathcad» математичної

моделі динамічної системи «екіпаж-колія» [5], в основу якої була покладена просторова розрахункова схема колії у вигляді балок, що спираються на пружно-дисипативні опори з нелінійним характеристиками. При проведенні розрахунків розглядались варіанти при відновленні дільниць, на яких експлуатувались прокладки ПРП 2.1 та ПРП 2.11. В якості прокладок, які укладаються при відновленні були розглянуті всі можливі варіанти прокладок ПРП 3.2 товщиною 9мм та ПРП 3.2.1 товщиною 10мм.

Встановлено, що допустимою є нерівнопружність опор коефіцієнт якої не перевищує 0,05, тобто варіанти з таким та меншим коефіцієнтом нерівнопружності не потребують створення перехідних дільниць. Також, на нашу думку, є неприпустимими такі варіанти відновлення працездатності вузла скріплення при яких коефіцієнт нерівнопружності підрейкової основи перевищує значення 0,25. Виходячи з цього вони були виключені із подальших розрахунків. Інші варіанти в залежності від значень коефіцієнту нерівнопружності були розподілені на чотири групи в залежності від значень цього коефіцієнту. Таких варіантів було прийнято 4:

1 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в межах >0.05÷0.09;

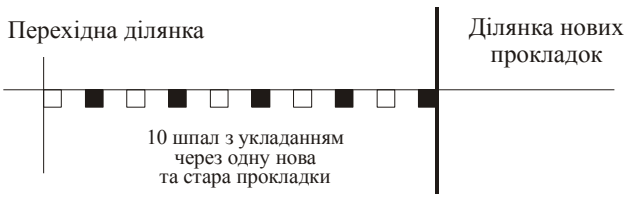
2 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в межах ≥0.10÷0.13;

3 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в межах ≥0.14÷0.16;

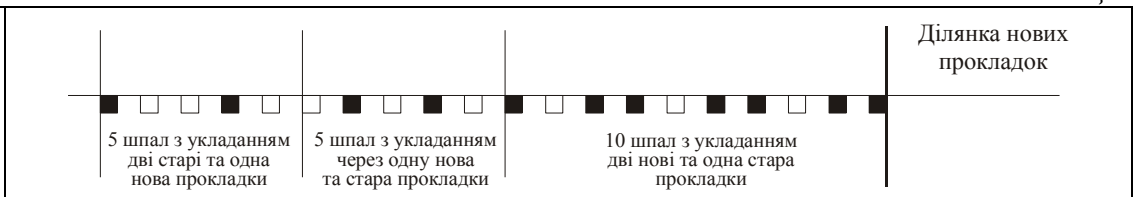
4 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в більше 0.16.

Для цих варіантів з використанням програмного комплексу динамічної системи «екіпаж-колія» розраховані схеми розкладання прокладок та довжина перехідних дільниць до дільниці відновлення табл. 1. Головний критерій, який був покладений в основу розрахунків, це не перевищення змін жорсткості підрейкової основи, при якій коефіцієнт нерівнопружності складає 0,03. При таких значеннях додаткові динамічні сили на перехідних дільницях не будуть перевищувати 4% від статичних значень колісних навантажень.

Таблиця 1 – Схеми улаштування перехідних ділянок

№ Варіанту	Схеми улаштування перехідних ділянок
1	

Закінчення таблиці 1

2	
3	
4	

Загальні висновки. 1. Експериментально визначено жорсткості пружних елементів скріплення КПП-5, які є складовими просторових жорсткостей вузла скріплення в цілому, в тому числі ремонтних прокладок типу ПРП-3.2 різних модифікацій.

2. Виконані розрахунки відновлення працездатності вузлів скріплень КПП-5 за допомогою ремонтних прокладок 3.2 товщиною 9 та ПРП 3.2.1 товщиною 10 мм для ділянок з вантажонапруженістю 15, 30, 45, 60 млн.т.км/км. рік. Визначені орієнтовні терміни заміни підрейкових прокладок для цих ділянок.

3. Розроблено раціональні схеми розміщення прокладок типів ПРП-2.1, ПРП-2.11 та ПРП-3.2 різних модифікацій на ділянці ремонту залежно від коефіцієнту нерівнопружності підрейкової основи. Розраховано порядок укладання підрейкових прокладок та довжину перехідних дільниць.

Література

1. Даніленко Е.І., Карпов М.Г., Костюк М.Д. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України. К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2013. 146 с.

2. Говоруха В.В. Механика деформирования и разрушения упругих элементов промежуточных рельсовых скреплений: монография. Днепропетровск: Лира-ЛТД, 2005. 388 с.

3. Дырда В.И., Мазнецова А.В., Твердохлеб Т.Е. Расчет силовых резинотехнических изделий, используемых в горном машиностроении. М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1991. 64 с.

4. Дырда В.И., Чижик Е.Ф. Резиновые детали в машиностроении. Днепропетровск: Полиграфист, 2000. 584 с.

5. Даренський О.М. Наукові основи підвищення ресурсів роботи промислового транспорту на основі прогнозування стану системи «екіпаж-рейкова колія»: дисертація на здобуття вченої степені д.т.н., УкрДАЗТ. 2012.

ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПОСЛІДОВНИМ ЗБУДЖЕННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ MATLAB SIMULINK R2022b

Романчук Б.О. – студент, romanchyk_bo@gsuite.duit.edu.ua
Заіка Д.О. – асистент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць, zaika_do@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

DIAGNOSTICS OF THE PARAMETERS OF THE DIRECT CURRENT TRACTION MOTOR WITH SERIES EXCITATION USING MATLAB SIMULINK R2022b SOFTWARE

Romanchuk B. – student, romanchyk_bo@gsuite.duit.edu.ua
Zaika D. – assistant of the department of electromechanics and rolling stock of railways, zaika_do@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

In the work, the existing circuit of the direct current motor, the basis of the regulation of the rotation frequency with the possibility of changing the supply voltage was explained. A model of a DC traction electric motor with serial excitation built in the MATLAB SIMULINK R 2022b software and obtaining oscillograms as a result of the model calculation is also proposed.

Keywords: *direct current traction, technical diagnostics, rolling stock, matlab, simulink.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю удосконалення та впровадження методів діагностування та моделювання тягових електродвигунів постійного струму локомотивів в сучасному програмному забезпечені для підвищення ефективності їх експлуатації.

Метою роботи є розробка моделі тягового електричного двигуна постійного струму з заданими параметрами в програмному забезпечені MATLAB SIMULINK та її розрахунок.

Практично на всіх вітчизняних електровозах в якості тягових двигунів використовуються двигуни постійного струму з послідовним збудженням. Основне регулювання їх частоти обертання здійснюється зміною напруги живлення. Однак при збільшенні напруги до максимально можливого, подальше збільшення швидкості обертання двигуна здійснюється за допомогою зменшення магнітного потоку обмоток збудження. На вітчизняних

електровозах для цієї мети використовують шунтуючі резистори $R_ш$ (резистори ослаблення збудження), які підключаються паралельно до обмотки збудження ОЗ (рис. 1).

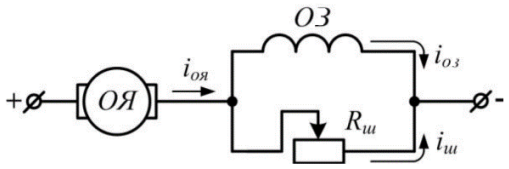


Рисунок 1 – Двигун з послідовним збудженням, облаштований шунтуванням обмотки збудження резистором

При включенні резистора, що шунтує, зменшується загальний опір паралельно включених ОЗ і $R_ш$. Внаслідок цього зменшується струм в обмотці збудження ОЗ і збільшується струм в обмотці якоря ОЯ. Таким чином, змінюються швидкісна V(I) і тягова F(I) характеристики двигуна, які визначаються рівняннями:

$$V = \frac{U_д - I * R_Д}{C\Phi}, \quad (1)$$

$$V = \frac{C\Phi I}{\eta_F}, \quad (2)$$

де $U_Д$ – напруга, що прикладається до затискачів двигуна; I – загальний струм двигуна; $R_Д$ – опір двигуна; С – постійна машини; Ф - магнітний потік обмотки збудження; ηF – ккд тягової передачі.

Оскільки в ланцюзі ОЗ є велика індуктивність, а в ланцюзі шунтування вона відсутня, то при перехідних процесах розподіл струму між цими гілками буде різним. Це неприпустимо при експлуатації тягових двигунів. До того ж при короткочасному згасанні напруги живлення (відрив струмоприймача від контактного проводу), після відновлення напруги струм в обмотці збудження наростатиме набагато повільніше, ніж в обмотці шунтування. Це може спричинити значне збільшення струму якоря та стати причиною появи кругового вогню колектором. Для рівномірного розподілу струмів між паралельними гілками використовують індуктивні шунти ІШ, які послідовно підключають з шунтуючим резистором (рисунок 2).

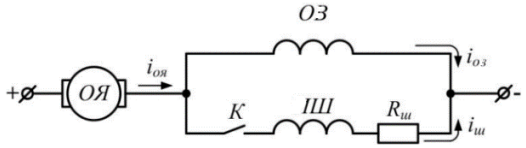


Рисунок 2 – Шунтування обмотки збудження резистором

На представленій схемі (рисунок 2) ланцюг ослаблення збудження складається з трьох елементів: ключ К, індуктивний шунт ІШ, резистор ослаблення збудження $R_ш$. У цьому випадку резистор ослаблення збудження $R_ш$ є нерегульованим, а вводиться в ланцюг двигуна за допомогою ключа [1].

Блоки, які використовувалися для побудови моделі тягового електричного двигуна постійного струму з послідовним збудженням в програмному забезпечені MATLAB SIMULINK [2]:

• Demux – демультиплексор. Розподіляє сигнали з одного входу (Вектора) на кілька виходів. У налаштуваннях блоку необхідно задати такі параметри: кількість виходів (Number of outputs); спосіб відображення (Display option). В останньому параметрі можна вибрати один з таких варіантів: вертикальний вузький прямокутник чорного кольору (bar); прямокутник з білим тлом без відображення тегів вхідні сигнали (none).

• Ideal Switch – ідеальний ключ. Здійснює замикання та розмикання ланцюгів. Має такі входи та виходи: «1» і «2» – силові контакти, між якими відбувається замикання або розмикання ланцюга; «g» – керуючий вхід; «m» – вимірювальний вихід. Розмикання ключа відбувається при подачі на керуючий вхід сигналу, що дорівнює нулю, а замикання – при подачі сигналу, що дорівнює 1 або більше. Вимірювальний вихід формує вектор, що складається з двох сигналів відповідно: струм, що проходить через силові контакти, А; напруга між затискачами силових контактів, В. Пристрій має вбудований іскрогасний RC-ланцюг, включений паралельно контактам ключа. У налаштуваннях блокумнеобхідно задати такі параметри: опір у замкнутому стані (Internal resistance), Ом; початкове значення (Initial state); активний опір іскрогасної ланцюга (Snubber capacitance), Ом; ємнісний опір іскрогасного ланцюга (Snubber capacitance), Ф.

• DC Machine – електрична колекторна машина постійного струму. Має наступні входи та виходи: «A+» та «A–» – відповідно вхід та вихід обмотки якоря; «F+» і «F–» – відповідно вхід і вихід обмотки збудження; «TL» – завдання моменту опору обертанню валу якоря; «m» – вимірювальний вихід. Вимірювальний вихід формує вектор із чотирьох сигналів, відповідно: швидкість обертання, рад/с; струм якоря, А; струм збудження, А; електромагнітний момент, що створюється якорем, Н·м. У налаштуваннях блоку необхідно задати такі параметри: активний опір та індуктивність обмотки якоря (Armature resistance and inductance), Ом та Гн; активний опір та індуктивність обмотки збудження (Field resistance and inductance), Ом та Гн; взаємна індуктивність між обмоткою якоря та обмоткою збудження (Field-armature mutual inductance), Гн; момент інерції двигуна (Total inertia), кг м2; коефіцієнт в'язкого тертя (Viscous friction coefficient), Н·м·с; реактивний

момент опору (Coulomb friction torque), Нм; початкова швидкість обертання якоря (Initial speed), рад/с. [3].

Крім представлених блоків, у моделі використовуються: Ground, DC Voltage Source, Scope, Gain, Step, Current Measurement, Series RLC Branch, Voltage Measurement.

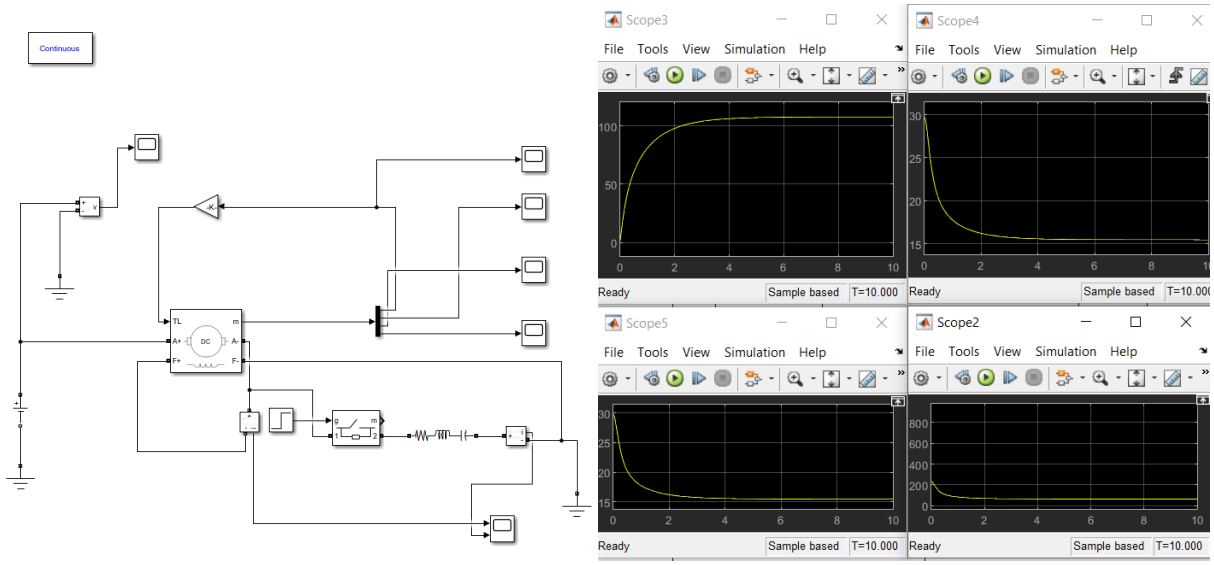


Рисунок 3 – Модель та осцилограми отримані в результаті розрахунку тягового електричного двигуна постійного струму з послідовним збудженням з заданими параметрами побудованого в середі MATLAB SIMULINK R2022b

У представленій моделі момент опору обертанню на валу прямо пропорційний швидкості обертання якоря. Це здійснюється за допомогою елемента Gain, який з'єднує лінію зв'язку швидкості обертання якоря та вхід "TL" блоку DC Machine. До параметра елемента Gain заноситься значення 0,23. Демультиплексор служить для поділу по осцилограф векторного сигналу, що формується на виході «m» машини постійного струму. Елемент Ideal Switch моделює ключ. Його керування здійснюється за допомогою блоку Step [4].

Висновок. В роботі запропоновано та розроблено модель тягового електричного двигуна постійного струму, виконаний розрахунок двигуна та побудовано осцилограми в програмному забезпечені MATLAB SIMULINK.

Література

1. Iqbal, A., Moinoddin, S., & Reddy, B. P. (2021). Electrical Machine Fundamentals with Numerical Simulation using MATLAB/SIMULINK. John Wiley & Sons.

2. Liu, H., Sun, Z., Fang, J., & Hao, Z. (2020). Modeling and simulation of multi-vehicle DC traction power supply system based on Matlab/Simulink. In Proceedings of the 4th International Conference on Electrical and Information Technologies for Rail

Transportation (EITRT) 2019: Novel Traction Drive Technologies of Rail Transportation (pp. 623-634). Springer Singapore.

3. Hammoodi, S. J., Flayyih, K. S., & Hamad, A. R. (2020). Design and implementation speed control system of DC motor based on PID control and matlab simulink. International Journal of Power Electronics and Drive Systems, 11(1), 127-134.

4. Toliyat, H. A., & Kliman, G. B. (Eds.). (2018). Handbook of electric motors (Vol. 120). CRC press.

КЕРУВАННЯ ТЕРТЯМ В СИСТЕМІ «КОЛЕСО-РЕЙКА»

Севрук С.Г. – студент, *sevruk_sg@gsuite.duit.edu.ua*
Сільвестр В.О. – студент, *silvestr_vo@gsuite.duit.edu.ua*
Малюк С.В. – ст. викладач, *maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

FRICTION MANAGEMENT IN THE «WHEEL-RAIL» SYSTEM

Sevruk S. – student, *sevruk_sg@gsuite.duit.edu.ua*
Silvestr V. – student, *silvestr_vo@gsuite.duit.edu.ua*
Maliuk S. – senior lecturer, *maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The article discusses the method of complex combined lubrication of rails with a rail lubricator car to reduce the intensity of rail wear and reduce the consumption of electricity (fuel) for train traction.

Keywords: *friction, lubrication, wheel, rail.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю аналізу та узагальнення відомостей змащування поверхні контакту гребенів колісних пар та бічної поверхні рейок у кривих малих радіусів.

Метою роботи є розгляд переваг та недоліків різних видів лубрикаторів, а також їхній вплив на контакт колеса її рейки.

При прямуванні рухомого складу в кривих малого радіусу у точці взаємодії «колесо – рейка» виникають значні поперечні сили. Це - одна з основних причин сходів поїздів внаслідок наповзання колеса на зовнішню рейку, прискореного зносу гребенів коліс і робочої грані зовнішньої рейки в зоні контакту, хвилеподібного зносу поверхні кочення рейок і утворення звуків, що скрегочуть, як на внутрішній, так і на зовнішній рейках кривих [1].

Як відомо, в даний час для зниження коефіцієнта тертя між колесом і рейкою і, відповідно, зменшення їхнього зносу використовуються підлогові та бортові системи лубрикації. Слід зазначити, що під системами лубрикації у світовій практиці розуміють змащування не тільки робочої грані зовнішньої рейки, а й змащування поверхні як зовнішньої, так і внутрішньої рейок. Наприклад, компанія Kelsan Technologies (Кельсан Техноложіс), США, для зниження поперечних сил у кривих змащує поверхню зовнішньої рейки модифікатором тертя HPF (Хард Протект Фрікшіон), що підвищує коефіцієнт тертя, а робочу грань або гребені коліс змащуються модифікатором тертя LCF , що знижує коефіцієнт тертя. Корпорація Robolube Industries (Роболуб Індастріес) розробила систему регулювання тертя, в якій мастило наноситься одночасно на поверхню кочення та робочу грань головки рейки з використанням модифікатора тертя компанії Texaco (Тексако), який при малому проковзуванні коліс зменшує коефіцієнт тертя, при підвищеному прослизанні, наприклад при гальмуванні, – збільшує [2].

Так, наприклад, дослідження, проведені науково-дослідним інститутом залізничної техніки Японії (RTRI) та компанією JR (Джапан Реілвейс) West показали, що при змащуванні поверхні внутрішньої рейки мастилом різко знижуються поперечні сили.

Таким чином, при змащуванні робочої грані зовнішньої рейки і поверхні кочення внутрішньої рейки можна отримати сукупність ефектів зниження поперечних сил і зниження сил тертя в контакті гребенів коліс і робочої грані зовнішньої рейки [3]. Саме на це і спрямоване наше дослідження з оцінкою ефективності різних способів лубрикації рейок шляхом порівняння енергоспоживання на потягах.

Спершу зупинимося на поставлених обмеженнях. По-перше, для виключення попадання мастила під колеса локомотива пристрій лубрикації необхідно встановлювати за останньою колісною парою локомотива.

По-друге, для зниження ризику перенасичення рейок мастилом кількість мастила необхідно обмежети експериментально отриманою величиною для кривих малою довжиною.

По-третє, заборона змащування кривих при спусках та підйомах.

Ретельний аналіз показав ряд недоліків в устаткуванні лубрикаторів. Кріплення форсунок до кронштейна навішування пісочної труби потрібно визнати невдалим, хоч воно і є найпростішим, оскільки поперечні зміщення форсунок при певних режимах руху виявилися більшими за допустимі значення для потрапляння мастила в розрахункові зони поверхні рейок.

Складне регулювання кількості подачі мастила. В даному випадку необхідно регулювати подачу мастила шляхом зміни часу подачі мастила в

реальних умовах. Але і тут є нюанс: нелінійна характеристика в'язкості мастильного матеріалу в залежності від температури навколишнього середовища [4]. Через це необхідно збільшувати прохідний переріз сопел форсунок та збільшувати час подачі мастила безпосередньо перед поїздкою.

Повний аналіз недоліків показав, що вони можуть бути усунені шляхом розпилення високим тиском мастильного матеріалу через регульовані конфузорні сопла з автоматичною корекцією тиску за температурою, кріпленням форсунок до спецкронштейнів прив'язаних до буксових вузлів колісної пари та можливістю корекції часу впорскування (кількість циклів) у насосах порційного типу.

Все сказане вище стосується досліджень, які, безумовно, необхідно продовжити в більш широкому масштабі.

Ідеальним для досліджень є обладнання робочих локомотивів з точки зору управління тертям для кожного складу, але витрати в цьому випадку будуть значними, оскільки доведеться вирішувати питання автоматичного управління, екіпірування та технічного обслуговування. Обладнання вагона рейкозмащувача вирішує ці питання автоматично, але висуває ряд інших питань, таких як застосування тільки модифікаторів тертя двоякого призначення, визначення оптимального насичення рейок (не можна перенасичувати мастилом рейки як для робочої грані зовнішньої рейки, так як в умовах перенасичення поведінка модифікаторів не вивчено).

Висновки. Змащування поверхні кочення внутрішньої рейки та робочої грані зовнішньої рейки в кривих дозволяє керувати тертям в контакті «колесо-рейка». Основними результатами запропонованого способу лубрикації рейок є зниження поперечних сил у кривих і зниження коефіцієнта тертя по робочій грані зовнішньої рейки, що зменшує ризик сходу рухомого кладу, знижує знос гребенів коліс і робочої грані зовнішньої рейки в зоні контакту, знижує хвилеподібний знос поверхні кочення рейок споживання електроенергії (палива) на потягах.

Література

1. Луханін М.І., Чеклов В.Ф., Панченко Ю.Ю. Аналіз технічного забезпечення вантажних станцій/ Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2006. N°3. С. 19-22.

2. André, José Maria C.S. A railway steering system guided by a reference ahead of the train / José Maria C.S. André // Vehicle System Dynamics. 2013. Vol. 51. Iss. 3. P. 481-496. doi: 10.1080/00423114.2012.757333.

3. Даніленко Е.І., Рибкін В.В. Правила розрахунків залізнич- ної колії на міцність і стійкість: ЦП-0117. Київ: Транспорт України, 2004. 64 с.

4. Лисіков Є.М., Астахов В.М., Ворнін С.В., Тулєй Ю.Л. Шляхи удосконалення стрілочних переводів залізниць України при використанні систем дозованого вводу мастильних матеріалів. // Зб. наук. праць. Донецьк: ДонІЗТ, 2010. Вип. 24. С. 5-10.

КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Ситников П.А. – аспірант, *pavel.welder@ukr.net*
Лузан С.О. – д.т.н., проф., *khadi.luzan@gmail.com*
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

COMPOSITE MATERIAL FOR SOLDERING PARTS THAT WORK IN AN ABRASIVE ENVIRONMENT

Sytnykov P. – Postgraduate student, *pavel.welder@ukr.net*
Luzan S. – Doctor of Technical Science, Professor, *khadi.luzan@gmail.com*
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»
Ukraine, Kharkiv

The paper presents the results of a study on the development of a composite material obtained using the method of self-propagating high-temperature synthesis. Titanium, carbon, aluminum powder, silicon, aluminum, iron oxides, and PT-NA-01 thermosetting powder were used as the starting components of the component. The matrix material is self-fluxing powder PG-10N-01. The surfacing process is carried out by arc surfacing with a non-fusible graphite electrode. The developed composite material is recommended for use in restoring and hardening the surfaces of machine parts and tillage equipment working units.

Keywords: *resource, abrasive medium, high-temperature synthesis, surfacing, process, charge.*

Актуальність дослідження. Однією з причин низького ресурсу деталей та робочих органів ґрунтообробних машин (лемешів плугів, стрілчастих лап, дискових борон та ін.) є інтенсивне зношування їх поверхонь, які працюють в умовах абразивного середовища [1]. Відомі матеріали для наплавлення, наприклад, електроди типу Monolit Т-590, або самофлюсуючі порошки типу ПГ-10Н-01, які рекомендовано використовувати для зміцнення таких деталей, не завжди забезпечують необхідний ресурс. В зв’язку з цим вибір матеріалів та технологій зміцнення робочих поверхонь деталей з метою підвищення ресурсу машин є актуальним.

Метою роботи є розробка композиційного матеріалу, одержаного з використанням самопоширюваного високотемпературного синтезу для зміцнення поверхонь деталей машин, які працюють в умовах абразивного середовища.

Виклад основного матеріалу. Для отримання зносостійкої робочої поверхні деталі було використано метод дугового наплавлення композиційним матеріалом, який було одержано з використанням самопоширюваного високотемпературного синтезу (СВС). Отримання композиційного матеріалу здійснювали у два етапи. На першому етапі було підготовлено шихту, яка містила порошок титану Ti, порошок вуглецю C, оксиди кремнію SiO_2 та алюмінію Al_2O_3, які були додані у вигляді вогнетривкої глини. Також, для підсилення термічного ефекту реакції в механічну суміш введено алюмінієву пудру Al, оксид заліза Fe_2O_3 та термореагуючий порошок ПТ-НА-01. Змішування та механічну активацію шихти здійснювали у кульовому млині моделі КМ-1, протягом 15 хв, при 130 об./хв та співвідношенні 1 : 40 маси шихти до маси падаючих тіл (діаметр куль 6 мм) [2].

Після механічної активації до шихти додавали 10 % клею «Metylan», перемішували до пастоподібного стану та поміщали у спеціальну прес-форму, в якій виготовляли зразок шляхом пресування з використанням ручного гідравлічного пресу під тиском 5 МПа. Одержаний зразок висотою 20 мм та діаметром 16 мм просушували протягом 72 год. за температури 25ºС . Ініціювання СВС-процесу здійснювали шляхом підводу теплового імпульсу за допомогою розжареної ніхромової спіралі (рис. 1) [3].

На другому етапі одержаний спік подрібнювали до порошкового стану та додавали в кількості 10 % до матричного матеріалу – порошку ПГ-10Н-01, після чого здійснювали механічну активацію за режимом, вказаним вище.

Отриманий композиційний матеріал змішували з розчином рідкого натрієвого скла та наносили шаром 3…4 мм на зразок зі сталі 65 Г, який потім просушували та піддавали оплавленню графітовим електродом на прямий полярності. Для оцінки зносостійкості розробленого композиційного матеріалу наплавляли серію зразків матричним матеріалом ПГ-10Н-01. Дослідження на зносостійкість виконували відповідно до ДСТУ 2823-93.

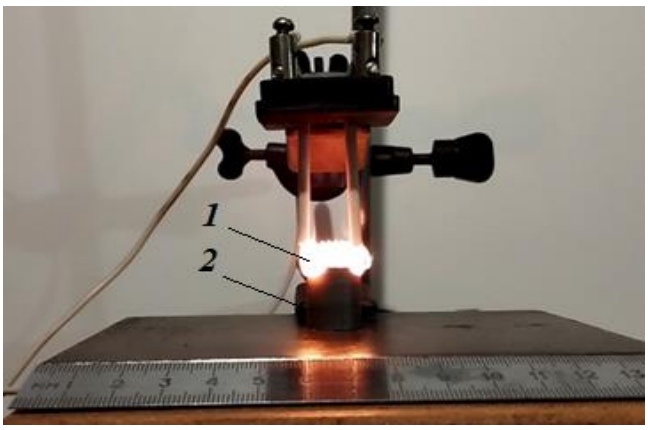


Рисунок 1 – Ініціювання СВС-процесу
(1 – ніхромова спіраль; 2 – зразок з шихти)

Результати досліджень показали, що втрата ваги зразка наплавленого композиційного матеріалу складає 0,024 г, порошку ПГ-10-01 – 0,092 г. Поверхня покриття має наплавлений шар композиційного матеріалу товщиною 2…3 мм, твердість якого складає HRC 62…65, а зразка, наплавленого порошком ПГ-10Н-01 – HRC 51…54.

Металографічні дослідження показали, що морфологія поверхонь тертя також добре узгоджується з результатами випробувань на тертя при закріплених частинках наплавлених покриттів ПГ-10Н-01 та композиційного матеріалу. При впливі закріплених частинок абразиву на покриття зі сплаву ПГ-10Н-01 виявлені досить глибокі паралельні канавки, а на поверхні наплавленого покриття з композиційного матеріалу спостерігаються неглибокі, дрібні та рівномірно розташовані подряпини від тертя.

Висновок. Розроблено композиційний матеріал на основі сплаву системи ПГ-10Н-01, модифікованого механоактивованим композиційним матеріалом, отриманим із застосуванням СВС-процесу, для зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин.

Визначено, що композиційний матеріал складу 10 % (Ti–C–Al–SiO_2–Al_2O_3–Fe_2O_3–ПТ-НА-01) + 90 % ПГ-10Н-01 має зносостійкість в 2,8 рази більшу у порівнянні зі сплавом ПГ-10Н-01 в умовах впливу закріплених частинок абразиву.

Література

1. Денисенко М.І., Опальчук А.С. Зношування та підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин. // Вісник Тернопільського національного технічного університету. Спецвипуск. 2011. Ч 2. С. 201-210.

2. Ситников П.А., Лузан С.О. Кульовий млин для механічної активації матеріалів. // Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців: матеріали XVI Міжн. наук.-практ. конф. магістр. та аспір. (м. Харків, 14-16 грудня 2022 р.). / За ред. проф. Сокола Є.І. Харків, 2022. С. 382.

3. Luzan S.O., Sytnykov P.A. (2023). Device for initiating the SHS process. *Science and innovation of modern world: materials VI International scientific and practical conference*. (London, 23-25 February 2023) / London. P. 237-239.

ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ПОРЯДКУ ПРОДОВЖЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Сулим А.О. – к.т.н., старший дослідник, sulim1.ua@gmail.com
Павленко Ю.С. – завідувач лабораторії, usp.mmm.un@gmail.com
Федосов-Ніконов Д.В. – к.т.н., старший науковий співробітник, dima.nikonov@outlook.com
Стринжа А.М. – завідувач лабораторії, lab4.3ukrndiv@gmail.com
Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
Україна, м. Кременчук

WAYS OF IMPROVING THE PROCEDURE FOR EXTENDING THE SERVICE LIFE OF RAILWAY ROLLING STOCK

Sulym A. – PhD (Engineering), Senior researcher, sulim1.ua@gmail.com
Pavlenko Yu. – Head of the laboratory, usp.mmm.un@gmail.com
Fedosov-Nikonov D. – PhD (Engineering), Senior scientist, dima.nikonov@outlook.com
Strynzha A. – Head of the laboratory, lab4.3ukrndiv@gmail.com
State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»
Kremenchuk, Ukraine

The need to extend the service lifetime of railway vehicles that have completed the assigned service life guaranteed by the manufacturer, with an aim to prevent a sharp reduction in the operating fleet, is substantiated. It has been established that insufficient attention is paid to the issue of improving existing programs and procedures of a diagnostic operations complex. It is proposed to improve the existing current procedures for evaluating the residual lifetime of railway vehicles by introducing modifications and additions related to corrosion monitoring and determining the reliability indicators of load-bearing elements of steel structures.

Keywords: *railway vehicles, remaining lifetime, routine tests, rolling stock, technical diagnostics.*

Актуальність теми. За останні роки сталося значне старіння експлуатаційного парку залізничного рухомого складу. Експлуатація залізничного рухомого складу з вичерпаним строком служби пов’язана зі збільшеним ризиком в частині забезпечення необхідного рівня безпеки на залізничному транспорті. Разом з тим, списання залізничного рухомого складу, що вислужив призначений строк служби, призведе до різкого зменшення експлуатаційного парку внаслідок цього виникнуть значні труднощі з

забезпеченням залізничних перевезень. Тому, одним з можливих шляхів забезпечення стабільного високого рівня безпеки залізничних перевезень та запобігання різкому скороченню чисельності експлуатаційного парку є продовження строку експлуатації залізничного рухомого складу, що вислужив призначений строк служби визначений в технічних умовах заводу-виробника.

В цій роботі пропонується продовжити дослідження в такому важливому та актуальному напрямку як продовження строку експлуатації (життєвого циклу) різного виду залізничного рухомого складу.

Аналіз існуючих досліджень [1-6] дозволив встановити, що їх переважна більшість стосується оцінки залишкового ресурсу різного виду залізничного рухомого складу на підставі результатів технічного діагностування та типових контрольних випробувань [1-4], а також дослідженню корозійного зносу елементів несної металоконструкції та кузовів залізничного рухомого складу [5, 6]. При цьому питанню удосконалення чинних програм та методик комплексу діагностичних операцій приділено недостатньо уваги.

Мета роботи – удосконалення порядку визначення залишкового ресурсу залізничного рухомого складу на підставі накопиченого досвіду проведення його технічного діагностування та результатів типових контрольних випробувань.

Основний текст. По-перше, пропонується внести зміни в формулювання терміну спеціалізована організація. Необхідність внесення змін у цей термін обумовлено збройною агресією російської федерації та відповідно фактичною неможливістю українських організацій отримати право на виконання робіт з технічного діагностування залізничного рухомого складу від Ради залізничного транспорту держав-учасниць Співдружності. Пропонується таке формулювання терміну спеціалізована організація – організація, яка має у своєму складі акредитований в Національному агентстві акредитації України орган з оцінки відповідності на право виконання робіт з технічного діагностування залізничного рухомого складу з метою продовження строку його експлуатації.

По-друге, в найближчій перспективі потрібно доповнити існуючі методики та порядки новими моделями залізничного рухомого складу, у яких закінчується призначений строк служби визначений заводом-виробником, з урахуванням їх конструктивних особливостей.

По-третє, під час проведення контрольних випробувань розглянути можливість визначення залишкового ресурсу рухомого складу за результатами випробувань скидання з клинів та динаміко-міцносних випробувань (у разі задовільної збіжності результатів цих випробувань).

По-четверте, переглянути підхід до фіксування корозійних пошкоджень. На даний час корозійні пошкодження несних конструкцій та кузовів фіксуються під час технічного діагностування залізничного рухомого складу,

що вислужив призначений строк. При цьому, за існуючого підходу, прийнято, що швидкість корозії основних несних елементів є рівномірною. Насправді, результати багатьох існуючих досліджень показують, що корозійні процеси мають нелінійний характер. Тому, для підвищення точності визначення залишкового ресурсу залізничного рухомого складу потрібно контролювати корозійні процеси протягом його життєвого циклу через коефіцієнт стоншення.

По-п’яте, переглянути порядок відбору дослідного зразка для проведення контрольних випробувань. Необхідно враховувати, що результати контрольних випробувань будуть розповсюджені на усю партію залізничного рухомого складу даного виду, що підлягають діагностуванню. Від того настільки коректно відібрані зразки для контрольних випробувань, безпосередньо залежить обґрунтованість отримання результатів та відповідно строк продовження служби.

Пропонується цей розділ в такій редакції з урахуванням накопиченого досвіду результатів технічного діагностування та проведених експериментальних досліджень.

Зразки кузовів для контрольних випробувань відбираються із партії рухомого складу, які підлягають діагностуванню у поточному році (рухомий склад, який вислужив призначений строк), в процесі обстеження їх технічного стану. Відбір зразків здійснюється фахівцями, які виконують обстеження технічного стану рухомого складу, в присутності представника його власника. Зразки повинні мати найбільше напрацювання (термін служби, пробіг), найбільш характерні максимальні допустимі пошкодження, у тому числі виправлені, мінімальні товщини основних несних елементів. Зразки для типових контрольних випробувань відбираються фахівцями на основі комплексного аналізу щодо механічних та корозійних пошкоджень, розрахунків показників надійності несних конструкцій з використанням бази даних Головного інформаційно-обчислювального центру (ГІОЦ). А також з урахуванням результатів технічного діагностування відібраного рухомого складу з найбільшим напрацюванням, максимальними, але допустимими пошкодженнями механічного та корозійного характеру.

По-шосте, в подальшому пропонується визначати показники надійності для кожного об’єкта діагностування з використанням бази даних ГІОЦ, що дозволить враховувати конструктивні та технологічні особливості кожного рухомого складу, розширити можливості для комплексного аналізу доцільності продовження його строку служби понад призначений заводом-виробником.

По-сьоме, переглянути підхід до критеріїв оцінки залишкового ресурсу. На разі залишковий ресурс залізничного рухомого складу визначається за результатами контрольних випробувань та технічного діагностування.

Авторами пропонується виконувати оцінку залишкового ресурсу

залізничного рухомого складу з використанням комплексного підходу за мінімальним його значенням. Цей комплексний підхід оцінки залишкового ресурсу має враховувати результати контрольних випробувань, експертну оцінку фахівців за результатами технічного діагностування, дослідження корозійних процесів через коефіцієнт стоншення, розраховані показники надійності. В спрощеному математичному вигляді комплексний підхід оцінки залишкового ресурсу можливо представити у такому вигляді:

$$\mathrm{T}_{\text{зал}} = \begin{pmatrix} T_{\text{зал}}(\lambda_{\Delta h}(t)) \\ T_{\text{зал}}(n) \\ T_{\text{зал}}(Q_i^*) \end{pmatrix} \rightarrow min \qquad (1)$$

де $T_{\text{зал}}(\lambda_{\Delta h}(t))$ – залишковий ресурс, визначений за результатами технічного діагностування корозійних процесів через коефіцієнт стоншення; $T_{\text{зал}}(n)$ – оцінка залишкового ресурсу за результатами обробки даних контрольних випробувань; $T_{\text{зал}}(Q_i^*)$ – залишковий ресурс, визначений за результатами розрахунків показників надійності.

Висновки. Запропоновано сім ключових шляхів з удосконалення порядку продовження строку експлуатації залізничного рухомого складу, які направлені головним чином на підвищення безпеки залізничних перевезень та запобігання різкому скороченню чисельності експлуатаційного парку.

Література

1. Мямлін С.В., Рейдемейстер О.Г., Калашник В.О. Науково-технічне обґрунтування продовження терміну служби пасажирських вагонів після КВР. // Вагонний парк. Харків: ТОВ «Рухомий склад», 2015. № 11-12 (104-105). С. 4-7.

2. Myamlin S.V., Reidemeister O.H., Pulariia A.L., Kalashnyk V.O. Development of recommendations for extending the useful life or passenger cars. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2015. № 6 (60). С. 118-126. DOI: https://doi.org/10.15802/stp2015/57096

3. Фомін О.В., Прокопенко П.М., Бурлуцький О.В., Фоміна А.М. Контрольні випробування вантажного вагона з метою оцінки залишкового ресурсу несучих конструкцій. // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69). Ч. 2. № 3. С. 177–182. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-2/31

4. Кара С.В., Петренко В.О., Прокопенко П.М., Гордієнко Т.М. Дослідження несучих конструкцій тепловозів серії ЧМЕ3 та визначення можливості продовження терміну їх експлуатації. // Залізничний транспорт України. 2019. № 3. С. 9-13. DOI: https://doi.org/10.34029/2311-4061-2019-131-2-09-13

5. Радкевич М.М. Вплив навколишнього середовища на несучі конструкції пасажирських вагонів. // Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Транспортні

системи і технології». 2022. №40. С. 131-138. DOI: https://doi.org/10.32703/2617-9040-2022-40-11.

6. Федосов-Ніконов Д.В., Стринжа А.М., Шамшей Д.О., Полулях В.М., Федоров В.В., Шушмарченко В.О. Дослідження корозійних пошкоджень елементів вагонів під час технічного діагностування. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2019. № 3 (251). С. 181-185.

ВПЛИВ ВОЄННОГО СТАНУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇХ ПОКРАЩЕННЯ

Тагієв Е.Г. – магістрант, *elchin18081995@gmail.com*
Михайлов Є.В. – к.т.н., доц., *mihaylov.evv@gmail.com*
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

INFLUENCE OF MARTIAL LAW ON CARGO TRANSPORTATION AND PROPOSALS FOR THEIR IMPROVEMENT

Tahiiev E. – master student, *elchin18081995@gmail.com*
Mykhaylov E. – Ph.D., Associate Professor, *mihaylov.evv@gmail.com*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The article deals with the analysis of freight transportation under martial law. The problematic issues of freight transportation, including the search for new supply chains, and information on international transportation to European countries are analyzed. Proposals for the improvement and prospects for the development of cargo transportation are presented. The advantages of using technologies of lateral loading of containers have been determined.

Keywords: *freight transportation, logistics, supply chains, export-import operations, infrastructure, road transport, rail transport, container transportation, container loader.*

*Стаття розміщена в рамках гранту «Scholarship від Грузар» (https://gruzar.com.ua/grant)

Актуальність теми. Після початку активної фази бойових дій в Україні більшість ланцюгів постачання вантажів були порушені, зупинились або взагалі перестали працювати. Багатьом підприємствам з налагодженою роками логістикою, довелось шукати інші шляхи постачання за умови, що морські порти не працювали, повітряний простір був закритий, ризики автоперевезень та залізничного сполучення достатньо великі. Тому тематика аналізу ринку вантажних перевезень та вдосконалення логістичних технологій є наразі дуже актуальною.

Мета дослідження полягає в аналізі впливу військового стану на ситуацію, яка відбувається на ринку вантажних перевезень України та формулювання пропозицій щодо покращення логістичних технологій.

Основний текст. Розглянемо вплив військових дій та пов'язаних з ними подій на стан декількох важливих сегментів ринку вантажних перевезень.

На сьогодні існують проблеми із поставкою гуманітарних вантажів. Насамперед це розпорошеність цих постачань та відсутність єдиного координаційного центру та інформаційної системи, що забезпечували би налагоджену роботу волонтерів, а саме концентрували актуальну інформацію про потреби в країні та сприяли чіткому і правильному розподілу наданої допомоги. Для вирішення наведених проблем потрібно: створити спеціальний центр та інформаційну систему; вантажі концентрувати на опорних терміналах, де їх відповідним чином групувати; у автоматизованій інформаційній системі розміщати інформацію щодо обсягу вантажу та специфічних умов його транспортування, про час готовності вантажу до відправлення; мати контактні дані особи, відповідальної за відправлення та транспортування вантажу та відповідальної особи, яка буде приймати вантаж; розміщати інформацію про час і місце розвантаження товару [1].

У зв'язку з початком проведення активних бойових дій в Україні, виникли проблеми на паливному ринку. Проблема, яка виникла у березні – травні 2022 року була не стільки в наявності пального, скільки у руйнуванні ланцюгів постачання. Найменш пошкодженим та доступним залишився лише західний напрям. Для того, щоб кінцеві споживачі не переплачували за складну логістику, Україні потрібно спочатку налагодити чинну, а після перемоги будувати нову інфраструктуру для паливного ринку. У перспективі – з'єднати країни Європи та Україну трубопроводами для безперебійного постачання пального. Цей проєкт буде швидшим і дешевшим, ніж прокладання нових залізничних колій [2].

Умови воєнного стану також суттєво вплинули на логістичні ланцюги постачань агропродукції – однієї із найважливіших статей українського експорту. Переважно ця продукція постачалася водними шляхами. Залізничний та автомобільний транспорт на початку воєнного стану були головними для експортних постачань українського зерна, потроху розвантажуючи вітчизняні елеватори. Але пропускна спроможність цих ланцюгів була недостатньою.

Проблемою експорту зернових культур залізничним транспортом була і є різна ширина європейської та української залізничних колій, у зв'язку з чим вагони на кордоні треба переставляти на інші візки чи перевантажувати вантажі. Ця нагальна проблема сильно гальмує експорт зернових залізницею з України, тому потрібно посилити технічне обладнання переходів і побудувати на них додаткові перевантажувальні зернові термінали [3].

Виникли проблеми також з постачанням продукції металургії та гірничодобувної промисловості. З початку війни підприємства цієї галузі дуже сильно постраждали. Основні проблеми залізничного експорту гірничо –

металургійної продукції: різна ширина колії в Україні та країнах Європи; відсутність об'єднання між залізничними структурами України та сусідніх європейських країн; дефіцит вантажних вагонів у залізничних перевізників Європи; відсутність перевантажувальних потужностей на кордоні; повторення однакових процедур контролю в Україні та країнах Європи. Отже, в умовах військового часу підприємства гірничої – металургійного комплексу намагаються знаходити нові маршрути експорту продукції [4].

В останні десятиліття одна з головних тенденцій транспортного ринку полягає у глобальній контейнеризації вантажних перевезень. Великотоннажний вантажний контейнер став універсальним транспортним устаткуванням практично для усіх типів вантажів та транспортних засобів.

Особливо актуальною є контейнеризація перевезень зернових вантажів в умовах воєнного стану при невизначеності подальшого функціонування морського «зернового коридору». Для цього Укрзалізниця планує до травня 2023 року запустити 4 контейнерних потяги – до Гданська, Відня, Констанци і Стамбулу із завантаженням у Києві [5]. Для перевезення у складі цих поїздів до Європи навіть планується придбати 100 фітингових **платформ** колії 1435 мм. Але для організації контейнерних перевезень зерна потрібна певна інфраструктура (майданчики для навантажувачів, які дуже вимогливі до рівності поверхні; залізничні ваги, здатні зважувати фітингові платформи та ін.) та необхідно максимально спростити процеси завантаження/вивантаження зерна, уніфікувати їх з нині існуючими технологіями.

Тобто, зростання обсягу контейнерних перевезень потребує вирішення питань вантажопереробки та швидкості доставки. Для цього необхідно використовувати продумані рішення та ефективні логістичні технології. Однією з таких технологій є технологія застосування бічних навантажувачів контейнерів (БНК).

Бічний навантажувач контейнерів представляє собою контейнерний напівпричіп для сідельного тягача, обладнаний двома кранами. Його завданням є навантаження, перевезення та вивантаження контейнерів на інший транспорт або на себе (рисунок 1).

БНК має посилену раму, по якій можуть переміщуватися два крана великої вантажопідйомності, що дозволяє підіймати 20-ти та 40-футові великотоннажні контейнери. За допомогою технології БНК можна вільно поставити контейнер на мережу Укрзалізниці у будь-якому місці: на станції, або прямо на підприємстві з під'їзними залізничними коліями [6].



Рисунок 1 – БНК Sidelifter фірми STEELBRO

Аналіз дозволив виявити такі переваги технології використання БНК:

1. Універсальність. Застосування БНК не потребує обладнаного терміналу, що дозволяє заощадити на будівництві контейнерної інфраструктури.

2. Мобільність. БНК може рухатися без обмежень та спеціальних дозволів з контейнером, пересуватися між вантажними майданчиками, складами чи станціями, обслуговувати вантажні пункти з мінливим вантажопотоком.

3. Автономність. Використання БНК дозволяє виконувати вантажні операції з контейнерами без застосування допоміжної техніки та персоналу.

4. Продуктивність. БНК може переміщати значно більше контейнерів, ніж інші навантажувачі.

Застосування БНК дозволяє отримати також непрямий техніко - економічний ефект, який полягає у скороченні вкладень в інфраструктуру вантажних пунктів, підвищенні темпів виконання вантажних операцій з контейнерами та можливості виконання вантажних операцій у будь-якому місці. Наведені переваги створюють сприятливі умови для зростання контейнерних перевезень.

Висновок. Виходячи із вищенаведеного, є доцільним створювати нові та застосовувати існуючі ефективні транспортні технології для вдосконалення процесу вантажних перевезень, особливо в умовах воєнного стану, безумовно пам’ятаючи про схоронність вантажу та безпеку руху, рентабельність та своєчасність доставки.

Література

1. Логістика війни. Як змінились вантажні перевезення в Україні. URL: https://biz.nv.ua/ukr/experts/perevezennya-v-ukrajini-pid-chas-viyni-gumanitarni-vantazhi-obmezhennya-na-perevezennya-50231625.html

2. Шляхи відновлення України, аби паливна криза більше не повторилася. URL: https://mind.ua/openmind/20250294-do-povnogo-baku-shcho-chekae-na-rinok-palnogo-v-ukrayini

3. Експортна логістика у воєнний час. URL: https://agrotimes.ua /article/ eksportna-logistyka-u-voyennyj-chas/

4. Як змінилася експортна логістика компаній ГМК у 2022 році. URL: https://cfts.org.ua/articles/yak_zminilasya_eksportna_logistika_kompaniy_gmk_u 2022_rotsi_1945

5. УЗ планує запустити 4 контейнерні потяги до країн Європи. URL: https://agroreview.com/content/ukrzaliznyczya-planuye-zapustyty-4-kontejnerni-potyagy-do-krayin-yevropy/

6. STEELBRO. Sidelifter, Side Loader, Self-loading Trailers. URL: https://steelbro.com/

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ УЛАШТУВАННЯ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ РАДІУСА МЕНШЕ 350 МЕТРІВ

Крупський В.С. *– інженер, valentin.k.s.78@gmail.com*
Твердомед В.М. – к.т.н., доц., *tverdomed@gsuite.duit.edu.ua*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

THEORETICAL STUDIES OF THE POSSIBILITY OF LAYING A NO-CONTACT TRACK IN CURVED SECTIONS WITH A RADIUS OF LESS THAN 350 METERS

Krupskyi V.S. – engineer, valentin.k.s.78@gmail.com
Tverdomed V. – Ph.D., Associate Professor, *tverdomed@gsuite.duit.edu.ua*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The traditional construction of the upper track structure in curves R< 350 m on the main railways of Ukraine is a link construction of the track with wooden sleepers. This track design is not rational for the current operating conditions. In the work, theoretical studies of the possibility of arranging a non-contact construction of a temperature-stress type track on reinforced concrete sleepers in curves with a radius of 350 m and less are carried out.

The main conclusions on the possibility of operating such a structure in curved sections with a radius of 350 m and less have been made.

Keywords: *railway track, rolling stock, non-contact track design, small radius curves, transverse stability, horizontal transverse forces.*

Актуальність дослідження. Основна конструкція залізничної колії на залізницях України – безстикова колія температурно-напруженого типу без

сезонної розрядки температурних напружень. На рис. 1 наведено застосування безстикової та ланкової конструкції колії на залізницях України.

Як видно з рис.1, ланкова конструкція залізничної колії на даний час експлуатується на четвертій частині розгорнутої довжини головних колій і складає 6479,3 км. Це переважно місця залізничної колії де безстикова конструкція не може застосовуватися з конструктивних обмежень. До одних з таких місць відносяться ділянки колії де радіус кривої становить менше 350 м. На рис. 2 наведено протяжність кривих ділянок на головних коліях.

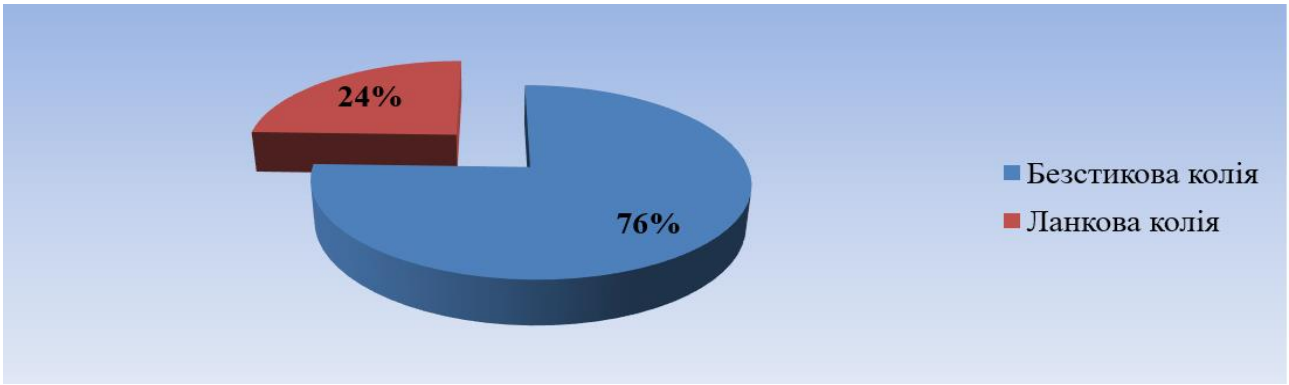


Рисунок 1 – Конструкція залізничної колії

Як видно криві ділянки колії радіуса 200-349 м становлять протяжність 593 км, що становить близько 2 % від загальної довжини головних колій. Але саме в цих ділянках спостерігається підвищений знос рейок, гребнів колісних пар та інтенсивне накопичення залишкових деформацій колії. До 25 % рейок, які мають дефекти контактно-втомного походження на поверхні кочення, в тому числі боковий знос головок рейок, знаходяться саме в таких кривих. Деревяні шпали, що застосовуються на таких ділянках, досить швидко виходять в дефектні. Більшість кривих радіусів менше 350 м знаходяться в гірських районах, де взаємодія колії і рухомого складу ускладняється наявністю значних поздовжніх сил, викликаних ухилами залізничних ліній.

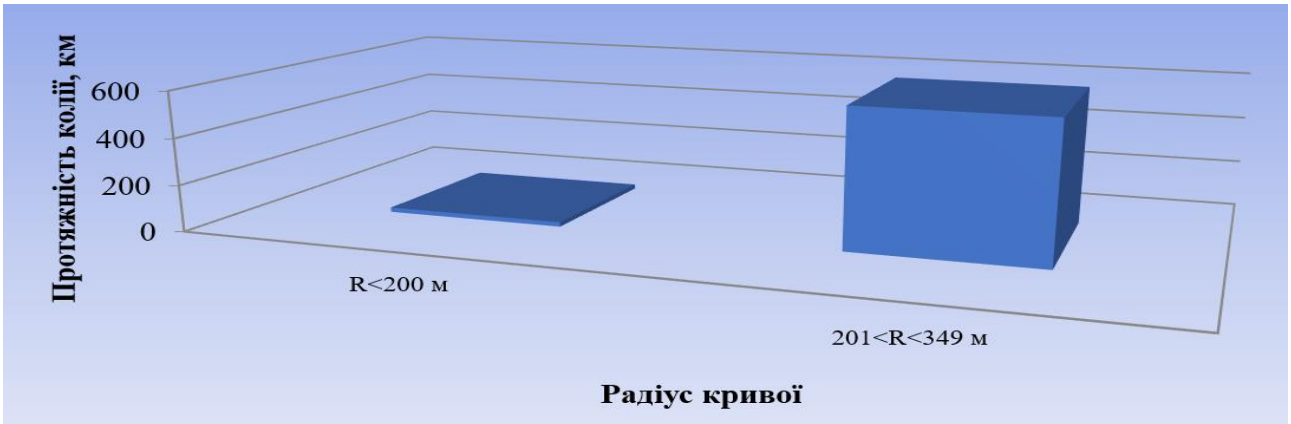


Рисунок 2 – Протяжність кривих ділянок на головних коліях залізниць України

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи є проведення теоретичних досліджень поперечної стійкості безстикової колії в кривих ділянках радіуса від 200 м до 300 м. Для досягнення зазначеної мети поставлені такі задачі: проведення досліджень експлуатації кривих ділянок колії з радіусом R< 350 м; визначити сумарні горизонтальні сили з урахуванням квазістатичної поздовжньої сили, діючої при гальмуванні поїзда та конструктивних особливостей зчіпних приладів; визначення умови забезпечення поперечної стійкості колії в кривих ділянках *R< 350 м.*

Для збільшення ресурсу роботи рейок та інших конструктивних елементів в таких ділянках колії, необхідно зменшити сили взаємодії залізничної колії та рухомого екіпажу. Враховуючи, що в кривих радіуса менше 350 м застосовується ланкова колія на дерев'яних шпалах, то перехід на безстикову конструкцію колії із залізобетонними шпалами дозволить суттєво зменшити сили взаємодії між рейковими нитками та гребнями колісних пар, подовжити ресурс роботи конструктивних елементів верхньої будови колії, зменшити опір руху поїзда та зменшити витрати на ремонт рухомого складу і рейкової колії [1, 2].

Улаштування безстикової колії в кривих радіуса менше 350 м не можливе без удосконалення конструкції верхньої будови колії, що застосовуються в кривих більших радіусів чи проектуванням нової [3-5]. Потреба в застосування іншої конструкції залізничної колії викликана збільшенням дії силових факторів, які впливають на поперечну, поздовжню стійкість та міцність залізничної колії[6].

Висновки

1. Із проведеного технічного стану залізничної колії, розміщеної в кривих радіусів 350 м і менше, видно що є гостра необхідність застосування більш надійних конструкцій верхньої будови колії, особливо на вантажонапружених ділянках із затяжними підйомами розміщених в гірських районах.

2. Підвищити надійність залізничної колії в кривих малого радіусу можна шляхом замінити дерев'яних шпал на залізобетонні з одночасним улаштуванням безстикової конструкції колії температурно-напруженого типу.

3. Улаштування безстикову конструкцію колії температурно-напруженого типу в кривих радіуса 350 і менше можливе із збільшенням опору поздовжньому переміщенню рейко-шпальної решітки в баластовому шарі.

4. На основі проведених теоретичних розрахунків поперечної стійкості конструкції колії з типовими скріпленнями СКДБ можна зробити такі висновки:

4.1. В кривих ділянках колії із зменшенням радіусу кривої зменшується поперечна стійкість рейко-шпальної решітки. При русі вантажного вагону на візках моделі ЦНІІ-ХЗ по колії з рейковим скріпленням СКДБ при епюрі укладання шпал 1840 шт/км в кривій радіуса 200 м, поперечна стійкість рейко-

шпальної решітки зменшується на 10 % порівняно з кривою радіуса 300 м.

4.2. Додаткова дія поперечної горизонтальної сили, яка виникає при різкому гальмуванні поїзда, зменшує поперечну стійкість колії в цілому на 30%.

Література

1. Darenskiy A.N., Tuley Yu.L., Potapov D.A. (2016). Chislennyie issledovaniya vliyaniya parametrov relsovoy kolei na bokovoy iznos relsov v krivyih [Numerical studies of the influence of the parameters of the rail track on the lateral wear of the rails in the curves]. *InformatsIyno-keruyuchi sistemi na zalIznichnomu transporti – Information and control systems for railway transport, 6 (121*), 36-42. [in Russian].

2. Alexander Darenskiy, Dmitry Potapov, Yuseph Tuley, Natalia Bugaets, Alina Malishevskaya (2017). Revisiting the reasons for contact fatigue defects in rails. *Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering MATEC Web of Conf*. Vol. 116, 03001.

3. Danilenko E.I. (Eds) (2019). Proektuvannya ta rozrahunki konstruktsiy zaliznichnoyi koliyi [Design and calculations of railway track structures]. Kyiv: «High Tech Press», Vol. 1, 344 p. [in Ukrainian].

4. Danilenko E.I. (Eds) (2019). Proektuvannya ta rozrahunki konstruktsiy zaliznichnoyi koliyi [Design and calculations of railway track structures]. Kyiv: «High Tech Press», Vol. 2, 344 p. [in Ukrainian].

5. V.M. Tverdomed, S.L. Karpinskiy, O.O. Soroka (2017).Vpliv konstruktivnogo oformlennya vuzla reykovogo skriplennya na zabezpechennya pozdovzhnoyi stiykosti bezstikovoyi koliyi [Influence of constructive design of rail fastening unit on providing longitudinal stability of seamless track]. *Zbirnyk. naukovih. prats UkrDUZT – Collection of scientific works UkrDUZT, 169. 47-54.* [in Ukrainian].

6. Rybkin V. V., Nastechik N. P., Marcul R.V. (2013). Stability issues of the continuous welded rail track on the concrete sleepers on the curves with radius R≤300 m.. *Sciences in Cold and Arid Region,* Vol. 5, Iss. 654. P. 658. DOI: 10.3724/SP.J.1226.-2013.00654.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПРАВКИ ЗАЛІЗНИЧНИХ КРИВИХ В ПЛАНІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ, ПЛАВНОСТІ Й КОМФОРТАБЕЛЬНОСТІ ЇЗДИ

Хмелевська Н.П. **–** аспірант, hmelevnela@gmail.com
Курган М.Б. – д.т.н., проф., kunibor@gmail.com
Український Державний університет науки і технологій
Україна, м. Дніпро

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE CORRECTION OF RAILWAY CURVES IN PLANS TO INCREASE THE SAFETY, SMOOTHNESS AND COMFORT OF THE MOVEMENT

Khmelevska N. **–** Postgraduate student, hmelevnela@gmail.com
Kurhan M. **–** Doctor of Technical Sciences, Professor, kunibor@gmail.com
Ukrainian State University of Science and Technology
Ukraine, Dnipro

The authors propose a process for implementing innovative technologies for correcting railway curves while optimizing the plan of a section consisting of one or several track sections, which enables the organization of high-speed train traffic. The innovative methodology lies in the fact that based on the results of measuring the curvature and elevations of the outer rail, it is possible to calculate the speeds and the total work of lateral forces for the existing track position. These data, along with the design data, clearly demonstrate the impact of deviations in the plan on the speed level and the wear of rails and rolling stock. Implementing innovative technologies for correcting railway curves with line plan optimization within several track sections allows for the realization of the maximum established speed with ensuring safety, smoothness of movement, and passenger comfort requirements.

Keywords*: railway; innovative activity; innovative technologies; railway curves, correction of curves, railway track plan.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження інноваційних технологій діагностики та обслуговування інфраструктури - одного з основних завдань, що окреслені в Національній транспортній стратегії [1]. Світовий досвід свідчить, що без впровадження інновацій неможливий ефективний розвиток залізничного транспорту.

У 2020 р. була надрукована Програма стратегічних досліджень та інновацій залізничного транспорту (ERRAC) [2]. Першочерговим і пріоритетним завданням для залізничної галузі України є розширення наукових досліджень з використанням прогресивних інноваційних технологій. Так, для українських залізниць впровадження інноваційних методів при ремонтах і поточному утриманні колії на ділянках, обладнаних високоточною координатною системою, із забезпеченням постановки колії в проектне положення є практично безальтернативним рішенням.

Мета роботи – показати інноваційні технології при виправці залізничних кривих в плані, запровадження яких в колійному господарстві Укрзалізниці дозволить забезпечити більш високий рівень безпеки, плавності й комфортабельності їзди. Об'єктом дослідження є процес впровадження інноваційних технологій виправки залізничних кривих в плані для організації швидкісного руху поїздів в Україні.

Матеріали дослідження. Безаварійна робота залізничного транспорту залежить від технічного стану колії, її положення в плані. В даній роботі акцент зроблено на інноваційні технології, які безпосередньо торкаються проблеми в колійному господарстві та будуть сприяти впровадженню швидкісного руху поїздів.

Розв'язання задачі проектування виправки залізничної колії має важливе практичне значення для поточного утримання, в зв'язку з цим, інженерами і вченими проводяться дослідження і пропонуються різноманітні методики розрахунку [3]. Багато праць вітчизняних і закордонних фахівців присвячено оптимізації поодиноких чи складових кривих, їх параметрів (радіусу, перехідним кривим, підвищенню зовнішньої рейки тощо). Але питання оптимізації плану лінії довжиною в перегін чи декілька перегонів вивчене недостатньо.

Достовірна інформація про план залізниці пов'язана з вимірюванням величин, що визначають геометрію залізничної колії, які можна розділити на глобальні та локальні. Глобальні вимірювання визначають положення елементів у глобальній системі географічних координат, тоді як локальні вимірювання дають положення елементів відносно інших елементів (наприклад, підвищення зовнішньої рейки на даному кілометрі залізничної колії) або тимчасове відхилення параметрів від їх проєктного значення (наприклад, різні деформації колії). Залежно від застосовуваного методу вимірювання визначаються глобальні або локальні параметри, або обидва одночасно. Так, у статті [4] запропоновано інноваційний метод визначення положення осі залізничної колії, який використовує приймачі Глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS).

Якщо реальні характеристики плану лінії відрізняються від проєктних, це може викликати або обмеження швидкості, або перевищення нормативів, що, у свою чергу, призводитиме до зниження рівня безпеки та комфортності руху та до збільшення сил взаємодії між колесами рухомого складу та елементами верхньої будови колії. Внаслідок збільшення цих сил підвищується знос рейок та інших елементів верхньої будови колії, а також коліс та елементів рухомого складу [5]. Щоб дослідити вище названі явища, при виконанні дослідження був використаний програмний продукт RWPlan розроблений в Українському державному університеті науки і технологій під керівництвом доц. Корженевича І.П. [6].

Інноваційний підхід в програмі RWPlan полягає в тому, що, по-перше, передбачає можливість застосування різних способів зйомки плану лінії, які використовуються як в колійному господарстві (метод стріл), так і в проектних організаціях (метод Гонікберга, координатний, від базису тощо); по-друге, що дуже важливо, розрахунки виконуються не окремих кривих, а ділянок довжиною в перегін чи декілька перегонів з оптимізацією проєктного плану за різними критеріями з забезпеченням максимально встановленої швидкості.

Для існуючих методів проєктування плану поки що не розроблено чіткої системи критеріїв оптимального положення проектної кривої. Завдання формується таким чином: потрібно визначити таке положення проектної кривої, при якому забезпечується мінімум рихтувальних робіт для виправлення колії в межах основної площадки земляного полотна з урахуванням заданих обмежень (фіксовані точки, напрямок зсувів тощо). Очевидно, що з метою підвищення якості проектування та зниження вартості будівництва саме цей критерій доцільно прийнятий під час розрахунку. Але є певні обставини, які не можна не враховувати при оптимізації.

Часто вважають, що мінімум рихтувальних робіт буде в тому випадку, якщо алгебраїчна сума значень рихтувань дорівнює нулю $\sum|\Delta_i| = 0$. Виконані раніше дослідження показали, що таке положення справедливе тоді, коли довжина кругової кривої між кінцями перехідних становить не менше 2/3 загальної довжини кривої. При коротких кривих, що складаються в основному з двох перехідних і кругової частини, що становить менше 1/3 загальної довжини, сума рихтувань, що дорівнює нулю, не дає мінімуму рихтувальних робіт, особливо якщо колія сильно розладнана в межах перехідних кривих. Мінімум рихтувальних робіт може бути забезпечений у такому випадку тоді, коли для всієї криволінійної ділянки буде забезпечено мінімум суми модулів величин зсувів $\sum|\Delta_i| = \min$.

Для знаходження варіанта оптимальної реконструкції ділянки транспортного коридору залізнична лінія розглядається як комплексна система, що складається з пристроїв і споруд, які через незадовільний технічний стан можуть обмежувати рівень швидкостей руху поїздів на кожній конкретній ділянці [7]. Використання запропонованої в цій роботі методики дозволяє проводити оптимізацію проєктного плану за різними критеріями, а саме: мінімум суми модулів величин зсувів $\sum|\Delta_i| = \min$, мінімум суми квадратів зсувів $\sum\Delta_i^2 = \min$, мінімум суми витрат на рихтування кривих $\sum B = \min$, що дозволяє нівелювати вище наведені зауваження.

Висновок. На основі проведених за участю авторів теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що застосування інноваційних

технологій виправки залізничних кривих в плані дозволить встановлювати параметри плану і раціональну швидкість руху поїздів, що дасть змогу зменшити знос рейок і коліс рухомого складу, обсяги робіт з поточного утримання колії, скоротити витрати електроенергії або палива при організації перевезень вантажів і пасажирів, буде сприяти підвищенню рівня безпеки, плавності руху й комфорту пасажирів.

Література

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 рокую URL: https://mtu.gov.ua/news/28581.html (дата звернення 13.03.2023).
2. Rail strategic research & innovation agenda. SRIA. URL: https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2020/12/RAIL-Strategic-Research-and-Innovation-Agenda-2020-_FINAL_dec2020.pdf (дата звернення 13.03.2023).
3. Kurhan M., Kurhan D., Husak M. & Hmelevska N. (2022). Innovative Technologies for the Introduction of High-Speed Train Operation (on the Example of Track Maintenance in the Plan). *Transport Means - 2022*, 372–377.
4. Wilk, A., Koc, W., Specht C. & etc. (2021). Innovative mobile method to determine railway track axis position in global coordinate system using position measurements performed with GNSS and fixed base of the measuring vehicle. *Measurement*, 175, 109016. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109016
5. Kurhan, M, Kurhan, D., Novik, R., Baydak, S. & Hmelevska, N. (2020). Improvement of the railway track efficiency by minimizing the rail wear in curves. *IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering*, 985, 165475. DOI: https://doi.org/10.1088/1757-899X/985/1/012001
6. Курган М.Б., Хмелевська Н. П., Гусак М.А. Методи зйомки та виправки кривих у плані: методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Дніпро: ДНУЗТ, 2019. 40 с.
7. Хмелевська Н.П., Курган М.Б. Інноваційні технології при реконструкції існуючих залізниць для впровадження швидкісного руху поїздів. // Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції, м. Київ, 17–18 листопада 2022 р., 239-241.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ВУЗЛІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ В ІСНУЮЧИХ СИСТЕМАХ ОЦІНКИ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА РЕМОНТУ

Фомін О.В. **–** д.т.н., проф., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ
Баранов І.О. **–** к.т.н., доц., *baranov_90@ukr.net*
Мірошникова М.В. **–** к.т.н., *miroshnikova@snu.edu.ua*
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

INCREASING EFFICIENCY DIAGNOSTICS OF RAILWAY ROLLING STOCK NODES IN EXISTING SYSTEMS FOR ASSESSING THEIR TECHNICAL CONDITION AND REPAIR

Fomin O. – Doctor of Technical Sciences, Prof., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv
Baranov I. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, *baranov_90@ukr.net*
Miroshnykova M. – Candidate of Technical Sciences, *miroshnikova@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

The paper found that main task operation and repair system is provide transportation with serviceable fleet of rolling stock. The analysis showed that existing domestic methods for assessing technical condition structural units rolling stock are not focused on information support automated system for technical preparation of rolling stock. The problems organizing continuous monitoring and managing technical condition fleet of locomotives and freight cars are not sufficiently developed and covered. The technology for diagnosing failures rolling stock units is given. An algorithm for diagnosing failures rolling stock units has been developed. The process assessing technical condition of rolling stock through use neural network technologies is highlighted.

Keywords*: diagnostics, ruhomy warehouse, technical camp, modeling, merging.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю збільшення терміну корисного використання наявних одиниць рухомого складу залізниць за допомогою вдосконалення системи технічного обслуговування. У зв'язку з цим виникає необхідність впровадження інформаційних технологій, що забезпечують планомірне стеження за використанням та ремонтом структурних одиниць рухомого складу.

Основне завдання системи експлуатації та ремонту полягає у забезпеченні перевезень справним парком рухомого складу. В даний час особлива увага приділяється оптимізації міжремонтних циклів та термінів служби локомотивів та вагонів, підвищенню якості ремонтних робіт, впровадженню нових та

вдосконаленню існуючих форм організації виробництва, створенню потоково-конвеєрних ліній з ремонту рухомого складу та їх окремих частин. Велика увага приділяється вдосконаленню технологічної бази обслуговування і поточного ремонту вагонів [1].

Існуюча ситуація залізничних перевезень може, найближчим часом, набути критичного характеру внаслідок незадовільного стану рухомого складу. В результаті парк вагонів скоротився, його старіння відбувається значно швидше, ніж оновлення, зношування в середньому становить 50%. Поганий технічний стан парку вагонів підтверджується також даними щодо частоти надходження вагонів робочого парку у поточний відчіпний ремонт [2]. Витрати на експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт існуючих вагонів у 3−4 рази перевищують їх первісну вартість, причому понад 60% цих витрат припадає на 8−10 останніх років життєвого циклу вагонів [3, 4]. У зв'язку з цим дане дослідження, що охоплює конкретну специфіку організації виробництва системи експлуатації та ремонту рухомого складу, є актуальним.

Розробка нових підходів до ремонту рухомого складу дозволить здійснити поступовий перехід від існуючої планово-попереджувальної системи технічного обслуговування та ремонту до системи ремонту «за технічним станом» [5]. Проведений аналіз показав, що існуючі вітчизняні методи оцінки технічного стану структурних одиниць рухомого складу не орієнтовані на інформаційне забезпечення автоматизованої системи технічної підготовки рухомого складу, не містять ефективних методик об'ємного планування роботи корпоративної мережі ремонтних підприємств [6]. Проблеми організації безперервного моніторингу та управління технічним станом парку локомотивів та вантажних вагонів недостатньо розроблені та освітлені [7].

Метою роботи є підвищення ефективності діагностики вузлів рухомого складу залізниць в існуючих системах оцінки їх технічного стану та ремонту.

Наукові основи застосування штучного інтелекту на залізничному транспорті обґрунтовано [8]. Методи штучного інтелекту є ключовим інструментом для діагностування відмов вузлів рухомого складу.

Процес оцінки технічного стану рухомого складу за допомогою застосування нейромережевих технологій реалізується таким чином (рисунок 1):

1) на першому етапі здійснюється реєстрація значень вхідних та вихідних параметрів навчальної вибірки за допомогою апаратно-програмних комплексів, мікропроцесорних систем діагностики або реєстраторів параметрів руху з подальшою передачею даних по бездротовій локальній мережі Wi-Fi з борту локомотива або дискретно за допомогою карт пам'яті засобів реєстрації;

2) на другому етапі формується база даних вхідних та вихідних діагностичних параметрів у тій структурі, яка надалі використовується в

середовищі моделювання діагностичної нейронної мережі;

3) третій етап має два напрями залежно від призначення:

3.1) навчання нейронної мережі по навчальній вибірці, тобто за масивами раніше зареєстрованих значень вхідних та вихідних параметрів – це складання умовної системи рівнянь, змінні якої характеризуються залежністю значення вихідних діагностичних параметрів від вхідних впливів. Умовна система рівнянь характеризується видом рівняння, від якого залежить якість навчання;

3.2) моделювання навченої нейронної мережі за зареєстрованими даними вхідними параметрами, що реєструються з борту локомотива;

4) останній етап полягає у формуванні діагностичної картки за результатами моделювання нейронної мережі на підставі диференціювання еталонних та дефектних даних відповідей.

Технологію реалізації алгоритму діагностування відмов вузлів рухомого складу подано на рисунку 1.

Розглянутий підхід задовольняє вимогам універсальності та адаптивності, тому що має можливість обліку безлічі вхідних впливів та вихідних діагностичних параметрів, що дозволяє реалізувати комплексний контроль та діагностику технічного стану будь-якого вузла рухомого складу. Крім цього методи штучного інтелекту, що використовуються в даному підході, дозволяють з високим рівнем регресії обчислювати зміну діагностичного параметра не тільки в рамках інтерполяції, а й за межами навчальної вибірки (екстраполяції) при використанні більших даних. Ця властивість дозволяє на новому якісному та універсальному рівні реалізувати систему діагностування відмов з високою точністю та обчисленням конкретної причини.

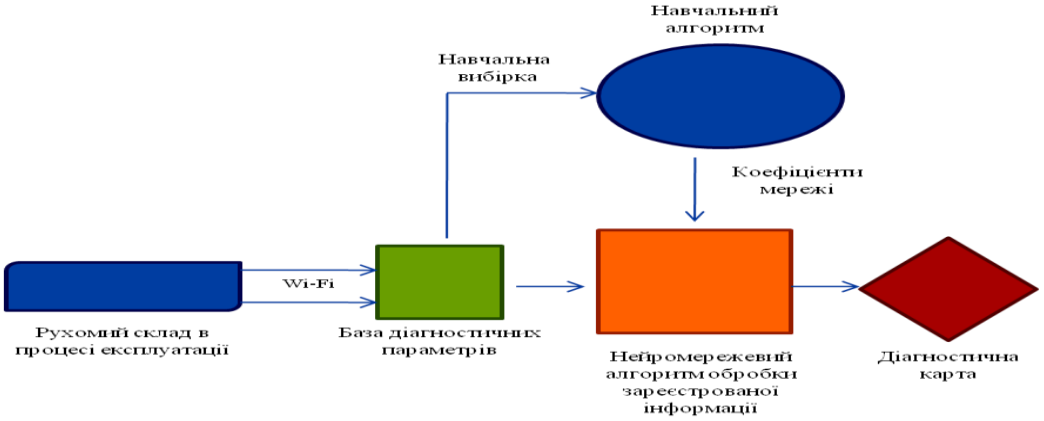


Рисунок 1 – Алгоритм оцінки технічного стану рухомого складу за допомогою нейромережевого моделювання

Висновок. У результаті проведення досліджень встановлено, що стаціонарна діагностика проводиться через інтервали часу (дискретно), тому при знаходженні рухомого складу в дорозі є можливість виникнення відмови − непланового ремонту, через низький рівень підтримки такого показника

надійності, як ремонтопридатність, − попередження відмов їх виявлення на ранній стадії на шляху прямування.

У результаті аналізу технології проведення діагностичних робіт по основних вузлах рухомого складу встановлено, що засоби та методи, що використовуються, не можуть повною мірою виконувати діагностичні завдання на відповідному рівні.

На підставі проведених досліджень встановлено, що найбільш ефективною теорією розробки діагностичних моделей є теорія штучного інтелекту.

Л і т е р а т у р а

1. Тэттэр В. Ю., Тэттэр А. Ю. Диагностирование подвижного состава и его связь с направлением цифровизации железных дорог. // Омский научный вестник. 2018. № 3(30). С. 87-93.

2. Okorokov, A.M. Research into a possibility to prolong the time of operation of universal semi-wagon bodies that have exhausted their standard resource [Text] / A.M. Okorokov, O.V. Fomin, A.O. Lovska, R.V. Vernigora, I.L. Zhuravel, V.V. Fomin// Eastern-European journal of enterprise technologies. 2018. 3/7(93). P.20-26. **DOI:** 10.15587/1729-4061.2018.131309) http://journals.uran.ua/eejet/article/view/131309

3. Oleksij Fomin, Alyona Lovska, Vaclav Pistek, Pavel Kucera Research of stability of containers in the combined trains during transportation by railroad ferry // MM Science Journal March 2020. P. 3728-3733. **DOI:** 10.17973/MMSJ.2020_03_2019043 https://www.mmscience.eu/journal/issues/ March% 202020/articles/research-of-stability-of-containers-in-the-combined-trains-during-transportation-by-railroad-ferry

4. Oleksij Fomin, Alyona Lovska, Václav Píštěk, Pavel Kučera Dynamic load computational modelling of containers placed on a flat wagon at railroad ferry transportation // Vibroengineering Procedia. November 2019, Volume 29. P. 118-123. https://doi.org/10.21595/vp.2019.21132 https://www.jvejournals.com/article/21060

5. Chen B., Shen B., Chen F., Tian H., Xiao W., Zhang F., Zhao C. Fault diagnosis method based on integration of RSSD and wavelet transform to rolling bearing. Measurement. 2019. Vol. 131. P. 400-411. https://doi.org/10.1016/ j.measurement. 2018.07.043

6. Lovska A, Fomin O, Píštěk V, Kučera P. Dynamic Load Modelling within Combined Transport Trains during Transportation on a Railway Ferry. Applied Sciences. 2020; 10(16): 5710. https://doi.org/10.3390/app10165710 https://www.mdpi.com /20763417/10/16/570

7. Михалків С.В., Бульба В.І. Прогнозування технічного стану тягових редукторів електропоїздів дискретними стохастичними моделями. // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2019. № 188. С. 23-35. DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.188.2019.206182

8. Грищенко О.В., Хамідов О.Р. Оцінка технічного стану локомотивних асинхронних тягових електродвигунів з використанням нейронних мереж. Транспорт. С-П. 2018. № 6 (79). С. 19-22.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТИПОВОГО НАПІВВАГОНА ТА РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ З ІМІТАЦІЄЮ ЗНОСІВ ХАРАКТЕРНИХ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Фомін О.В. **–** д.т.н., проф., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна м. Київ
Прокопенко П.М. – Ph.D., *prokopenko1520mm@gmail.com*
Філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця»
Україна, м. Київ

STUDY OF THE RESIDUAL RESOURCE OF A TYPICAL WAGON AND DEVELOPMENT OF A COMPUTER MODEL WITH SIMULATION OF DEMOLIATIONS OF CHARACTERISTIC OPERATION CONTINUATIONS

Fomin O. – Doctor of Technical Sciences, Prof., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv
Prokopenko P. – Ph.D., *prokopenko1520mm@gmail.com*
Branch "Research and Design and Technology Institute of Railway Transport" JSC "Ukrzaliznytsia"
Ukraine, Kyiv

In this work the procedure of determining the residual life of load-bearing metal structures of a freight wagon with a service life exceeding one and a half from the normative one established by the manufacturer, which includes: conducting standard and resource tests, is highlighted. The practical implementation of these works allows to estimate the residual life of the construction of the wagon. Due to insufficient funding for the purchase of new wagons to ensure uninterrupted freight transportation by rail, the task of conducting research on determining the remaining resource and the possibility of continuing the operation of semi-wagons remains relevant.

Keywords: *wagon, body frame, spine beam, impact tests, life, service life.*

Актуальність дослідження. На даний час на мережі залізниць України перебувають в експлуатації напіввагони (далі – вагони) різних моделей і їх модифікацій з нормативним строком служби 22 роки.

Аналіз технічного стану напіввагонів після проведення планових видів ремонту показує, що значна їх частина знаходиться в задовільному стані [1, 2].

Через недостатнє фінансування придбання нових вагонів для забезпечення безперебійного виконання вантажних перевезень залізничним транспортом актуальним залишається завдання проведення робіт щодо дослідження з визначення залишкового ресурсу та можливості продовження експлуатації напіввагонів в межах України понад полуторний [3, 4]. Проведені теоретичні

дослідження з оцінки залишкового ресурсу конструкції напіввагона. Аналіз технічного стану на піввагонів після проведення планових видів ремонту показує, що значна їх частина знаходиться в задовільному стані. Проте можливість подовження їхньої експлуатації на строк понад полуторний потребує експериментального підтвердження [5].

Метою роботи є висвітлення особливостей та результатів проведених комплексних випробувань напіввагона є визначення характеристик міцності несучих конструкцій вагонів, їх залишкового ресурсу та можливість подовження строку експлуатації понад полуторний.

Викладення основного матеріалу. Об'єктом дослідження є напіввагон моделі 12-532 після тривалої експлуатації.

Для дослідження міцності несучої конструкції кузова напіввагона розроблено розрахункову модель з урахуванням імітації зносів, характерних експлуатації, товщини складових несучих елементів зменшені на величину можливих зносів (рисунок 1).

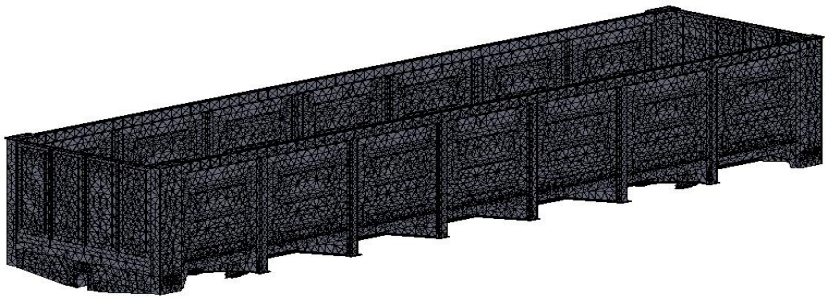


Рисунок 1 – Скінчено-елементна модель несучої конструкції кузова напіввагона

При цьому кількість елементів сітки склала 142251, вузлів – 45742. Максимальний розмір елементу сітки дорівнює 180 мм, мінімальний – 36 мм, максимальне співвідношення боків елементів – 9103,2 відсоток елементів з співвідношенням боків менше трьох – 6,02, більше десяти – 55,3. На рисунку 2 приведено приклад епюри навантаження кузова вагона.

За результатами розрахунків максимальні еквівалентні напруження в несучій конструкції виникають при I розрахунковому режимі (удар) в зоні взаємодії шворневої балки з хребтовою та складають близько 350 МПа. Максимальні еквівалентні напруження при «ривку» виникають в зоні взаємодії шворневої балки з хребтовою та складають близько 320 МПа. Максимальні еквівалентні напруження при «стисненні» складають близько 260 МПа.

Для визначення поздовжніх зусиль, що діють на випробовуваний вагон в момент удару, застосовували автозчеп-динамометр, обладнаний тензорезисторами і попередньо проградуйований статичним навантаженням на стенді і забезпечує достовірну реєстрацію сил в діапазоні не менше чим до 3 – 3,5 МН.

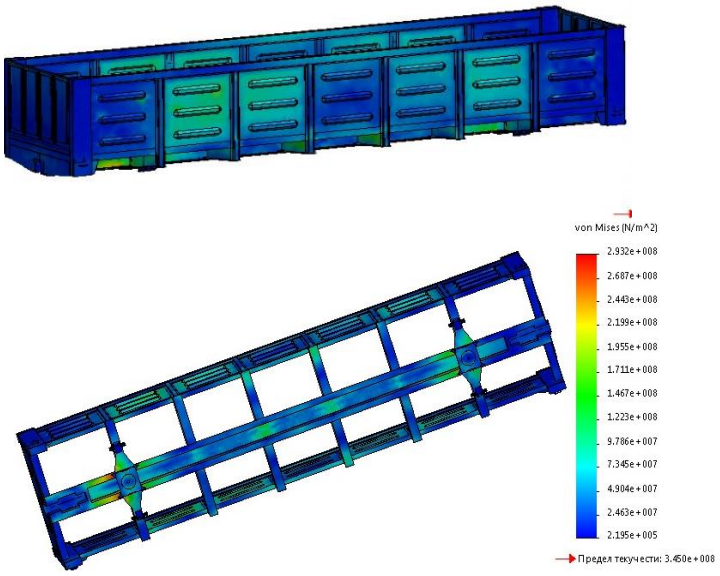


Рисунок 2 – Приклад епюри навантаження напіввагона

Співудари проводили способом накочування вагона-бойка за допомогою локомотива на випробовуваний вагон, який знаходиться в групі загальмованих вагонів підпору. Ресурсні випробування виконані окремими серіями співударів, що за обсягами ушкодження відповідають впливу дій за один рік експлуатації вагона. Після кожної серії співударів проведена перевірка технічного стану вагона та його устаткування [6, 7]. Фактично під час випробувань було зроблено 892 співудари. Напрацювання за період проведення ресурсних випробувань порівнювалося з розрахунковим напрацюванням за рік служби напіввагона.

Висновок. Аналіз дефектів, що виникають в конструкціях вантажних вагонів на всіх етапах їх життєвого циклу, дозволяють прогнозувати пошкодження в експлуатації та систематизувати ймовірнісні причини їх виникнення.

На основі проведеного аналізу технічного стану несучих конструкцій напіввагонів з характерними для 1,5 строку експлуатації зносами визначено фактичні значення зносів несучих елементів кузовів на піввагонів та розроблено уточнені розрахункові скінчено-елементні моделі несучих конструкцій на прикладі напіввагону моделі 12-757.

Проведений розрахунок на міцність несучої конструкції кузова напіввагона з характерними для 1,5 строку експлуатації зносами та отримано, що чисельні значення максимальних еквівалентних напружень при цьому не перевищують допустимі та максимальне значення складає близько 350 МПа, що дозволяє зробити висновок про можливість подальшої експлуатації вагона.

Контрольні випробування напіввагона моделі 12-532, строк служби якого

перевищує полуторний (1980 р. виробництва) встановили, що напруження в несучих конструкціях вагона не перевищують допустимих значень.

Література

1. Fomin, O., Lovska, A., Pistek, V., Kucera, P. (2020). Research of stability of containers in the combined trains during transportation by railroad ferry. *MM Science Journal*, 3728-3733. DOI: https://doi.org/10.17973/MMSJ.2020_03_2019043

2. Okorokov, A., Fomin, O., Lovska, A., Vernigora, R., Zhuravel, I., Fomin, V. (2018). Research into a possibility to prolong the time of operation of universal semi-wagon bodies that have exhausted their standard resource. *Eastern-European journal of enterprise technologies*, (93), 3/7, 20-26. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.131309

3. Fomin, O., Lovska, A., Pistek, V., Kucera, P. (2019). Dynamic load computational modelling of containers placed on a flat wagon at railroad ferry transportation. *Vibroengineering Procedia*, 29, 118-123. DOI: https://doi.org/ 10.21595 /vp.2019.21132

4. Lovska A, Fomin O, Píštěk V, Kučera P. (2020). Dynamic Load Modelling within Combined Transport Trains during Transportation on a Railway Ferry. *Applied Sciences*, 10(16), 5710. DOI: https://doi.org/10.3390/app10165710

5. Krason, W., Niezgoda, T. (2014). FE numerical tests of railway wagon for intermodal transport according to PN-EU standards. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences*, (62), 4, 843-851. DOI: https://doi.org/10.2478/bpasts-2014-0093

6. Myamlin, S., Lingaitis, P., Dailydka, S., Vaičiūnas, G., Bogdevičius, M., Bureika, G. (2015). Determination of the dynamic characteristics of freight wagons with various bogie. *Transport*, (30), 88-92. DOI: https://doi.org/10.3846/16484142.2015. 1020565

7. Tartakovskyi, E. Gorobchenko, O., Antonovych, A. (2016). Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, (83), 4-11. http://journals.uran.ua /eejet/article/view/80198/77108

ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИЮЗНИХ ПРИСТРОЇВ НА ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНАХ ВНУТРІШНЬОГО СПОЛУЧЕННЯ

Фомін О.В. **–** д.т.н., проф., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Туровець Д.А. – аспірант, *turovecd1520mm@gmail.com*
Лісничий В.С. – аспірант, *jluca1301@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

USE OF ANTI-BLOCKING SYSTEMS ON PASSENGER CARS OF INTERNAL COMMUNICATION

Fomin O. **–** Doctor of Technical Sciences, Prof., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Turovets D. **–** Postgraduate student, *turovecd1520mm@gmail.com*
Lisnichij V. **–** Postgraduate student, jluca1301@gmail.com
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology,
Ukraine, Kyiv

In this work proposes the modernization of the passenger car brake system with the installation of an inertial anti-locking device on the axles of the wheel pairs of internal passenger cars equipped with KVZ-TsNII bogies and the use of a transition device with an electropneumatic valve similar in principle of operation and design to electropneumatic valves of the BB-32 type, but with enlarged internal channels installed between the brake cylinder and the air distributor. No. 292 or um. No. 242 creates a system for preventing jamming of wagon wheel pairs during braking. Upon receiving a signal from the anti-seize device of the wheel pair, the electropneumatic valve briefly releases compressed air from the brake cylinder for 2-3 seconds, which in turn prevents the formation of slides on the rolling surface of the wheel pair.

Keywords: *passenger wagon, auto braking equipment, air distributor, modernization, traffic safety.*

Актуальність дослідження. На даний час на мережі залізниць України екплуатуються пасажирські вагони внутрішнього сполучення з встановленими повітророзподільниками ум. №292 або ум. №242, котрі не мають протиюзного захисту під час гальмування.

В роботах [1, 2, 3] наведені принципи та методи розрахунку гальмівної ефективності пасажирських вагонів та визначення гальмівного шляху. Інструкція [4] встановлює експлуатаційні норми, методологію та правила користування автогальмівним обладнанням пасажирських вагонів. В роботах [4, 5, 6] наведені більш розширені відносно [1, 2, 3] методи визначення гальмівної ефективності вагонів з внесенням корегуючих факторів. В [7] представлено методологію розрахунку гальмівної ефективності з використанням комп`ютерного

моделювання. Враховуючи вищесказане можна зробити висновок, що в результаті аналізу інформаційних джерел з досліджуваного питання свідчить про відсутність достатніх методичних і практичних матеріалів для створення та впровадження на пасажирських вагонах внутрішнього сполучення обладнаних візками КВЗ-ЦНИИ протиюзних пристроїв з електропневматичним клапаном.

Метою роботи є вирішення науково-практичної задачі зі створення обгрунтувань модернізації автогальмівного обладнання суцільнометалевих пасажирських вагонів обладнаних візками типу КВЗ-ЦНИИ, з впровадженням системи попередження заклинювання колісних пар під час гальмування.

Викладення основного матеріалу. Об'єктом дослідження є гальмівна система суцільнометалевих пасажирських вагонів внутрішнього сполучення з встановленими повітророзподільниками ум. №292 або ум. №242.

Основним недоліком гальмівної системи пасажирських вагонів внутрішнього сполучення обладнаних повітророзподільниками ум. №292 або ум. №242 є неможливість підживлення гальмівного циліндру стисненим повітрям з запасного резервуара після ступені гальмування. Таким чином для встановленням протиюзного пристрою виникає необхідність модернізації пневматичної та електричної схеми пасажирського вагона. На рисунку 1 наведена пневматична схема модернізаії.

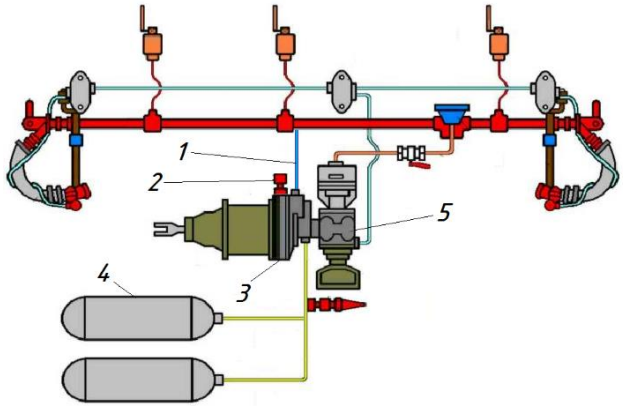


Рисунок 1 – Модернізована пневматична схема пасажирського вагона

Для виконання модернізації в пневматичну схему пасажирського вагона внутрішнього сполучення (рис.1) необхідно додатково встановити магістраль живлення 1, електропневматичний клапан 2, перемикальний пристрій 3 та додатковий запасний резервуар 4. Магістраль живлення 1 через додатковий перемикальний пристрій 3 після зниження тиску в гальмовій магістралі виконує підживлення запасних резервуарів 4 в обхід повітророзподільника 5. При виникненні заклинювання колісної пари встановлений клапан 2 отримуючи сигнал від протиюзного пристрою колісної пари короткостроково виконує

випуск стисненого повітря з гальмівного циліндра на 2-3 с. При цьому тиск в запасних резервуарах за рахунок перемикального пристрою 3 залишається рівним тиску в гальмівній магістралі. Після закриття електропневматисного вентилю 2 гальмівний циліндр підживлюється стисненим повітрям з запасного резервуару 4 через перемикальний пристрій 3.

Висновок. При виконанні запропонованої модернізації з встановленням протиюзного пристрою інерційної дії на вісях колісних пар пасажирських вагонів внутрішнього сполучення обладнаних візками типу КВЗ-ЦНИИ та повітророзподільником ум. №292 чи ум. №242 створюється система запобігання заклинювання колісних пар вагона під час гальмування, яка протидіє утворенню ковзунів на поверхні катання колісної пари.

Література

1. Гребенюк П.Т., Долганов А.Н, Скворцова А.И. Тяговые расчеты: Справочник под ред. П.Т. Гребенюка. Москва: Транспорт, 1987. 272 с.

2. Иноземцев В.Г., Гребенюк П.Т. Нормы и методы расчета автотормозов. Москва: Транспорт, 1971. 57 с.

3. Гребенюк П.Т. Правила тормозных расчетов. М.: «Интекст», 2004. 112 с.

4. Водянников Ю.Я., Свистун С.М., Макеева Е.Г. Методология пересчета тормозной эффективности одиночного вагона на тормозную эффективность поезда. // Залізн. трансп. України. 2014. № 2. С. 27-37.

5. Водянников Ю.Я., Сафронов А.М., Свистун С.М. Влияние времени наполнения тормозного цилиндра сжатым воздухом на тормозную эффективность пассажирского вагона. // Залізн. трансп. України. 2014. № 5. С. 3-8.

6. Водянников Ю.Я., Шелейко Т.В., Макеева Е.Г. Силы инерции при торможении пассажирского вагона. //Залізн. трансп. України. 2014. № 4. С. 3-8.

7. Сафронов А.М., Водянников Ю.Я., Макеева Е.Г. Тормозная эффективность грузовых вагонов. Методология расчетных и экспериментальных исследований с использованием математических моделей и компьютерного моделирования: монография. Кременчуг: ГП «УкрНИИВ», 2018. 173 с.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Чистоклетов К.Л. – магістрант, opat-22dm-63@snu.edu.ua
Михайлов Є.В. – к.т.н., доц., mihaylov.evv@gmail.com
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

ANALYSIS OF THE EXISTING TECHNOLOGY OF CONTAINER TRANSPORTATION

Chistokletov K. – master student, opat-22dm-63@snu.edu.ua
Mykhaylov E. – Ph.D., Associate Professor, mihajlov@snu.edu.ua
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The article is devoted to the analysis of the advantages and disadvantages of the existing technology of container transportation of goods. The main stages of this technology are analyzed. Performing some of these steps requires powerful lifting equipment. Possible areas of improvement of the existing technology of container transportation have been determined, which allow to avoid the need to purchase expensive and complex lifting equipment.

Keywords: *container transportation, technology, analysis, disadvantages and advantages, lifting equipment, infrastructure, areas of improvement.*

Актуальність теми. При здійсненні інтермодальних перевезень на дальні відстані перспективним способом доставки визнані контейнерні технології перевезення. Вони дозволяють виконувати безперевантажувальну доставку товарів від відправника до отримувача в опломбованому контейнері. При цьому виключаються навантажувально-розвантажувальні роботи з вантажами, що перевозяться, на шляху прямування. Тому, дослідження та вдосконалення технологій контейнерних перевезень є досить актуальним напрямом.

Мета дослідження полягає в проведенні аналізу переваг та недоліків існуючих контейнерних технологій та виявлення перспективних напрямків їх вдосконалення.

Основний текст. Контейнерні перевезення як прогресивна технологія доставки вантажів беруть свій початок з 1960-х років, коли був створений перший морський уніфікований контейнер. Розміри і характеристики пристосувань для запору дверей, пристроїв для закріплення контейнера (фітингів) та інші параметри були визначені Міжнародною організацією зі стандартизації ІСО (ISO).

При стандартній ширині та висоті великотоннажного контейнера 2,44 м відносно довжини використовується модульний принцип конструювання. Створено спеціальні контейнери, що відповідають стандарту ІСО: ті що складаються

(collapsable); розбірні (demountable); разові (expandable); контейнери для перевезення сипких (bulk containers), наливних (tank containers), швидкопсувних (insulated and refrigerated) та інших вантажів. Контейнер в даний час став представляти уніфіковану одиницю вантажної маси і одиницю транспортної роботи в інтермодальних перевезеннях [1]. Співвідношення контейнерів, які відповідають стандартам ISO, до інших зараз становить приблизно 86% до 14%.

Контейнерна технологія перевезень вантажів також дозволяє вирішити проблему механізації і автоматизації перевалочних операцій. Вона стала, по суті, одним з найважливіших напрямів технічного прогресу на транспорті [2].

Технічну базу системи контейнерних перевезень складають:

парк контейнерів,

рухомий склад, який використовується для перевезення контейнерів,

перевантажувальне обладнання та постійні споруди для перевантаження і вивантаження контейнерів, зосереджені на контейнерних теміналах.

На залізничному транспорті контейнерні термінали являють собою спеціалізовані станції. На морському та річковому транспорті це комплекси пристроїв, що включають відкриті майданчики для накопичення і групування дрібних відправок контейнерів, сортувальні майданчики, залізничні під'їзні шляхи, автопроїзди, склади затарки та розтарки контейнерів, вагові пристрої тощо [3].

Існуюча контейнерна технологія доставки вантажів у загальному випадку включає такі основні етапи:

1. завантаження вантажів у контейнер у вантажовідправника та пломбування його;

2. навантаження контейнера на автомобіль-контейнеровоз;

3. перевезення контейнера на термінальний комплекс;

4. зняття контейнера з автомобіля-контейнеровоза і штабелювання;

5. тимчасове зберігання контейнера на термінальному комплексі до подачі магістрального транспорту;

6. навантаження контейнера на магістральний транспорт;

7. переміщення контейнера на магістральному транспорті на другий термінальний комплекс;

8. вивантаження контейнера з магістрального транспорту та штабелювання;

9. тимчасове зберігання на термінальному комплексі;

10. навантаження контейнера на автомобіль-контейнеровоз;

11. перевезення контейнера на майданчик вантажоодержувача;

12. зняття контейнера з автомобіля;

13. перевірка пломб, зняття пломб і вивантаження вантажів із контейнера;

14. подача автомобіля-контейнеровоза;

15. навантаження порожнього контейнера на автомобіль -контейнеровоз;

16. перевезення порожнього контейнера на автомобілі-контейнеровозі вантажоотримувачу або на термінальний комплекс.

Вантажі можна завантажувати (розвантажувати) в контейнер двома способами: зі зніманням і без знімання його з платформи чи автомобіля-контейнеровоза. При використанні першого способу простої рухомого складу зменшуються, і вивантажувати вантажі з контейнера зручніше. Завантаження вантажу може виконуватися безпосередньо в цехах з доставкою туди контейнерів внутришньозаводським транспортом і механізмами. У клієнта організовується обмінний контейнерний пункт. Але цей спосіб досить рідко застосовується через відсутність у багатьох клієнтів дорогих спеціальних вантажопідйомних засобів, що дозволяють знімати контейнер з платформи чи автомобіля (рис. 1).

Застосування контейнерів дозволяє підвищити продуктивність праці в середньому в 4 ... 6 разів, а на морському транспорті – до 30 разів, в 7 ... 10 разів знизити собівартість перевантажувальних робіт, в 1,5 ... 2 рази скоротити витрати на тару і упаковку, істотно підвищити безпеку продукції що перевозиться, прискорити на 25 ... 30% доставку вантажів. Тобто, переваги системи контейнерних перевезень перекривають її недоліки – додаткові витрати на створення і утримання парку контейнерів, спеціалізованого рухомого складу та вантажопідйомного обладнання, а також на перевезення порожніх контейнерів і утримання обслуговуючого персоналу контейнерної системи [4, 5].



Рисунок 1 – Вивантаження контейнера з транспортного засобу

Але існуюча технологія контейнерних перевезень має ще один істотний недолік, який полягає у великій кількості технологічних етапів (16 етапів). Причому, для виконання деяких операцій необхідні контейнерні термінали з необхідним потужним вантажопідйомним устаткуванням. Придбання такого устаткування є достатньо витратним і може бути доцільним лише при наявності великих та стабільних контейнеропотоків. Це звужує можливості використання контейнерних технологій.

Тому, перспективним напрямком вдосконалення та підвищення ефективності контейнерних технологій перевезень є розробка та використання контейнерів перспективної конструкції, які б дозволяли здійснювати операції навантаження та вивантаження контейнера на/з платформи транспортного засобу без потужного стаціонарного вантажопідйомного устаткування. З урахуванням можливих проблем із стандартизацією таких контейнерів може бути доцільною розробка, адаптація та впровадження мобільного спеціалізованого навантажувально-розвантажувального обладнання, яке би дозволяло виконувати вантажні операції з контейнерами (наприклад, бічні контейнерні навантажувачі та контейнерні ліфти).

Висновки. Аналіз існуючої технології контейнерних перевезень свідчить, що для усунення її істотних недоліків було б доцільним використання контейнерів перспективної конструкції, або мобільного спеціалізованого навантажувально-розвантажувального обладнання, які б дозволяли здійснювати операції навантаження та вивантаження контейнера на/з платформи транспортного засобу без потужного стаціонарного вантажопідйомного устаткування. Це могло б істотно розширити можливості використання контейнерів, особливо при невеликих або мінливих контейнеропотоках.

Література

1. Контейнерні перевезення вантажів. URL: http://synergostrans.com/index.php?option=com_content&view=art icle&id=78&Itemid=199.

2. Москвиченко И.М., Балабанов А.О., Постан М.Я. Транспортная логистика и интермодальные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. Одесса: Астропринт, 2004. 67 с.

3. Container Transport System as a Means of Saving Resources / L. Soloviova, O. Strelko, S. Isaienko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Volume 459, Chapter 4. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/5/052070.

4. Андриенко М. Сучасні світові тенденції розвитку контейнерних перевезень на залізничному транспорті. // Залізничний транспорт: Зб. наук. праць КУЕТТ. Серія «Економіка і управління». К., 2005. Вип.7. С.151-161.

5. Окороков А.М. Аналіз перспектив розвитку ринку контейнерних перевезень в Україні. // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ. 2015. № 10. С. 98-102.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОСТІ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ

Чмих В.О. – студент, *chmuh_vo@gsuite.duit.edu.ua*
Бондаренко О.В. – студент, *bondarenko_ov@gsuite.duit.edu.ua*
Малюк С.В. – ст. викладач, *maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

ANALYSIS OF THE METHODS OF DETERMINING FAILURES OF BUSHING UNITS OF ELECTRIC LOCOMOTIVES

Chmykh V. – student, *chmuh_vo@gsuite.duit.edu.ua*
Bondarenko O. – student, *bondarenko_ov@gsuite.duit.edu.ua*
Maliuk S. – senior lecturer, *maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The work considers a set of measures designed to identify possible defects and malfunctions of bearing assemblies. Recommendations and measures aimed at increasing the safety of the movement of rolling stock in operation are proposed. The presence of failures and malfunctions is directly related to operating conditions, especially in the autumn-winter period. The most frequent malfunction in the operation of bearing assemblies is the watering of the lubricant, which leads to the loss of their properties. Any malfunction of the bearing assembly leads to its partial or complete failure. The activation of the systems of the multifunctional complex of technical means and safety posts often forces the wheelset to be rolled out and examined on a vibrodiagnostic stand.

Keywords: *vibration diagnostic stand, bearing unit, rolling stock, wheel pair, change of the friction coefficient, jamming of the bearing, automatic control of the technical condition of the railway rolling stock.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю аналізу методів та приладів виявлення несправності буксових вузлів локомотивів.

Метою роботи є узагальнення знань стосовно методів та пристроїв контролю технічного стану буксових вузлів локомотивів.

Щороку на залізницях України у поточний ремонт через нагрівання буксового вузла надходить велика кількість локомотивів. За досвідом експлуатації, в перший місяць експлуатації виходить з ладу близько 35% буксових вузлів, в першу чергу, через грубі порушення технології монтажу. У наступні місяці ростуть несправності за дефектами мастила, торцевого кріплення, пошкодження кілець підшипника, роликів і сепаратора. Значна частина несправностей буксового вузла пов'язані з підвищенням його нагрівання з різною інтенсивністю.

Існуюча система обслуговування рухомого складу включає періодичний огляд відповідальних вузлів локомотивів, їх технічний огляд та обслуговування на станціях та контроль у дорозі [1].

При візуальному огляді буксових вузлів на ходу поїзда за характерними зовнішніми ознаками можна виявити лише явні відмови букс. Виявити несправності букси з роликовими підшипниками на ранній стадії нагріву значно складніше, особливо візуально.

Контроль стану буксових вузлів в експлуатації на перегонах та підходах до пунктів технічного обслуговування проводиться наземними безконтактними засобами теплового контролю з інфрачервоного випромінювання від букс поїздів, що проходять. Фактично ці засоби є основними апаратними засобами контролю буксових вузлів на українських залізницях і більшості закордонних залізниць.

Дані системи контролю технічного стану рухомого складу дозволяють своєчасно виявляти несправності ходових частин рухомого складу, що з'являються в процесі експлуатації і, тим самим, попередити виникнення незворотних відмов, здатних призвести до аварій і катастроф [2].

У світовій практиці, як автоматизовані системи контролю, також використовується апаратура, принцип роботи якої заснований на сприйнятті чутливими елементами імпульсів інфрачервоного випромінювання від стінок корпусів поїзда, що рухається, з подальшим перетворенням цих імпульсів в електричні сигнали, їх обробкою та видачею інформації та розташуванням перегрітих букс у поїзді.

В даний час найбільш передовими закордонними засобами автоматизованого контролю належить апаратура компанії Servo Corporation of America (США), General Electric (США), CSEE (Франція), Hawker Siddeley Dynamics Engineering (Англія), TESLA (Чехія).

Незважаючи на спільність принципів роботи засобів автоматизованого контролю, ряд приладів мають якісні відмінності. Заслуговує на увагу апаратура компанії General Electric (США), яка має низку відмінних ознак, а саме: наявність високошвидкісного затвора, що відкриває приймач ІЧ-випромінювання тільки на час контролю кожної букси; формувачів теплових сигналів, які роблять апаратуру інваріантною до швидкості руху поїзда; температурної компенсації, що зменшує вплив температури навколишнього середовища на параметри вимірювальних сигналів [3].

Апаратура виявлення перегрітих буксів компанії CSEE (Франція) побудовано за принципом апаратури телевимірювання з видачею телеметричної інформації на самописець. Головна особливість цієї апаратури – вимірювання абсолютного значення температури задньої стінки корпусу букси та застосування як приймача ІЧ-випромінювання активного селективного

фотодіода, який складається з пластинки сурм'янистого індію, поміщеного в полі постійного магніту (фотогальваномагнітний ефект). Подібний приймач не вимагає джерела живлення (під дією ІЧ-випромінювання він сам є джерелом ЕРС), практично безінерційний (постійна часу менше 0,2 мкс) і низькоомний.

Однак, незважаючи на всі переваги засобів контролю буксових вузлів в дорозі, дана апаратура здатна визначати несправність букс тільки за непрямими ознаками, тобто за критичною температурою нагріву.

При виході з ладу локомотива по нагріванню буксового вузла неможливо зі 100% гарантією сказати (якщо немає явних зовнішніх ознак), що в буксі є той чи інший дефект. Як правило, причина нагріву встановлюється в процесі демонтажу «аварійного» буксового вузла та інструментального обміру його деталей та складальних одиниць.

В умовах ремонтного виробництва для виявлення прихованих дефектів передбачена вібродіагностика буксових вузлів колісних пар на установках типу УДП-85, ОМСД-2, МПП-93, УДП-2000 та ін. на ділянках вхідного контролю при проміжній ревізії букс та на ділянках вихідного контролю – після складання буксових вузлів в умовах колісно-роликових цехів локомотиворемонтних депо. Принцип дії апаратури заснований на статистичному аналізі параметрів вібрації корпусів букс колісної пари, що обертається на стенді із заданою швидкістю.

Установки вібродіагностики забезпечують ймовірність правильного діагностування – не менше 85 % і здатні виявляти приховані дефекти та пошкодження підшипників кочення: тріщини кілець, раковини та лущення на доріжках кочення кілець та роликів, рифлення та пошкодження торців роликів (ялинка), відколи бортів кілець, злами перемичок сепараторів, які в експлуатації є причиною перегріву та відмов буксових вузлів [4].

Статистичне моделювання напрацювання вантажних вагонів до першої відмови у міжремонтному періоді показує, що відчіплення вагона між плановими ремонтами є практично достовірною подією. Математичне очікування напрацювання по граничному зносу елементів (гребенів, фрикційного клина і т.д.) становить близько 90 тис.км.

У зв'язку з чим з метою профілактики раптових відмов та визначення прихованих (накопичених у процесі експлуатації) дефектів стає актуальною задачею діагностики найбільш відповідальних вузлів та деталей вагона при виробництві поточного ремонту.

Службою локомотивного господарства проводиться постійний моніторинг та аналіз причин відмов буксових вузлів локомотивів. Пильну увагу приділяють тим «аварійним» буксам, які були виявлені засобами автоматизованого контролю на стадії руйнування.

Відомо, що момент виникнення нагріву буксового вузла в більшості випадків є випадковою подією, тому досить серйозно впливає графік руху поїздів. З метою визначення рівня передбачуваності кількості відчіпок вагонів через нагрівання буксового вузла службою локомотивного господарства виконано прогнозування цього показника із застосуванням сезонних компонентів.

Висновок. сучасних засобів моніторингу технічного стану букс дозволить створити передумови для накопичення інформації щодо встановлення фактичного ресурсу підшипників до появи дефектів. Також створить можливість оптимізації поточного ремонту, тобто можливість вчасно виконувати ремонт букових вузлів, що в свою чергу призведе до зменшення виникнення аварій на залізниці.

Література

1. Капица М.І. Розвиток наукових основ удосконалення систем утримування тягового рухомого складу: авт. дис. ... д. т. н.: 05.22.07. Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. 40 с.

2. Боднар Б.Є., Капіца М.І., Крячко В.О. Оцінка впливу контролепридатності на систему утримування локомотивів за технічним станом. // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. Луганськ, 2002. № 6(52). С. 148-152.

3. Fee M., Anderson G. Optimierungspotenziale bei der Stationierung von Hei l uferortungsanlagen. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau Preventive medicine for bearings. //Railway Age. 1995. № 54. P. 70-73.

4. Кравченко, В.М., Сидоров В.А., Седуш В.Я. Технічне діагностування механічного обладнання: підруч. Донецьк: ТОВ Юго-Восток, Лтд, 2007. 447 с.

СЕКЦІЯ 2: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

SECTION 2: ELECTRICAL ENGINEERING

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ З КОЛЕКТОРНИМ І АСИНХРОННИМ ПРИВОДОМ

Єрошин І.Г. – студент, *yoroshin_ig@gsuite.duit.edu.ua*
Малюк С.В. – ст. викладач, *maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

CRITERIA FOR ASSESSING THE ENERGY EFFICIENCY OF AC ELECTRIC LOCOMOTIVES WITH COLLECTOR AND ASYNCHRONOUS DRIVE

Yeroshyn I. – student, *yoroshin_ig@gsuite.duit.edu.ua*
Maliuk S. – senior lecturer, *maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper considers the criteria for evaluating the energy efficiency of AC electric locomotives with direct current collector traction motors and with AC asynchronous motors in traction and regenerative braking modes. The content of the soft and hard traction and braking characteristics of the electric locomotive is disclosed. The reasons for the better energy efficiency of electric locomotives with collector traction motors compared to asynchronous ones are revealed. The opinion on the value of the optimal power of the traction engine on an AC electric locomotive is presented.

Keywords: *energy efficiency, AC electric, locomotives, asynchronous motors, collector traction, power.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю аналізу та узагальнення відомостей про асинхронний та колекторний тяговий привід.

Метою роботи є розгляд переваг та недоліків колекторного та асинхронного тягових приводів електровозів змінного струму, дати порівняльну оцінку їх властивостей, показати вплив тягових характеристик на характеристики потужності, а отже, і на витрати електроенергії в режимі тяги.

При веденні на залізницях вантажних поїздів великої маси і довжини різко стоїть проблема підвищення надійності, безпеки і енергоефективності

електровозів і, зокрема, електровозів змінного струму. Найбільш важлива економічна роль, в цьому питанні, набуває проблема підвищення енергоефективності роботи електровозів. У зв'язку з цим робота електровоза змінного струму по її забезпеченню повинна супроводжуватися оцінкою його експлуатації за такими критеріями:

1. Електровоз повинен мати високий коефіцієнт потужності, який визначається в основному роботою перетворювачів електровоза в режимах тяги і електричного рекуперативного гальмування;

2. Електровоз повинен мати такі регулювальні можливості реалізації тягових і гальмівних характеристик, при яких забезпечується найменша витрата електричної енергії із мережі в режимі тяги і найбільше її повернення в мережу в режимі електричного рекуперативного гальмування [1].

Якщо ці два критерії виконуються, то такий електровоз має більше переваг перед другими на право его експлуатації. Чому так гостро ставиться це питання? Справа в тому, що сьогодні сучасний багатосекційний електровоз змінного струму являє собою дорогий пристрій великої потужності (більше 1 МВт) і споживає велику кількість електричної енергії (десятки мільйонів кВт ч) в рік. В цілому електровоз є дуже складною технічною системою, що містить велику кількість силового і керованого обладнання, що працює на сучасній механічній, електричній і електронній базі. Все це показує, що локомотивне господарство залізниць витрачає досить велику кількість коштів на їх експлуатацію. Виходячи із цього, дуже важливо, щоб експлуатаційні витрати на його роботу були як можна меншими, особливо витрати електроенергії на тягу поїздів.

Виконання розглянутих критеріїв визначає вимоги до вибору виду тягового електроприводу (колекторного або асинхронного) для вантажних електровозів змінного струму.

У разі вибору колекторного приводу вимога щодо досягнення у електровоза високих значень коефіцієнта потужності величиною не менше 0,95 та корисної дії не менше 0,86 сьогодні можна виконати лише на шляху використання у сучасних електровозах нових перспективних силових випрямно - інверторних перетворювачів (ВІП) та випрямляючих установок збудження (ВУЗ) на основі застосування силових IGBT-транзисторів [2].

Вимога у електровоза з колекторним приводом у діапазоні середніх і високих швидкостей регулювальних здібностей, при яких забезпечується менша витрата електричної енергії з мережі в режимі тяги і більша її повернення в мережу в режимі рекуперативного гальмування виконується тим, що електровоз повинен мати велику кількість нефіксованих м'яких тягових $F = f(V)$ та гальмівних $B = f(V)$ характеристик при незмінному значенні напруги

двигуна на кожній такій позиції [3]. Причому електровоз може працювати довго залишаючись на одній і тій же характеристиці при зміні величини швидкості у досить великому її діапазоні (20-30 км/год). М'які тягові характеристики мають обернену пропорційну квадратичну залежність між силою тяги F та швидкістю руху електровоза, коли збільшення швидкості в два рази призводить до значного зменшення сили тяги (вчетверо) і т.д., а при зменшенні швидкості все відбувається навпаки. Такі м'які характеристики дозволяють здійснити в зоні низьких та середніх швидкостей руху вантажного поїзда важким профілем колії зручний закон регулювання сили тяги із збереженням її максимальних значень за рахунок зниження швидкості до допустимої величини. Це дуже важливий чинник можливості електровоза з подолання підйомів великої крутості (наприклад, на гірських профілях шляху). При цьому споживання електроенергії електровозом дещо підвищується за рахунок реалізації підвищених значень сили тяги Такі нефіксовані тягові характеристики дозволяють створювати автоматичну регульовану тягову характеристику електровоза, при якій із збільшенням швидкості зменшується споживана електровозом потужність з мережі, а значить і зменшується витрата електроенергії на тягу поїзда. Нефіксовані м’які гальмівні характеристики мають прямо пропорційну залежність між силою гальмування та швидкістю руху. Такі гальмівні характеристики дозволяють зі збільшенням швидкості збільшувати потужність генераторів електровоза, а значить і збільшувати повернення електроенергії у мережу при застосуванні рекуперативного гальмування.

У разі вибору асинхронного приводу, вимога щодо досягнення у електровоза високих значень коефіцієнта потужності величиною не менше 0,95 і корисної дії не менше 0,86 можна здійснити з допомогою застосування перетворювачів частоти, що складаються з керованих випрямляча та автономного інвертора, виконаних на основі застосування силових IGBT-транзисторів. Однак вимога щодо досягненню у цього електровоза в режимі тяги та рекуперативного гальмування регулювальних здібностей в діапазоні середніх та високих швидкостей, за яких відповідно забезпечувалася б найменша витрата електричної енергії з мережі та найбільше повернення електроенергії в мережу, не виконується через відсутність у асинхронного двигуна нефіксованих м'яких тягових та гальмівних характеристик при конкретних значеннях частоти струму та напруги в статорних обмотках [4]. Ці нефіксовані характеристики двигуна є жорсткими та електровоз не може здійснювати автоматичне регулювання швидкості, перебуваючи на одній і тій же характеристиці, на відміну м’яких характеристик колекторного приводу. Для здійснення регулювання швидкості руху система автоматичного

управління електровозу повинна при кожній невеликій зміні величини швидкості змінювати пропорційно один одному величину частоти струму та напруги в статорних обмотках асинхронного двигуна та перекладати електровоз таким чином на іншу подібну характеристику. В результаті дії такого механізму електровоз набуває автоматичні регульовані тягові та гальмівні характеристики, які при збільшенні швидкості призводять до сталості або деякого підвищення величини потужності електровоза в режимах тяги та рекуперативного гальмування, що збільшує відповідно для нього як витрата електроенергії з мережі, і повернення їх у мережу.

Висновок. На підставі викладеного можна зробити висновок, що сьогодні у світі найбільш перспективними та задовольняючим вимогам енергетичної ефективності, працездатності та безпеки є електровози змінного струму з колекторним приводом, які за короткий час можуть бути модернізовані новими ВІП та ВВВ із застосуванням IGBT – транзисторів. Вартість таких модернізованих електровозів у рівних умовах порівняно буде значно нижчою (більш ніж у 2 рази), ніж нові електровози з асинхронним приводом.

Література

1. Петренко, О. М., & Любарський, Б. Г. Визначення ефективності електрорухомого складу. Основні положення та підходи. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2015. (6). С. 8-13.

2. Муха А.М. Уніфікація як критерій порівняльної оцінки структурних схем тягового перетворювача для багатосистемного електровоза. // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2009. №29. С. 71-75.

3. Любарский Б.Г. Теоретичні основи для вибору та оцінки перспективних систем електромеханічного перетворення енергії електрорухомого складу. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.09. - «Електротранспорт». Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків, 2014. 368 с.

4. Петренко О.М., Доманський І.В., Любарський Б.Г. Методика оптимізації режимів роботи асинхронного тягового приводу рухомого складу. // Механіка та машинобудування. 2016. №1. С. 59-67.

УТИЛІЗАЦІЯ НАДЛИШКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ В ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

Камінський Р.В. – аспірант, *kaminskyjj270396@gmail.com*
Магалашвілі Н.Д. – аспірант, *onazikus98@gmail.com*
Шведчикова І.О. – д.т.н., проф., *shvedchykova.io@knutd.edu.ua*
Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, м. Київ

UTILIZATION OF EXCESS POWER IN HYBRID POWER SUPPLY SYSTEMS

Kaminskyi R. *– Postgraduate student, kaminskyjj270396@gmail.com*
Mahalashvili N. *– Postgraduate student, onazikus98@gmail.com*
Shvedchykova I. *– Doctor of Technical Sciences, Professor, shvedchykova.io@knutd.edu.ua*
Kyiv National University of Technology and Design
Ukraine, Kyiv

The paper deals with the main options of power excesses control in hybrid electric power systems based on a photovoltaic battery and a wind generator with storage batteries, which work autonomously. The following approaches to power control were considered: scheduling of load, Grid-to-Vehicle (G2V) ma Vehicle-to-Grid (V2G) V2G/G2V technologies, fuel cells, heat/thermal storage, dump load. It was determined that in order to achieve a power balance in the hybrid power supply system, it is advisable to use a regulated storage boiler for domestic consumers.

Keywords: *hybrid power supply system, photovoltaic battery, regulated thermal storage, domestic consumer.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в гібридних системах електроживлення на основі фотоелектричної батареї (ФБ) та/або вітрогенератора (ВГ) з акумуляторними батареями (АКБ), які працюють автономно, основною проблемою є надлишкова потужність, яку потрібно контролювати [1].

Контроль надлишкової потужності також важливий для підключених до розподільної мережі гібридних систем за умови відсутності можливостей скидання надлишків електричної енергії до мережі, передусім надлишків генерації ФБ у період весна – літо.

Метою роботи є визначення можливостей контролю надлишкової потужності в гібридній системі електроживлення за відсутності генерації електроенергії в розподільну мережу.

За даними [2] виокремлюють такі опції контролю надлишкової потужності в гібридних системах електроживлення:

планування навантаження або контроль попиту, який передбачає прогнозуваннягенерації ФБ та/або ВГ з використанням алгоритмів керування попитом на електроенергію;

Grid-to-Vehicle (G2V) та Vehicle-to-Grid (V2G) V2G/G2V технології з двостороннім використанням електромобілів, як для підзарядки, так й в якості додаткового джерела живлення;

використання паливних елементів та насосних накопичувачів, які збільшують кількість накопиченої енергії, але не завжди вирішують проблему корисного використання надлишкової потужності в автономній системі;

скидання навантаження (damp load); навантаження, що скидається, також має назву фіктивного або відволікаючого навантаження;

термоакумуляція або контроль потужності з використанням охолодження або нагрівання.

Ефективним рішенням стосовно використання надлишкової енергії, що не може бути спожита навантаженням і накопичена зарядженим АКБ, може бути термоакумуляція, яка передбачає використання регульованого накопичувального бойлера [3]. Вирішення цього питання можливо, якщо потужність, що споживається бойлером, буде регульованою, і її значення буде задаватися відповідними регуляторами системи управління.

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлено, що для утилізації надлишкової потужності в гібридній системі електроживлення знайшли застосування різні підходи (планування навантаження, фіктивне навантаження тощо). Для побутового споживача контроль надлишкової потужності доцільно проводити з використанням регульованого накопичувального бойлера.

Література

1. Shavolkin, O., Shvedchykova, I., Kolcun, M., Medved', D. (2022). Improvement of the Grid-Tied Solar-Wind System with a Storage Battery for the Self-Consumption of a Local Object. *Energies 2022*, 15, 5114. https://doi.org/10.3390/en15145114.

2. Zelba, M., Deveikis, T., Barakauskas, J., Baronas, A., Gudžius, S., Jonaitis, A., Giannakis, A. A Grid-Tied Inverter with Renewable Energy Source Integration in an Off-Grid System with a Functional Experimental Prototype. *Sustainability* 2022, 14, 13110. https://doi.org/10.3390/su142013110.

3. Jingze Yang, J. Yang, Zhen Yang, Z. Yang, & Yuanyuan Duan, Y. Duan. (2022). Capacity optimization and feasibility assessment of solar-wind hybrid renewable energy systems in China. *Journal of cleaner production, 368*, 133139. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133139.

4. Музиченко Д.А., Шавьолкін О.О. Гібридна фотоелектрична система електроживлення локального об'єкту з акумулятором та регульованим накопичувальним бойлером. // Матеріали IV Всеукраїнської інтернет-конференції здобувачів вищої освіти, молодих вчених та викладачів «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку», 17-18 листопада, 2022, Київ. С. 64-65.

STUDY OF THE OPTIONAL OPTION OF THE MEASURING CELL FOR DETERMINING THE DIELECTRIC PERMEABILITY OF MULTICOMPONENT MIXTURES

Mardziavko V. – assistant, vitalijmardzavko@gmail.com
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

In order to increase the efficiency and level of automation of plants for processing the seeds of agricultural plants in strong electric fields, the problem of determining the electrophysical properties of both the seed mass and each component arises. To solve this problem, the work defines a method for assessing the dielectric constant of the seed substance, since the most common methods are the dielectric constant of a mixture (for seeds of agricultural plants, air and the actual seed). A comparative analysis of the constructions of measuring cells for determining the dielectric constant was also carried out, and the feasibility of using a measuring cell with compensating electrodes was determined.

Keywords: *multicomponent mixture, dielectric constant, Kraft effect, electric potential, capacitor*

Relevance of work. During the development and design of electrotechnological installations for the processing of seeds of agricultural crops in which the technological process is implemented by electric discharge technologies, a problem arises in determining the characteristics of the working environment. In particular, it is necessary to know the value of the dielectric constant of the product and its components, as these parameters significantly affect the parameters of the chamber for product processing and, from time to time, the parameters of the installation. Currently, there are methods that allow determining the dielectric constant of heterogeneous media with sufficient accuracy. However, there is a problem in determining, with sufficient accuracy, the dielectric constant of the components of multicomponent mixtures.

The purpose of the development is to determine the parameters of the measuring cell for determining the dielectric constant of multicomponent mixtures for studying the dielectric constant of agricultural crop seeds.

Research results. During the development and design of electrotechnological installations for the processing of agricultural products, in which the technological process is implemented by electric discharge technologies, there is a problem in determining the characteristics of the working environment. In particular, it is necessary to know the value of the dielectric constant of the product and its components.

The cell for measuring the dielectric constant is a capacitor, and the accuracy of the measurement depends on the accuracy of determining the capacitance of the

capacitor and reducing the parasitic capacitance. However, the formula for the capacitance of a planar capacitor is strictly valid only for an ideal planar capacitor with an infinite surface area.

In a real capacitor with a finite area of the covers, there is an edge effect - displacement of the field (Fig. 1). In this work, it is proposed to use a capacitor with an additional electrode to eliminate the edge effect.

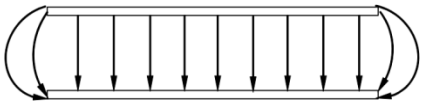


Figure 1 - Edge effect in a flat capacitor

The simulated design of the developed measuring cell is shown in Fig. 2.

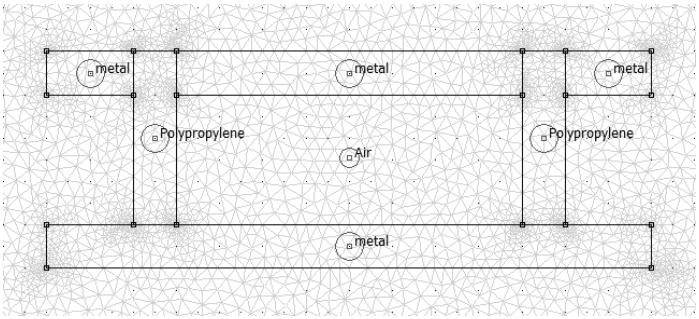


Figure 2 - Modeling of the measuring cell using the FEMM 4.2 package

In order to confirm the feasibility of using this design, it is necessary to determine the characteristics of the electric field in the measuring capacitor.

To solve the problem, the numerical method of upper relaxation was applied [1]. The software [2] implemented on the basis of this method was successfully used to analyze the operation of various nodes of high-voltage equipment. In the Cartesian coordinate system:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\varepsilon\frac{\partial\varphi}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\varepsilon\frac{\partial\varphi}{\partial y})=0, \qquad (1)$$

whereσ - specific electrical conductivity of the environment; $\varepsilon = \varepsilon_r\varepsilon_0$ – dielectric constant; x, y are Cartesian coordinates.

According to the known potential distribution, the electric field intensity vector E and its modulus are determined using the equations:

$$\overline{E}=-grad\varphi=-\left(\bar{r}\frac{\partial\varphi}{\partial x}+\bar{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right), \qquad (2)$$

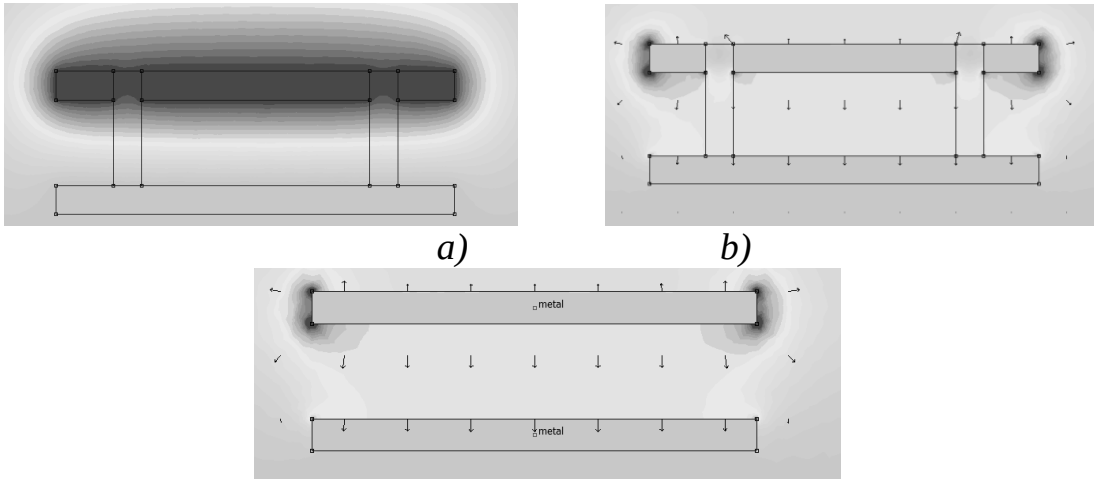
$$|E|=\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2\right]^{0.5}. \qquad (3)$$

The triangles on the diagram (Fig. 2) show the division of the computational domain by the finite element mesh.

For an unambiguous solution to the problem, Dirichlet boundary conditions

were set with a zero value of the potential on all outer boundaries of the calculation area (Fig. 2). The electrical potentials of the electrodes of the measuring cell in relative units had values of one (on the upper electrodes) and zero (on the lower electrode).

The simulation results of the spatial distribution of the electric potential in the volume of the discharge chamber between the high-potential and low-potential electrodes, obtained using the upper relaxation method [3], coincide with the simulation results obtained using the FEMM4.2 object-oriented package and are shown in Fig. 3, a.



a) *b)*

c)

Figure 3 – Distribution of electric potential in the volume of the measuring cell (a), in the volume of the measuring cell without compensating electrodes (b), in the volume of the measuring cell with compensating electrodes (c)

In fig. 3, b shows the distribution of the electric field strength in the volume of the measuring cell without compensating electrodes, and Fig. 3, c also shows the distribution of the electric field strength in the volume of the measuring cell with compensating electrodes.

Conclusion. When analyzing the mathematical modeling of the electric field intensity distribution, it should be noted that the use of additional compensating electrodes leads to an increase in the uniformity of the characteristics of the electric field in the volume of the measuring cell, and therefore increases the accuracy of determining the capacitance, and reduces the influence of parasitic capacitances on the measurement result. Therefore, it should be noted that the proposed electrode system of the measuring cell allows to minimize the edge effect and carry out measurements with sufficient accuracy.

R e f e r e n c e s

1. K. Dubovenko, «Information base of automated design of compact pulse electrical systems», *Electric power and electromechanical systems*, vol. 5, no. 3, pp. 194-201, 2006.

2. S.B. Jones and S.P. Friedman, «Particle shape effects on effective permittivity», *Water resources research*, vol. 36, no. 10, pp. 21–33, 2010.

3. O. Bereka, «Study of the specific electrical conductivity of the seed mass in electric fields of high voltage», *Proceedings of the Tavrii State Agrarian University*, vol. 8, no. 7, pp. 13–17, 2017.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА

Пісоцький А.В. – аспірант, a.pesotskii@gmail.com
Шведчикова І.О. – д.т.н., проф., shvedchykova.io@knutd.edu.ua
Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, м. Київ

ANALYSIS OF APPROACHES TO ASSESSMENT THE EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF THE HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM OF A LOCAL FACILITY

Pisotskii A. – *Postgraduate student, a.pesotskii@gmail.com*
Shvedchykova I. – Doctor of Technical Sciences, Professor, shvedchykova.io@knutd.edu.ua
Kyiv National University of Technology and Design
Ukraine, Kyiv

The paper deals with the main approaches to determining the criteria for evaluating the operation of a hybrid power supply system of a local facility based on a photovoltaic battery and/or a wind turbine with storage batteries and with a connection to the distribution grid. It is shown that the indicator of the minimum cost of electricity produced by the system found the most widespread use. A brief analysis of the software products for the general evaluation of the operation of the hybrid power supply system was carried out. The use of the cost reduction factor for operational evaluation of the functioning efficiency of the hybrid power supply system is substantiated.

Keywords: *hybrid power supply system, photovoltaic battery, wind turbine, coefficient of cost reduction, local facility.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в сучасних умовах набирає обертів тенденція поширення підключених до розподільної мережі гібридних систем на основі фотоелектричної батареї (ФБ) та/або вітрогенератора (ВГ) з акумуляторними батареями (АКБ) для використання на локальних об'єктах (ЛО) відносно невеликої потужності (до 20-50 кВт). Актуалізація цієї тенденції пов'язана з необхідністю налагодження електропостачання ЛО військового

призначення (намети, блок-пости, тилові бази, сховища матеріалів тощо) та об’єктів цивільної інфраструктури через екстремальні умови, що склалися в енергетиці України. Проблему забезпечення енергетичної безпеки ЛО різного призначення можна розв’язати шляхом розробки структури та механізму реалізації гібридних систем, за яких забезпечується найбільш ефективне функціонування об’єкта.

Метою роботи є аналіз існуючих підходів для здійснення оцінки витрат на рівні локального об’єкту за споживану з розподільної мережі електроенергію в залежності від параметрів та режимів роботи обладнання гібридної системи електроживлення.

Гібридна система електроживлення є електричною системою, що містить більше одного джерела енергії, серед яких принаймні одне є відновлюваним (ВДЕ). Зазвичай оптимальна структура гібридної системи електроживлення обирається у відповідності до таких критеріїв, як мінімальна вартість електроенергії, що виробляється системою; ймовірність втрати електропостачання [1].

В багатьох роботах для оптимізації структури гібридної системи пропонуються еволюційні алгоритми, зокрема генетичні алгоритми [2], та різні програмні продукти. Найбільш поширеним для оцінки загальної поведінки гібридної системи є наступні програмні продукти:

HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable), розроблений Національною лабораторією з відновлюваної енергії США (NREL). За допомогою програми моделюється фізична поведінка системи енергопостачання та вартість її життєвого циклу, яка є сумою капітальних та експлуатаційних витрат. Такі варіанти систем, як блоки розподіленої генерації (DG), автономні або підключені до мережі системи постачання для віддалених районів також можна оцінити за допомогою HOMER. HOMER призначений для подолання проблем аналізу та проектування мікромереж, виникаючих через велику кількість варіантів та невизначеність ключових параметрів, таких як зростання навантаження або ціни на паливо. Основними інструментами в HOMER є моделювання, оптимізація та аналіз чутливості [3];

Hybrid2, розроблений центром енергоефективності та відновлюваної енергії США (CEERE) та дозволяє вивчати різні гібридні системи. Hybrid2 – це імовірнісна / часова комп’ютерна модель, що використовує часові ряди для навантажень, швидкості вітру, сонячного світла, температури та системи живлення, розробленої або обраної користувачем. Програма містить також інструмент для виконання детального довгострокового економічного аналізу [1];

RAPSIM (Remote Area Power Supply Simulator) здійснює безкоштовне моделювання мікромережі з відкритим кодом; здатний імітувати підключені до

мережі або автономні мікромережі з сонячною, вітровою або іншою відновлюваною енергією. Програмне забезпечення розраховує потужність, що генерується кожним джерелом мікроматриці, а потім виконує аналіз потоку електроенергії. Це програмне забезпечення корисне для оптимального розміщення розподіленого виробництва одиниць у мікромережі [1].

Кінцевою метою функціонування ЛО є вибір таких параметрів та режимів роботи ФБ, ВГ, АКБ, за яких навантаження ЛО споживає мінімальну кількість електроенергії W_g з розподільної мережі при максимальному використанні енергії W_R ВДЕ при заданому користувачем графіку навантаження. Тому для оперативної кількісної оцінки ефективності функціонування ЛО пропонується використовувати коефіцієнт зменшення витрат k_E, який розраховується за виразом [4]

$$k_E = W_L / W_g, \tag{1}$$

де $W_L = \sum_0^{24} P_{Li} \Delta t_i$ – загальна енергія, що споживається навантаженням за добу.

Наприклад, якщо припустити, що вся енергія від ВДЕ повністю використовується на споживання, знехтувати зарядом АКБ від мережі, що характерно для зимової генерації ВДЕ або в похмуру погоду, то коефіцієнт k_E за умови одноставкового тарифу оплати за електроенергію може бути розрахований за виразом [4]

$$k_E = \frac{W_L}{W_g} = \frac{W_L}{W_L - W_R \eta_C}, \tag{2}$$

де η_C – загальний ККД перетворювача напруги ВДЕ та мережевого інвертора.

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлено, що для оцінювання ефективності функціонування гібридної системи електроживлення знайшли використання декілька підходів. У більшості досліджень моделювання та оптимізація гібридної системи здійснюється за критерієм мінімальної вартості виробленої електроенергії. Для оптимізації роботи системи також знайшли застосування еволюційні (генетичні) алгоритми та програмне забезпечення, зокрема HOMER, Hybrid2, RAPSIM. Показано, що для отримання оперативної кількісної оцінки ефективності функціонування ЛО доцільно використовувати коефіцієнт зменшення витрат k_E за споживану з розподільної мережі електроенергію.

Література

1. Kartite Jihane, Cherkaoui Mohamed. (2019). Study of the different structures of hybrid systems in renewable energies: A review. *Energy Procedia*, vol. 157, 323-330. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.197.

2. Bisht, V.S., Joshi, N., Jethi, G.S., Bhakuni, A.S. (2021). A Review on Genetic Algorithm and Its Application in Power System Engineering. In: Malik, H., Iqbal, A., Joshi, P., Agrawal, S., Bakhsh, F.I. (eds) Metaheuristic and Evolutionary Computation: Algorithms and Applications. *Studies in Computational Intelligence*, vol 916. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7571-6_5.

3. Mikita M., Kolcun M., Vojtek M., Čonka Z. (2015). Simulation of Stand Alone Hybrid Renewable System for Model House. The 8th International Scientific Symposium ELEKTROENERGETIKA, 16-18. 9. 2015. Stara Lesna, Slovak Republic. 484-487.

4. Shavolkin, O., Shvedchykova, I., Kolcun, M., Medved', D. (2022). Improvement of the Grid-Tied Solar-Wind System with a Storage Battery for the Self-Consumption of a Local Object. *Energies 2022*, 15, 5114. https://doi.org/10.3390/en15145114.

AUTOMATIC BATTERY PACK SPOT WELDING MACHINE DESIGN AND TEST

Racewicz S. – Doctor of Technical Sciences, Assistant professor,
szymon.racewicz@uwm.edu.pl
Fijałkowski R. – Master of Science, *rfijakowski77@gmail.com*
University of Warmia and Mazury in Olsztyn
Poland, Olsztyn

The paper presents the design and construction of an automatic spot welding machine. The machine was constructed in order to investigate the influence of the spot welding parameters on the quality of welded joints. As the studied samples, the cells type 18650 and the cell packaging nickel plated steel tape 8 mm x 0,15 mm were chosen. The impact of the spot welding time parameters on the welds strength was studied. The breaking force was measured by the self-designed and constructed strength testing machine. After series of tests with different spot welding process parameters the final conclusions were formulated.

Keywords: *battery cell, battery pack, e-bike, spot welding, spot welding machine, quality analysis.*

Relevance of the work is conditioned by the growing interest in electric vehicles and transport among the people what leads to an increase in self-designed and constructed personal transport devices like electric skateboards, scooters or bikes.

Research Purpose is to investigate the possibility of construction the automatic spot welding machine for battery packs production in home conditions as well as to analyse the quality and strength of the welds made.

Nowadays, there are many solutions available on the market which allow to build for example the so-called e-bike [1]. Very often, the most expensive part of the

conversion kit is the battery. That is why a lot of users makes the battery pack themselves, using available battery cells, usually 18650 type [2]. The spot resistance welding process consists in the flow of high-intensity current at the contact points of the electrodes with the joined materials [3]. In general, resistance welding process is very complex and requires consideration of many factors, e.g. maximal current, pulses duration, pressing force, geometry of the electrodes, etc. Nevertheless, because of its high efficiency, it is widely used for battery cells packaging. However, the welds quality is crucial for a safe operation of an electric vehicle. Breaking of contact between cell and packaging tape can cause a short-circuit and, as a consequence, an uncontrolled fire. Such a fire is very difficult to extinguish as the power density of the battery pack can reach up to 270 Wh/kg for lithium-ion cells. It is therefore interesting to verify the quality and strength of the welds made with the home-made automatic spot welding machine.

For the automatic battery cell welding device, the following assumptions were made:

a) automation of the cell packaging process,
b) low cost of the construction,
c) moving work table,
d) possibility of automatic welding of packages containing maximum 30 cells,
e) welding speed about 6 cells/min,
f) repeatability of the welding process,
g) adaptation to the 18650 type cell size standard,
h) adjustable welding time and number of welds per cell,
i) two operating modes: automatic and semi-automatic,
l) thickness of the packaging strip 0.1 mm.

One of the most important elements of the welder construction is the welding head. Most designs of automatic welders use pneumatic actuators to drive the heads. Nevertheless, one of the biggest disadvantages of such a solution is the need for access to a compressed air source. In the presented project, the movement and the correct pressure of the electrodes to the welded surfaces was ensured by a properly selected pushing electromagnet. The pressure force is crucial to assure process quality and to avoid process disruptions, e.g. expulsions [4]. The electrodes power supply was realised by a transformer obtained from a microwave oven to minimize the project costs. The original secondary winding was replaced with the conductor with a much larger cross-section (32 mm^2). This modification provided a significant increase in output current at a lower voltage. The welding current measurement performed using a power quality analyser HIOKI E.E. Corporation showed the peak-to-peak current equal to 1820 A, what gives 643.5 A of RMS current. Figure 1 shows the designed device on the measuring stand.



Figure 1 – Automatic spot welder device (at the left) on the measuring stand

In order to automate the entire welding process, the Arduino Nano controller was used. The welding parameters should be selected depending on the thickness and type of the welded materials. They can be divided into three groups: soft, medium and hard depending on the relation of the pulse duration to the current intensity [5].

The research methodology was as follows: First, several samples of welded joints were prepared using different time pulses set on the automatic spot welding machine. Second, the breaking force for each sample was measured with the self-designed and constructed strength testing machine. The obtained results were then analysed to find the optimal time pulses values in terms of mechanical strength of the welds. The constructed welder was designed for welding battery cells of type 18650 using two welding time pulses, what is a common practice [6]. The pause time between the two consecutive current pulses was equal to 100 ms. Figure 2 shows the breaking force measuring device and the exemplary sample made of material from used 18650 cells.

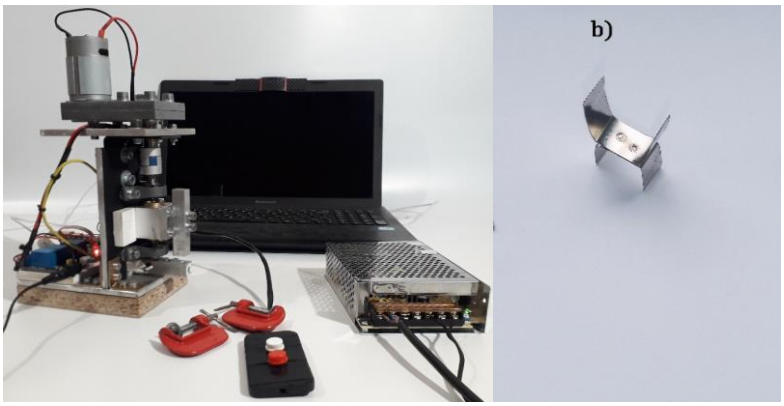


Figure 2 – Breaking force measuring device and exemplary sample (b)

After series of tests performed for the samples prepared with different current pulses durations, one can observe that the preheat current pulse (t_1) has a more significant influence on the welds strength than the second pulse (t_2). Figure 3 presents the mean breaking force for 10 exemplary samples.

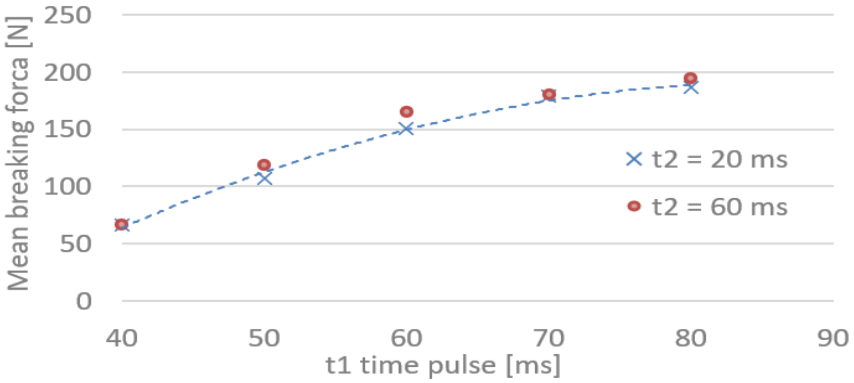


Figure 3 – Mean breaking force values for welds samples

One has to notice that when the time of a single pulse is greater than 120 ms, the cell temperature increases by about 5 °C what has a negative effect on the cell [7]. Therefore, for the double pulse welding mode, a safe cell welding time limit for the first heating pulse was adopted as t_1 = 80 ms. Moreover, some of the tests showed that exceeding a specified heating time and hence excessive heating of the cell surface leads to its damage in form of burnouts. These critical time values depend on the cell surface material and thickness.

Conclusions. The research revealed that the preheat pulse time value has much greater impact on the welds strength than the second current pulse. The maximum breaking force obtained during the tests was equal to 194.56 N for the current pulses t_1 = 80 ms and t_2 = 60 ms. Such a weld has a sufficient mechanical strength for the battery pack construction purpose. Another important observation was the electrode pressure influence. During the sample preparation, some visible surface defects in form of burns and uneven weld shapes were observed when the packaging tape on the surface of the cell was not carefully placed and pressed. Therefore, the resistance spot welding devices require systematic control of their electrodes. During welding, the electrodes are subject to natural wear. Moreover, melted micro-fragments of the electrodes can remain on the contact surface of the welded materials. Therefore, it is necessary to monitor the electrodes condition and if necessary to make some adjustments or to replace them. This process should take place at regular, scheduled intervals.

R e f e r e n c e s

1. Racewicz, S., Kazimierczuk, P., Kolator, B., Olszewski, A. (October, 2018). Use of 3 kW BLDC motor for light two-wheeled electric vehicle construction. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, Vol. 421, No. 4, p. 042067.

2. Test of Sony US18650VTC5 2600mAh (Green). Available online: http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Sony US18650VTC5 2600mAh %28Green%29 UK.html. (Accessed: 26-Apr-2018).

3. Zhou, K., Cai, L. On current control method for single-phase AC resistance spot welding (2012). *19th IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems (ICECS 2012)*, pp. 857–860.

4. Karloff, A.C., Chertov, A.M., Maev, R.G. (2011). Detection of discontinuities in contact pressure between rough surfaces. *IEEE International Ultrasonics Symposium*, pp. 2464–2467.

5. Papkala, H. (2003). Zgrzewanie oporowe metali. *Wydaw. i Handel Książkami "KaBe"*.

6. Wang, B., Hua, L., Wang, X., Li, J. (October 2016). Effects of multi-pulse tempering on resistance spot welding of DP590 steel. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 86, No. 9–12, pp. 2927–2935.

7. Song, X.G., Ji, B., Pickert, V., Cao, W.P. (2013). Active Temperature Control of Li-ion Batteries in Electric Vehicles. *Hybrid and Electric Vehicles Conference 2013 (HEVC 2013)*, Vol. 2013, No. 621 CP, pp. 10.3-10.3.

СИНТЕЗ РОБАСТНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СИНХРОННОЮ МАШИНОЮ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Руднєв Є.С. – к.т.н., доц., *rudnev_es@snu.edu.ua*
Попович В.А. – аспірант, *asp-263-22-431@snu.edu.ua*
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля
м. Київ, Україна

SYNTHESIS OF A ROBUST CONTROL SYSTEM FOR A PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MACHINE

Rudniev Y. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, *rudnev_es@snu.edu.ua*
Popovych V. – Postgraduate student, *asp-263-22-431@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Kyiv, Ukraine

The article presents the synthesis of a robust control system on the example of a permanent magnet synchronous machine. On the basis of the conducted research, the expediency and relevance of the use of control algorithms on the basis have been established H_∞-optimization in conditions of incomplete information about the object and taking into account its structural uncertainties. For the synthesis of the controller, the concept of the 2-Rikkati approach was usedThe obtained suboptimal robust speed controller according to the presented algorithms is a 4th-order controller.

Keywords: *robust control, structural uncertainty, synchronous electric drive, H_∞-theory, optimal controller.*

Актуальність дослідження. Однією з основних проблем сучасної теорії керування є керування динамічними об'єктами в умовах невизначеності. Синтез робастних систем керування методом H_∞-теорії не вирішує питання

адаптивності, але забезпечує необхідну якість роботи при зміні характеристик впливу та нестабільності параметрів об'єкта керування (ОК) у широкому діапазоні, тобто за умов невизначеності.

Мета дослідження полягає в розробці ефективних алгоритмів стабілізації швидкості синхронної машини із збудженням від постійних магнітів (СМПМ) в умовах неповної інформації про ОК та з урахуванням його невизначеностей методами H_∞-теорії.

Матеріали та результати дослідження. Рівняння напруг СМПМ в ортогональній системі координат d_q [1]:

$$u_d = R_s i_d + \frac{d\Psi_d}{dt} - p_0 \omega_{rm} \Psi_q; \tag{1}$$

$$u_q = R_s i_q + \frac{d\Psi_q}{dt} + p_0 \omega_{rm} \Psi_d, \tag{2}$$

де рівняння потокозчеплень

$$\Psi_d = L_d i_d + \Psi_f; \tag{3}$$

$$\Psi_q = L_q i_q; \tag{4}$$

Рівняння руху ротора (механічний стан СМПМ):

$$\frac{d\omega_{rm}}{dt} = \frac{1}{J}\left(M_э - M_{мех}\right); \tag{5}$$

$$\frac{d\theta_{rm}}{dt} = \omega_{rm}, \tag{6}$$

Вираз електромагнітного моменту СМПМ отриманий з вираження повної потужності машини, складові якої приведені до системи координат ротора, що обертається [1, 2]:

$$M_э = \frac{3}{2} p_0 \left(\Psi_f i_q + \left(L_d - L_q\right) i_d i_q\right). \tag{7}$$

Обираючи i_d, i_q, θ_{rm}, ω_{rm} як змінні стани, отримаємо систему диференціальних рівнянь, що описує СМПМ:

$$\begin{cases} \dfrac{d\omega_{rm}}{dt} = \dfrac{3p_0\Psi_f}{2J} i_q + \dfrac{3p_0}{2J}\left(L_d - L_q\right) i_d i_q - \dfrac{1}{J} M_{\text{мех}}; \\ \dfrac{di_d}{dt} = -\dfrac{R_s}{L_d} i_d + p_0\omega_{rm}\dfrac{L_q}{L_d} i_q + \dfrac{1}{L_d} u_d; \\ \dfrac{di_q}{dt} = -\dfrac{R_s}{L_q} i_q - p_0\omega_{rm}\dfrac{L_d}{L_q} i_d - p_0\omega_{rm}\dfrac{\Psi_f}{L_q} + \dfrac{1}{L_q} u_q. \end{cases} \quad (8)$$

На підставі рівнянь (5)-(8), які повністю описують динаміку СМПМ в ортогональній системі координат d_{q0} можна представити СМПМ як об'єкт керування.

Синтез робастного H_∞-(суб)оптимального регулятора швидкості СМПМ. В якості об'єкта керування прийнятий електропривод змінного струму з керованим перетворювачем частоти силової частини і синхронного електродвигуна зі збудженням від постійних магнітів. Для спрощення синтезу системи керування скористаємося лінеаризованою моделлю, а існуючі перехресні зв'язки розглядатимемо як обурення, цей підхід є загальноприйнятим. Передавальна функція від вхідного впливу $\mathbf{w}(t)$ до помилки стеження $\mathbf{z}(t)$ називається функцією чутливості:

$$\mathbf{S}(s) = \frac{1}{1+\mathbf{L}(s)} = \left(\mathbf{I} + \mathbf{G}(s)\mathbf{K}(s)\right)^{-1}, \quad (9)$$

Передавальна функція від вхідного сигналу до виходу називається додатковою функцією чутливості:

$$\mathbf{T}(s) = \frac{\mathbf{G}(s)\mathbf{K}(s)}{1+\mathbf{G}(s)\mathbf{K}(s)}. \quad (10)$$

З визначень $\mathbf{S}(s)$ та $\mathbf{T}(s)$, випливає

$$\mathbf{S}(s) + \mathbf{T}(s) = \frac{1}{1+\mathbf{G}(s)\mathbf{K}(s)} + \frac{\mathbf{G}(s)\mathbf{K}(s)}{1+\mathbf{G}(s)\mathbf{K}(s)} = 1. \quad (11)$$

Таким чином, $\mathbf{T}(s)$ є додатковою функцією чутливості, оскільки $\mathbf{T}$ у сумі з $\mathbf{S}$ дорівнює одиниці. Вираз (11) є важливою залежністю, яка вводить обмеження на якість, що досягається. $\mathbf{S}$ є чутливістю ПФ замкнутої системи до малих збурень у $\mathbf{G}$. Функція чутливості $\mathbf{S}$ та додаткова функція чутливості $\mathbf{T}$ у поєднанні з ваговими функціями широко застосовуються для оцінки якості в H_∞-теорії. Отже, завданням H_∞-оптимізації є вибір такого регулятора $\mathbf{K}$, який би мінімізував нескінченну норму $\mathbf{T}_{\mathbf{zw}}$ або $\min\left\|\mathbf{T}_{\mathbf{zw}}\right\|_\infty$. Причому вибір оптимального регулятора $\mathbf{K}$ здійснюється над безліччю всіх регуляторів, які

мають властивість робити замкнуту систему $\mathbf{T_{zw}}$ внутрішньо стійкою, тобто над безліччю стабілізуючих регуляторів.

Вагові функції $\mathbf{W_S}, \mathbf{W_R}$ та $\mathbf{W_T}$ «накладають штраф» на сигнал похибки, сигнал керування та вихідний сигнал відповідно. Загальні рекомендації для вибору вагових функцій та формування контуру керування викладені в [2]. Для вирішення H_∞-проблеми оптимізації вводяться дві матриці Гамільтона [2] відповідні алгебраїчним рівнянням Ріккаті з керування і фільтрації:

$$\mathbf{H}_\infty = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \gamma^{-2}\mathbf{B}_1\mathbf{B}_1^{\mathrm{T}} - \mathbf{B}_2\mathbf{B}_2^{\mathrm{T}} \\ -\mathbf{C}_1^{\mathbf{T}}\mathbf{C}_1 & -\mathbf{A}^{\mathrm{T}} \end{bmatrix}; \quad (13) \qquad \mathbf{J}_\infty = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{\mathrm{T}} & \gamma^{-2}\mathbf{C}_1^{\mathbf{T}}\mathbf{C}_1 - \mathbf{C}_2^{\mathbf{T}}\mathbf{C}_2 \\ -\mathbf{B}_1\mathbf{B}_1^{\mathrm{T}} & -\mathbf{A} \end{bmatrix}, \quad (14)$$

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{X}_\infty + \mathbf{X}_\infty\mathbf{A} - \mathbf{X}_\infty\left(\mathbf{B}_2\mathbf{B}_2^{\mathrm{T}} - \gamma^{-2}\mathbf{B}_1\mathbf{B}_1^{\mathrm{T}}\right)\mathbf{X}_\infty + \mathbf{C}_1^{\mathrm{T}}\mathbf{C}_1 = 0; \quad (15)$$

$$\mathbf{A}\mathbf{Y}_\infty + \mathbf{Y}_\infty\mathbf{A}^{\mathrm{T}} - \mathbf{Y}_\infty\left(\mathbf{C}_2^{\mathrm{T}}\mathbf{C}_2 - \gamma^{-2}\mathbf{C}_1^{\mathbf{T}}\mathbf{C}_1\right)\mathbf{Y}_\infty + \mathbf{B}_1\mathbf{B}_1^{\mathbf{T}} = 0, \quad (16)$$

Центральний регулятор при $\mathbf{Q} = 0$ задається таким виразом:

$$\mathbf{K}_\infty(s) \overset{s}{=:} \left[\begin{array}{c|c} \hat{\mathbf{A}}_\infty & -\mathbf{Z}_\infty\mathbf{L}_\infty \\ \hline \mathbf{F}_\infty & 0 \end{array}\right], \quad (17)$$

При проєктуванні робастної САР використовувалися засоби пакету Robust Control Toolbox системи Matlab, що дозволяють обчислити центральний H_∞–субоптимальний регулятор за представленими алгоритмами. Отриманий робастний регулятор швидкості є регулятором 4-го порядку. Досягнута H_∞-норма замкнутої системи, отримана під час ітераційного процесу, склала 0,5333.

Результати досліджень та висновки. Синтезований робастний H_∞-субоптимальний регулятор швидкості СМПМ дозволяє працювати в умовах неповної інформації про об’єкт та з урахуванням його невизначеності. Робастні алгоритми керування на основі H_∞-оптимізації актуальні, їх розвиток та застосування продовжуються та розвиваються тому, що вони можуть досягти високої якості керування забезпечуючи високу точність та динамічні характеристики, а також є надійними та стійкими до збурень, шумів та змін параметрів системи, що забезпечує надійну роботу автоматизованого синхронного електроприводу в різних умовах.

Л і т е р а т у р а

1. Rudniev, Y., Gritsyuk, V., Shevchenko, I., Brozhko, R., Bielokha, H. (2021). Practical Implementation of Algorithms in a Sliding Mode System of Vector Control

Synchronous Motors. International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, 143-148. DOI: 10.1109/MEMSTECH53091.2021.9467925

2. Rudnev, E., Morozov, D., Gritsyuk, V., Brozhko, R. (2019). H∞ robust control of permanent-magnet synchronous motors: Performance analysis. 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering, UKRCON 2019 - Proceedings, 596-600. DOI: 10.1109/UKRCON.2019.8879933

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ З НАПІВПРОВІДНИКАМИ В ФОРМІ УСІЧЕНИХ КОНУСІВ ТА КОМПЕНСОВАНОЮ КОМУТАЦІЙНОЮ ПЛАСТИНОЮ

Талімончук М.В. – бакалаврант, m.talimonchuk@gmail.com
Кириченко О.С. – к.т.н., доц., askyrychenko@gmail.com
Київський інститут водного транспорту
імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

THERMOELECTRIC ELEMENT WITH TRUNCATED CONES SEMICONDUCTORS AND COMPENSATED CONNECTION PLATE

Talimonchuk M. – Undergraduate student, m.talimonchuk@gmail.com
Kyrychenko O. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
askyrychenko@gmail.com
Kyiv Institute of Water Transport
named after hetman Petro Konashevych-Sahaidachnyi
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

In this paper, an analysis of the use of the compensated connection plate in the thermoelectric element with truncated cones semiconductors is carried out. The electrothermal processes occurring in it are analyzed on the specific example. The distribution of temperature and heat flux is demonstrated, the places of concentration of their maximum and minimum values are clearly shown. The use of a compensated connected plate in the thermoelectric element with truncated cones semiconductors reduced thermal stresses to acceptable values. The previously created design and mathematical model of the thermoelectric element with truncated cones semiconductors received further development.

Keywords: *thermoelectric element, Peltier effect, semiconductors, truncated cones, compensated connection plate.*

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю вдосконалення термоелектричного елемента з напівпровідниками в формі усічених конусів [1], попередні розрахунки якого виявили збільшення термоелектричного ефекту

Пельтьє. Необхідність вдосконалення пов'язана з термічними напруженнями, що присутні в напівпровідникових матеріалах внаслідок розширення на гарячій і стискання на холодній стороні термоелектричного елемента [2].

Метою роботи є аналіз електротеплових процесів в термоелектричному елементі з напівпровідниками в формі усічених конусів при застосуванні в ньому компенсованої комутаційної пластини, що забезпечить зменшення термічних напружень в напівпровідникових матеріалах до прийнятних меж.

В загальному випадку кількість тепла Пельтьє, що виділяється в одиниці об'єму за одиницю часу, визначається виразом [2]:

$$q_{\Pi} = \left(\frac{\partial \Pi_{ki}}{\partial x_k} \right)_{T=\text{const}} j_i = T \left(\frac{\partial \alpha_{ik}}{\partial x_k} \right)_{T=\text{const}} j_i ,$$

де Π_{ki} і α_{ik} – компоненти тензора Пельтьє та термоЕРС;

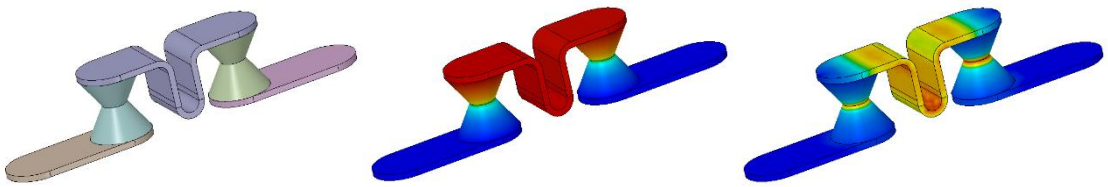
j_i – компонента густини струму;

x_k – координата.

Зменшення термічних напружень до допустимих значень в термоелектричних ланцюгах, базовою одиницею яких є запропонований термоелектричний елемент, підвищує надійність роботи термоелектричних модулів як основної складової термоелектричних вузлів транспортного термоелектричного обладнання [3]. На рис. 1, *а* показано геометричну модель термоелектричного елемента, яку створено з урахуванням раніше отриманих результатів [4-6]. Дана геометрична модель містить пару напівпровідників *P*- та *N*-типу в формі двох ідентичних усічених конусів висотою *H*=2,5 мм з діаметрами Ø5 мм більшої та Ø2 мм меншої основ, а також металеві комутаційні пластини товщиною 0,5 мм. Одна з комутаційних пластин має вигин у вигляді ресори та представляє собою компенсовану комутаційну пластину.

Розрахунок проводився чисельним методом, в якості граничних умов було задано нульову температуру (0ºС) нижніх поверхонь обох нижніх комутаційних пластин, а також нульовий електричний потенціал (0 В) крайньої торцевої поверхні нижньої комутаційної пластини, розташованої праворуч.

Як приклад на рис. 1, *б-в* представлено графічно результати розрахунку при силі робочого струму *I*=0,1 А через розглядуваний термоелектричний елемент. Вони вказують на те, що верхня комутаційна пластина, яка є компенсованою, нагрівається до максимальної температури *t*=3,1 ºС, а густина теплового потоку досягає свого максимального значення 332,2 Вт/м^2.



а *б* *в*

Рисунок 1 – Термоелектричний елемент з напівпровідниками в формі усічених конусів та компенсованою комутаційною пластиною: а – геометрична модель; б, в – відповідно розподіл температури t [°C] в діапазоні [0; 3,1] та густини теплового потоку q [Вт/м^2] в діапазоні [0; 332,2] при силі робочого струму I=0,1 А (синій, блакитний кольори – мінімальні значення діапазону; зелений, жовтий кольори – середні значення діапазону; рудий, червоний кольори – максимальні значення діапазону)

Висновок. В результаті проведеного аналізу електротеплових процесів в термоелектричному елементі з напівпровідниками в формі усічених конусів при застосуванні в ньому компенсованої комутаційної пластини встановлено, що найбільше зосередження густини теплового потоку знаходиться в компенсованій пластині. Комбінація використання напівпровідників у формі усічених конусів з одночасним застосування компенсованої комутаційної пластини забезпечує підвищення термоелектричного ефекту Пельтьє та зменшення термічних напружень в напівпровідникових матеріалах до прийнятних меж.

Література

1. Талімончук М.В., Кириченко О.С. Аналіз робочих характеристик термоелементів Пельтьє з різними формами тіл напівпровідників. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Майбутній науковець – 2021». Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля. 2021. С. 107-108.

2. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: Справочник. Киев: Наукова думка, 1979. 768 с.

3. Тараненко С.В., Кириченко О.С., Колесник В.В., Пріступа С.В., Пастух О.В. Термоелектричний елемент з компенсованою комутаційною пластиною для установок і пристроїв суднової енергетики. // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції «Дніпровські читання-2021». Київ: вид-во Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного ДУІТ. 2021. С. 88-92.

4. Кириченко О.С., Білюк І.С., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М., Гаврилов С.О., Бугрім Л.І. Чисельне тримірне моделювання термоелектричного охолоджувача вимірювального електроустаткування автоматичних систем. // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.

Вернадського. Серія: Технічні науки. Київ : ТНУ ім. В.І. Вернадського, 2018. Том 29 (68). Ч.1. №6. С. 58-63.

5. Кириченко О.С. Порівняльний аналіз характеристик термоелектричних модулів з різними геометричними формами напівпровідників для електрообладнання транспорту. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Київ: ТНУ ім. В.І. Вернадського, 2023. Том 34 (73). № 1. С. 256-263. DOI: https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/39

6. Кириченко О.С. Термоелектричні модулі електрообладнання водного транспорту. *Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture: колективна монографія.* Hladyshev D., Hnat H. та ін. International Science Group. Бостон: Primedia eLaunch, 2023. С. 121-163. DOI: https://doi.org/10.46299/ISG.2023.MONO.TECH.1.4.1

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИСТРОЮ

Федь В.В. – бакалавр, *701_701@ukr.net*
Смолянінов В.Г. – к.т.н., доц., *701_701@ukr.net*
Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, м. Київ

CALCULATION OF ELECTROMAGNETIC PARAMETERS OF A LINEAR STEPPING DEVICE

Fed V. – bachelor, *701_701@ukr.net*
Smolyaninov V. – Candidate of Technical Sciences, Docent, *701_701@ukr.net*
Kyiv National University of Technology and Design
Ukraine, Kyiv

The paper analyzes the use of the calculation of magnetic resistance when changing the electromagnetic parameters of a linear stepping device (LSD), with step-by-step movement. The calculation of magnetic resistances was carried out through the edge conductivities of the pole pieces and the ferromagnetic link of the movable element of the LSD. When determining the conductivities of the interacting elements of the LSD, the magnetic fluxes were represented by arcs of circles, which made it possible to use the change in the geometric parameters of the section of the included winding of the LSD for calculation. Analytical expressions are obtained for calculating the conductivities through the geometrical parameters of the interacting parts of the LSD.

Keywords*: magnetic resistance, edge conductivities, linear stepping device.*

Актуальність дослідження зумовлена все більш широким використанням у різних областях промисловості лінійних крокових пристроїв (ЛКП), що підвищує ефективність та гнучкість функціонування промислового обладнання.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу розрахунку зміни магнітного опору структури ЛКП при покроковому пересуванні його рухомої ланки.

При аналізі роботи ЛКП [1], були визначені ділянки пересування рухомої ланки та зв'язок її положення зі зміною електромагнітних параметрів. Враховуючи, що параметри індуктивності пов'язані з геометричними параметрами структури секцій (в нашому випадку вони однакові та однорідні), де розміщені обмотки ЛКП, в яких магнітний потік замикається через всі ділянки магнітного кола, сумарний магнітний опір, визначається як магнітний опір на кожній дільниці секції обмотки ЛКП.

Секції статора ЛКП складаються з кільцевих магнітних полюсів, між якими розміщені обмотки, які своїми полюсними наконечниками звернені в сторону рухомої ланки. Враховуючи, що $R_m = l / \mu S$ – магнітний опір ланцюга; μ – магнітна проникність середовища; S – площа перетину магнітного потоку; l - середня довжина магнітного ланцюга структури ЛКП [2], магнітний опір між полюсними наконечниками і рухомою ланкою можливо визначити через провідність граней першого (A), другого (B) полюсів і граней (C) феромагнітної секції рухомої ланки: $R_{m\ 1} = 1/(G\ (B_1C_2\ ) + G(B_2C_2\ ) + G(B_3C_3) + G_\alpha + G_\gamma) + 1/(G(A_1C_1\ ) + G\ (A_2C_2\ ) + G\ (A_2C_1))$, де $G_{\alpha,\gamma}$ – провідність в точках на поверхнях феромагнітної секції рухомої ланки під краями полюсних наконечників, силові лінії яких є концентричними колами з центром в цих точках [1]. Провідність можливо приблизно записати в аналітичній формі, використовуючи представлення ліній поля дугами кола, що є елементарними трубками магнітної провідності [3].

До початку руху, зміни положення рухомої ланки не відбувається і вона знаходиться в межах довжини кроку $X = x_1 + b/2$, де x_1 – проміжок від торцевої грані (C_1) рухомої ланки до торцевої грані першого (A_1) полюсного наконечника; b–проміжок між торцевими гранями першого (A_1) та другого (B_1) полюсних наконечників. Перший діапазон знаходиться в межах $0 \le x_1 \le b/2$. Провідність (A_1C_1) у першого полюса ЛКП обумовлена взаємодією між відповідними гранями і при $x_1 > \delta$, має вигляд: $G\ (A_1C_1) = \int_{x_1}^{r_1+\delta} (\mu_0\ l\ dr)/((\pi/2)\ r) = (2\mu_0\ l\ /\pi)\ \ln(r_1 + \delta)/x_1$, де r_1 – поточний радіус дуги кола елементарних трубок, що йдуть з грані рухомої ланки C_1 на грань першого полюсу A_1; l – ефективна довжина у напрямку нормалі до силових ліній; δ – технологічний проміжок між рухомою ланкою і полюсним наконечником; $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ Гн/м – магнітна постійна.

Ефективну довжину можливо прийняти рівною довжині кола з радіусом $r_1 + \delta$, обчисливши радіус середньої силової лінії, як середнє геометричне між x_1 та $(r_1 + \delta)$, тоді $l = 2\pi\left[r_1 + \delta - \sqrt{x_1\ (r_1 + \delta)}\right]$. Таким чином провідність

між гранями має вигляд: $G(A_1C_1) = 4\mu_0\ [r_1 + \delta - \sqrt{x_1\ (r_1 + \delta)}]\ \ln(r_1 + \delta)/x_1$.

Після відповідним перетворень можливо розрахувати провідності між іншими гранями рухомої ланки та полюсними наконечниками на кроці пересування ЛКП.

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлена залежність магнітного опору кола ланцюга секції обмотки ЛКП, що надані через провідності, при пересуванні рухомої ланки на довжину кроку. Отримані аналітичні вирази, для розрахунку провідностей через геометричні параметри взаємодіючих частин ЛКП, що дозволяє використати їх для розрахунків нових конструкції ЛКП.

Л і т е р а т у р а

1. Смолянінов В.Г., Федь В.В. Аналіз змін індуктивних параметрів лінійного крокового пристрою // Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет - конференції «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку». Київ: Вид-во Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, 2022. С.22-25.

2. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посіб. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. 312 с.

3. Электромагнитный привод робототехнических систем: монография / А.А. Афонин, Р.Р. Белозер, В.В. Гребеников и др. Киев: Наук. думка, 1986. 272 с.

СЕКЦІЯ 3: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ

SECTION 3: ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY IN TECHNOLOGY

EFFECT OF COVID-19 ON ELECTRICITY DEMAND IN JORDAN

Walaa Okasha – Postgraduate student, o.okasha@ttu.edu.jo
Atef Saleh Almashakbeh – Doctor of Electrical Engineering Sciences, Professor, dr.almashakbeh@gmail.com
Abdullah Eial Awwad – Doctor of Electrical Engineering Sciences, Professor, abdullah.awad@ttu.edu.jo
Electrical Power and Mechatronics Engineering Department,
Tafila Technical University
Tafila, Jordan

This study aims to conduct a comparison of electricity consumption for all consumers' categories through the years 2016, 2017, 2018, 2019 and 2020. After the comparison is conducted, the results will show the impact caused by COVID-19 epidemic on the electricity consumption patterns for all categories of consumers in Jordan. The effects on electricity generation and consumption habits during this period were also examined. The results of this study will be useful for electrical utilities and other stakeholders in Jordan to prepare similar studies in the future and it will teach them on the readiness of electrical grids in the face of future global health crises. On the other hand, this study predicts the change in demand based on the recorded data using Artificial Neural Network (ANN) on MATLAB which will help the utilities working on planning and operation of the electric grid in forecasting studies.

Keywords: *Electricity Consumption, Energy Situation, COVID-19, Jordan.*

Introduction. As most of the world countries were affected by rapid propagation of COVID-19, they took restrictions measures at all costs, to stop the disease. The main strategy was to fight the virus through holding everything that is not of strategic importance and isolating people from each other. The taken restriction and emergency procedures affected the whole world economy, sociality, habits and activities. The great majority of people worked remotely and students in universities and schools followed the exams and classes online. These changes caused significant effect on power systems worldwide and their performances. These effects and changes caused significant uncertainty for the electric utilities operators concerning the demand forecasts [1-3].

As a result it was difficult to predict the effect caused by pandemic on electricity and peak demand all over the countries. According to literature review of many references, the impact occurred on electricity demand varied from country to another

depending on many factors such as the allotment of consumers'types in each country (households, commercial, industrial) , power exchange with nearby countries, and on the electricity system structure.

This study aims to conduct a comparison of electricity consumption for all consumers' categories through the years 2016 to 2020. After the comparison is conducted, the results will show the impact caused by COVID-19 epidemic on the electricity consumption patterns for all consumers' categories in Jordan. Through this study there will be few case studies for consumers in Jordan to analyze the electricity consumption profile before and through the pandemic. The effects on electricity generation and consumption habits during this period will be also examined [2-5].

The power demand and renewable energy

As table 1 below shows that the electrical system's peak load in January 2018 was (3205) MW, down from (3320) MW in July 2017, indicating a negative growth rate of around 3.5%. For the period 2010-2018, the average yearly growth was around 2.4%[6].

The electrical system's peak load in January 2019 was (3380) MW, up from (3205) MW in January 2018, with a growth rate of roughly 5.5%. The average yearly growth rate from 2010 to 2019 was roughly 2.7% [7].

Table 1 – Peak load for electrical system in Jordan (MW) [7]

Year	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Morning peak load	3180	3320	3100	3260	3530
Evening peak load	3250	3220	3205	3380	3630
Minimum load	1300	1350	1290	1195	1040

As table 2 below shows that Jordan's electrical grid generated 5236,000 megawatts in 2018, up from 4300 megawatts in 2017 and a growth rate of 6%. (21.8 %). By late 2018, the generation capacity of renewable energy projects on transmission and distribution systems had reached around 980 MW, accounting for about 18.7% of total generation capacity.

Jordan's electrical system generation capacity in 2019 was (5728) MW, up from (5347) MW in 2018, representing a 4% increase (5.8%). By late 2019, the generation capacity of renewable energy projects on transmission and distribution systems had reached over (1470) MW, accounting for around 25.7 percent of total generation capacity.

The peak load of the electrical system in February 2020 was 3630 MW, up from 3380 MW in January 2019, indicating a growth rate of around 7.4%. For the period 2010-2020, the average yearly growth was around 3.1%.

Table 2 – Generation capacity of renewable energy resources on transmission and distribution networks [7]

Scheme of connection:	**Technology:**	**Capacity (MW):**		
		2018	**2019**	**2020**
Direct Proposal	Solar energy	448.5	591.5	812
	Wind energy	279	369.6	518
Net Metering	Solar energy	65	312	15+
Wheeling	Solar energy	185	197	73+

Table 3 – Generation capacity of different resources on transmission network (MW) [7]

Type of plant	**Combined cycle**	**Steam**	**Diesel**	**Gas turbine**	**Hydro**	**Wind**	**Solar**	**Total renewables RE:**	**Total conventional**
2018	2740	605	814	83	6	280	449	735	4242
2019	2740	605	814	83	6	369	637	1012	4242
2020	2740	363	814	83	6	518	900	1424	4000

Table 3 above shows that in 2018, the total power generated and imported in the Kingdom was 20692 GWh, down from 20824 GWh in 2017, indicating a negative growth rate of (0.6%). Jordan's total electric power generation in 2017 was (20502) GWh, with a negative growth rate of (1.3%), while imported electric power was (188) GWh, up from (51) GWh in 2017, and with a growth rate of (1.3%). In 2018, electricity generated by conventional energy sources accounted for 89.3% of total electricity generated in the Kingdom.

Discussion and Conclusion

Figure 1 shows all the different demands in the bar chart during the four years of the study.

Through this study an analysis for monthly and annual electricity consumption was conducted to observe the impact of COVID-19 pandemic on patterns of all categories of consumers in Jordan. The comparison was made between the study year 2020 and four previous years to make the analysis more accurate by using MATLAB. Then prediction work was done and presented using ANN tool on MATLAB in order to help system planner and researchers in forecasting studies.

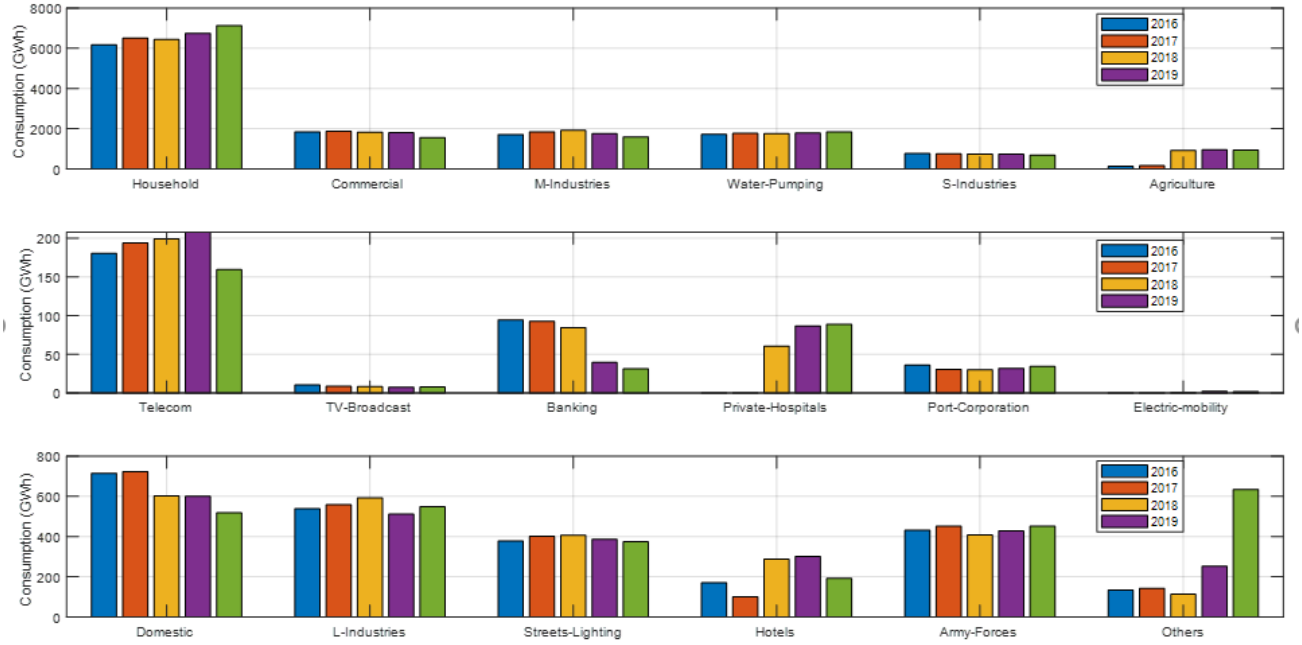


Figure 1 – bar chart of all demand during four years

The results show that there was a slight growth in demand with 1.22% in electricity consumption from year 2018 to 2019. Whereas the growth in demand decreased to 0.96 % from year 2019 to 2020. The drop in growth rate of electricity consumption can be explained because of the complete or partial lockdowns and measures taken in Jordan to overcome the COVID-19 pandemic.

On the other hand, there were some categories of consumers more affected than others, such as households, which was 39% in 2018 and it raised up to reach 41% in 2019 and 43% in 2020. This result is logical because of COVID-19 pandemic, since most of the population moved to work from home and because of the lockdowns during the beginning of the pandemic. Through the comparison for households during the period of the pandemic from March to July for each year, it can be observed that the total consumption increased from 2542.486758 GWh in 2018 to 2783.013245 GWh in 2019 and to 2809.226965 in 2020. That means there was a specific increase in electricity consumption for households during these months by 9.4% over these months for the three years.

Whereas the drop in the commercial sector was -1.4% from year 2018 to 2019 and -13.2% from year 2019 to 2020. There was a decrease in electricity consumption in telecommunication by -23.3% from year 2019 to 2020. Due to the ban and curfew, travel trips were halted, and expats did not return to their homes as they did every year, resulting in a drop in commercial and banking activities.

References

1. Abu-Dayyeh, A. (2015), From Energy Mess to Energy Management: Jordan as a Case Study (2007-2020). Amman, Jordan: Friedrich-Ebert-Stiftung, Amman Office.

2. Abu-Rumman, G., Khdair, A., Khdair, S. (2020) Current status and future investment potential in renewable energy in Jordan: An overview. Heliyon, 6(2), 3346.

3. Alasali, F., Khaled, N., Alhmoud, L. and Zarour, E. (2021), Impact of the COVID-19 pandemic on electricity demand and load forecasting. Sustainability, 13(3), 1435.

4. Al-Radawi, S. (2020), Businesses in the Shadow of Corona. Available from: https://alghad.com/newspaper

5. Alzoubi, A.A. (2010), Low energy architecture and solar rights: Restructuring urban regulations,view from Jordan. Renewable Energy, 35(2), 333-342.

6. Badran, O. (2001), Encourage the utilization of industrial solar energy inand the range of its utilization in Jordan. Renewable Energy, 24(2), 485-490.

7. Betroleum, B. (2019), Annual Report and Form 20-F, 20B. p242.Birol, D.F. (2020), Available from: https://www.iea.org; https://www.iea.org/commentari es/put-clean-energ y-at-the-heart-of-stimu lus-plans-to-count er-the-coron aviru s-crisis.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ КОНЦЕПЦІЇ «ПАСИВНОГО БУДИНКУ»

Давтян Д.Ю. – студент, *davtyan@snu.edu.ua*
Мелконова І.В. – к.т.н., доц., *melkonova@snu.edu.ua*
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THE "PASSIVE HOUSE" CONCEPT

Davtyan D. – student, *davtyan@snu.edu.ua*
Melkonova I. – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, *melkonova@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Kyiv, Ukraine

The paper analyzes the concept of «passive house». One of the global problems faced by the world's population is the rapid rise in energy prices. To achieve the parameters of a «passive house», it is necessary to significantly revise the design features of typical buildings and structures.

Keywords: *passive house, energy demand, energy consumption, specific consumption, renewable energy sources*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впроваджувати концепції, що сприятимуть зменшенню споживання енергетичних ресурсів та підвищать енергетичну та екологічну безпеку в нашій країн

Метою роботи є дослідження розвитку концепції «пасивного будинку».

Пасивний будинок, енергозберігаючий будинок або екобудинок – споруда, основною особливістю якого є відсутність необхідності опалення чи мале

енергоспоживання – в середньому близько 10% від питомої енергії на одиницю об'єму, споживаної більшістю сучасних будівель. У більшості розвинених країн існують власні вимоги до стандарту пасивного будинку.

В умовах зростання цін на електроенергію і тепло, гостро стоїть питання експлуатаційних витрат на житло. Показником енергоефективності об'єкта служать втрати теплової енергії з квадратного метра (кВт год/м^2) на рік або в опалювальний період. В середньому становить 100–120 кВт год/м^2. Енергозберігаючою вважається будівля, де цей показник нижче 40 кВт год/м^2. Для європейських країн цей показник ще нижчий – близько 10 кВт год/м^2.

Досягається зниження споживання енергії в першу чергу за рахунок зменшення тепловтрат будівлі. Архітектурна концепція пасивного будинку базується на принципах: компактності, якісного та ефективного утеплення, відсутність містків холоду в матеріалах і вузлах примикань, правильної геометрії будівлі, зонування, орієнтації по сторонах світу. З активних методів в пасивному будинку обов'язковим є використання системи припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією. В ідеалі, пасивний будинок повинен бути незалежною енергосистемою, взагалі не вимагає витрат на підтримку комфортної температури.

Іноді визначення «пасивний будинок» плутають з системою «розумний будинок», одним із завдань якої є забезпечення контролю енергоспоживання будівлі. Також відрізняється система «активного будинку», яка крім того, що мало витрачає енергії, ще й сама виробляє її стільки, що може не тільки забезпечувати себе, а й віддавати в центральну мережу (будинок з позитивним енергобалансі).

Оцінки числа пасивних будинків в усьому світі в кінці 2008 року становила від 15000 до 20000 будівель. На той час переважна більшість пасивних будинків була побудована в німецькомовних країнах у Європі та Скандинавії. За станом на травень 2011 року налічувалося близько 32000 таких сертифікованих конструкцій всіх типів в Європі, у той час як у Сполучених татах Америки було всього 13, з декількома десятками більше в стадії будівництва.

Висновок. пасивний будинок вимагає мінімальних витрат на опалення та гаряче водопостачання, а так само, що не менш важливо, дозволяє створити внутрішню комфортне середовище проживання, адже людина в середньому більше 60% свого часу проводить як раз вдома. Застосування низькотемпературних систем опалення, теплих підлог, стін, дають взимку ефект нагріву сонячними променями, використання в обробці і покриттях натуральних матеріалів – глиняної штукатурки, каменю, дерева, лінолеуму з стружки дерева і лляної олії. Все разом дозволяє створити комфортні, екологічні умови, одночасно надаючи мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Таким чином, можна зробити висновок, що науково опрацьовані підходи до

проектування будівель та розрахунку енергетичних балансів у поєднанні із зручним інструментарієм проектувальника роблять стандарт пасивного будинку найбільш авторитетним інструментом проєктування та будівництва будівель найвищого ступеня енергоефективності та якості.

Л і т е р а т у р а

1. Дешко В.І., Шовкалюк М.М., Шевченко О.М., Шовкалюк Ю.В. Аналіз нормативів споживання теплоти в Україні та світі // Нова тема. №2. 2008. С.6- 10.

2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» №2118-VIII від 22.06.2017. Голос України. 22.07.2017. №134.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ АБРАЗИВНОГО МАТЕРІАЛУ ПІД КОЛЕСА ЛОКОМОТИВА

Ковтанец М.В. – к.т.н., доц., kovtanetsm@gmail.com
Ноженко В.С. – к.т.н., доц., vladymyrnozhenko@gmail.com
Ковтанец Т.М. – аспірант, kovtanect@gmail.com
Східноукраїнський національний університет імені В. Даля
Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського
Україна, м. Київ

THE SYSTEM OF AUTOMATIC ADJUSTMENT OF THE SUPPLY OF ABRASIVE MATERIAL UNDER THE WHEELS OF THE LOCOMOTIVE

Kovtanets M. – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), kovtanetsm@gmail.com
Nozhenko V. – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), vladymyrnozhenko@gmail.com
Kovtanets T. – Postgraduate student, kovtanect@gmail.com
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
V.I. Vernadsky Taurida National University
Ukraine, Kyiv

The article considers the work and elements of an automated abrasive material supply system using controlled pneumodispensing. Using a pulsed form, it is possible to dispense abrasive material over a wide range, providing a number of additional options for controlling the sand system. A functional diagram of the automatic consumption of abrasive material of the supply system is proposed, which provides for control over the consumption of abrasive material and its comparison with the reference case according to performance gradations (dosing algorithm).

Keywords: *railway transport, wheel-rail, adhesion coefficient, abrasive particle, impulse feed, consumption, flow velocity.*

Актуальність теми. Якість послуг на ринку залізничних вантажопасажирських перевезень визначається такими показниками, як швидкість і термін доставки, безпека і збереження пасажирів та вантажів, що перевозяться, подача поїздів точно за графіком, техніко-економічні показники роботи залізниць тощо.

На рівень цих показників істотне значення має вага, швидкість, безпека руху, які багато в чому визначаються взаємодією в системі «колесо-рейка», що є основою руху поїздів.

Найбільш популярним з існуючих способів управління взаємодією в системі «колесо-рейка» є подача на ці поверхні тертя різних абразивних матеріалів, які разом з «третім тілом» створюють поверхневі шари, що володіють необхідними фрикційними властивостями.

Абразивний матеріал (пісок), що подається для поліпшення зчеплення, має не тільки позитивний вплив, але і при надмірній його подачі забруднює верхню будову колії, підвищує зношування бандажів колісних пар, збільшує опір руху локомотива і всього поїзда [1, 2].

Аналіз методів подачі різних сипучих матеріалів у зону контакту колеса з рейкою свідчить про те, що простежується загальна тенденція – за допомогою різних додаткових пристроїв регулювання їх продуктивності досягти більш рівномірної подачі матеріалу або певної його кількості, щоб реалізувати максимальні можливості контакту «колесо-рейка» [3, 4].

В даний час відсутні системи автоматичного керування та оптимізації параметрів пневмодозуючих пристроїв, які могли б забезпечити не тільки режим стійкої подачі, але й дозування абразивного сипучого матеріалу.

Тому **метою дослідження** є розробка методу автоматичного управління процесом найбільш ефективного та економічно вигідного дозування абразивного матеріалу, що адаптується до різних погодних умов та режимів руху локомотива.

Основний текст. Управління витратою абразивного матеріалу може бути реалізовано як у безперервній, так і імпульсній формі. Використовуючи імпульсну форму, можна виконувати дозування абразивного матеріалу в широкому діапазоні, забезпечивши ряд додаткових можливостей для управління системою подачі.

Система подачі абразивного матеріалу працює у двох режимах подачі – безперервній (для випадку екстреного гальмування) та імпульсній. Така система має забезпечувати достатню швидкодію та точність регулювання витрати матеріалу.

Функціональна схема системи автоматичного регулювання витрат абразивного матеріалу представлена на рисунку 1. У схемі передбачено контроль за витратою абразивного матеріалу та його зіставлення з еталонним

випадком (відповідно до градації продуктивності системи).

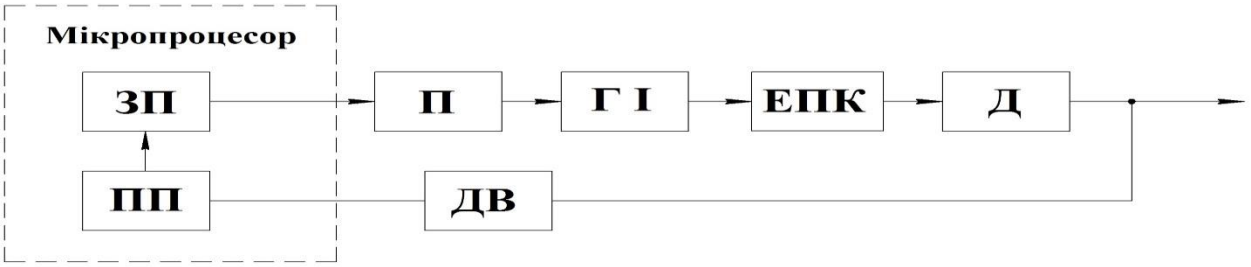


Рисунок 1 – Функціональна схема системи автоматичного регулюванні витрати абразивного матеріалу

Основними елементами системи є мікропроцесор, який включає пристрій, що задає (ЗП) і порівняльний пристрій (ПП), а також підсилювач (П), генератор імпульсів (ГІ), електропневматичний клапан (ЕПК), дозатор (Д) і датчик витрати абразивного матеріалу (ДВ) [5, 6].

Використання даної системи дозволяє в процесі експлуатації за результатами порівняння визначати несправності – закупорку трубопроводів, порушення герметичності, відсутність абразивного матеріалу в бункері, несправність елементів пневматичної системи тощо.

Висновок. Автоматизація та використання керованого пневмодозування абразивного матеріалу в розробленій системі подачі дозволяє керувати та регулювати продуктивність абразивного матеріалу в заданому діапазоні, отримати лінійність залежності «керуючий сигнал – вихідна витрата матеріалу», розрахувати, коригувати та контролювати витратну характеристику в процесі експлуатації.

Література

1. Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Ковтанець Т.М. Енергетичний вплив двофазного потоку на зону контакту рушійного колеса з рейкою – метод управління зчіпними характеристиками локомотива: монографія. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. 181 с.

2. Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Ноженко О.С., Ноженко В.С., О.В. Просвірова, В.Д. Черніков. Система автоматичного регулювання подачі абразивного матеріалу під колеса локомотива. // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник тез конференції, 4-8 травня 2015 р., м. Лозова (Україна). Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2015. С. 113-116.

3. Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Ковтанець Т.М., Просвірова О.В. Модернізація методу підвищення тягово-гальмівних якостей локомотива під час проходження стрілочних переказів. // Наукові вісті Далівського університету, № 19, 2020. Електронне наукове фахове видання. DOI: https://doi.org/10.33216/2222-3428-2020-19

4. Ковтанець М.В., Цигановський І.О., Папуков А.М., Салфетніков А.В. Моделювання фрикційного контакту «колесо-рейка». // Матеріали Чотирнадцятої

міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих вчених імені Георгія Кірпи «Сучасні транспортні технології»: Збірник наукових праць; ЛІ УДУНТ; Львів, 2022. С. 107-108.

5. Пристрій для подачі та дозування абразивного матеріалу: пат. 105628 Україна: G01F 11/00. № u 2015 09943; заявл. 12.10.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. 2 с.

6. Пристрій для подачі абразивного матеріалу під рушійні колеса локомотива: пат. 105622 Україна: B61C 15/10. № u 2015 09874; заявл. 12.10.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. 3 с.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ОНОВЛЕННЯ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ

Костенко І.Д. – аспірант, *pikul252307@ukr.net*
Гулак С.О. – к.т.н., доц., *sgoolak@gmail.com*
Незліна О.А. – к.і.н., доц., *nezlina@ukr.net*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ
Рябов Є.С. – к.т.н., доц., *yevhen.riabov@khpi.edu.ua*
Демидов О.В. – к.т.н., доц., *oleksandr.demydov@khpi.edu.ua*
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Україна, м. Харків

ANALYSIS OF WAYS TO UPGRADE SHUNTER LOCOMOTIVES

Kostenko I.D. – Postgraduate student, *pikul252307@ukr.net*
Goolak S.O. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, *sgoolak@gmail.com*
Nezlina O.A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, *nezlina@ukr.net*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv
Riabov Ie.S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
yevhen.riabov@khpi.edu.ua
Demydov O.V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
oleksandr.demydov@khpi.edu.ua
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
Ukraine, Kharkiv

The condition of the fleet of shunting diesel locomotives of JSC "Ukrzaliznytsia", which consists of shunting diesel locomotives ChME3, was considered. Diesel locomotives have an outdated technical level, which causes increased operating costs. Taking into account the possibility of extending the service life of load-bearing structures in order to improve the technical level of diesel locomotives, it is advisable to modernize them. Ways of modernization are remotorization with the use of AC-DC electric power transmission, the

use of a multi-diesel power plant, the creation of a hybrid diesel locomotive, a contact-battery locomotive, etc. For high efficiency of modernization, it is necessary to take into account the operating conditions of the diesel locomotive.

Keywords: *locomotive, energy storage, efficiency.*

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю оновлення парку маневрових локативів АТ «Укрзалізниця». На сьогодення виконання для маневрової роботи використовуються тепловози ЧМЕ3, інвентарний парк яких налічує понад 1200 шт [1]. Всі тепловози експлуатуються з перевищенням терміну служби. Застарілі технічні рішення та обладнання призводять як до збільшення витрат на паливо-мастильні матеріали, так і на технічне обслуговування та ремонт. У [2] представлено результати досліджень, що вказують на можливість продовження строку служби металевих конструкцій тепловозу понад 50 років. А тому вбачається, що проведення модернізації тепловозу (у поєднанні з роботами щодо продовження строку служби несучих частин) є доцільним, оскільки оновлений локомотив можна буде експлуатувати щонайменше 10 років.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу технічних рішень, придатних для застосування при модернізації маневрових тепловозів.

Ключовим фактором від модернізації є ефект суттєвого зниження експлуатаційних витрат, витрат на технічне обслуговування та ремонт, а також відповідність сучасним екологічним вимогам.

Огляд та аналіз доступних джерел інформації дозволив виділити такі можливі варіанти модернізації:

1) Ремоторизація із застосуванням сучасного дизельного двигуна та електричної передачі потужності змінно-постійного струму. Можливе застосування електричної передачі потужності змінно-змінного струму;

2) Ремоторизація із застосуванням багатодизельної силової енергетичної установки. Можливе застосування накопичувачів енергії

3) Створення гібридного локомотиву, силова енергетична установка якого утворена дизельним двигуном та накопичувачем енергії. Альтернативами дизельному двигуну є газомоторний двигун, дизель на біопаливі, паливна комірка;

4) Створення контактно-акумуляторного маневрового електровозу чи акумуляторного локомотиву.

Ремоторизація із застосуванням сучасного дизельного двигуна та електричної передачі потужності змінно-постійного струму широко застосовується для модернізації тепловозу ЧМЕ3 [3]. В Україні у такий спосіб виконувалася модернізація тепловозів на ТОВ «Полтавський ТРЗ» за проектами компанії ZOS Zvolen (рис. 1, а) та CZ LOCO (рис. 1, б) Проект останньої компанії також широкого використовувався при модернізації тепловозів ЧМЕ3 у країнах СНД та Прибалтиці.



а



б

Рисунок 1 – Модернізовані тепловози ЧМЕ3

За результатами експлуатаційних вимірювань споживання палива у порівнянні з серійним тепловозом знижується на 10…45% в залежності від виду маневрової роботи. Побідні результати було досягнути і при модернізації тепловозів ЧМЕ3 з використання багатодизельної силової установки.

Сучасні тенденції у створенні маневрових локомотивів полягають у застосування гібридної силової установки. Представниками цього напряму можна вважати гібридні тепловози Prima H3 виробництва Alstom (рис. 2, а) та HD300 виробництва Toshiba (рис. 2, б), який є модернізованим тепловозом застарілої серії. Розробниками заявляється зниження споживання палива понад 30%.



а



б

Рисунок 2 – Гібридні тепловози

Сучасною тенденцією є застосування контактно-акумуляторних електровозів та акумуляторних локомотивів. До перших можна віднести локомотив HDB800 від Toshiba (рис. 3, а), який обладнаний ще й дизельним двигуном. Прикладом акумуляторних локомотивів є, наприклад, локомотив EMD Joule (рис. 3, б) виробництва Progress Rail.



а



б

Рисунок 3 – Маневрові електровози

Для забезпечення високої ефективності від модернізації необхідно враховувати умови експлуатації локомотиву [4]. Наприклад, у [5] та [6] показано, що на електрифікованих станціях та ділянках доцільно застосовувати маневрові електровоз, який має менші експлуатаційні витрати ніж ремоторізований тепловоз.

Таким чином, модернізація тепловозів ЧМЕ3 є можливим шляхом оновлення парку маневрових тепловозів АТ «Укрзалізниці».

Висновок. В результаті проведеного аналізу показано можливі шляхи модернізації тепловозів ЧМЕ3 чи створення на їх основі інших локомотивів. При виборі варіанту модернізації необхідно враховувати умови експлуатації.

Література

1. Концепція (прогнозна) роботи з парком локомотивів АТ «Укрзалізниця» до 2033 року https://www.railway.supply/wp-content/uploads/2021/08/konczepcziya-2033.-yak-ukrzalizniczya-planu%D1%94-zabezpechuvati-sebe-lokomotivami.pdf (дата звернення: 27.02.2023).

2. Кара С.В., Петренко В.О., Прокопенко П.М., Гордієнко Т.Н. Дослідження несучих конструкцій тепловозів серії ЧМЕ3 та визначення можливості продовження терміну їх експлуатації. // Залізничний транспорт України, 2019. №3. С. 9-13. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2019_3_4. (дата звернення 27.02.2023).

3. Модернізація тягового рухомого складу. URL: https://trz.com.ua /modernization-ua/ (дата звернення: 2.03.2023).

4. Сиротенко Ю.В. Визначення потужності маневрового тепловоза з урахуванням місця його експлуатації. // Східно-Європейський журнал передових технологій, 2014. №1(8(67)). С. 41-45.

5. Riabov I., Overianova L., Iakunin D., Bilokon I., & Goolak S. Застосування маневрових електровозів для передатної та вивізної роботи. // Транспортні системи і технології, 2022. №40. С. 47-62. DOI: https://doi.org/10.32703/2617-9040-2022-40-5.

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

Ладижинський І.В.[1] – магістрант, ilaladyzinskij08@gmail.com
Смілий І.В.[2] – магістрант, igordavepor@gmail.com
Трунова І.М.[2] – к.т.н, доц., trunova_iryna@btu.kharkov.ua
Академия экономико-гуманитарных наук[1]
Державний біотехнологічний університет[2]
Польща, м. Варшава[1]
Україна, м. Харків[2]

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF UKRAINE AGRICULTURE

Ladyzhynskii I.[1] – master, ilaladyzinskij08@gmail.com
Smilyi I.[2] – master, igordavepor@gmail.com
Trunova I.[2] – PhD, Assistant Professor, trunova_iryna@btu.kharkov.ua
Akademia Ekonomiczno-Humanistycznej[1]
State Biotechnological University[2]
Polska, Warszawa[1]
Ukraine, Kharkiv[2]

The results of the analysis of changes in energy capacity and electric capacity of Ukraine agriculture, that took place in the last pre-war years, are presented. A general trend towards a decrease in energy and electric capacity of Ukraine agriculture at this time has been revealed. The need for comparative analysis of electric capacity of agriculture with indicators from other energy resources is determined, which is one of the directions of further research aimed at recovery and development of economy of country, in particular, of agriculture in the post-war period.

Keywords: *energy efficiency, agriculture, indicators, energy capacity, electric capacity.*

Актуальність теми. Енергоефективність є питанням національної безпеки та пріоритетним напрямом енергетичної політики усіх країн світу. Тому є актуальним аналіз рівня та тенденцій у змінах енергоефективності України та сільського господарства країни до війни для визначення шляхів відновлення та розвитку економіки України, сільського господарства, вдосконалення електрифікованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва в післявоєнний час.

Метою дослідження є аналіз змін в енергоефективності сільського господарства України, що відбувалися в останні передвоєнні роки, для створення основи для подальших досліджень шляхів відновлення та розвитку економіки країни, зокрема, електрифікованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва в післявоєнний час.

Основний текст. Для оцінки енергоефективності країни, галузей господарства, підприємств та технологічних процесів використовують певні

індикатори. Наприклад, за рекомендаціями Міжнародного енергетичного агентства – International Energy Agency (IEA) [1] рекомендується для оцінки енергоефективності використовувати такий індикатор, як енергоємність, оскільки це співвідношення загального постачання первинної енергії або загального кінцевого енергоспоживання – total final consumption (TFC), що ділиться на валовий внутрішній продукт (ВВП) країни (або на частку ВВП для відповідної галузі, енергоефективність якої досліджується). В Україні також використовують цей показник і публікують на сайті Держстату України. Використовуючи статистичні дані [2], на рисунку 1 побудований за цими даними графік зміни енергоємності України за 2007-2020 роки, яка підрахована з використанням TFC.

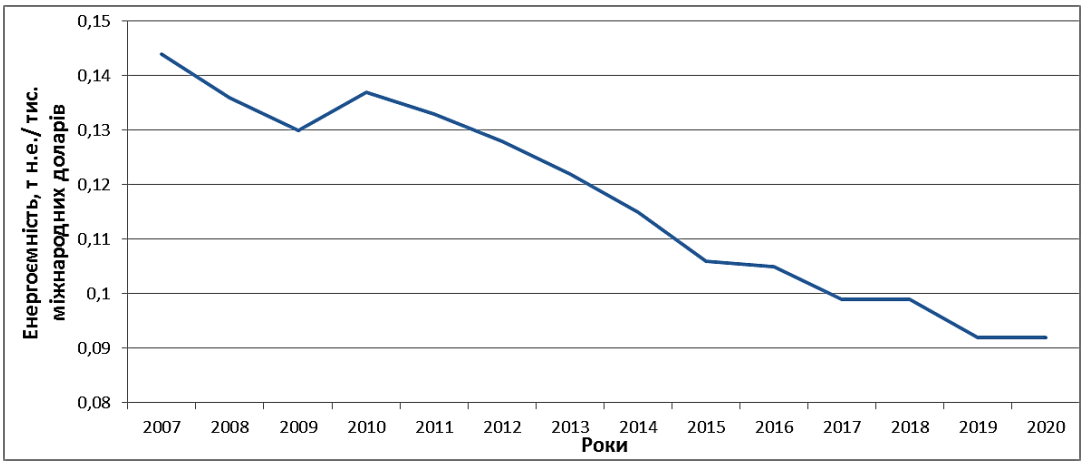
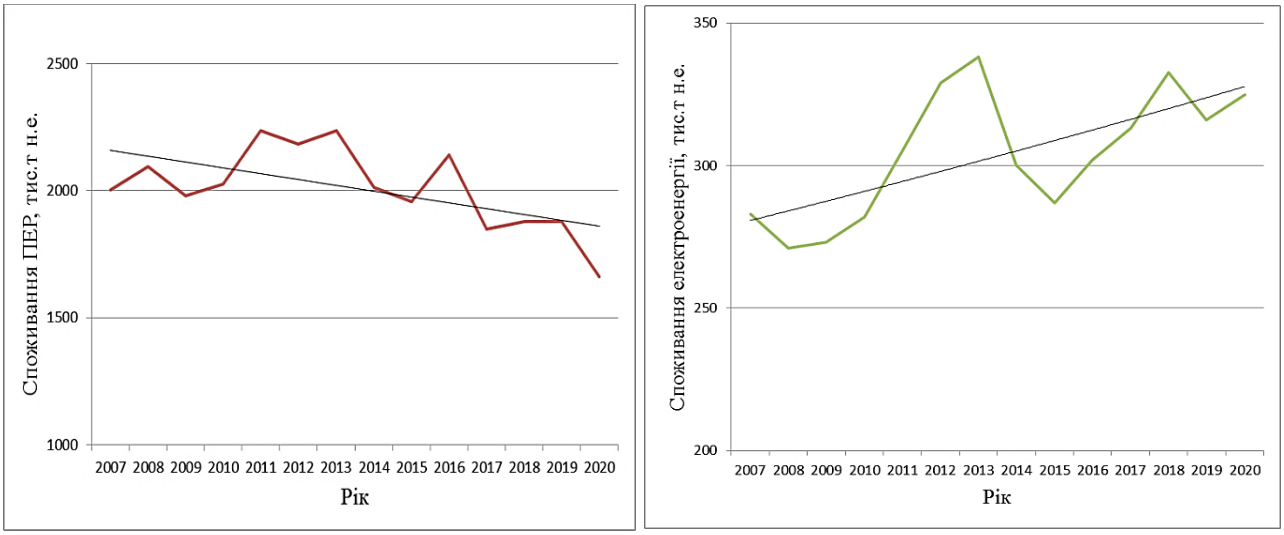


Рисунок 1 – Зміна енергоємності України з 2007 по 2020 рік, що підрахована з використанням TFC (за статистичними даними Держстату України [2])

Як бачимо, була загальна тенденція зі зменшення цього показника, відповідно, до війни була проведена велика робота з підвищення енергоефективності країни, що необхідно продовжувати і в мірні часи. Зокрема, згідно з Енергетичною стратегією України [3] планується досягнути зниження енергоємності ВВП більш ніж у два рази до 2035 року.

Як відправну точку для аналізу складових енергоефективності країни в [1] рекомендують використовувати енергетичні баланси споживання. Якщо кінцеве споживання розбити на сектори, енергетичні баланси містять корисну інформацію для розуміння структури та еволюції споживання енергії, наприклад, як змінилося споживання енергії у сільському господарстві або в інших секторах, які в цих галузях пріоритетні види паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Щоб проаналізувати енергоефективність сільського господарства України також були використані дані Держстату України (дата останньої модифікації: 20.12.2022) [2]. На рисунку 2,а показаний отриманий

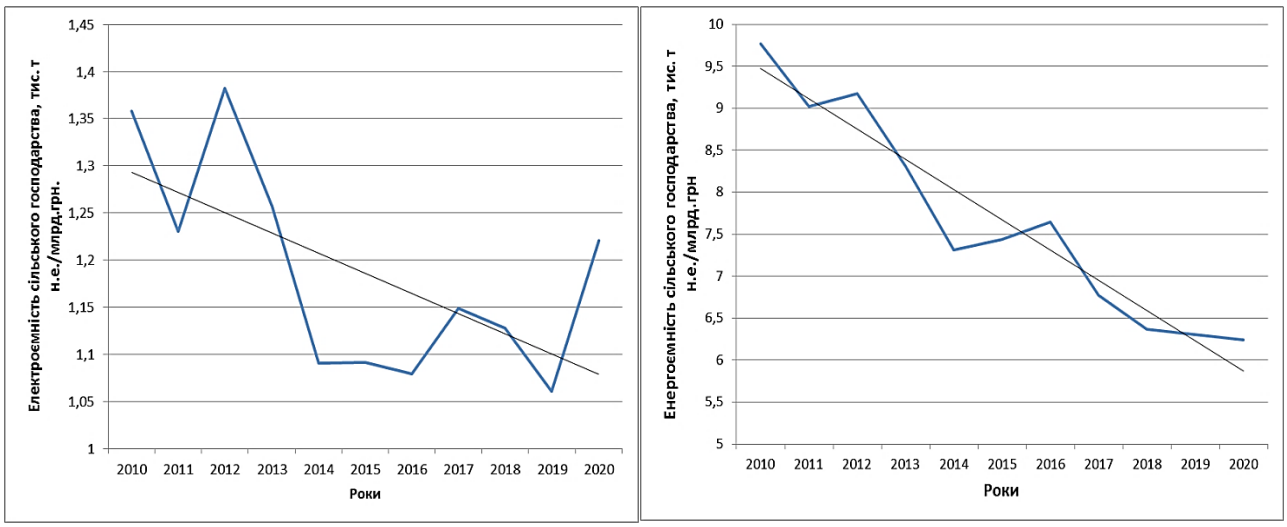
графік зміни споживання ПЕР у сільському господарстві України з 2007 по 2020 рік. Аналіз цього графіку показує, що в цілому в досліджувані роки була тенденція щодо зменшення споживання ПЕР у сільському господарстві. Аналогічно, використовуючи дані Держстату України [2], побудований графік зміни електроспоживання у сільському господарстві України з 2007 по 2020 рік (див. рисунок 2,б). Як бачимо, на відміну від споживання ПЕР в цілому, споживання електроенергії у сільському господарстві зростало.



а *б*

Рисунок 2 – Зміна споживання ПЕР у сільському господарстві України з 2007 по 2020 рік: а) споживання ПЕР в цілому; б) споживання електроенергії

Таким чином, для аналізу енергоефективності сільського господарства тільки цих графіків недостатньо – потрібно визначити енерго- та електроємність, так як не зрозуміло, що відбувається у сільському господарстві (наприклад, чи залишився той самий ВВП при зростанні споживання електроенергії, чи також зріс ВВП і, відповідно, слід виявити тенденцію щодо того, скільки електроенергії приходиться на одиницю частки ВВП, що стосується сільськогосподарського виробництва). Для аналізу були використані дані Держстату України [2] щодо ВВП за видами економічної діяльності (де сільське господарство поєднане, з лісовим та рибним господарством, чим в цьому дослідженні нехтували). На момент дослідження були дані про ВВП за 2010-2020 роки у середньоквартальних цінах базового 2016 р., млн. грн. За цими даними побудований графік зміни електроємності сільського господарства України в 2010-2020 роках (див. рисунок 3,а). Як бачимо, є тенденція до зниження електроємності сільського господарства. Така ж тенденція і зі зміною енергоємності сільського господарства (див. рисунок 3,б), що свідчить про підвищення енергоефективності сільського господарства в цілому.



а *б*

Рисунок 3 – Зміна електро- та енергоємності сільського господарства України в 2010-2020 роках: а) зміна електроємності; б) зміна енергоємності

Загальні висновки. Аналізуючи енергоефективність сільського господарства України в передвоєнний час, можна зробити висновок про подальший напрямок досліджень, а саме – комплексний підхід до цього питання, так як можливе зниження електроємності, як показав досвід воєнного часу, може бути викликано збільшенням енергоємності за іншими ПЕР, наприклад, нафтопродуктів при використанні генераторів внаслідок неможливості централізованого електропостачання. Також для більш точних даних слід відокремити результати діяльності в сільському господарстві від результатів діяльності лісового та рибного господарства (чим в цьому дослідженні нехтували).

Л і т е р а т у р а

1. Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics. OECD/IEA, 2014. p. 387.

2. Офіційний сайт Держстату України. URL: https://ukrstat.gov.ua (дата звернення 3.03.2023).

3. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». // Офіційний сайт Верховної ради України. Законодавство України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#n2 (дата звернення: 03.03.2023).

ОГЛЯД ВПРОВАДЖЕННЯ SMART GRID ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ

Мелконов Г.Л. – студент, *g.melkonov78@gmail.com*
Шведчикова І.О. – д.т.н., проф, *ishved89@gmail.com*
Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, м. Київ

OVERVIEW OF THE IMPLEMENTATION OF SMART GRID TECHNOLOGIES IN UKRAINE

Melkonov H. – student, *g.melkonov78@gmail.com*
Shvedchikova I. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *ishved89@gmail.com*
Kyiv National University of Technology and Design
Ukraine, Kyiv

The article considers the development trends of the energy complex of Ukraine and the possibility of creating a modern energy complex through the use of innovative technical base of energy management, using the concept of Smart Grid.
Keywords: *energy, Smart Grids, the automated system, power grids.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю удосконалення енергетичної інфраструктури України та впровадження сучасних та новітніх технологій які передбачають фундаментальний перегляд сфери послуг енергетики.

Метою роботи є огляд впровадження Smart Grid технологій в Україні, що є актуальним на сучасному етапі розвитку електроенергетики.

Українська енергетика переживає період змін. Головним трендом, який впливає на розвиток інформаційних систем в енергетиці, є концепція Smart Grid. У цьому напрямі очікується ухвалення низки важливих законодавчих актів. Для України ідеї Smart Grid є особливо актуальними, оскільки інфраструктура енергетики сильно зношена та постраждала від військових дій.

Оперативне керування інфраструктурою має вирішальне значення. Енергетичні підприємства стикаються з необхідністю впровадження нових стандартів експлуатації та технічного обслуговування для постійного покращення співвідношення між надійністю енергопостачання та витратами. Ще одним із ключових завдань в енергетиці є управління техобслуговуванням та ремонтами обладнання. Це пов'язано з великою кількістю одиниць устаткування, розподілених великих територіях і потребують постійного регламентного і ремонтного обслуговування. Консолідація інформації про стан обладнання в єдиній системі управління з можливістю її оперативного надання різним споживачам на місцях дозволяє скоротити простої на ремонт, знизити витрати на запчастини та матеріали, оптимізувати логістику та завантаження персоналу.

Споживачі також є не менш важливою рушійною силою змін, що

відбуваються. Намітилася тенденція переходу від процесно-орієнтованого підходу до клієнт орієнтованого. Зростання вимог споживачів до рівня обслуговування неминуче призводять до розширення спектра послуг, що надаються енергокомпаніями, впровадження нових фінансових та платіжних механізмів.

Відповідно до концепції Smart Grid серед пріоритетних напрямів розвитку IT в енергетиці на найближчі роки можна виділити:

1. Широке впровадження на нових і модернізованих точках вимірювання інтелектуальних (smart) вимірювальних приладів – «розумних» лічильників з функцією дистанційного керування профілем навантаження вимірюваної лінії та вимірювальних перетворювачів зі стандартними комунікаційними інтерфейсами та протоколами (у тому числі бездротовими).

2. Установка на кожному великому об'єкті, приєднаному до електромережі (житловому районі, офісному центрі, фабриці тощо), удосконалених автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем (АІІС), що працюють у режимі реального часу. АІІС повинні здійснювати моніторинг об’єктових процесів (наприклад, електро- або теплопостачання, включаючи параметри якості енергії), виконувати прості алгоритми автоматичного регулювання та мати розвинені засоби інформаційного обміну із зовнішнім світом.

3. Створення широкої мережі інтегрованих комунікацій на базі різноманітних ліній зв'язку, супутникових, GPRS, ВЧ-зв'язку по ЛЕП та ін. Кожна АІІС має бути підключена як мінімум по двох незалежних каналах зв'язку.

4. Використання в енергокомпаніях автоматизованих систем (АС) управління виробничою діяльністю. Оскільки всі енергопідприємства належать до виробництва з безперервним циклом, можна виділити чотири види таких систем:

- АС управління технічним обслуговуванням та ремонтами;
- АС роботи на ринках (комерційної диспетчеризації);
- АС обслуговування клієнтів;
- АС управління основним виробництвом – генерацією, передачею, розподілом, збутом (обліком споживання) або диспетчеризацією.

5. Створення інтегрованих інтерфейсів до АІІС та АС управління виробничою діяльністю для автоматичного обміну даними з АС інших учасників ринку. При цьому мають бути визначені протоколи обміну та стандарти інформаційної безпеки для всіх категорій учасників ринку.

Основна проблема впровадження концепції Smart Grid в Україні – відсутність фінансування. Щоб вирішити цю проблему, вже з 2021 року впроваджено стимулююче тарифоутворення для операторів систем розподілу (ОСР). Це дозволить збільшити обсяг інвестицій у модернізацію електромереж і поступово зменшить втрати електроенергії в них.

Висновок. Застосування інноваційних технологій в електроенергетиці

дозволить позбутися існуючих проблем і відкрити нові перспективи для розвитку енергетики України. Запровадження Smart Grid у електроенергетиці України допоможе вивести керування технологічними процесами та ефективність енергетичного сектору на вищий рівень та також дозволить забезпечити кращий та варіативний облік споживання електроенергії.

Література

1. Мелконова І.В., Романченко Ю.А Аналіз стану та перспективи впровадження Smart Grid в енергетиці України. // Сучасні електромеханічні та інформаційні системи. 2021. С. 39-43.

2. Мороз О.М., Черемісін М.М., Попадченко С.А., Савченко О.А., Дюбко С.В. Використання технологій Smart Grid для підвищення ефективності електропостачання споживачів. // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017. № 3 (49) С.45-50.

3. Mohsen Fadaee Nejad, AminMohammad Saberian and Hashim Hizam. Application of smart power grid in developing countries (англ.) // 7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO): journal. IEEE, 2013. 3 June. doi:10.1109/PEOCO.2013.6564586.

ОБРОБКА АРХІВНИХ ДАНИХ ПРО ГЕНЕРАЦІЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЇ ЛОКАЦІЇ

Олексієнко С.М. – магістр, *Oleksienko581@gmail.com*
Стрільчук Б.В. – магістр, *strilchuk.157@gmail.com*
Київський національний університет технологій та дизайну
Україна м. Київ

PROCESSING OF ARCHIVE DATA ON THE GENERATION OF THE PHOTOELECTRIC SYSTEM FOR A SPECIFIC LOCATION

Oleksiienko S.M. – master, *Oleksienko581@gmail.com*
Strilchuk B.V. – master, *strilchuk.157@gmail.com*
Kyiv National University of Technology and Design
Ukraine, Kyiv

In this work, the issue processing of archive data of photovoltaic generation is analyzed and researched. Since the correct setting of photovoltaic equipment can be a problem for the average user. Software for processing archival data was created, which forms recommendations for setting up the photovoltaic system.

Keywords: *photoelectric generation, archive data processing, recommendations, software.*

Актуальність дослідження. З огляду на зростаючу популярність використання фотоелектричних систем генерації електроенергії надзвичайно важливою задачею є правильний підбір параметрів системи. Рекомендації з налаштування системи по конкретним параметрам на основі аналізу архівних даних дозволяють не тільки підвищити ефективність фотоелектричної генерації, але й зменшити витрати на її утримання.

Метою даної роботи є формування рекомендацій з налаштування фотоелектричної системи для конкретної локації в результаті обробки архівних даних про сонячне випромінювання та продуктивність фотоелектричної системи.

Програмне забезпечення має допомогти в ефективному відслідковуванні та аналізі масиву архівних даних, що отримуються в результаті роботи фотоелектричних систем генерації електроенергії. Певні можливості для цього надають веб-ресурси з відкритим доступом, які дозволяють отримувати архівні дані про сонячне випромінювання та продуктивність фотоелектричної системи, наприклад [1]. Функціонування програми передбачає формування API запиту, що містить дані про розміщення об’єкту (його координати), азимут, кут нахилу, номінальну потужність системи, втрати системи у відсотках та тип фотоелемента. Ці дані користувач вводить самостійно. Приклад запиту:

https://re.jrc.ec.europa.eu/api/seriescalc?lat={lat}&lon={lon}&peakpower={peakpower}&loss={loss}&pvtechchoice={pvtechchoice}&aspect={aspect}&angle={angle}&optimalangles={optimalangles}&pvcalculation={pvcalculation}&outputformat=csv

Робота програми описана в функціональній блок-схемі (Рисунок 1).

Для введення даних про розміщення об’єкта користувачу пропонується наступний інтерфейс (Рисунок 2).

Висновок. У результаті було створено програмне забезпечення для зв’язку з ресурсом [2], що забезпечує збір та обробку масиву архівних даних на основі яких формує рекомендації з налаштування фотоелектричної системи для конкретної локації. Дане програмне забезпечення дозволяє ефективно відслідковувати та аналізувати архівні дані, що отримуються в результаті роботи фотоелектричних систем генерації електроенергії що допоможе не тільки у роботі компаній, а й приватним користувачам.

Л і т е р а т у р а

1. Онлайн інструмент PVGIS. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en (дата звернення: 30.03.2023).

2. PVGIS tools. URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (дата звернення: 30.03.2023).

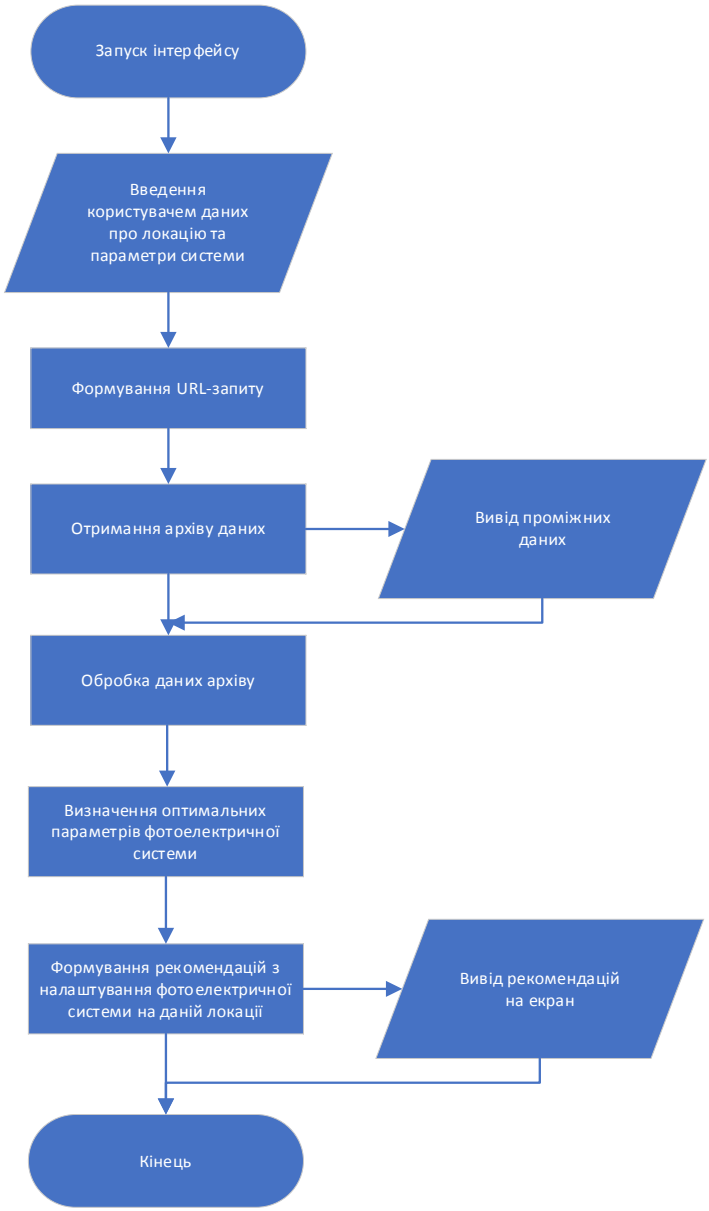


Рисунок 1 – Функціональна блок-схема програми

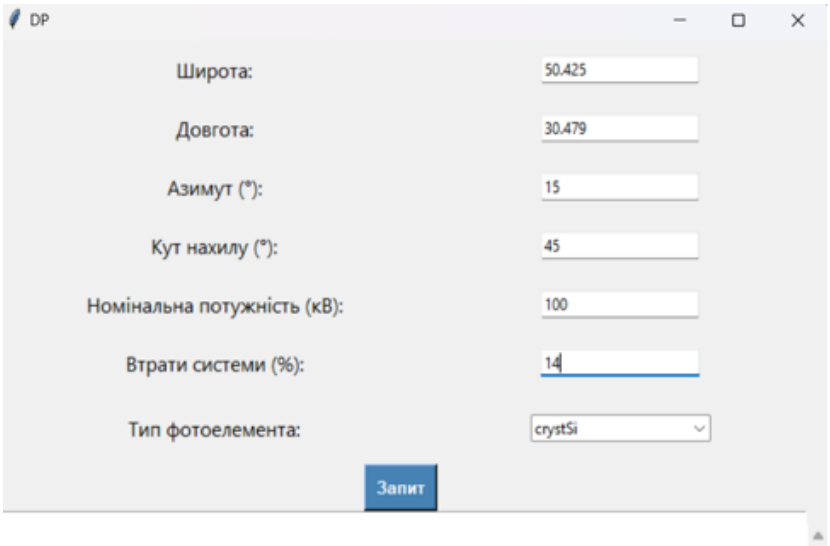


Рисунок 2 – Інтерфейс додатку

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДРОВ'ЯНОЇ ПЕЧІ ПЕРІОДИЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Попов С.В. – канд. техн. наук, проф., stanislav.popov@pdaa.edu.ua[1]
Васильєв Є.А. – канд. техн. наук, доц., vas.eugene@gmail.com[2]
Діденко А.В. – магістрант, anton.v.didenko@st.pdaa.edu.ua[1]
[1]*Полтавський державний аграрний університет*
[2]*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*
Україна, м. Полтава

IMPROVEMENT OF INTERMITTENT WOOD STOVE

Popov S. – Candidate of Technical Sciences, Professor, stanislav.popov@pdaa.edu.ua[1]
Vasyliev Ie. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, vas.eugene@gmail.com[2]
Didenko A. – Master Student, anton.v.didenko@st.pdaa.edu.ua[1]
[1]*Poltava State Agrarian University*
[2]*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*
Ukraine, Poltava

The Russian invasion of Ukraine led to power outages. Emergency power outages, outages, lack of supply of natural gas have become a common phenomenon. The problem of home heating and cooking hot food has become urgent. This especially applies to residents of the private sector located in rural areas. It is proposed to modernize the design of the intermittent wood stove. This design was developed earlier. The improvement consists in creating an external combustion chamber with a horizontal heating surface. This technical solution will expand the functionality of the wood stove.

Keywords*: wood stove, natural gas, combustion chamber, cooking surface, blackout*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що під час повномасштабного вторгнення в Україну російських військових формувань перед українцями з'явився новий виклик, пов'язаний із виживанням за умов знижених температур в осінньо-зимовий період, повної відсутності електричної енергії (блекаут), віялових чи аварійних відключень, а також відсутності природного газу. У побуті приватного сектору, особливо у сільській місцевості, та багатоквартирних будинків активно постали питання із забезпеченням сталого освітлення, опалення, можливості приготування гарячого харчування [1, 2].

Метою роботи є подальше конструктивне удосконалення дров'яної печі, що була розроблена раніше, для розширення її функціональних можливостей. Впровадження модернізованої конструкції дозволить використовувати її як джерело опалення приватного будинку, а також як поверхню для приготування їжі.

Членами авторського колективу у роботі [3] було зазначено про розробку, виготовлення та дослідження дров'яної печі періодичного функціонування, як

альтернативного джерела опалення приватного будинку. На рисунку 1, а, б наведено її загальний вигляд та конструктивну схему, а на рисунку 2 – вже удосконалена конструкція із зовнішньою камерою згоряння.

Особливістю раніше розробленої конструкції печі [3] є те, що вона багатосекційна, із високою площею поверхні теплової віддачі, футерована цеглою, економічна, дозволяє встановити водяний контур для обігріву приміщення із високим рівнем коефіцієнта корисної дії. Ефективність печі була підтверджена дослідженням температурного поля за її вистою, а також тривалістю роботи. Під час досліджень застосовувався оптичний пірометр Flus IR866 [4]. Окрім того, визначена оптимальна кількість рядів футерування, що дорівнювала чотирьом.

Із плином часу та ситуацією в Україні піч стала не альтернативним, а основним джерелом опалення приватного будинку, але мала суттєвий недолік – відсутність горизонтальної поверхні нагріву для можливості приготування гарячої їжі, бо використання електрики або газу стало ускладненим, а під час і неможливим. Поставлене завдання було вирішено тим, що додатково було виготовлено зовнішню камеру згоряння (рисунок 2, а, б, в) із горизонтальною поверхнею нагріву. Зовнішня камера приєднується до існуючої печі (рисунок 2, г) і містить:

варочну горизонтальну поверхню нагріву;

бічні стінки, що футеровані вогнетривкою цеглою зсередини;

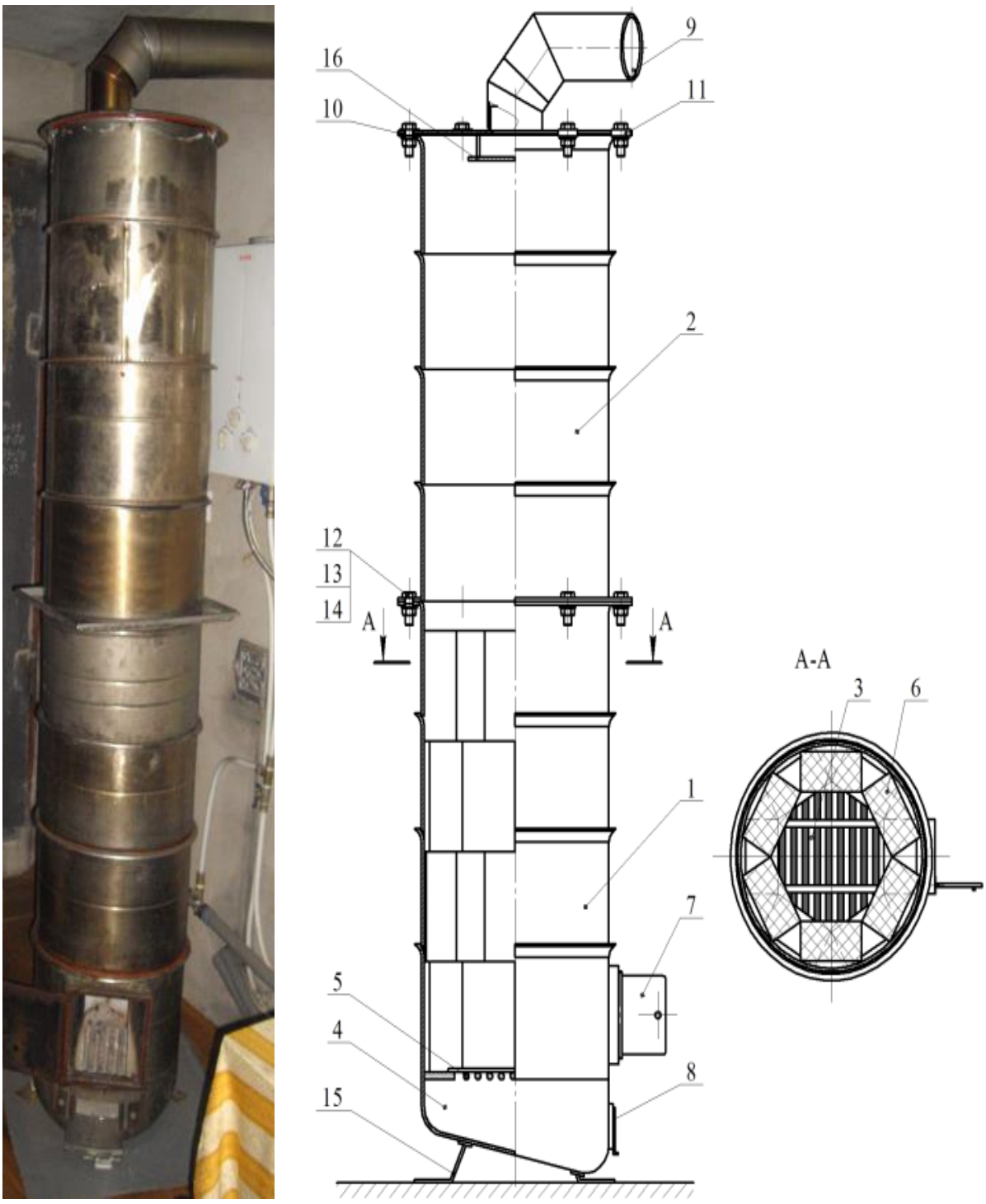
колосникову решітку, на якій розташовуються дрова під час горіння;

зольник у нижній частині камери згоряння під колосниковою решіткою;

дверцята завантажувального отвору;

заслінку піддувала.

Висновок. У результаті проведених досліджень запропоновано удосконалити конструкцію раніше розробленої дров’яної печі за рахунок виготовлення додаткової зовнішньої камери згоряння із горизонтальною поверхнею нагріву, що дозволило розширити її функціональне призначення



а б

Рисунок 1 – Дров'яна піч періодичної дії для опалення приватного будинку [3]: а) вигляд загальний; б) конструктивна схема: 1 – корпус нижній футерований; 2 – корпус верхній; 3 – камера згоряння; 4 – зольник; 5 – решітка колосникова; 6 – цегла вогнетривка; 7 – дверцята завантажувального отвору; 8 – заслінка піддувала; 9 – труба вентиляційна; 10 – кришка; 11 – скоба; 12 – болт; 13 – шайба; 14 – гайка; 15 – ніжки; 16 – екран



а



б



в



г



д

Рисунок 2 – Удосконалена конструкція дров'яної печі періодичної дії: а – металевий зварний каркас зовнішньої камери згоряння; б – конструкція зольника; в – футеровка вогнетривкою цеглою; г – секція камери згоряння у зборі; д – конструкція печі у зборі

.

Література

1. Попов С.В., Прілєпо Н.В., Попов К.С. Відновлювальні джерела постійного струму для освітлення приміщень за умов віялових відключень енергопостачання та блекауту. // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому

комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції, м. Запоріжжя, ТДАТУ, 01-25 листопада 2022 р. Запоріжжя, 2022. С. 207.

2. Попов С.В., Васильєв А.В., Васильєв Є.А. Експериментальне дослідження джерел опалення житлової кімнати багатоповерхового будинку. // ScienceRise. 2017. Т. 1, № 2 (30). С. 20-26. DOI: 10.15587/2313-8416.2017.86290.

3. Попов С.В., Васильєв Є.А., МалюшицькийО.В., Васильєв А.В. Розробка дров'яної печі періодичного функціонування, як альтернативного джерела опалення приватного будинку. // ScienceRise. 2018. №1(42). С. 40-43. DOI: 10.15587/2313-8416.2018.120795.

4. Пірометр FLUS IR-866U (-50...+2250 ºС; EMS 0,1-1,0) ПО, Кейс (50:1). URL: https://mpr-kip.com/ua/p490032698-pirometr-flus-866u.html (дата звернення 05.02.2023).

ПОСИЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ТЯГОВОГО РЕДУКТОРА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА

Пузир В.Г. – д.т.н., проф., *puzyr.v.g@gmail.com*
Михалків С.В. – к.т.н., доц., *svm_m@kart.edu.ua*
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

ENHANCEMENT OF SPECTRAL VIBRATIONAL COMPONENTS OF THE TRACTION GEARBOX OF ELECTRIC TRAIN

Puzyr V. – D.Sc.(Tech.), *puzyrvg@gmail.com*
Mykhalkiv S. – PhD(Tech.), *svm_m@kart.edu.ua*
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

The paper deals with improvement of the vibration-based diagnostics of electric train traction gearboxes by means of the minimum entropy deconvolution (MED) procedure. Taking into account a poor visibility of the second harmonic of the mesh frequency and a sideband around this frequency on the power spectrum, MED provides deconvolution of the acquired vibration with further enhancement of the spectral discrete impulse components on the power spectrum. On the vibration power spectrum after MED procedure a strong second harmonic of the mesh frequency and a sideband are visible, which means the probability of a faulty pinion.

Keywords: *deconvolution, frequency, gearwheel, pinion, sideband, spectrum, traction gearbox, vibration*

Актуальність дослідження зумовлена потребою в забезпеченні надійності підшипникових вузлів та зубчастого зачеплення тягових зубчастих передач (ТЗП) моторвагонного рухомого складу (МВРС). На відмови ТЗП різних серій МВРС із причин руйнування підшипника кочення передньої кришки ТЗП і

руйнування зубів припадає більше 85 % відмов. Оскільки ревізія й ремонт підшипників і зубчастих передач є трудомісткими й дорогими порівняно з іншим обладнанням МВРС, то впровадження функціонального діагностування за аналізом вібрації є перспективним у виявленні відмов на ранніх стадіях розвитку пошкоджень [1].

Метою роботи є визначення діагностичних ознак технічного стану зубчастого зачеплення ТЗП електропоїзда процедурою посилення дискретних імпульсних складових у вібраційних реалізаціях.

Основний текст. Для встановлення відповідності законів розвитку несправностей та їх прояву у віброакустичному сигналі необхідне розуміння фізичної сутності робочих процесів і їх впливу на розвиток деградаційних процесів у вузлах. У ТЗП характер взаємодії елементів підпорядковується періодичному закону, обумовленому обертальним або циклічним рухом відповідно до кінематичної схеми, у низькочастотному діапазоні (до 400 – 500 Гц) однією з основних частот збудження є частота обертання колісної пари. Одночасно з коливаннями в радіальному напрямку виникають сильні осьові коливання зі зміною амплітуди залежно від навантаження й числа обертів. Неідеальність елементів, відхилення параметрів мастильного шару в зубчастому зачепленні, опорах кочення й ковзання від припустимих значень, технологічні похибки виготовлення й складання викликають зміни вібраційних параметрів. Процес зубозачеплення є основним джерелом вібрації ТЗП електропоїзда. Вібрація справного зубозачеплення, яке позбавлене ексцентриситету, має стале обертання й навантаження і описується фінітним рядом Фур'є з фундаментальною частотою, яка дорівнює частоті зубозачеплення f_z. Ідентифікація пошкоджень відбувається завдяки виявленню частот специфічних імпульсних складових у зареєстрованих вібраційних сигналах.

На випробувальному стенді колісно-редукторний блок електропоїзда ЕР2 зазнавав розкручування до значення $n_{об}$, $хв^{-1}$. Частота зубозачеплення обчислюється за виразом

$$f_z = N_1 \cdot f_1 = N_2 \cdot f_2, \qquad (1)$$

де N_1 – кількість зубів зубчастого колеса; N_2 – кількість зубів шестерні; $f_1 = n_{об}/60$ – частота обертання зубчастого колеса, Гц; f_2 – частота обертання шестерні, Гц (таблиця 1) [1].

Поява бічних смуг може свідчити про неоднорідний знос, биття, перекошування, раковини, тріщини зубів [5]. Гармоніки зубозачеплення й бічні смуги зростають відповідно до рівня зносу [2].

Таблиця 1 – Розрахунок складових частот обертання зубозачеплення ТЗП

N_1	N_2	$n_{об}$	f_1	f_2	f_z
73	23	219	3,65	11,58	266,4

Частота зубозачеплення f_z з'являється внаслідок взаємодії шестерні й зубчастого колеса, а бічні смуги, які оточують частоту f_z характеризують ефекти амплітудної та частотної модуляції унаслідок контакту зубів на спільній частоті f_z [5]. На рисунку 1 наведений спектр потужності вібрації, який є квадратом модуля спектру сигналу й містить чітко виражену частоту $1*f_z$ і другу її гармоніку $2*f_z$ із меншою амплітудою. Відстань бічних смуг від частоти f_z дорівнює значенню частоти обертання шестерні f_2. На аналогічній відстані відзначаємо появу бічної смуги $2*f_z + f_2$ біля другої гармоніки $2*f_z$.

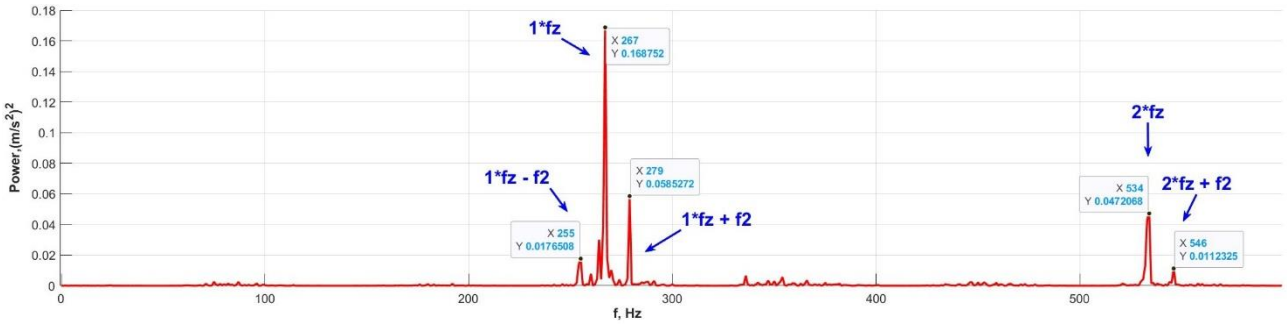


Рисунок 1 – Спектр потужності вібрації ТЗП електропоїзда ЕР2

Оскільки джерело вібрації генерує періодичні імпульсні збурення, то зареєстрований вібраційний сигнал ТЗП є результатом згортання цих збурень із резонансним відгуком середовища, яке лежить на шляху між згаданим джерелом та віброакселерометром. Для відновлення початкових періодичних імпульсів слід застосувати процедуру, яка здійснює деконволюцію імпульсних відгуків, викликаних пошкодженнями. Деконволюція з мінімальною ентропією (ДМЕ) покликане скоротити поширення частот, пов'язаних із імпульсними відгуками та отримати сигнали, які схожі на початкові імпульси [3].

ДМЕ потребує створення інверсного фільтру за допомогою максимізації значень коефіцієнту ексцесу (Kurt). Якщо вважати, що сигнал із віброакселерометра y, а бажаний інверсний фільтр g_{inv}.

Процес деконволюції виглядає

$$x = y * g_{inv} \qquad (2)$$

де x – відфільтрований сигнал; * – оператор згортання.

Максимізація коефіцієнту ексцесу відфільтрованого сигналу еквівалентна мінімізації ентропії згаданого сигналу, тому метод деконволюції, який

базується на коефіцієнті ексцесу також називають ДМЕ, яка виглядає

$$g_{inv} = \underset{g_{inv}}{\operatorname{argmax}} \ \operatorname{Kurt}\left(y * g_{inv}\right) \tag{3}$$

Фіксоване значення ітеративного розв'язку згідно з (3) є бажаним інверсним фільтром, який набуде вигляду

$$g_{inv} = \frac{\sum_{n=1}^{N} x_n^2}{\sum_{n=1}^{N} x_n^4}\left(Y_0 Y_0^T\right)^{-1} Y_0 \left[x_1^3, x_2^3, \ldots, x_N^3\right]^T \tag{4}$$

де N – довжина сигналу; $(\cdot)^T$ – оператор транспонування; $Y_0 \in \mathbb{R}^{L \times N}$ – матриця [4].

На рисунку 2 наведений спектр потужності вібрації сигналу після застосування процедури ДМЕ. Друга гармоніка $2*f_z$ разом із бічною смугою, яка віддалена на величину f_2 набули вищої амплітуди порівняно з аналогічними на рисунку 1. Якщо пошкодження розташовано на шестерні із частотою обертання f_2, то прохід цього пошкодження через зону зубозачеплення відбувається через один оберт шестерні і зсув бічних смуг пропорційний оборотній частоті шестерні.

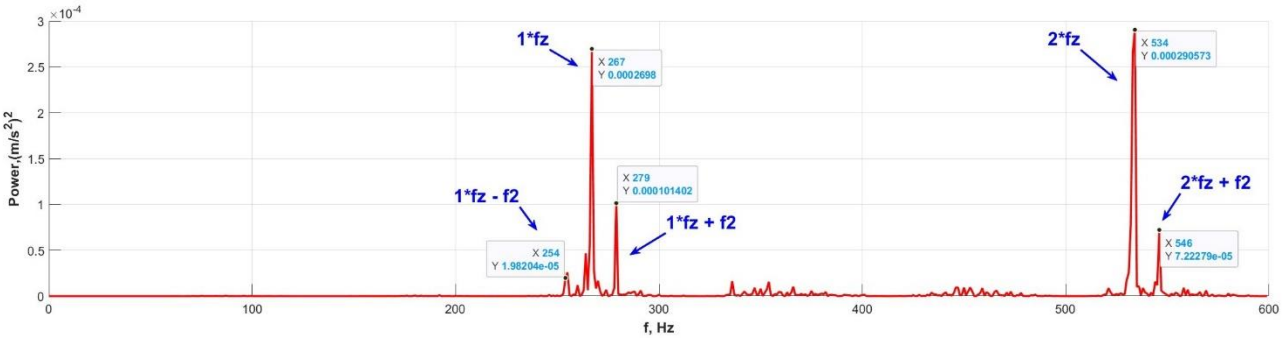


Рисунок 2 — Спектр потужності вібрації ТЗП після процедури ДМЕ

Висновок. Отримані діагностичні ознаки технічного стану зубчастого зачеплення ТЗП $kf_z \pm f_2$ на спектрах потужності вібрації завдяки деконволюції з мінімальною ентропією, дозволяють посилювати відповідні спектральні імпульсні складові й підвищувати достовірність виявлення пошкоджень.

Література

1. Бульба В.І. Удосконалення технології вібродіагностування тягових редукторів електропоїздів: дис. … канд. техн. наук. Харків, 2021. 186 с.

2. Barszcz T. Vibration-based condition monitoring of wind turbines. Springer Nature Switzerland AG, 2019. P. 215. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05971-2

3. He D., Wang X., Li S., Lin J., Zhao M. (2016). Identification of multiple faults in rotating machinery based on minimum entropy deconvolution combined with spectral kurtosis. *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 81, P. 235 — 249. https://doi.org/ 10.1016/j.ymssp.2016.03.016

4. He L., Yi C., Wang D., Wang F., Lin J-H. (2021). Optimized minimum generalized Lp/Lq deconvolution for recovering repetitive impacts from a vibration mixture. *Measurement*, Vol. 168, 108329. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020. 108329

5. Randall R. B. Vibration-based condition monitoring. John Wiley & Sons Ltd, 2-nd edition, 2021. P. 428.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ТА ПРОЦЕСІВ В ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Силантьєв О.Ю. – студент, *mvt-22dm-911@snu.edu.ua*
Романченко Ю.А. – к.т.н., доц., *romanchenko_ja@snu.edu.ua*
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля
Україна, м. Київ

ANALYSIS OF MODES AND PROCESSES IN LOCAL POWER SYSTEMS

Sylantiev O. – student, *mvt-22dm-911@snu.edu.ua*
Romanchenko J. – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
romanchenko_ja@snu.edu.ua
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The paper analyzes the structure, parameters, modes and processes in the energy markets in local electric power systems, the interaction of the elements of the electrical system and the creation of control systems. It is shown that current trends in the development of electric power systems are determined by the level of their intellectualization. The final scheme of the evolution of local electric power systems is presented. It is shown how the emergence of renewable and dispersed energy sources has affected the operation and planning of distribution systems. A list of problems that are solved when using control systems of local electric power systems is given.

Keywords*: local power system, energy source, active consumer, renewable energy sources, multiagent control system, means of accumulation of electric power.*

Актуальність дослідження зумовлена вирішенням задач керування споживачами електроенергії в локальних електроенергетичних системах.

Метою роботи є оглядовий аналіз структури, параметрів, режимів та процесів на енергетичних ринках в локальних електроенергетичних системах, взаємодії елементів електричної системи та створенням систем контролю.

Більшість країн світу перебувають в стані енергетичного переходу з традиційної енергетики, основаної на використанні викопного палива та застарілих технологій, до інноваційної, з використанням нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) та принципів раціонального використання енергоресурсів. Розвиток НВДЕ впливає на всі аспекти енергетичної сфери країни [1].

Сучасні тенденції розвитку електроенергетичних систем визначаються рівнем їх інтелектуалізації. При розгортанні механізмів впровадження концепції Smart Grid необхідно враховувати конкретні можливості і потреби кожної країни та регіону. На даний момент в США, Японії, Південній Кореї та в європейських країнах спостерігається підвищений інтерес до проблем скорочення витрат на генерацію електроенергії та на її використання. Задача швидкого оновлення електричних мереж із врахуванням вимог потребує забезпечення впровадження нових принципів керування енергетичними та інформаційними процесами в електромережах. Тому важливо оцінити стан електричних мереж, можливості до впровадження принципів концепції Smart Grid та її потенціал у підвищенні енергоефективності та надійності мереж.

Розвиток електроенергетики України в рамках концепції Smart Grid обумовив актуальність дослідження принципів побудови інтелектуальних електричних мереж. Для сучасних електричних мереж є актуальним питання побудови інтелектуальних систем керування локальними електроенергетичними системами з врахуванням взаємодії її основних елементів.

Під локальною електроенергетичною системою (ЛЕС) передбачається локальна розподільна мережа низької напруги, яка об’єднує, наприклад, один або кілька розосереджених енергетичних об’єктів, найчастіше використовуючи Virtual Power Plant (VPP), накопичувачі енергії, паливні елементи, когенерацію, електромобілі, систему керування попитом, яка може працювати ізольовано або підключаючись до центральної енергосистеми. Саме розосереджена енергетика та її самоорганізація в ЛЕС з використанням ефективних технологічних рішень інтелектуального керування, на думку експертів, є енергетикою майбутнього.

Енергосистеми еволюціонували з недостатньо розвинених розрізнених систем в централізовану енергосистему, що працює на викопному паливі, потім в централізовану систему з використанням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), наближаючись до останнього етапу, – до розосередженої електроенергетичної системи з використанням VPP [2].

Кінцева схема еволюції ЛЕС зображена на рисунку 1 включає в себе переваги попередніх етапів: додаткові джерела живлення, розміщені безпосередньо біля споживачів, можливість керувати обсягами спожитої енергії від додаткових джерел, а також присутність багаторівневої архітектури керування: пристрій – ЛЕС – мережа.

У даний час ЛЕС сприймається як перший крок на шляху до інноваційного та ефективного використання енергоресурсів на локальному рівні для отримання комерційної вигоди. У США вони отримали назву розвинених локальних енергосистем (Advanced Microgrid).

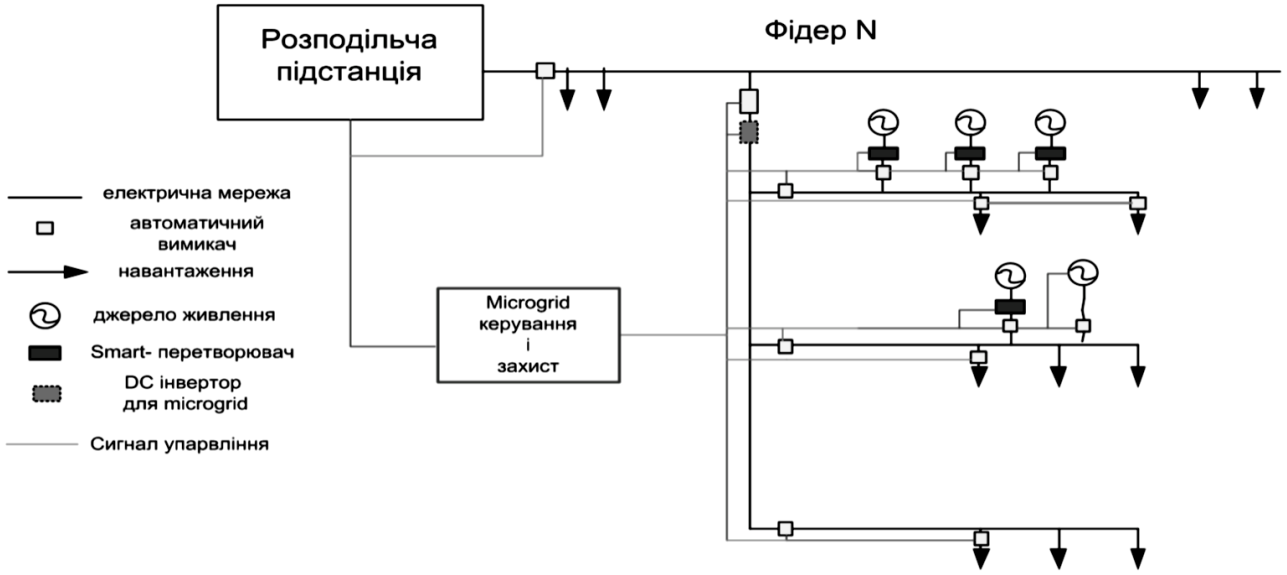


Рисунок 1 – Кінцева схема еволюції ЛЕС

Для побудови систем керування ЛЕС необхідно враховувати загальну структуру взаємовідносин всередині об’єднаної енергосистеми.

Системи ЛЕС підключають до системи передачі електроенергії в точці загального підключення, отже вона являє собою контрольовану підсистему загальної мережі. ЛЕС забезпечують високе проникнення джерел розосередженої генерації і при цьому не вимагає зміни конструкції системи розподілу. Головною особливістю таких систем є забезпечення стабільної роботи при несправностях та порушеннях режимів мережі. Автономна робота здійснюється шляхом розмикання статичного перемикача, що відключає ЛЕС від основної мережі [1].

Структура ЛЕС і системи керування нею залежить від кількості, потужності і роду розосереджених енергоресурсів, які входять в неї. Функції керування розосередженими енергоресурсами можуть виконувати локальні системи керування кожного агрегату. Однак зі зростанням кількості об'єктів керування в ЛЕС неможливо обійтися без автоматизованої інформаційно-керуючої системи, яка повинна здійснювати координоване і оптимальне керування всіма розосередженими енергоресурсами, мінімізуючи витрати на паливо, закупівлю енергії на ринках і технічне обслуговування обладнання, підвищуючи доходи від продажу енергії та надання системних послуг (цінозалежне споживання, регулювання частоти і напруги) [2]. Такі системи керування отримали загальну назву Distributed Energy Resource Management System (DERMS).

Поява відновлюваних та розосереджених джерел енергії призвела до значних змін у роботі та плануванні систем розподілу. При підключенні розподілених джерел енергії, шини навантаження стають так званими шинами активних споживачів. Активний споживач визначається як споживач електроенергії з можливістю місцевого виробництва енергії [3, 4].

Проблеми, що вирішуються при побудові систем керування ЛЕС:

керування попитом на енергоресурси;

взаємодія з активним споживачем;

моделі та ринкові процеси в енергетиці;

інтелектуальні системи керування енергетичними об’єктами та процесами;

компенсація реактивної потужності з метою підвищення енергоефективності та надійності електричних мереж;

мультиагентні системи керування в енергетиці;

моделювання та реконфігурація систем електропостачання;

дія джерел розосередженої генерації.

Висновок. Проведений аналіз показав, що розвиток електроенергетики України в рамках концепції Smart Grid обумовив актуальність дослідження принципів побудови інтелектуальних електричних мереж; для сучасних електричних мереж є актуальним питання побудови інтелектуальних систем керування локальними електроенергетичними системами з врахуванням взаємодії її основних елементів.

Література

1. Денисюк С.П. Технологічні орієнтири реалізації концепції Smart Grid в електроенергетичних системах. // Енергетика: економіка, технології, екологія, 2014. №1. С. 7-20.

2. Сінчук О.М., Федорченко Н.Л., Литвинський Л.Б., Федорченко К.І., Сінчук І.О., Мельник О.Є. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами. Кременчук. 2010. 340 с.

3. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: навч. посіб. Львів: «Магнолія 2006», 2009. 188 с.

4. Чучуй В.П., Уминський С.М., Інютін С.В. Альтернативні джерела енергії. Одеса: ТЕС. 2015. 494 с.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Сорочинська О.Л. – к.і.н., доц., ellena06.84@ukr.net
Київський інститут залізничного транспорту
Державний університет інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

ENERGY SAVING IN RAIL TRANSPORT IN CONTEXT SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES

Sorochynska O. – Ph.D., Associate Professor,ellena06.84@ukr.net
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The object of the study is the energy saving process of the railway industry enterprise. Based on the results of the analysis, it was determined that in the near future Ukraine intends to reduce its currently very high level of energy consumption, which from an economic point of view greatly burdens both the state budget and enterprises, as well as the population. It should be noted that in the transport complex of Ukraine, railway transport occupies the main place in the field of both cargo and passenger transport. The results of the analysis of energy consumption in the transport system are presented. The main principles of the organization of energy saving in railway transport are singled out and characterized.

Keywords: *energy saving, railway transport, resource saving.*

Актуальні дослідження зумовлена необхідністю впровадження енергозберігаючих технологій на залізничному транспорті, з метою євроінтеграції та зменшення негативного впливу на довкілля.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу стану енергозбереження на залізничному транспорті.

Залізничний транспорт є базовою галуззю національної економіки та основою її транспортної системи, забезпечує понад дві третини загального вантажо- та пасажирообігу на теренах України. Експлуатаційна залізнична мережа України є однією з найбільших у Європі та досягає близько 20 951,8 кілометра, з яких 9 926,4 кілометра, що складає 47,4 відсотки усіх Європейських колій, електрифіковані.

Для залізничного транспорту процеси енергозбереження мають стратегічне значення, що визначено в Стратегії розвитку АТ «Укрзалізниця». В першу чергу, це викликано тим, що високий рівень зношеності основних фондів, який наразі характерний для підприємств галузі, негативно впливає на рівень експлуатаційних витрат та екологічні показники її діяльності, а тому і знижує рівень конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку перевезень[1].

У Законі України «Про енергозбереження» визначено, що енергозбереження – це така діяльність підприємства (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів [2].

Основними складовими елементами стратегії енергозбереження підприємства є:

впровадження та ефективне функціонування системи енергоменеджменту во взаємодії з системою управління підприємством;

пошук постачальників енергоресурсів та впровадження альтернативних джерел енергозабезпечення;

технічне та технологічне оновлення виробництва, підтримка обладнання в безпечному і працездатному стані з метою підвищення ефективності використання енергоресурсів;

забезпечення операційної ефективності в діяльності підприємства при заощадженні енергоресурсів шляхом реалізації організаційних заходів, пов’язаних із відносно невисокими інвестиціями [3].

Залізницями України на тягу поїздів витрачається більше 83,6% електроенергії і близько 83,3% дизельного палива або сумарно в умовному обчисленні майже три чверті від споживання усіх видів паливно енергетичних ресурсів (ПЕР).



Рисунок 1 - Витрати енергії на тягу поїздів

Але і витрати ПЕР об’єктами стаціонарної нетягової енергетики також служать цілям забезпечення роботи інфраструктури залізниць по здійсненню основного виду діяльності – процесу перевезень. Таким чином, енергозберігаюча діяльність залізниць націлена, в першу чергу, на економію ПЕР, витрата яких пов’язана з процесом перевезень.

Джерелом енергозбереження залізниць є подальша їх електрифікація на базі інноваційних технологій та реалізація енергооптимальних режимів роботи СТЕ.

Основними енергозберігаючими технічними рішеннями і технологіями, на які має бути орієнтована енергетика залізниць на перспективу, є:

створення нового покоління енергетично ефективного рухомого складу на основі останніх досягнень науково-технічного прогресу в цій галузі;

часткове заміщення дизельного палива і бензину зрідженим і стислим природним газом з розвитком в наступному біопаливної складової, паливних елементів і інших альтернативних видів енергоресурсів;

підвищення рівня напруги передачі енергії до електрорухомого складу на електрифікованих ділянках залізниць;

використання накопичувачів енергії в основних технологічних процесах і технічних засобів її генерації, включаючи теплову і механічну енергію;

підвищення ефективності рекуперативного гальмування, як одного з істотних факторів енергозбереження в електричній тязі;

застосування енергоефективних технологій управління процесом перевезень, у тому числі з використанням на рухомому складі пристроїв і систем супутникової навігації;

перехід на перетворювальну техніку на основі досягнень в галузі силових керованих напівпровідникових елементів і безмасляне, бездугове комутаційне електроустаткування, а також на сухі трансформатори;

активний перехід на високоекономічні засоби світлової сигналізації і освітлення, у тому числі на основі світлодіодної техніки;

створення єдиної системи управління якістю електроенергії в цілях дотримання встановлених показників її якості і споживаної реактивної потужності на основі використання фільтр-пристроїв, накопичувачів електроенергії, систем контролю і управління цими показниками;

широкомасштабне впровадження засобів технічного діагностування;

застосування в пасажирських вагонах, будівлях, спорудах і комунікаціях теплоізоляційних матеріалів нового класу і сучасних енергоекономічних кліматичних пристроїв;

перехід при створенні вантажних і пасажирських вагонів на матеріали і конструкції зі зниженим коефіцієнтом тари (алюмінієві сплави, конструкційні пластики та ін.);

використання досягнень в галузі надпровідності, водневої енергетики, теплових насосів, паливних елементів, технологій утилізації відходів виробництва, вітрової і сонячної енергії, енергоефективних і озонобезпечних холодагентів;

застосування новітніх технологій навчання для фахівців, які обслуговують і експлуатують ресурсо- і енергозберігаючі засоби, що впроваджуються [4].

Основну роль у формуванні енергетичного балансу ізниженні як питомих, так і абсолютних показників енергоспоживання в АТ «Укрзалізниця» відіграватимуть такі фактори:

заміна рухомого складу і технічних засобів з перевищеним терміном експлуатації на нову техніку з високою продуктивністю та поліпшеними енергетичними показниками;

подальше розширення полігону електрифікації залізниць;

підвищення середньої ваги і дільничних швидкостей поїздів у вантажному русі;

підвищення навантажень на вісь і зниження коефіцієнта тари вантажних вагонів;

організація прямування пасажирських і вантажних поїздів по енергооптимальних графіках руху з оснащенням локомотивів системами автоведення [5].

На підприємствах АТ «Укрзалізниця» поступово йде впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій з використанням альтернативних відновних джерел енергії, адже саме використання альтернативних джерел енергії є частиною комплексної програми з енергозбереження на АТ «Укрзалізниця». Уже протягом тривалих років в галузі реалізуються заходи, спрямовані на скорочення рівня використання ресурсів, в першу чергу, паливно-енергетичних, однак незважаючи на це рівень їх споживання по окремих видах є ще досить значним. Згідно з офіційними даними АТ «Укрзалізниця», за останні 12 років за рахунок впровадження енергоощадних технологій в перевізному процесі і сучасного енергоефективного обладнання в галузі вдалося знизити споживання дизельного палива на 21,7%, бензину – на 58,2%, вугілля – на 71,8%, природного газу – на 56,5%, мазуту – на 92,6%.

Висновок. Зниження енергоспоживання та підвищення енергетичної ефективності є однією з головних задач у галузі залізничного транспорту. Існуючі на сьогодні соціально-політичні, економічні, екологічні умови вимагають розробки нової енергетичної політики. Для вирішення цієї актуальної проблеми виникає необхідність в переоснащенні господарства електропостачання електрифікованих залізниць, створенні концепції оновлення і технічного розвитку тягового електропостачання, розробки концептуальних рішень щодо удосконалення систем тягового електропостачання.

Література

1. Енергетична стратегія Укрзалізниці на період до 2015 року і на перспективу до 2020 року. Затверджена державною адміністрацією залізничного транспорту України 26.11.2013 р. Київ, 2013. 104 с.

2. Про енергозбереження: Закон України від 07.1994 № 75/94-ВР, станом на 23 липня 2017 р., підстава – 2095-VIII // Відомості Верховної Ради України. 1994. № 30. 284с.

3. Селезньова Г.О. Сутність та складові елементи стратегії енергозбереження підприємства // Економіка і суспільство. Вип. 13. 2017. С. 711-715.

4. Домanський І. В. Теоретичні основи енергоефективності та ресурсозбереження систем тягового і зовнішнього електропостачання залізниць: дис. доктора техн. наук: 05.22.09 – електротранспорт. Харків, 2018. 308 с.

5. Домanський І.В. Електрифікація залізниць – джерело підвищення енергетичної ефективності процесу перевезень // Залізничний транспорт України. 2014. № 1. С. 19-23, 31-33.

СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГООБМІННИМИ ПРОЦЕСАМИ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ МЕТРОПОЛІТЕНУ З ЄМНІСНИМИ НАКОПИЧУВАЧАМИ ЕНЕРГІЇ

Сулим А.О. – к.т.н., старший дослідник, sulim1.ua@gmail.com
Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
Україна, м. Кременчук

CONTROL SYSTEM SYNTHESIS FOR ENERGY EXCHANGE PROCESSES ON METRO ROLLING STOCK WITH CAPACITIVE ENERGY STORAGES

Sulym A. – PhD (Engineering), Senior researcher, sulim1.ua@gmail.com
State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»
Kremenchuk, Ukraine,

The article substantiates the importance of works on designing of energy-saving rolling stock with enhanced technical characteristics. It was established that insufficient attention was paid to the development of systems for managing energy exchange processes on the metro rolling stock with capacitive energy storage. A control system for energy exchange processes for metro vehicles with capacitive energy storages has been developed and synthesized. The synthesized control system is presented in the form of structural elements of its components and the relationships between them.

Keywords: *capacitive energy storage, metro, rolling stock, control system.*

Актуальність теми зумовлена необхідністю подальшого розвитку вітчизняного метрополітену в частині створення високотехнологічного енергоощадного рухомого складу метрополітену з поліпшеними техніко-економічними характеристиками. Ця теза підтверджується відповідними Законами України та Постановами Кабінету Міністрів України, що підтверджує

актуальність та необхідність вирішення цього питання на державному рівні. Особливо актуальним питання випровадження в експлуатацію енергоощадного рухомого складу постало останнім часом за умов постійного підвищення вартості енергоресурсів та їх дефіциту внаслідок збройної агресії російської федерації. Тому, тема подальшого розвитку інноваційних засад, які сприятимуть створенню енергоощадного та екологічно чистого рухомого складу метрополітену, є досить актуальною та такою, що відповідає потребам суспільства, обороноздатності країни і буде корисною відразу для декількох галузей економіки.

Одним із перспективних напрямків створення енергоощадного рухомого складу метрополітену є впровадження на ньому ємнісних накопичувачів енергії (ЄНЕ) [1–3]. Питанню впровадження ЄНЕ на рухомому складі метрополітену з метою поліпшення його техніко-економічних характеристик присвячено чимало науково-прикладних публікацій, що підтверджується високим SNIP їх видань та кількістю цитувань. Переважна більшість цих публікацій стосується визначення резервів заощадження енергоресурсів за рахунок впровадження ЄНЕ, моделювання та дослідження енергетичних процесів під час експлуатації рухомого складу з ЄНЕ, визначення раціональних параметрів ЄНЕ для штатних заданих умов експлуатації рухомого складу. Проведений огляд та аналіз існуючих літературних джерел дозволив встановити, що на разі питанню розроблення систем керування енергообмінними процесами на рухомому складі метрополітену з ЄНЕ достатньої уваги не приділялось.

Мета роботи – розроблення та синтез системи керування енергообмінними процесами на рухомому складі метрополітену з ЄНЕ.

Основний текст. Розробити та синтезувати систему керування енергообмінними процесами на рухомому складі метрополітену з ЄНЕ пропонується на базі мікропроцесорної техніки з використанням напівпровідникових технологій, програмного забезпечення та засобів передачі даних. Основний концепт цієї системи має полягати у адаптивності і здатності в автоматичному режимі відслідковувати ступінь заряду та розряду бортового ємнісного накопичувача, а також здійснювати ефективне керування енергією незалежно від режиму ведення поїзда, роботи його системи енергозабезпечення та характеру протікання енергетичних процесів в контактній мережі.

З урахуванням сформованого концепту розроблено та синтезовано систему керування енергообмінними процесами для рухомого складу метрополітену з ЄНЕ, яку представлено у вигляді блок-схеми на рис. 1.

Система керування енергообмінними процесами на рухомому складі метрополітену містить блок керування 1, датчик струму 2 контактної мережі, датчик напруги 3 контактної мережі, датчики струму 4 і напруги 5 електродвигуна, датчик швидкості 6 електродвигуна, блок введення даних та

обмежувальних параметрів 7, датчики напруги 8 накопичувача енергії, датчик вимірювання температури 9 накопичувача енергії, датчик напруги 10 гальмівного резистора, датчик струму 11 накопичувача енергії, датчик вимірювання температури 12 навколишнього середовища, датчик струму 13 гальмівного резистора, блок узгодження 14 і датчик вимірювання маси 15 рухомого складу метрополітену.

Система керування розміщена на рухомому складі метрополітену 16, що містить ємнісний накопичувач енергії 17, силовий перетворювач 18 для керування накопичувачем енергії, струмоприймач 19, керований комутатор 20 контактної мережі, блок перетворення електроенергії 21, електродвигун 22, привідне колесо 23, яке розташоване на рейковій колії 24, гальмівний резистор 25 і контролер машиніста 26. Струмоприймач 19 з'єднаний з контактною мережею 27. Блок керування 1 виконаний з можливістю з'єднання з системою керування вищого рівня 28 рухомого складу.

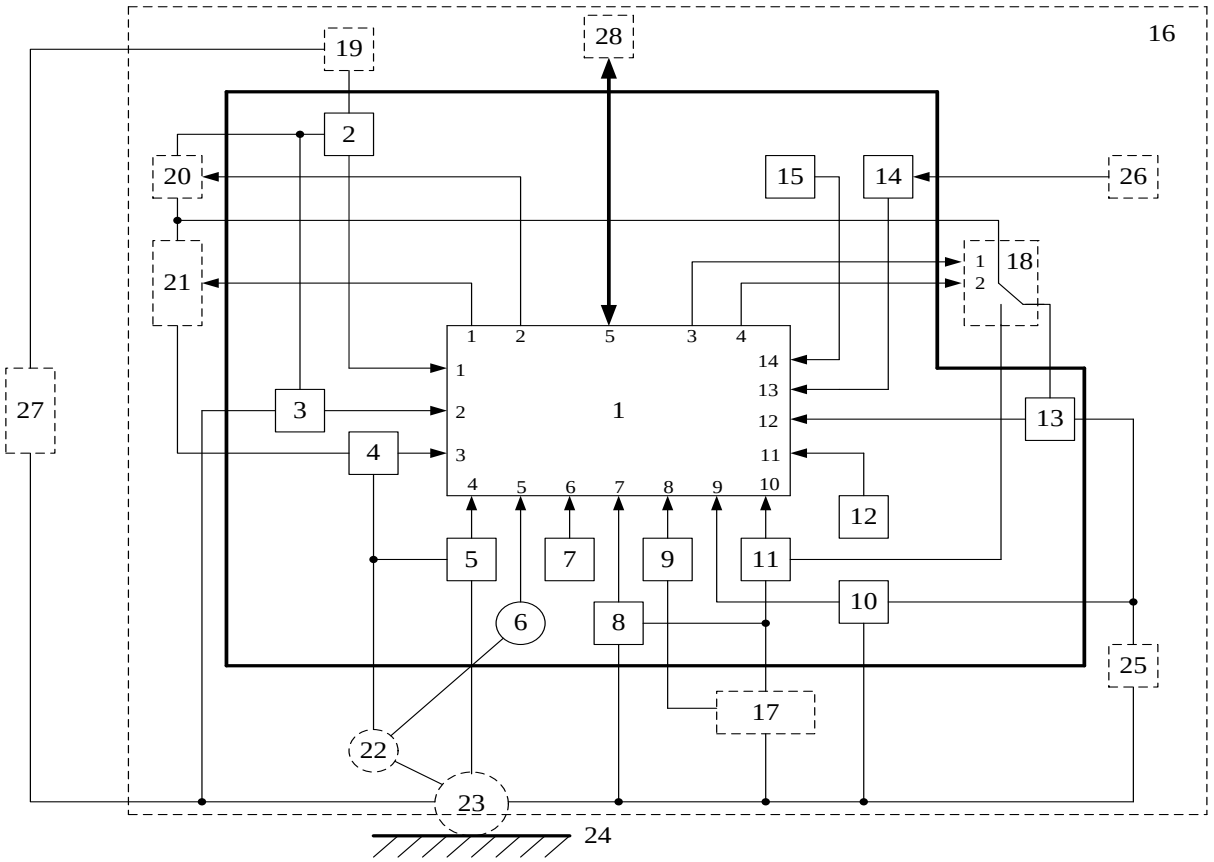


Рисунок 1 – Блок-схема системи керування енергообмінними процесами

Блок керування 1 виконаний у вигляді мікропроцесора і призначений для здійснення в автоматичному режимі керування енергообмінними процесами між контактною мережею 27, електродвигуном 22 та накопичувачем енергії 17. Входи блока керування 1 з'єднані з датчиками 2-6, 8-13 і 15 відповідно, а також з блоком введення даних та обмежувальних параметрів 7, блоком узгодження

14 і виконані з можливістю з'єднання з системою керування вищого рівня 28 рухомого складу метрополітену. Виходи блоку керування 1 виконані з можливістю з'єднання з силовим перетворювачем 18 для керування накопичувачем енергії, керованим комутатором 20 контактної мережі, блоком перетворення електроенергії 21, а також системою керування вищого рівня 28. Блок керування 1 під час будь-якого режиму ведення (тяги, вибігу, рекуперативного гальмування, аварійного ходу) отримує на вході сигнали від вищезазначених датчиків, а через виходи здійснює керування енергообмінними процесами між контактною мережею 27, накопичувачем енергії 17 і електродвигуном 22 за алгоритмами, які задаються блоком введення даних та обмежувальних параметрів 7. При цьому отримання інформації від додатково введених контроль-вимірювальних датчиків та пристроїв у сукупності з алгоритмами, що задаються блоком введення даних та обмежувальних параметрів 7, дозволяє підвищити ефективність енергообмінних процесів між контактною мережею 27, електродвигуном 22 та накопичувачем енергії 17 та забезпечити підвищення безпеки руху в метрополітені.

Ця система здійснює керування енергообмінними процесами між контактною мережею, електродвигунами, ЄНЕ як в штатних, так і аварійних режимах роботи системи енергозабезпечення метрополітену.

Висновки. Синтезована система керування дозволяє розширити функціональні можливості та підвищити ефективність керування енергією рекуперативного гальмування рухомого складу метрополітену. Використання цієї системи дозволить підвищити безпеки руху в метрополітені та мінімізувати споживання електроенергії з контактної мережі.

Література

1. Khodaparastan M., Mohamed Ahmad A., Brandauer W. Recuperation of regenerative braking energy in electric rail transit systems. IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems. 2019. Vol. 20, Issue 8. P. 2831–2847. DOI: https://doi.org/10.1109/ TITS.2018.2886809

2. Саблін О.І. Дослідження ефективності процесу рекуперації електроенергії в умовах метрополітену. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. Вип. 8 (72) /том 6/. С. 9–13. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.30483

3. Ciccarelli F., Iannuzzi D., Tricoli P. Control of metro-trains equipped with onboard supercapacitors for energy saving and reduction of power peak demand. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2012. № 24. P. 36–49.

4. Сулим А.О., Мельник О.О. Формування концептуальних вимог до системи керування енергообмінними процесами на поїзді метрополітену з ємнісними накопичувачами енергії. // Збірник наукових праць ДП «УкрНДІВ». Рейковий рухомий склад. Кременчук: ДП «УкрНДІВ». 2022. Вип. 24. С. 7-20. DOI: http://doi.org/10.47675/2304-6309-2022-24-7-20

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ У РОЗПОДІЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

Філімоненко К.В. – к.т.н., доц., filimonenko@snu.edu.ua
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

ANALYSIS OF ENERGY SAVING MEASURES IN DISTRIBUTION TRANSFORMERS

Filimonenko K. – Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., filimonenko_nm@snu.edu.ua
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Kyiv, Ukraine

Modern Distribution Networks are very complicated. The Transformers working in them could be under total loadind all year around, and vice versa they are almost not loaded. Losses in distribution transformers constitute a significant part of the total losses in Energy Transmission Networks and Distribution Systems, therefore, analyzing and finding ways to reduce the losses is an urgent task. The main task of the standards for reduce of losses is to ensure acceptable requirements for the characteristics of such Transformers, their safety, uninterrupted operation during the entire service life, and environmental protection.

Keywords: *Electric Power System, Distribution System, Losses of Transformers.*

Актуальність теми. Сучасні розподільчі мережі є дуже складними. Трансформатори, що в них працюють, можуть перебувати як під повним навантаженням весь рік, так, і навпаки, є майже не навантаженими, виконуючи резервну роль або перебуваючи в такому стані через прорахунок в плануванні попиту. У міжнародній практиці прийнято вважати, що відносні загальні втрати електроенергії при її передачі та розподілі задовільні, якщо ці втрати не перевищують 4-5%. Втрати електроенергії на рівні 10% оцінюють як максимально допустимі з точки зору фізики передачі по мережах.

Втрати у розподільних трансформаторах становлять значну частину загальних втрат у системах передачі та розподілу енергії, тому аналіз та знаходження шляхів їх зменшення є актуальною задачею.

Мета роботи. В європейській та міжнародній практиці вживаються заходи для зменшення втрат в розподільних трансформаторах шляхом уведення певних вимог. У країнах Євросоюзу більшість вимог до розподільних трансформаторів визначається національними, міжнародними, а також європейськими стандартами (BSI, NF, DIN, NEN, UNE OTEL; ISO, IEC; EN, HD). Основне завдання цих стандартів – забезпечення прийнятних вимог до характеристик таких трансформаторів, їх безпеки, безперебійності роботи

протягом усього терміну служби, охорони навколишнього середовища. Визначення й адаптація відповідності цих вимог до держстандартів України є метою цієї роботи.

Європейська електромережа є найбільшою синхронною системою постачання електроенергії у світі. Вона об'єднує 520 млн. кінцевих споживачів у 32 країнах. У 2019 році її споживання становило 2635 ТВт/год, а разом із під'єднаними, але не синхронізованими Великобританією, Ірландією та Скандинавськими країнами – понад 3300 ТВт/год. На сьогоднішній день темпи щорічного зростання попиту на електроенергію в Європі становлять близько 1,7%.

Більшість із трансформаторів, які працюють в розподільних електричних мережах, мають прийнятні технічні характеристики, за винятком показників енергоефективності, щодо яких, на відміну від потужних трансформаторів, аж до початку 70-х років минулого століття не приділялося належної уваги. Тому з точки зору енергозбереження підвищення ефективності розподільних трансформаторів всього на 0,1 % вже виправдане, оскільки такі трансформатори постійно перебувають під напругою і за їх цілодобової та цілорічної роботи економія від зниження втрат холостого ходу (х.х) протягом 20…30 років виходить досить значним. Величина ж втрат в обмотках – втрата короткого замикання (к.з) залежить від навантаження трансформатора, через що ці втрати називають також навантажувальними [1,2].

Так, наприклад, проведений наприкінці XX століття аналіз роботи мереж передачі та розподілу енергії тихоокеанського узбережжя США показав, що втрати в розподільчих трансформаторах становлять більше 30%, у той час, як у трансформаторах підстанцій живлення втрачається тільки 2%. Аналогічна картина має місце у вітчизняних розподільних трансформаторах. Враховуючи значну кількість таких трансформаторів в енергосистемі та великий термін їхньої служби, такі трансформатори є значним резервом енергозбереження. Вимоги до характеристик розподільних трансформаторів визначається стандартом HD428 «Трьохфазні розподільні трансформатори з робочою частотою 50 Гц від 50 до 2500 кВА з масляним охолодженням та максимальною напругою не вище 36 кВ».

Аналогічний стандарт – стандарт HD538 визначає рівень енергоефективності розподільних трансформаторів з охолодженням сухого типу [3,4]. У табл. 1 наведено норми втрат силових розподільних трансформаторів.

Для оливних трансформаторів допускається три рівня втрат, що позначаються як A, B, і C, які визначаються за спеціальною методикою з певним допуском на похибку. Аналогічно відбувається й з втратами холостого ходу, де для оливних трансформаторів – три рівня граничних втрат, які охоплюють A', B' і C'.

Таблиця 1 – Норми втрат силових розподільних трансформаторів

Номінальна потужність	Втрати короткого замикання				Втрати холостого ходу			
	З оливним охолодженням (HD428) до 24 кВА			Сухого типу (HD538)	З оливним охолодженням (HD428) до 24 кВА			Сухого типу (HD538)
	Список A	Список B	Список C	12 кВ основний	Список A′	Список B′	Список C′	12 кВ основний
кВА	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт
50	1 100	1 350	875	Немає даних	190	145	125	Немає даних
100	1 750	2 150	1 475	2 000	320	260	210	440
160	2 350	3 100	2 000	2 700	460	375	300	610
250	3 250	4 200	2 750	3 500	650	530	425	820
400	4 600	6 000	3 850	4 900	930	750	610	1 150
630/4%	6 500	8 400	5 400	7 300	1 300	1 030	860	1 500
630/6%	6 750	8 700	5 600	7 600	1 200	940	800	1 370
1 000	10 500	13 000	9 500	10 000	1 700	1 400	1 100	2 000
1 600	17 000	20 000	14 000	14 000	2 600	2 200	1 700	2 800
2 500	26 500	32 000	22 000	21 000	3 800	3 200	2 500	4 300

Стандарт HD428 дозволяє вибрати три рівні навантаження (к.з) і три рівні х.х. – від найменш ефективної комбінації A-A' до найбільш ефективної C-C, причому з теоретично можливих дев'яти комбінацій цей стандарт допускає вибір лише п'яти комбінацій.

При цьому слід визнати, що не існує єдиного міжнародного визнаного критерію, за яким розподільний трансформатор можна було б віднести до числа енергоефективних. Ряд фахівців пропонує до таких віднести трансформатори:

з оливним охолодженням C-C' (по HDB421.1) і D-E' (по HD428.3);

сухого типу до 24 кВ, що мають величину втрат на 20% менше, ніж за нормою HD538.1;

сухого типу до 36 кВ, що мають величину втрат на 20% менше, ніж за HD538.2.

Підставою для таких орієнтирів служить технічна можливість їх виготовлення у даний час практично всіма виробниками.

Можливим способом можуть бути технічні ознаки, такі як застосування спеціальних видів обмоток, передових марок металів у магнітопроводі тощо. Такий спосіб хоч і має право на існування, але не пов’язаний безпосередньо з основним показником – ефективністю. Однак позначення трансформаторів,

наприклад, з осердям (магнітопроводом) з аморфного заліза (AMDT) асоціюється з енергоефективністю.

Висновок. Технічні резерви зниження втрат є далеким від вичерпання на сьогоднішній день і рівень ефективності (зниження втрат) може бути підвищений з використанням вже відомих технологій і принципів. Слід враховувати, що при подальшому вдосконаленні конструкції доводиться мити на увазі багато взаємопов'язаних факторів, від габаритних розмірів до шумності, а також необхідність зведення до мінімуму технологічних ризиків.

Література

1. Втрати електроенергії в розподільних електричних мережах: Державне підприємство Енергоринок. URL: http://www.er.gov.ua/

2. Красовський П.Ю. Складові втрат електроенергії в елементах систем електропостачання. // Вісник ДНУЗТ імені академіка В. Лазаряна. 2009. С.77-80.

3. Стандарт HD 428.3 S1:1994 (MAIN)[електронне посилання] Three-phase oil-immersed distribution transformers 50 Hz, from 50 to 2500 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV – Part 3: Supplementary requirements for transformers with highest voltage for equipment equal to 36 kV – Jul 30, 2004.

4. Грабко В.В. Моделі і засоби регулювання напруги за допомогою трансформаторів з пристроями РПН: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ Вінниця. 2005. 109 с.

ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Філімоненко Н.М. – к.т.н. доц., *filimonenko_nm@snu.edu.ua*
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Україна, м. Київ

REQUIREMENTS FOR INFORMATION PROTECTION IN COMPUTER TECHNOLOGIES FOR CONTROL OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Filimonenko N. – Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., *filimonenko_nm@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Kyiv, Ukraine

At this stage of the development of Electric Power Systems, new computer technologies of control, management, measurement and data transmission, that use for monitoring and controlling modes, but increase their vulnerability to cyber attacks coming from the outside. Only in the case this aspect is taken into account is it possible to rationally

solve the tasks of prospective development, operational-technological management, organization of operation and maintenance of electrical networks.
Along with the traditional problems of increasing the efficiency of production, transformation, transmission and distribution of electricity, their reliability, safety and survivability, the task of ensuring their cyber security arises.
Keywords: *Power Systems, Cyber Security, Vulnerability, Resilience, Reliability.*

Актуальність теми. На даному етапі розвитку електроенергетичних систем (ЕЕС) нові комп'ютерні технології контролю, управління, вимірювань та передачі даних, що використовуються для моніторингу режимів та управління ними, збільшують їх уразливість при кібератаках, що можуть відбуватися зовні як на окремі елементи ЕЕС, так і на єдину електричну мережу, та на ЕЕС загалом [1].

Мета роботи. Проблема ефективного та швидкого перенесення досягнень з однієї галузі науки чи техніки в іншу вимагає уніфікації понять і термінів. У той же час термінологія повинна бути досить гнучкою і, в певному сенсі, не зовсім однозначною, щоб надалі розвивати можливі зв'язки зі суміжними дисциплінами. Лише при врахуванні цього аспекту можливе раціональне вирішення завдань перспективного розвитку, оперативно-технологічного управління, організації експлуатації та обслуговування електричних мереж.

Впровадження нових технологій у сфері зв'язку має здійснюватися з урахуванням вимог захисту інформації та самої інформаційної системи від несприятливих зовнішніх впливів. Тому в Інтелектуальна електроенергетична система з активно-адаптивною мережею (IEEC AAM) поряд з традиційними проблемами підвищення ефективності виробництва, перетворення, передачі та розподілу електроенергії, їх надійності, безпеки та живучості виникає завдання забезпечення їхньої кібербезпеки.

Вирішення цих завдань в ЕЕС вимагає доповнення та розширення такого визначення як «надійність» з допомогою понять «уразливість», «стійкість», «достовірність» тощо, що необхідно для виявлення та оцінки механізмів впливу факторів, які дестабілізують, на об'єкти електроенергетики.

Уявімо визначення деяких понять, необхідних при вирішенні завдань забезпечення ефективної роботи ЕЕС, її підсистем та елементів в умовах можливих несанкціонованих зовнішніх впливів [2].

Кіберпростір – комплексне середовище, створене інформаційним колективом, інформаційним середовищем та інформаційною взаємодією суб'єктів за допомогою отриманої та обробленої інформації.

Кібербезпека – це сукупність умов, за яких усі складові кіберпростору захищені від максимально можливих загроз та дій з небажаними наслідками; умови захищеності від фізичних, духовних, фінансових, політичних, емоційних, професійних, психологічних, освітніх та інших типів впливів або наслідків аварії,

пошкодження, помилки, нещасного випадку, шкоди чи будь-якої іншої події в кіберпросторі, які могли б вважатися небажаними; комплексне поняття, яке формується з ряду складових, що включають: інформаційну безпеку систем управління технологічними процесами, пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА); заходи щодо виключення соціальних уразливостей; система технологій, процесів, методів, заходів реагування та пом'якшення наслідків, призначених для захисту мереж, програм та даних від атак, пошкодження або несанкціонованого доступу для забезпечення конфіденційності та цілісності.

По відношенню до систем енергетики, поняття «кібернебезпека», «кібербезпека» пропонується розглядати як поєднання умов, що визначають ситуацію та характеризують взаємодію об'єкта (системи енергетики) з навколишнім середовищем, яке вважається небезпечним чи безпечним.

Висновки про наявність небезпеки робляться з урахуванням безлічі цих взаємозв'язків. Подія інформаційної безпеки – поява певного стану системи, сервісу чи мережі, що вказує на можливе виникнення раніше невідомої ситуації, яка може стосуватися безпеки об'єкта енергетики чи відмови захисту. Інцидент інформаційної безпеки – наслідок однієї чи кількох небажаних (несподіваних) подій, що мають значну ймовірність створення загрози інформаційній безпеці [3].

Основними інцидентами інформаційної безпеки вважаються:

відмови технічних засобів управління, контролю та передачі даних;

неконтрольовані зміни параметрів режиму та структури електричних, технологічних та інформаційних систем;

втрата послуг, обладнання чи пристроїв;

недотримання політики та (або) рекомендацій щодо інформаційної безпеки; системні збої та (або) перевантаження;

збої програмного забезпечення;

помилки користувачів; порушення фізичних заходів захисту;

порушення правил доступу.

Висновки. Природно, що для вирішення завдання захисту інформації та самої інформаційної системи від несприятливих зовнішніх впливів необхідно мати відповідний понятійний апарат, математичний апарат, що включає системний аналіз та теорію надійності. Для їх успішного впровадження цих задач потрібна інтегрована інфраструктура безпеки. Багато технологічних рішень, що використовуються в проектах створення ЕЕС може стати джерелом уразливостей всієї інфраструктури інтелектуальної мережі електропостачання.

Література

1. Жураківський А.В., Кінаш Б.М., Пастух О.Р. Надійність електричних систем і мереж. Львів: Вид. Львівської політехніки, 2016. 280 с.

2. Казанський С.В., Патенко Ю.П., Сердюк Б.М. Надійність електроенергетичних систем: навч посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2011. 216с.

3. Chanan Singh Introduction to Power System Reliability / *Chanan Singh, Panida Jirutitijaroen, Joydeep Mitra* // J.Wiley-IEEE Press. 2019. **P.** 185-191.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЩОДО ФОРМУВАННЯ КОМФОРТНОГО МІКРОКЛІМАТУ В САЛОНІ АВТОБУСА

[1]***Чуйко С.П.*** – доктор філософії, *expertauto@ukr.net*
[2]***Герліці Ю.*** – к.т.н., проф., *Juraj.Gerlici@fstroj.uniza.sk*
[1]***Кравченко О.П.*** – д.т.н., проф., *avtoap@ukr.net*
[2]***Кравченко К.О.*** – к.т.н., доц., *kateryna.kravchenko@fstroj.uniza.sk*
[1]*Державний університет «Житомирська політехніка»*
Україна, м. Житомир
[2]*Жилінський університет в Жиліні*
Словаччина, м. Жиліна

DETERMINATION OF HEAT LOSSES IN RELATION TO THE FORMATION OF A COMFORTABLE MICROCLIMATE IN THE BUS CABIN

[1]***Chuiko S.P.*** – PhD, *expertauto@ukr.net*
[2]***Gerlici J.*** – Dr. Ing, prof., *Juraj.Gerlici@fstroj.uniza.sk*
[1]***Kravchenko O.P.*** – Dr.Tech.Sc., prof., *avtoap@ukr.net*
[2]***Kravchenko K.O.*** – PhD, doc., *kateryna.kravchenko@fstroj.uniza.sk*
[1]*Zhytomyr Polytechnic State University,*
Ukraine, Zhytomyr
[2]*University of Zilina*
Slovakia , Zilina

An algorithm for modeling transient thermal processes in the interior of a city bus equipped with air conditioning is considered, which allows taking into account various constructive solutions of the comfort system of city buses and simulating unstable thermal processes.

Keywords: *city bus, salon, comfortable conditions, temperature environment, thermal balance.*

Актуальність дослідження. Мікроклімат в салоні автобуса залежить від особливостей систем опалення, вентиляції, кондиціонування, а також від ряду конструктивних параметрів автобуса (герметичність салону, розташування двигуна, його теплоізоляція, теплопровідність облицювальних матеріалів, пасажироприсутність, тип вікон).

Існуючі математичні моделі нестабільних теплових процесів у міському автобусі не повністю відображають теплові процеси, що відбуваються в салоні при наявності пасажирів. Крім того, нестабільні теплові процеси часто вивчаються в сталому режимі, коли теплові потоки та параметри теплового кола постійні і не залежать від часу. Значний вплив на теплообмін між зовнішньою температурою надає і масивність конструкцій автобуса, завдяки цьому коливання температури на їхній внутрішній поверхні зменшуються.

У зв'язку з появою більш ефективних технічних рішень системи життєзабезпечення виникає необхідність у створенні нового математичного підходу, який дозволив би врахувати особливості та їх вплив на перебіг нестабільних теплових процесів протягом усього часу виконання транспортного процесу перевезення пасажирів.

Метою роботи є розробка методу рішень задач системи комфортного забезпечення салону міського автобуса через прогнозований тепловий режим.

Огляд і аналіз методів розрахунку систем вентиляції і опалення [1-5] показав, що в їхню основу покладено інтегральний підхід, який дозволяє визначити лише середні параметри, з використанням оцінки місцевих і лінійних витрат.

На прикладі експлуатації автобуса МАЗ-206 на міських маршрутах [6] перевізники стикаються з проблемою нормування витрати палива при роботі з кондиціонером. Це пов’язано з приведенням його в дію при умовах забезпечення оптимального мікроклімату, який може змінюватись не лише від температури навколишнього середовища. Зумовлено це пасажироприсутністю, умовами руху, управлінням роботою самої установки кондиціонування повітря.

Проведеним аналізом встановлено [6], що теплові витрати салону міського автобусу в основному залежать від різниці температури в салоні автобуса і навколишнього середовища (чим різниця більша, тим витрати більші) та теплозахисних властивостей кузовних конструкцій (панелей і підлоги, віконних скляних конструкцій і дверей).

Оптимальне управління енергією системи підтримки температурного комфорту полягає в основному у визначенні режимів роботи кондиціонера, що дає можливість контролювати потужність охолодження, підтримання належної температури як фактору комфорту і економити витрату палива.

Потужність охолодження повітря визначається тепловими навантаженнями салону, залежать від багатьох факторів: температура навколишнього середовища, інтенсивність сонячної радіації, матеріал конструкцій, кількість пасажирів, швидкість руху транспортного засобу тощо.

Для створення теплового комфорту всередині автобусу необхідно врахувати розглянуті чинники, оскільки вони можуть змінюватись в часі і при цьому враховувати, що кожна людина по різному сприймає умови знаходження

в закритому просторі усередині автобуса. Оскільки теплосприйняття у людей різне, тепловий комфорт зазвичай відноситься до набору оптимальних параметрів, для яких найбільший відсоток присутніх пасажирів відчувають себе комфортними в навколишньому середовищі.

Розрахунок надходження тепла через елементи облицювання конструкцій автобуса у літній період року ускладняється суттєвими змінами температури зовнішнього повітря і ще більшими коливаннями теплового потоку на зовнішніх поверхнях від сонячного випромінювання. Важливим фактором є надходження тепла від присутніх пасажирів.

Для міських автобусів може бути застосований спрощений метод розрахунку значень утримання (передачі) теплового комфорту в салоні для можливості визначення моменту увімкнення кондиціонера при певному тепловому навантаженні. І навпаки, його вимикання, коли відпадає потреба.

Через складність застосовувати автоматичні пристрої управління роботою кондиціонера є необхідність спрощеного підходу до визначення теплових процесів в салоні через моделювання теплових втрат. Визначення теплових втрат салону міського автобусу проведено безпосередньо в салоні автобуса з використанням автономного нагрівача коліброваної потужності.

Оскільки комфорт – це суб'єктивне поняття, то ефективність теплонавантаження салону автобуса, який обладнаний кондиціонером, доцільно проводити за температурно-часовою характеристикою повітря в контрольних точках, розташованих в зоні розміщення пасажирів в салоні і в кабіні водія. Фактор розміщення контрольних точок в зоні голови пасажирів і водія є домінуючим, так як площина підлоги салону знаходиться на різних рівнях: зона голови водія, зона голови сидячого і стоячого пасажира.

В заданому діапазоні температур проведено нагрівання салону автобуса нагрівачем каліброваною тепловою потужністю. При цьому знімались характеристики нагріву та охолодження за часом. Провівши ряд перетинів знайдено потужність теплових втрат, результати яких наведено в рисунку.

Як видно з рисунку

$$N_{втрат}=0,272\cdot\Delta t^{\circ}-2,71. \quad (1)$$

Звідси похідна

$$\partial N_{втр})/(\partial(\Delta t^{\circ})=0,272 \text{кВт/град}, \quad (2)$$

де $\partial N_{втр})/(\partial(\Delta t^{\circ})$ – потужність втрат салону досліджуваного автобуса, кВт/град.

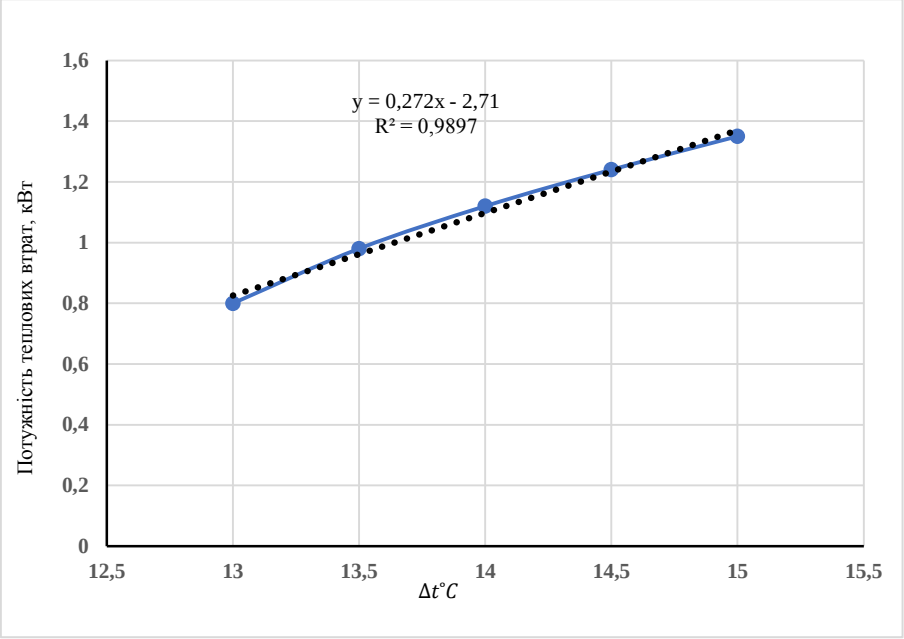


Рисунок 1 – Потужність теплових втрат салону від Δt˚C

Формули (1) і (2) є лінійним наближенням динаміки теплообміну між салоном автобуса та зовнішнім середовищем при обмеженнях: швидкістю автобуса нехтуємо; діапазон перепадів температур в системі «салон – вулиця» складає $10^{\circ}C \leq \Delta t^{\circ} \leq 20^{\circ}C$; потоки тепла $Q_1 (t^{\circ}_{салону} > t^{\circ}_{зовн.})$ та Q_2 $(t^{\circ}_{вул} > t^{\circ}_{салону})$ вважаємо симетричними $\frac{\partial Q_1}{\partial t^{\circ}} = \frac{\partial Q_2}{\partial t^{\circ}}$; при $\Delta t^{\circ} < 10^{\circ}C$ теплообміном між салоном та зовнішнім середовищем знехтуємо.

Таким чином, тепловий баланс в циклі «нагрів – охолодження» становить: при включеному нагрівачу з каліброваною потужністю N_1 протягом часу $\tilde{\imath}_1$ в салон подається кількість тепла $Q_1 = N_1 \cdot \tilde{\imath}_1$. За цей час температура в салоні зростає з t°_{min} до t°_{max} в заданому діапазоні. При досягненні температури t°_{max} вимикається нагрівач і салон охолоджується від $t^{\circ}_{\max}$ до t°_{min} за час $\tilde{\imath}_2$. Тоді кількість тепла, що віддає салон в зовнішнє середовище становить

$$Q_2 = N_{2витр} \cdot (\tilde{\imath}_1 + \tilde{\imath}_2). \quad (3)$$

Порівнявши Q_1 та Q_2, отримаємо:

$$Q_1 = Q_2;\ N_1\tilde{\imath} = N_{2витр}\,(\tilde{\imath}_1 + \tilde{\imath}_2). \quad (4)$$

З формули (4) знаходимо потужність теплових витрат об’єкта

$$N_2 = N_1 \frac{\tilde{\imath}_1}{\tilde{\imath}_1 + \tilde{\imath}_2} \quad (5)$$

Отримані результати дозволяють визначити інтегральний показник теплових витрат – потужність теплових витрат салону автобуса МАЗ -206.

Висновок. Запропоновано підхід визначення режимів теплових втрат салону автобуса МАЗ -206, який регламентує спосіб визначення потреби приведення в дію кондиціонера через характеристику системи «салон автобуса – навколишнє середовище».

Розглянута методика може бути використана для салонів інших моделей автобусів.

Література

1. Жуковский С.С. Организованная естественная вентиляция салонов автобусов: дис. ... канд. техн. наук 05.23.03 Львовский политехнический институт. Львов, 1984. 240 с.

2. Tosun E., Bilgili M., Tuccar G., Yasar F., Aydin K. Exergy analysis of an inter-city bus air-conditioning system. Int. J. Exergy, Vol. 20, № 4, 2016 pp. 445-464.

3. Xianghao S., Shumin F., Zhenning L. Analysis of bus passenger based on passenger load factor and in-vehicle time. Peoples Republic of China, 2016.

4. Norin F., Wyon D. Driver Vigilance. The Effects of Compartment Temperature. SAE 920168, 1992.

5. Возняк О.Т. Теплогазопостачання та вентиляція / О.Т. Возняк, О.О. Савченко, Х.В. Миронюк, С.П. Шаповал, Н.А. Сподинюк, Б.І., Гуляй. Львів: Вид-во Львівська політехніка, 2013. 276 с.

6. Кравченко О.П., Чуйко С.П. Дослідження теплового балансу салону автобусу у теплий період року / Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Науковий журнал. №3 (251). Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2019. С. 101-106.

СЕКЦІЯ 4: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

SECTION 4: AUTOMATION AND INTELLIGENT DESIGN OF TECHNICAL SYSTEMS

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Воронко І.О. – к.т.н., старший викладач, *ir.voronko@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

APPLICATION OF PROSPECTIVE MODELS OF RAILWAY INTELLECTUALIZATION OBJECTS

Voronko I. – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, *ir.voronko@gmail.com*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The report considers the application of promising models of intelligent objects on the railway, which will help to solve various problems related to the operation and management of the railway infrastructure. With the help of modern artificial intelligence technologies, it is possible to create a system of automatic control of train traffic taking into account traffic safety, the state of the railway infrastructure, and other factors. These systems ensure the efficiency and reliability of train movement and also reduce the risk of accidents. Such systems can analyze data on the condition of railway equipment, dates of commissioning, operating conditions, and other parameters to predict future wear and maintenance.

Keywords: *models, simulations, moving control object, intelligent systems.*

Актуальність дослідження зумовлена, тим що застосування перспективних моделей об'єктів інтелектуалізації на залізниці може допомогти вирішити різноманітні задачі, пов'язані з експлуатацією та управлінням залізничною інфраструктурою. Наприклад, моделі можуть допомогти у виявленні потенційних проблем з обладнанням та інфраструктурою залізниці, що дозволяє планувати та проводити ремонтні роботи заздалегідь, підвищуючи тим самим ефективність роботи та знижуючи вартість ремонтів. Також, моделювання може допомогти у плануванні оптимального руху поїздів та зменшенні витрат на паливо, технічне обслуговування та ремонт обладнання. Це може бути особливо важливо в умовах збільшення обсягів перевезень та

зростання вартості палива. Застосування моделей інтелектуалізації також може допомогти забезпечити безпеку руху поїздів та запобігти аварійним ситуаціям на залізниці. Зокрема, моделі можуть використовуватися для прогнозування ризиків виникнення аварій та розроблення стратегій їх запобігання.

Таким чином, застосування перспективних моделей об’єктів інтелектуалізації на залізниці є важливим етапом вдосконалення технічного устаткування та підвищення ефективності роботи залізничної інфраструктури.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу застосування перспективних моделей та засобів моделювання інтелектуалізації на залізниці.

На сьогодні застосування традиційних цифрових ПІД-регуляторів [1] виявляється малоефективним, через велику кількість випадкових, хаотичних, нелінійних і нечітких змінних в правій частині диференціальних рівнянь регуляторів і фільтрів, які потрібно лінеаризувать і врахувати в знаходженні коренів характеристичних рівнянь замкнутої системи для оптимального налаштування регуляторів. Застосування адаптації [1], штучних нейронних мереж (ШНМ), нечіткої логіки, нечіткого моделювання [2-7] приводить до побудови моделей і систем, що дозволяють управляти об'єктами в ситуаціях, коли традиційні методи малоефективні через відсутність точних знань про об’єкт управління.

Для моделювання об’єктів інтелектуалізації використовуються адаптивні [1], ситуаційні [6], нечіткі, нейронні і нейронечіткого моделі і регулятори [2-6] і генетичні алгоритми [7]. Ефективність методів нейронечіткого моделювання та управління зростає, якщо їх використовувати спільно з методами, заснованими на інтелектуальних машинах [5, 6]. Створення перспективних завадостійких адаптивних моделей об’єктів інтелектуалізації повинне бути спрямоване на вдосконалення експлуатації засобів рейкового транспорту й використовувати ієрархічний принцип побудови, теорію складних систем, теорію керування й сучасні інформаційні технології, тобто системний підхід. З огляду на необхідність підвищення середньої швидкості рухомих об’єктів, а також складність, нелінійність, нестаціонарність, багатофункціональність моделей об’єктів інтелектуалізації, невизначеність і нечіткість інформації, необхідно будувати такі системи на основі методів адаптивної фільтрації й адаптивного керування.

Перспективні моделі об’єктів інтелектуалізації для залізниці пропонується представити у вигляді дворівневої ієрархічної структури. Нижній рівень виконує безпосереднє керування рухомими об’єктами. Він повинен містити контури цифрового керування рухомим об’єктом таким як електропоїздами, електровозами, локомотивами й т.д. Інформація для цих контурів керування формується на середньому рівні й зовнішнім середовищі. Середній рівень здійснює збір даних, візуалізацію, контроль і диспетчерське керування на

полігонах залізниць. У результаті аналізу ситуацій на станціях і гірках формуються рекомендації про керування окремими об’єктами, необхідні для раціональної організації процесу перевезень. Крім цього, цей рівень повинен формувати завдання в контури керування нижнього рівня. Моделі підсистем керування середнього рівня доцільно формувати на основі графових структур, тому що вони наочно відображають топологічний характер рейкової транспортної топології (полігони залізниць, залізничні вузли, пасажирські, товарні, сортувальні станції).

Перспективні моделі об’єктів інтелектуалізації повинні виконувати автоматизоване ведення графіків руху й на відміну від існуючих систем, які тільки задають обмеження швидкості на основі даних підсистем автоблокування, надавати рекомендації тощо. База даних моделей об’єктів інтелектуалізації повинна включати: цифрову карту мережі залізниць; цифровий опис планів станцій; цифрові дані про стан рейкової колії; супутникову дислокацію рухомого об’єкта; швидкість, що рекомендується диспетчерськими підсистемами в результаті спостереження за перевезеннями; рекомендовані графіки руху поїздів. Наявність зазначеної бази даних дозволить прогнозувати такі переваги перспективних моделей об’єктів інтелектуалізації на основі використання підвищеної швидкості рухомих об’єктів, скоротити парк вагонів і локомотивів; підвищити стабільність графіків руху, наприклад пасажирських перевезень за рахунок підвищення стабільності підтримки графіків руху, зменшити кількість непередбачених зупинок, нераціональних затримок поїздів всіх категорій на ділянках залізниць, а при збільшенні дільничної швидкості поїздів, наприклад, на 10 %, може бути скорочено парк локомотивів і вагонів на 3-4 % від існуючого загального парку вагонів і локомотивів. Підтримка раціональної швидкості рухомого об’єкта є параметром, що є основою автоматизованого ведення графіка руху, що буде сприяти вдосконалюванню експлуатації засобів рейкового транспорту [5].

Також одним із можливих застосувань моделювання є створення моделі для прогнозування трафіку на залізниці. Така модель може аналізувати історичні дані про кількість пасажирських та вантажних поїздів, а також про споживання ресурсів, таких як енергія, паливо тощо. За допомогою цієї моделі можна прогнозувати попит на транспортні послуги та відповідно планувати розклади руху поїздів, ресурси та інші аспекти роботи залізниці.

Застосування моделювання є створення моделі для прогнозування зносу залізничного обладнання. Така модель може аналізувати дані про стан обладнання, умови експлуатації та інші фактори, щоб зробити прогнози про майбутній знос та потребу у ремонті. Крім того, моделювання може бути використано для оптимізації розподілу вагонів на поїздах допомагає збільшити

ефективність та безпеку руху поїздів, знижує ризики виникнення аварій та збільшує точність передбачення роботи обладнання. Використання інтелектуальних систем управління рухом вантажних поїздів, де система може автоматично розподіляти вагони на поїздах, враховуючи потреби транспортної компанії, забезпечувати оптимальне наповнення вагонів та мінімізувати затрати на транспортування вантажів.

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлено, що застосування перспективних моделей об'єктів інтелектуалізації на залізниці може включати такі області, як системи автоматизованого управління рухом поїздів, системи віддаленого моніторингу та діагностики обладнання, системи прогнозування зносу та ремонту обладнання, системи планування та координації руху поїздів та інші. Застосування моделювання об'єктів інтелектуалізації залізниці є важливим кроком у напрямі вдосконалення роботи залізничної інфраструктури та підвищення її ефективності.

Література

1. Загарій Г.І., Панченко С.В., Ситник Б.Т., Бриксін В.А. Критерій якості ухвалення рішення по керуванню в складній ієрархічній системі. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2009. № 3. С. 54-58.

2. Sytnik B., Bryksin V., Yatsko S., Vashchenko Y. Construction of an analytical method for limiting the complexity of neural-fuzzy models with guaranteed accuracy. // Международный наукометрический научный журнал «Восточно-Европейский журнал передовых технологий». 2019. Vol 2, no 4. Pp. 8-13.

3. Вернигора Р.В., Єльникова Л.О. Можливості використання штучних нейронних мереж при прогнозуванні поїзної роботи залізничних нарямків. // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім.акад. В. Лазаряна. 2014. Вип.7. С. 15-19.

4. Ясницкий Л.Н. Введення в штучний інтелект. М.: Изд. центр «Академия», 2005. 176 с.

5. Воронко І.О. Впровадження перспективних інтелектуальних технологій на залізничному транспорті. // Прогресивні технології засобів транспорту: перша міжнародно науково-технічна конференція, мат. доп. конф., 23-24 вересня 2021 р., м. Миргород. Харків: УкрДУЗТ, 2021. Вип. 1. С. 44-46.

6. Lysenko O., Alekseeva I. Application of the zero-order numerical method in the problems of parametric optimization in digital PID-regulators of drones. *Mathematics in modern technical university*. 2019. Vol. 2. P. 64-72.

7. Кононюк А.Ю. Нейроні мережі і генетичні алгоритми. Київ: «Корнійчук», 2008. 446 с.

АКТУАЛЬНІ ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ВЕБ-СЕРВІСІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Гайденко О.С. – к.т.н., викладач, haidenko121@gmail.com
Голуб Г.М. – к.т.н., доц., golub_gm@gsuite.duit.edu.ua
Рябоконь О.О. – бакалавр, студент, riabokon.oleksandr.ksm@gmail.com
Стасюк А.М. – бакалавр, студент, stasiuk.artempy@gmail.com
Київський електромеханічний фаховий коледж
Україна, м. Київ

CURRENT TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEMS WEB-SERVICES

Haidenko O. – Ph.D., Lecturer, haidenko121@gmail.com
Holub H. – Ph.D., docent, golub_gm@gsuite.duit.edu.ua
Riabokon O. – bachelor, student, riabokon.oleksandr.ksm@gmail.com
Stasiuk A. – bachelor, student, stasiuk.artempy@gmail.com
Kyiv Electromechanical Professional Pre-Higher College
Ukraine, Kyiv

The paper analyzes the use of technologies for the development of automated information systems web-services. Actual tools of frontend and backend development (frameworks, libraries, programming languages) are defined. The reasons for the loss of popularity of certain tools, which were previously widely used by programmers, are considered. Features of frameworks and programming languages, that condition their use for the implementation of certain tasks are considered. The reasons for the popularity of some programming languages, which are inferior to the convenience of newer languages, are determined.

Keywords: *frameworks, programming languages, Frontend, Backend, web-development.*

Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком індустрії інформаційних технологій та втратою привабливості використання застарілих мов програмування та інших супутніх засобів розробки на фоні виникнення більш досконалих технологій.

Метою роботи є аналіз актуальних засобів, які доцільно застосовувати для розробки веб-сервісів автоматизованих систем.

Веб-розробку прийнято розділяти на Frontend та Backend. Backend – це рівень сервера, а Frontend – клієнтської сторони.

Веб-розробка – напрямок IT, який дуже стрімко розвивається. Одні фреймворки втрачають актуальність, на заміну їм створюються та розвиваються інші. Розвиваються і самі мови програмування, навіть ті, що існують кілька десятків років. Так, наприклад, до 2015 року в JavaScript не було реалізовано областей видимості змінних, які приніс стандарт ECMAScript 6 [1]. На сьогодні, завдяки цьому, ключове слово «var» в мовах стандарту

ECMAScript більше не застосовується розробниками, а саме написання коду зазнало істотних змін. Це лише один із численних прикладів того, що веб-розробка динамічно розвивається, що вимагає від програмістів постійного навчання, щоб залишатися в професії.

Ситуація з актуальністю засобів веб-розробки корелюється в залежності від їх поточної популярності, що в свою чергу пов'язано не лише із затребуваністю тих чи інших типів програмних продуктів, а, насамперед, з ефективністю (зручністю та швидкістю) написання коду з використанням конкретних засобів розробки. Так, наприклад, ще якихось два – три роки тому одна з найпопулярніших бібліотек для JavaScript jQuery станом на сьогодні доцільна для вивчення лише для підтримки старих проєктів. Так трапилося завдяки тому, що її функціонал став доступний в нових популярних фреймворках.

Щодо Frontend-розробки, то найбільш необхідними на сьогодні є знання власне мови програмування JavaScript, мови гіпертекстової розмітки HTML5, мова стилів CSS3, уміння використання CSS препроцесорів, уміння працювати з системою контролю версій Git та із сервісом онлайн-хостингу проєктів GitHub, який використовує дану систему контролю версій.

Для великих проєктів у сучасній Frontend-розробці прийнято застосовувати методологію БЕМ [2].

Найпопулярнішими CSS препроцесорами є SASS, Stylus, LESS і PostCSS, проте найбільше ком'юніті саме у SASS.

Популярними фреймворками для Frontend-розробки сьогодні можна вважати Angular та Bootstrap, також бібліотеку React.

Якщо говорити про Backend, то типовими та найбільш поширеними засобами програмної реалізації Backend частини сайту є мова програмування PHP і система управління базами даних MySQL. Проте, на даний час PHP поступово втрачає привабливість у розробників через високу та достойну конкуренцію, але при цьому залишається і ще довго залишатиметься актуальною мовою з тієї причини, що більшість того, що написано для Backend – написано на PHP. Таким чином, найпопулярнішими мовами Backend-програмування на сьогодні можна вважати: PHP, Python (включаючи фреймворки Django, TurboGears і web2py), Ruby (включаючи фреймворк Ruby on Rails), програмну платформу Node.js, Java, технологія ASP.NET. Набирає популярність мова Kotlin, якою замінили Java при розробці під Android. Мови програмування PHP, Python і Ruby є мовами програмування загального призначення, а для роботи вимагають наявності інтерпретатора. У той же час, проєкт Node.js включає в себе цілу програмну платформу, в основі якої лежить рушій V8, що дозволяє використовувати для розробки серверної частини веб-додатків мову JavaScript, що перетворює дану вузькоспеціалізовану мову в мову загального призначення.

Технологія ASP.NET, в свою чергу, включає в себе цілий набір засобів для реалізації веб-додатків і веб-сервісів та дозволяє використовувати для розробки будь-яку мову програмування з доступних на платформі NET [3].

При побудові веб-сайту, розробник завжди потребує схожого набору компонентів: спосіб управління авторизацією користувача (створення акаунту, вхід, вихід), панель управління, форми, спосіб завантажити файли, тощо. Саме тому і виникли фреймворки як явище.

У сучасній веб-розробці існує тенденція відходу від розробки з нуля завдяки фреймворкам. У Frontend-розробці взагалі існують веб-сервіси, які можуть автоматично генерувати повністю готову веб-сторінку – це так звані конструктори сайтів [4, 5].

Тому застосування мов програмування в чистому вигляді у типових завданнях веб-розробника відходить на другий план та зводиться до більш деталізованого підлаштування результатів, отриманих при роботі з фреймворками під проєкт.

Таким чином замість JavaScript використовується Bootstrap, React, тощо, замість Python часто вибирають Django [6, 7]. Проте, така тенденція не означає, що їх (мови програмування) немає потреби вивчати. Для кожної ніші завдань, необхідні фахівці зі знаннями, підходящими саме для їх конкретної реалізації.

Висновок. У результаті проведеного аналізу, відзначено актуальні засоби Frontend та Backend розробки веб-сервісів автоматизованих систем. Розглянуто причини втрати популярності певних засобів, що раніше масово застосовувалися програмістами.

Література

1. Сайт про веб-розробку. URL: https://www.w3schools.com/js/js_es6.asp (дата звернення: 28.03.2023).

2. Сайт про веб-розробку. URL: https://avivi.pro/ua/blog/metodologiya-bem-v-deystvii (дата звернення: 28.03.2023).

3. Андріїв І.В. Аналіз сучасних засобів веб-розробки. Технічні науки – Інформатика, комп'ютерна техніка та автоматизація. 2017. URL: https://www.sworld.com.ua/konfer49/44.pdf (дата звернення: 28.03.2023).

4. Конструктор сайтів. URL: https://ua.weblium.com (дата звернення: 28.03.2023).

5. Конструктор сайтів. URL: https://uk.wix.com (дата звернення: 28.03.2023).

6. Шершун О.О., Ольшевська О.В. Переваги та недоліки застосування Django для створення Веб-додатків. // Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій: матеріали XX Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, Одеса, 21-22 квіт. 2020 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, ННІ комп'ютер. систем і технологій «Індустрія 4.0» ім.

П.М. Платонова, Фак. комп'ютер. інженерії, програмування та кіберзахисту. Одеса: ОНАХТ, 2020. Ч.І. С. 229-230.

7. Сайт про веб-розробку. URL: https://tutorial.djangogirls.org/uk/django/ (дата звернення: 28.03.2023).

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ IP-МЕРЕЖ

Герцій О.А. – к.т.н., доц., *agertsiy@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

RESEARCH OF CRITERIA FOR ASSURANCE OF QoS PARAMETERS IN IP-NETWORKS

Gertsiy A. – PhD (Technical Sciences), Associate Professor, *agertsiy@gmail.com*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technologies
Ukraine, Kyiv

The methods of ensuring the quality of communication in networks with packet switching are considered in the article. The information flows of IP-networks vary greatly in their composition and requirements, due to the growth of the number of new network applications, as well as the change in the ratio between already existing and new network services. This requires taking into account the dependencies between traffic volumes, quality of service indicators and network structural parameters, which can be used to determine the cost of a particular solution.

Keywords: *IP-network, quality of service, evaluation of quality parameters, efficiency criterion, method of expert evaluations.*

Актуальність дослідження. Інформаційні потоки в мережах носять різний характер. Збільшення послуг передачі мультимедійного трафіку стало причиною нових складнощів, пов'язаних з забезпеченням функціонування телекомунікаційних мереж. Організована на базі IP-технології вона являється орієнтованою для передачі даних і сама по собі не може гарантувати належне обслуговування трафіка реального часу. В зв'язку з цим було розроблено цілий ряд механізмів забезпечення якості обслуговування. Проте неузгодженість їх взаємної реалізації не дозволяють гарантувати необхідний рівень обслуговування.

Мета дослідження полягає в розробці механізмів, що охоплюють моделювання і оптимізацію проектних рішень при проектуванні IP-мережі, які задовольняють необхідну потребу якості забезпечення зв'язку при найменших

загальних витратах, обслуговуванні та наступному розвитку мережі.

З появою трафіку реального часу підхід до організації роботи мережі був змінений. Це було обумовлено іншим характером профілю навантаження. Трафік реального часу, якій характеризується неперервним та відносно рівномірним характером проходження, є досить чутливим до затримок передачі, що у звичайних пакетних мережах могла досягати недопустимих значень. Це зумовило необхідність розробки додаткових методів оптимізації роботи мережі, які б дозволили реалізувати так звану політику забезпечення якості обслуговування – QoS (Quality of Service).

До основних переваг QoS-обслуговування трафіку відносять [1, 2]:

Підтримку існуючих та нових мультимедійних служб і додатків;

Передачу контролю над ресурсами мережі операторові;

Забезпечення гарантії обслуговування та диференціювання трафіка;

Можливість надання додаткових послуг поряд з стандартними послугами.

Механізми підтримки якості обслуговування самі по собі не забезпечують збільшення пропускної спроможності. Фактична пропускна спроможність каналів зв'язку й транзитного обладнання являються основними для роботи механізмів QoS. Однак QoS дозволяє управляти розподілом наявної пропускної спроможності відповідно до вимог додатків і налаштуваннями мережі.

При цьому функції якості обслуговування полягають у забезпеченні гарантованого й диференційованого обслуговування мережевого трафіка шляхом передачі контролю над використанням ресурсів і завантаженістю мережі її операторові. QoS забезпечує наскрізну гарантію передачі даних і основана на системі правил контролю над засобами підвищення продуктивності IP-мережі, такими як механізми розподілу ресурсів, комутація, маршрутизація, механізми обслуговування черг і механізми відкидання пакетів.

Розглянемо параметри та норми оцінки якості IP-мереж:

1. Затримка доставки пакета IPTD (IP packetTransferDelay). Цей параметр визначається як час доставки пакета між джерелом і одержувачем для всіх пакетів – як успішно переданих, так і спотворених помилками. Середня затримка доставки пакета визначається як середня арифметична величина затримок пакетів. Ріст навантаження й зменшення доступних мережних ресурсів ведуть до росту черг у вузлах мережі і до збільшення середніх затримок доставки пакетів.

2. Варіація затримки пакета IPDV (IP PacketDelayVariation) характеризує як різниця часу між абсолютною величиною затримки при доставці пакета з індексом та певною еталонною величиною затримки доставки пакета. Варіація затримки пакета, або джитер, проявляється в тому, що послідовні пакети прибувають до одержувача в нерегулярні моменти часу. В системах IP-

телефонії це приводить до викривлень звуку, тому мова стає нерозбірливою.

3. Коефіцієнт втрати пакетів IPLR (IP PacketLossRatio) визначається як відношення сумарної кількості загублених пакетів до загальної кількості прийнятих. Втрати пакетів у мережах IP виникають у тому випадку, коли значення затримок при їхній передачі перевищує певне нормоване значення. Втрата пакетів при передачі інтерактивного трафіку веде до спотворення прийнятих даних, адже при цьому відсутня можливість повторної передачі.

4. Коефіцієнт помилок пакетів IPER (IP PacketErrorRatio). Коефіцієнт IPER визначається як сумарна кількість пакетів, прийнятих з помилками, до суми успішно прийнятих і пакетів, прийнятих з помилками.

Перераховані параметри являються основними характеристиками роботи IP-мереж на міжнародних трактах зв'язку. Їх значення нормуються відповідно до рекомендацій ITU-T Y.1541 і подані в таблиці. Вони представляють собою, відповідно, верхні границі для середніх затримок, джитера, втрат та помилково прийнятих пакетів. При цьому норми на параметри розподілені по різних класам QoS, що визначаються залежно від вимог додатка.

Таблиця 1 – Норми характеристик IP-мереж з розподілом по класам QoS

Мережеві характеристики	Класи QoS					
	0	1	2	3	4	5
Затримка доставки пакету IP (IPTD)	100 мс	400 мс	100 мс	400 мс	1 с	Н
Варіація затримки пакету IP (IPDV)	50 мс	50 мс	Н	Н	Н	Н
Коефіцієнт втрат пакетів IP (IPLR)	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	Н
Коефіцієнт спотворень пакетів IP (IPER)	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	Н

Для оцінки і порівняльного аналізу різних методів організації доступу до даних, як найбільш універсальний доцільно використовувати критерій «ефективність-вартість» [3].

Під ефективністю E в даній задачі мають на увазі деякий функціонал швидкості передачі запитів V_q і достовірності передачі, яка виражається через помилки першого і другого роду з відповідними ймовірностями P_I і P_{II}:

$$E = \psi(V_g, P_I, P_{II})$$

Вартість визначається за формулою:

$$C = a_1 V_{інф} + a_0 .$$

1. При обмеженнях на час займання каналу при гарантованій якості

обслуговування QoS:

$t_з \le T_{\max}$, при $t_з > T_{\max}$ $C = a_2 V_{інф}$, де a_1 і a_2 – вагові коефіцієнти, що підбираються експериментально, за результатами аналізу стану каналів передачі.

Якщо $a_1 > a_0$, де коефіцієнт a_i визначається методом експертних оцінок на основі результатів обробки статистичних даних, тоді, в цьому випадку, як перше наближення пропонується лінійно-ламана залежність.

2. Альтернатива – якість сервісу не гарантується (обслуговування за угодою BestEffort).

$$C = a_3 V_{інф} + a_{03}$$

Квадратичні функції вартості широко застосовуються при аналізі і синтезі великих систем, в тому числі інформаційно-обчислювальних та систем керування.

3. Форс – мажорна ситуація (максимальне виділення каналів), якість обслуговування QoS максимальна, при цьому вартість є другим пріоритетом. Необхідно забезпечити гарантований об'єм каналу – $V_{канал} \ge V_{інф}$.

В деяких випадках цінність інформації є абсолютним пріоритетом. Тому, як функцію вартості доцільно вибирати інформаційну функцію виду $C = a_{42} \log_2(1 + V_{інф})$, $V_{інф} > 0$.

Висновки. Огляд сучасних підходів до забезпечення якості обслуговування показав, що реалізація існуючих методів не в повній мірі забезпечує вирішення даного питання. Подальший розвиток та розробка механізмів забезпечення QoS буде вирішуватися на основі комплексних підходів та методик, що враховуватимуть вирішення цілого ряду задач, пов’язаних з покращенням функціонування мережі. Таким чином, для оптимізації часу доставки і обробки інформації в різних випадках необхідно вибирати відповідні функції вартості, запропоновані вище.

Література

1. Galkin A.M., Simonowa O.A, Yanovsky G.G. Multiservice IP Network QoS Parameters Estimation in Presence of Self-similar Traffic // Springer Verlag. Lecture Notes on Computer Science, № 4003. 2006. p. 235-245.

2. Gertsiy A., Rudyk S. Analysis of quality of service parameters in IP-networks // «Problems of Infocommunications, Science and Technology - PIC S&T-2016». - IEEE Proc., Kharkiv, 2016. P. 75-77. https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2016.7905340

3. Герцій О.А. Критеріальна оцінка якості функціонування мультисервісних мереж // Збірник наукових праць ДЕТУТ: Серія «Транспортні системи і технології». Вип. 26-27. К: ДЕТУТ, 2015. С. 206-215.

МЕТОДИ НЕЙРОПОДІБНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ОСНОВІ ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНИХ СТРУКТУР

Жук Д.О. – аспірант, zhuk_do@ukr.net
Кокряцька Н.І. – к.т.н., доц.
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

METHODS OF NEURAL-LIKE COMPUTATIONS BASED ON PARALLEL-HIERARCHICAL STRUCTURES

Zhuk D. – Postgraduate student, zhuk_do@ukr.net
Kokriatska N. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The report discusses the methods of neuro-like calculations based on the use of parallel-hierarchical structures. Specifically, the following methods are described in detail: pyramid coding, structural and statistical methods of hierarchical coding. The problems that exist in modern methods for performing neuro-like calculations have been studied. It was determined that due to the organization of the parallel-serial scheme of the pyramidal-linear coding method in comparison with statistical coding methods, the compression time is significantly reduced, since no additional costs are required for changing the code tree.

Keywords*: parallel-hierarchical structures, neural-like computations, pyramidal-linear coding.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що сьогодні існують різні методи для виконання нейроподібних обчислень, однак активне збільшення кількості інформації та швидкості її передачі потребують використання нових, оптимальніших методів для швидкої обробки інформації.

Метою роботи є дослідження методів нейроподібних обчислень, які базуються на використанні паралельно-ієрархічних структур

Одними із найоптимальніших способів формування нейроподібних перетворень є методи, які базуються на паралельно-ієрархічних (ПІ) структурах. Основна перевага полягає у використанні наслідків динаміки багаторівневої паралельної взаємодії інформаційних сигналів на різних рівнях ієрархії штучної обчислювальної мережі, що дає змогу поєднати відомі природні особливості організації обчислень у корі головного мозку [1].

В статті розглянуті наступні методи нейроподібного перетворення з використанням ПІ структур: пірамідальне кодування, структурно-статистичні методи ієрархічного кодування.

Принцип функціонування багаторівневих ПІ систем, можна визначити як послідовність операцій над множинами масивів даних, що утворюють множини інформаційного поля (ІП) різноманітних рівнів ієрархії. Взаємодія між вказаними рівнями ієрархії здійснюється в межах пірамідальної ієрархічної структури і реалізується на основі мережевої архітектури паралельно-ієрархічної системи (ПІС). Принцип побудови пірамідальної ієрархічної структури даних полягає в такому: з початкового ІП формують послідовності масивів даних того самого ІП, але на різноманітних ієрархічних рівнях розподілу: P= (A0, A1, A2, ... An), де Ai – інформаційне поле, i – номер ієрархічного рівня розподілу, i = (0,n)‾. Така піраміда ІП, в свою чергу, формує обчислювальну структуру – багаторівневу ПІС. Розміри аналізованих даних можуть бути постійними, але, переміщуючись з одного ієрархічного рівня розподілу на інший, можна здійснювати оброблення того самого елемента ІП з різноманітним ступенем деталізації. При цьому, рішення про необхідність подальшого оброблення можна прийняти на верхньому рівні обробки після аналізу ІП з малим розподілом, кожний елемент якого містить інтегральні оцінки про відповідні фрагменти вихідного ІП на найнижчому рівні. Це приводить до підвищення швидкості обробки ІП. Таким чином, сутність пірамідального підходу полягає в одночасному використанні послідовності масивів даних на різноманітних рівнях ієрархії при аналізі зображення, що дозволяє реалізувати стратегію від загального до часткового. Кожний елемент піраміди ІП характеризується трьома координатами (i,j,k), де i – рядок, j – стовпчик, k – рівень [2, 3].

З статистичних методів найпоширенішим є кодування Шеннона-Фано і кодування Хаффмана (статичне, динамічне і з блокуванням).

Код Шеннона-Фано будується на основі дерева. Побудова починається з кореня. Вся множина кодованих елементів відповідає вершині першого рівня, тобто кореню дерева. Його розбивають на дві підмножини з приблизно однаковими ймовірностями. Ці підмножини з’єднані з коренем і являються вершинами другого рівня. Далі кожну із цих підмножин також розбивають на дві підмножини, щоб утворити вершини третього рівня. Якщо підмножина складається з одного елемента, то вона не підлягає розбиттю. Такий розподіл триває до тих пір, поки не будуть отримані всі кінцеві вершини. Гілки дерева помічаються символами 1 і 0 [4].

На відміну від алгоритму Шеннона-Фано, алгоритм Хаффмана залишається завжди оптимальним і для вторинних алфавітів m2 з більш ніж двома символами.

Кодування Хаффмана використовує специфічний метод вибору представлення для кожного символу, в результаті чого отримується префіксний код.

Ідея алгоритму полягає в наступному: знаючи ймовірності появи символів в повідомленні, можна описати процедуру побудови кодів змінної довжини, що складаються з цілого кількості бітів.

Процес починається з листових вузлів, що містять ймовірності символу, який вони представляють. Потім обирають два вузли з найменшою ймовірністю і створює новий внутрішній вузол, який має ці два вузли як дочірні. Вага нового вузла встановлюється як сума ваги дітей. Потім ми застосовуємо процес знову, на новому внутрішньому вузлі та на інших вузлах (тобто, ми виключаємо два листові вузли), ми повторюємо цей процес, поки не залишиться лише один вузол, який є коренем дерева Хаффмана.

Висновок. За рахунок організації паралельно-послідовної схеми пірамідально-лінійного методу кодування у порівнянні з методами статистичного кодування, зокрема методом Хаффмена, для якого необхідна організація досить складної процедури побудови кодового дерева, час ущільнення істотно зменшується, оскільки не вимагається додаткових витрат на зміну кодового дерева.

Л і т е р а т у р а

1. Івасюк І.Д. Методи і засоби паралельно-ієрархічного перетворення для високопродуктивного оброблення зображень. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2009. № 2. С. 68-78.

2. Тимченко Л.І., Кокряцька Н.І., Івасюк І.Д., Майстренко Ю.В., Галушко М.М. Розробка ймовірнісних моделей паралельного метода ущільнення на основі пірамідально-лінійного та пірамідально-нелінійного кодування. // Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Серія: Транспортні системи і технології. 2019. Вип. 33(2). С. 4-17.

3. Яровий А.А. Багаторівневі паралельно-ієрархічні системи та їх комп'ютерне моделювання. // Методи та системи оптико-електронної і цифрової обробки зображень та сигналів. 2012. С. 9-17.

4. Shannon-Fano Algorithm for Data Compression. (б.д.). GeeksforGeeks. https://www.geeksforgeeks.org/shannon-fano-algorithm-for-data-compression

АСПЕКТИ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ В ЕЛЕКТРОННОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Козачук О.І. **–** аспірантка, *kozachuk_olena517@ukr.net*
Кульбовський І.І. **–** к.т.н., доц., *kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua*
Державний університет інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

ASPECTS OF THE ADAPTIVE SYSTEM OF LEARNING IN THE ELECTRONIC ENVIRONMENT

Kozachuk O. – Postgraduate studend, *kozachuk_olena517@ukr.net*
Kulbovskyi I. – Doctor of Technical Sciences, Docent, *kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua*
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper is devoted to the construction of an adaptive learning system in the electronic environment. The principles underlying the concept of designing such a system are formulated. The structure of the system is presented, which includes a model of the subject area (educational content), a user model, an adaptation model and a learning outcomes assessment model. Within the framework of the proposed system, an adaptive e-learning course has been developed and implemented in the educational process. It is substantiated that successful mastering of such a course by students contributes to the formation of their competencies.

Keywords: *model, e-learning, system, adaptive e-learning course, variability, relevance, personalisation, competence-based approach.*

Актуальність дослідження зумовлена активним розвитком інформаційно-комунікаційних технологій, які дуже впливають на світову систему освіти. На зміну традиційним освітнім технологіям приходить, електронне навчання, яке активно розвивається.

Метою роботи є активне застосування електронних освітніх курсів під час навчання сучасного «цифрового покоління», що живе у світі електронної культури.

Насамперед навчання в електронному середовищі є непростим педагогічним і інструментально-технічним завданням. Це зумовлено, зокрема, тим фактом, що методику електронного навчання ще недостатньо розроблено. Крім того, при реалізації електронного навчання, на відміну від традиційного, не передбачається пряма участь у освітньому процесі викладача, який враховує індивідуальні особливості студентів. Ми вважаємо, що цю функцію викладача значною мірою може виконати адаптивний електронний навчальний курс.

Розглянемо концепцію адаптивного навчання в електронному середовищі, який засновано на таких принципах:

• персоналізація – забезпечення персоналізації навчального процесу в електронному середовищі, що дозволяє студенту побудувати індивідуальну освітню траєкторію та сформувати індивідуальне простір навчальних матеріалів;

• варіативність змісту – навчальний контент має різні форми уявлення;

• циклічність навчання – автоматичне повернення до матеріалу вивченої теми, поданому в іншому вигляді;

• заповнення прогалин у знаннях та вміннях, отриманих раніше;

• мотиваційно-інтелектуальне залучення студентів до процесу навчання;

• спрямованість досягнення результатів навчання;

• цілісність – формування цілісного сприйняття дисципліни учнями;

• релевантність – зміст навчання є актуальним для здобувачів освіти і знаходиться в контексті їх майбутньої професійної діяльності;

• викладач виступає не транслятором знань, а організує процес навчання, керує ним та здійснює консультування студентів.

Перелічені принципи реалізуються при побудові адаптивної системи навчання в електронному середовищі, що складається з моделі предметної області, моделі користувача, моделі адаптації та моделі оцінки результатів навчання (рис. 1).

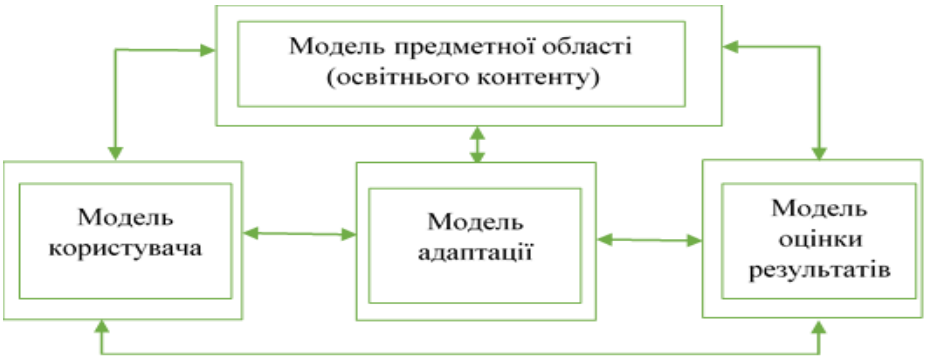


Рисунок 1 – Структурна схема адаптивної системи навчання в електронній сфері

Модель користувача адаптивної системи навчання містить інформацію про студента, необхідну для адаптації освітнього контенту до його індивідуальних характеристик та управління процесом навчання у електронному середовищі.

Індивідуальні характеристики здобувачів освіти описуються за допомогою двох груп параметрів. У першу групу входять стиль навчання студента та його результати. Друга група параметрів включає результати спостереження за процесом навчання студента в електронному середовищі: його поточне становище; час, витрачений на вивчення та виконання завдань; кількість ефективних входів у систему, що дозволяє викладачеві управляти активністю учня.

Таким чином, модель користувача дозволяє враховувати індивідуальні параметри студента, а також потребу в персональній підтримці для нього з боку викладача.

Модель адаптації системи навчання в електронному середовищі включає автоматизовану систему навігації та адаптацію навчального контенту з урахуванням індивідуальних характеристик учня. Кожен елемент навчального контенту (матеріал, тест чи завдання) має певними налаштуваннями, зумовленими можливостями системи управління навчанням.

Для оцінювання мотиваційного компонента компетентності призначені прикладні та професійно спрямовані завдання, вирішення яких свідчить про готовність учня застосовувати отримані знання у майбутній професії.

Щоб оцінити рефлексивний компонент, у всіх тестах передбачено дві спроби. Студент після першої спроби отримує негайний відгук на своє рішення. За наявності помилок він осмислює їх і має можливість, вивчивши матеріал в іншій редакції викладу, пройти повторне тестування. В результаті оцінювання всіх компонентів можна зробити висновок про рівні сформованості предметної компетентності у студента при навчанні в електронному середовищі.

Таким чином, розроблена система, що складається із пов’язаних між собою моделей предметної області, користувача, адаптації та оцінки результатів навчання, дозволяє реалізувати адаптивне навчання в електронному середовищі, а також оцінити рівень сформованості предметної компетентності у здобувачів освіти.

Висновок. Під час реалізації адаптивного навчання викладач (чи група викладачів) розробляє освітній контент, а також виконує функції організатора та координатора процесу навчання, здійснює моніторинг його результатів, керуючі впливи та консультування здобувачів освіти. До керуючих впливів ми відносимо повідомлення, у тому числі такі, що задають нормативний темп навчання; індикатор виконання завдань та рейтинг досягнень, що сприяють підвищенню мотивації до навчання.

Одним із важливих аспектів організації навчання в електронному середовищі є комунікація здобувачів один з одним і з викладачем, що реалізується засобами онлайн та офлайн спілкування: форуми, чати, механізми зворотного зв’язку в елементах електронного курсу.

Л і т е р а т у р а

1. P. Brusilovsky. «Adaptive educational hypermedia: from generation to generation», Proceedings of the 4th Hellenic Conference on Information and Communication Technologies in Education (Athens, Greece, 2004), 19-33

2. C. Mulwa, S. Lawless, M. Sharp, I. Arnedillo-Sanchez, V. Wade. «Adaptive educational hypermedia systems in technology enhanced learning: a literature review»,

Proceedings of the 2010 ACM Conference on Information Technology Education (Midland, Michigan, USA, October 7–9, 2010), 73-84.

3. C. Pahl, E. Holohan. «Applications of Semantic Web Technology to Support Learning Content Development», Interdisciplinary Journal of E-learning and Learning Objects, 5:1 (2009), 1-25.

4. Brusilovsky, Peter. (1999). Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Eduction. KI. 13. 19-25.

5. Brusilovsky, P., Peylo, C. (2003) Adaptive and intelligent web-based educational systems. Int. J. Artif. Intell. Ed. 13, 159-172.

СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ ТОВАРІВ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО АЛГОРИТМУ ARIMA ДЛЯ ОФІСНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Мальченко П.О. – магістрант, twink1337zhaba@gmail.com
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Іванов Г.О. – к. т. н., доц., ivanovgo0708@gmail.com
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

THE SYSTEM FOR FORECASTING THE COST OF GOODS BASED ON THE MODIFIED ARIMA ALGORITHM FOR OFFICE COMPUTERS

Malchenko P. – master's student, twink1337zhaba@gmail.com
Black Sea National University
Ivanov G. – Candidate of technical Sciences, Associate Professor,
ivanovgo0708@gmail.com
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The paper analyzes the use of modified ARIMA algorithm for office computers in systematic approach with other models like GAM creating an opportunity for predictive modeling on computers with old hardware. Forecasting was always a problematic question in different spheres of life and numerous methods and approaches are already in use. Product cost forecasting is an important topic in finance and economics, which involves effective forecasting of price dynamics that can minimize the risk of losses and maximize profits. Predicting prices is a difficult task due to complex time series models.

Keywords: *forecasting, time series, machine learning, decomposition, autocorrelation, stationarity, models, metrics, R.*

Актуальність дослідження полягає у необхідності підвищення якості прогнозування, відборі кращих моделей для відповідних наборів даних. Це

дозволить зменшити збитки, що несуть компанії у результаті коливання вартості за рахунок підготовки заздалегідь.

Метою роботи є підвищення якості короткострокового прогнозування вартості товарів для слабких комп'ютерів за рахунок використання модифікованого методу ARIMA.

Висновок. В результаті проведеного дослідження було отримано моделі, що, в середньому, дають покращення якості прогнозування на 2% для різних наборів даних.

Дані часового ряду – це послідовність числових спостережень, природно впорядкованих у часі. Останнім часом стрімкий розвиток інформаційних технологій призвів до ситуації, коли величезні обсяги даних накопичуються з великою швидкістю і фактично утворюють різноманітні часові ряди. Моделювання таких часових рядів є надзвичайно важливим і привертає увагу як практиків, так і дослідників. Однак це також вважається досить складною проблемою через багато складних характеристик, які часто присутні в часових рядах, таких як нерівномірності, нестабільність, тренди та шуми, тощо. Для моделювання часових рядів на основі їх поточної та минулої поведінки було розроблено низку методів.

Модель інтегрованої авторегресії середнього ковзного (ARIMA) і узагальнена адитивна модель (GAM) широко використовувалися для прогнозування часових рядів у сфері цін на біржі М'янми. Дані готуються для аналізу часових рядів шляхом виконання етапів попередньої обробки даних, таких як перетворення позначок часу, стаціонарна ідентифікація та стаціонарна обробка.

Наявні публікації на схожу тематику пропонують використання методів машинного навчання (моделі ARIMA [1], GAM, SVR, модифіковані та комбіновані моделі), штучного інтелекту, тощо.

Перевагою використання моделей ARIMA є їх універсальність і те, що їх можна налаштувати для прогнозування різних часових явищ [2, 3, 4, 5]. Завдяки своїй ефективності як класичного методу прогнозування він широко використовується, наприклад, для прогнозування якості води, робочих навантажень у хмарних додатках, індексу EBITDA для фінансових показників і короткострокових навантажень клієнтів.

Для розробки програмного забезпечення було використано середовище розробки R. R має значні можливості для здійснення статистичних аналізів, включаючи лінійну і нелінійну регресію, класичні статистичні тести, аналіз часових рядів (серій), кластерний аналіз і багато іншого. R легко розбудовується завдяки використанню додаткових функцій і пакетів доступних на сайті Comprehensive R Archive Network.

Для навчання моделі було використано набір даних, що представлений вартістю акцій компанії Amazon за 2016-2019 роки. Завантаживши дані, можна побачити, що це часовий ряд, визначений 3-змінними: дата, назва компанії, ціна.

Першим кроком у прогнозуванні є підготовка даних у правильному форматі. Цей процес може включати завантаження даних, визначення відсутніх значень, фільтрацію часових рядів та інші завдання попередньої обробки. Функціональність, яку надає tsibble та інші пакети в tidyverse, значно спрощує цей крок.

Багато моделей мають різні вимоги до даних; деякі вимагають, щоб ряди були в порядку часу, інші вимагають відсутності пропущених значень. Перевірка ваших даних є важливим кроком для розуміння їх характеристик, і її слід завжди робити перед оцінкою моделей.

Дані часових рядів можуть демонструвати різноманітні моделі, і часто корисно розділити часовий ряд на кілька компонентів, кожен з яких представляє основну категорію шаблону.

Коли ми розкладаємо часовий ряд на компоненти, ми зазвичай об'єднуємо тренд і цикл в один компонент тренд-цикл (часто для спрощення його називають трендом). Таким чином, ми можемо розглядати часовий ряд як такий, що складається з трьох компонентів: компонент трендового циклу, сезонний компонент і компонент залишку (що містить будь-що інше в часовому ряді).

Наступним кроком є утворення ACF та PACF. Коли дані ACF показують стаціонарність, а PACF майже повністю відповідають вигляду білого шуму – можна підбирати моделі. На цьому етапі і відображається зміна підходу. Засоби R дозволяють утворювати моделі автоматичним чином трьома методами: швидкий підхід, підхід повного перебору та нормований закритий підхід. Підхід повного перебору дозволяє обрати оптимальну модель за показниками AIC та BIC, але потребує потужний комп'ютер. Інші підходи дають гірші результати, тому ми фокусуємось на підході повного перебору, як на очікуваному результаті, а порівнюватимемо з швидким підходом, оскільки він також створений для роботи на слабких комп'ютерах. Модифікований алгоритм дозволяє отримати той самий результат, що й повний перебір, але витрачаючи менші ресурси. Розглянемо сам алгоритм.

Модифікований алгоритм ARIMA

Крок 1. Визначити закономірності, побудувавши дані та виявивши незвичайні спостереження.

Крок 2. Використати перетворення Бокса-Кокса, щоб стабілізувати дисперсію (якщо необхідно).

Крок 3. Диференціювати дані, щоб вони були стаціонарними (за потреби).

Крок 4. Побудувати графік ACF диференційованих даних і спробувати визначити можливі моделі-кандидати.

Крок 5. Використати метрику AIC для визначення кращої моделі.

Крок 6 Перевірте залишки з моделі, побудувавши графік ACF залишків і виконавши тест портманто.

Крок 7. Чи виглядають залишки як білий шум? Якщо ТАК (розрахувати прогнози), НІ (перейти до кроку 4).

Використання цього алгоритму дозволяє отримувати найкращу модель ARIMA заощаджуючи ресурси комп'ютеру. Підключивши додатково інші моделі, наприклад GAM, отримуємо систему прогнозування, що обиратиме найкращу модель під відповідний набір даних. На основі попередніх досліджень було визначено, що завдяки декомпозиції часового ряду, що була виконана раніше, вдається досить точно визначити параметри моделей GAM, які і будуть використані у системному підході, якщо це необхідно.

Протестувавши запропонований підхід на різних наборах даних, було визначено, що його використання дозволяє покращити точність прогнозування приблизно на 2% у порівнянні з готовим рішенням у пакеті R.

Таблиця 1 – Порівняння результатів похибки прогнозування для стандартного та запропонованого рішення на різних наборах даних

Підхід	**Набір даних**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
	Похибка прогнозування за метрикою MAPE, %				
Модифікований алгоритм	3,29	1,98	4,37	1,57	3,84
Стандартне рішення від R	5,27	4,02	6,11	3,64	5,95

Література

1. Othman M. S., Ghadeer J. M. M. A modified ARIMA model for forecasting chemical sales in the USA. *Journal of Physics: Conference Series.* 2021. doi:10.1088/1742-6596/1879/3/032008.

2. Alsharif M. H., Younes M. K., Kim J. Time Series ARIMA Model for Prediction of Daily and Monthly Average Global Solar Radiation. *Symmetry*. 2019. 11(2):240. https://doi.org/10.3390/sym11020240.

3. Nashirah A. B., Sofian R. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model for Forecasting Cryptocurrency Exchange Rate in High Volatility Environment: A New Insight of Bitcoin Transaction. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*. 2017. Vol. 4. DOI:10.22161/ijaers.4.11.20.

4. Bata, M., Carriveau, R., Ting, D.SK. Short-term water demand forecasting using hybrid supervised and unsupervised machine learning model. *Smart Water 5*. 2020. https://doi.org/10.1186/s40713-020-00020-y.

5. Durdu Ö. F. A hybrid neural network and ARIMA model for water quality time series prediction. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2010. Vol. 23. 586-594. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2009.09.015.

RESEARCH OF KNOWLEDGE BASES FOR DECISION-MAKING IN INFORMATION SYSTEMS

Myronov A. – Postgraduate student, *myronov.aleksey@gmail.com*
Gertsiy A. – PhD (Technical Sciences), Associate Professor, *agertsiy@gmail.com*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper considers general approaches to the creation of expert decision-making systems based on the inductive formation of a knowledge base. A method for extracting hidden knowledge and building a knowledge base of an information system based on a neural network approach is considered. A general analysis of systems and processes in the field of creating knowledge bases is given. The functional structure of tools for knowledge extraction is described, which make it possible to implement an approach for modeling systems and processes in the implementation of expert systems.

Keywords*: knowledge bases, expert systems, set of basic elements, unified modeling language, systems organization.*

Relevance of research. The current time of information technology (IT) development is characterized by very intensive efforts and large investments in the field of creation of artificial intelligence (AI) and expert systems (ES). The creation of knowledge bases is an integral part and basis of this research and development. It should be noted that the direction of AI requires large investments, so in most cases it is available to large companies and government institutions and is a priority for most players in the global market. At the same time, the direction of less expensive (compared to AI) expert systems is still in demand in many areas of human life: in everyday life, business, science, etc. Given the characteristic feature of the current moment of the development of society – the very high dynamics of changes in most processes and the growth of the volume of data and knowledge, the relevance of such research remains quite high.

Aim of work is to is to define and systematize the main philosophical elements of building knowledge bases, which allow implementing the most universal approach to modeling systems and processes in the implementation of expert systems.

The key point of setting up the ES for the subject area is the specific filling of the knowledge base, which determines the specific model of the system and the process of achieving the goal. That is, the main elements from which it is possible to build a model determine all the capabilities of each model. But since IT modeling systems are mostly created by IT specialists, these main components of system models are created in the paradigm of the current state of information technology. And here lies one of the problems of modern IT systems. In general, an expert in a subject area should not be a specialist in the IT field, but the implementation and configuration of modern software and hardware expert systems in most cases requires the presence of the competencies of various types of IT specialists: analysts, developers, testing specialists, etc. For example,

an expert biologist or an expert chemist may be limited in the use of such software systems for the aforementioned reason.

There are examples of the experience of large and medium-sized companies that participated in the creation and/or development of systems for modeling and implementation of systems and processes.

Thus, the company Rational invested funds in scientific research with the aim of creating a universal system modeling language (Unified Modeling Language - UML) [1] and the Rational Rose software system, which was developed to create models based on UML with the possibility of further automatic compilation in software components [2, 3]. There is also a list of companies that implement IT systems based on BPMN (Business-Process Modeling Notation).

All these works were intended, including for:

• increasing the speed of implementation of IT systems by developing appropriate methodology and standards,

• reducing the cost of developing a specific IT system.

In a certain sense, the work can be compared to the search for the main properties of chemical elements and their systematization, which led to the creation of the periodic table of chemical elements, which, in turn, gave an impetus to the development of chemistry itself as a science, increasing the general literacy of the population in the field of chemistry and attracting experts related fields of science in the creative process using an understanding of the properties of chemical elements.

The main purpose of the study is to advance (from a scientific point of view) the solution of the following logically related problems.

1. Access to a high level of abstraction of the elements of the knowledge base structure.

2. Simplification and universalization of the approach to building knowledge bases and modeling systems and processes.

3. Involvement of a wide range of experts from various areas of science and activity in the process of filling and using knowledge bases.

The practical application of the results of the conducted research is based on the hypothesis of satisfying the interest and needs of various experts in the creation, filling and joint use of knowledge bases in various fields of activity.

Conclusion. Taking into account the high dynamics of process changes and the growth of knowledge, the relevance of research for the inductive formation of knowledge bases remains quite high. The results of the work will simplify the process of using knowledge bases and make it more accessible to experts in various fields of activity.

R e f e r e n c e s

1. Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson. The Unified Modeling Language User Guide. Second edition. Addison-Wesley Longman, Inc, 2015.

2. J. Gomez and C. Cachero, OOH-Method Extending UML to Model Web Interfaces, Information Modeling for Internet Applications, 2003, pp. 144-173.

3. A.H. Jantan, P. Sumari, and S. Sulaiman, Com+ HDM: Extending UML Profiles for Modeling Complex Web Hypermedia Applications, 2008 International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering, 2008, pp. 290-294.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВЕДЕННЯ ОБЛІКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Недбайло І.І. **–** здобувач вищої освіти, nedbaylo128@gmail.com
Кучмійова Т.С. – к.е.н., доц., pisochenko@mnau.edu.ua
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

AUTOMATION OF TECHNICAL ACCOUNTING SYSTEMS UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE

Nedbailo I. – student of higher education, nedbaylo128@gmail.com
Kuchmiyova T. – PhD in Economics, Associate Professor, pisochenko@mnau.edu.ua
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The introduction and use of new automated Ukrainian programs is happening at an even faster pace. Some frequently used automated accounting programs, developed specifically in Ukraine and used only within its borders, are considered. Currently, four of these accounting programs are selected, namely: «Dilovod», «IT Enterprises», «Debit Plus», «BAS Accounting». The growth of the effectiveness of their application at enterprises and other organizations under the conditions of martial law in Ukraine was studied.

Keywords: *accounting, automation, martial law, accounting program, «Dilovod», «IT Enterprises», «Debit Plus», «BAS Accounting».*

Актуальність дослідження зумовлена величезними масштабами розвитку новітніх технологій, які все частіше застосовують у всіх сферах діяльності. Але, за сучасних умов воєнного стану поширення автоматизованих технологій відбувається стрімкими темпами. Широке застосування новітніх технологій не лише полегшує життя та робочі процеси працівників, а може призвести до повної автоматизації будь-яких засобів використання всіх сфер діяльності. Такі зміни загрожують людству втратити роботу та, відповідно, втрату ресурсів для проживання.

Метою роботи є дослідження впровадження та застосування автоматизованих технічних систем у сферу бухгалтерського обліку в умовах воєнного стану в Україні. Сучасний світ славиться появою нових автоматизованих технічних систем, які щоденно полегшують роботу та забезпечують працівників майже всіх сфер діяльності все більшою кількістю вільного часу.

Однією з таких автоматизованих сфер діяльності є бухгалтерія, за рахунок чого операції проводяться значно швидше та без помилок. Для підтримки автоматизації бухгалтерського обліку персонал має удосконалювати свої навички роботи з автоматизованими програмами, адже від їх розуміння залежить швидкість та точність виконання робочих обов'язків.

В умовах воєнного стану дана організація діяльності є максимально зручною, адже забезпечує виконання роботи не лише на робочому місці, а дозволяє працювати з будь-якої точки світу та в безпечних умовах. Основною особливістю даних програм в умовах воєнного стану є збереження всіх документально оформлених проведених операцій, оскільки дані зберігаються в сервері, а людською матеріальною зброєю знищити їх неможливо.

До українських автоматизованих технічних програм ведення бухгалтерського обліку належить велика кількість програм, виділимо найчастіше використовувані в сучасних умовах: «Діловод», «IT Enterprises», «Дебет Плюс», «BAS Бухгалтерія». Кожна з цих програм має власні особливості, які роблять її унікальною.

«Діловод» є українською онлайн-бухгалтерією, яка в умовах воєнного стану надійно зберігає дані та надає безкоштовну підтримку. «Діловод» є українським онлайн-сервісом для ведення управлінського, бухгалтерського обліку та складання звітності. Дана програма спрощує роботу підприємців та бухгалтерів, робить її більш ефективною, допомагаючи тим самим звільнити час і зберегти баланс між роботою та особистим життям [1].

Основними функціями даної програми «Діловод» є ведення обліку грошових коштів, облік замовлень, облік товару, облік продажів, облік складу, облік закупівель, управління цінами, управління доставкою, облік доходів і витрат, облік накладних витрат, облік комісійної торгівлі, облік виробництва, електронна звітність, CRM система, валютний облік, облік взаєморозрахунків з підзвітними особами, облік заробітної плати та кадрів тощо.

Наступною однією з не менш важливих бухгалтерською корпорацією є «IT Enterprises». Дана корпорація випустила часто відомий програмний продукт такий, як MASTER: Бухгалтерія. Даний сервіс відповідає вимогам українського ринку, її функціонал охоплює всі види операцій на підприємствах малого та середнього бізнесу. Програма передбачає роботу з усіма системами оподаткування, в ній можна одночасно вести облік діяльності необмеженої кількості юридичних осіб [2].

Особливими функціями даної автоматизованої програми є банк і каса (операції з грошовими коштами та їх еквівалентами), продажі (облік розрахунків із замовниками), покупки (облік розрахунків із постачальниками), склад (облік, надходження та списання ТМЦ та МШП), виробництво (облік фактичних витрат в розрізі аналітик, автоматичний розподіл транспортно-

заготівельних і загальновиробничих витрат), ОЗ і НМА (облік надходження, амортизації, вибуття ОЗ; здійснення переоцінки й індексації; облік ремонту і модернізації ОЗ), податковий облік (ведення податкового обліку відповідно до Податкового кодексу України), операції (закриття рахунків в кінці року та кварталу), звіти (всі стандартні аналітичні форми бухгалтерської звітності; автоматичне формування фінансової звітності).

Ще однією автоматизованою програмою ведення бухгалтерського обліку є «Дебет Плюс». Дана програма розроблена для автоматизації різних галузей господарства та є простою у використанні.

Програма «Дебет Плюс» дозволяє [3]:

легко організувати облік матеріальних цінностей у кількісному й сумовому вимірах,

вести облік матеріалів медичного призначення та продуктів харчування,

обліковувати основні засоби та МНМА,

вести облік автотранспортного парку,

повністю автоматизувати нарахування та виплату заробітної плати – від створення тарифікації, з урахуванням особливостей преміювання медичних працівників, до експорту в банк платіжної відомості на виплату заробітної плати.

Не менш важливою автоматизованою програмою є BAS Бухгалтерія. Дана програма розроблена для повної автоматизації бухгалтерського та податкового обліку, включаючи підготовку регламентованої звітності, в організація, що здійснюють будь-які види комерційної діяльності.

До основних функцій даної автоматизованої програми відносяться такі [4]: облік первинної документації, облік товарно-матеріальних цінностей, складський облік, облік торгових операцій, облік комісійної торгівлі, облік операцій з тарою, облік банківських і касових операцій, облік розрахунків з контрагентами, облік основних засобів, нематеріальних і малоцінних активів, облік виробництва, облік заробітної плати і кадровий облік, стандартні бухгалтерські звіти, регламентована звітність тощо.

Висновки. Отже, сучасний світ все більше розвивається за рахунок впровадження нових автоматизованих технічних систем у різні сфери діяльності, що забезпечує максимально економити час та більш якісно виконувати робочі обов’язки. А, в умовах воєнного стану, автоматизація технічних систем відіграє велику роль, оскільки забезпечує виконання робочих обов’язків з будь-якої точки світу та в безпечних умовах, що є надто важливим для українського людства на сьогодення. Застосування автоматизованих бухгалтерських програм в умовах воєнного стану забезпечує активну діяльність працівників бухгалтерії з мінімальним ризиком отримання помилок під час проведення операцій.

Л і т е р а т у р а

1. Сайт програми Dilovod: Онлайн-бухгалтерія Dilovod. URL: https://dilovod.ua/ (дата звернення: 22.03.2023).

2. Сайт програми IT Enterprise: Сучасні IT-рішення для управління бізнесом. URL: https://www.it.ua/ (дата звернення: 22.03.2023).

3. Сайт журналу Дебет-Кредит: Сучасний бухгалтерських облік у програмі «Дебет Плюс». URL: https://news.dtkt.ua/debet-kredit/partner-news/68397-sucasnii-buxgalterskii-oblik-u-programi-debet-plius (дата звернення: 22.03.2023).

4. Сайт журналу Автоматизація діяльності підприємства та комплексне управління бізнес процесами: Програми для бухгалтерського обліку – готові рішення. URL: https://expresssoft.com.ua/uk/programi-dlya-buhgalterskogo-obliku/ (дата звернення: 22.03.2023).

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

Радзіховський К.С. – аспірант, *kostyafiks@gmail.com*
Буряк С.Ю. – к.т.н., доц., *ser.buryak@gmail.com*
Науково-навчальний інститут
«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»
Український державний університет науки і технологій
Україна, м. Дніпро

METHODS OF INCREASING THE SAFETY OF THE FUNCTIONING OF TONAL RAIL CIRCLES

Radzikhovskiy K. – Postgraduate student, *kostyafiks@gmail.com*
Buriak S. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
ser.buryak@gmail.com
Scientific and educational institute
"Dnipro Institute of Infrastructure and Transport"
Ukrainian State University of Science and Technology
Ukraine, Dnipro

This thesis discusses method correlation comparison of the noise-immune signal with the expected signal for improving the safety of the operation of tonal rail circuits. Particular attention is paid to the problem of the influence of non-periodic interference on the operation of tonal rail circuits and fluctuation in the resistance of the ballast and the rail line. Notification of personnel about violations in the operation of certain rail circles. Using information about the reasons for the change in the shape and value of the signal current to accelerate the detection of violations in the operation of rail circuits.

Keywords: *tonal rail circuits, safety, correlation comparison, noise-immune.*

Актуальність дослідження зумовлена наявністю неперіодичних завад у діапазоні тональних частот роботи тональних рейкових кіл.

Метою роботи є підвищення безпеки функціонування тональних рейкових кіл. При використанні тональних рейкових кіл (ТРК) основний сенс – це частотне розділення сигналів, як несучих так і модулюючих. При такому підході виключається вплив суміжних рейкових кіл (РК) одне на одне. Також усуваються з роботи ізолюючі стики – один з самих ненадійних елементів РК. Виключення з роботи основної кількості дросель-трансформаторів для каналізації тягового струму, дозволило значно зменшити витрати на експлуатацію РК. Це великі плюси і рух уперед, однак в ТРК є актуальні проблеми [1].

Найбільш значними проблемами ТРК є завади від гармонік тягового струму і неперіодичні завади у діапазоні тональних частот. Проблеми флуктуації опору ізоляції рейкових ліній і баласту, також залишаються актуальними. Для подолання проблем, які викликані гармоніками тягового струму, зазвичай використовують фільтри і обмеження вхідної напруги приймачів сигналу. Щодо неперіодичних завад і зміну опору ізоляції баласту, доцільно використовувати інші методи [2]. Проблема неперіодичних завад полягає у тому, що їх частоти можуть бути у межах роботи тональних частот і навіть співпадати по амплітуді з сигнальним струмом. Такі явища зазвичай призводять до помилкової вільності блок-ділянок, що є вкрай небезпечною ситуацією для безпеки залізничного транспорту і його пасажирів. Забруднення баласту і зміна опору ізоляції від погодних умов також має свій вплив на потужність сигналу у РК, який повинен бути у чітких межах роботи приймальних пристроїв ТРК. Із останніх досліджень по даним проблемам запропоновані цікаві та перспективні рішення. Так, для боротьби з неперіодичними завадами пропонується доповнити ТРК кодером і декодером сигналів, а сам сигнал повинен мати інформаційну надлишковість. Метод “два із трьох” для передачі інформації також завжди актуальний і використовується зараз для централізованого контролю стану пристроїв АБ. Ці методи дозволяють підвищити завадостійкість ТРК. Для підвищення надійності тональних РК пропонується, крім використання завадостійкого сигналу з інформаційною надмірністю, подальше порівняння його з ідеальним сигналом на приймальному кінці. Для цього можна використовувати коефіцієнт кореляції, який буде показувати, наскільки сигнал від джерела схожий з очікуваним на приймальному кінці рейкового кола [3]. Значення коефіцієнту нижче 0,9 буде свідчити про значні завади у формі і значенні сигнального струму, що потребує подальшого порівняння очікуваного і дійсного сигналів. Прийняття сигналу приймальним пристроєм РК повинно бути тільки при коефіцієнті кореляції більше 0,9. Якщо припустити, що при певній кількості порівнянь за проміжок часу, коефіцієнт кореляції залишається низьким, то це може свідчити про значні порушення у роботі РК і може використовуватись для індикації працездатності РК у централізованих системах автоблокування. Порівняння сигналів, також дозволить

у подальшому вивчати, які процеси у роботі РК певним чином змінюють форму і значення сигнального струму. Це може допомогти у більш точному визначенні причин порушень у роботі РК.

Висновок. Використання коефіцієнту кореляції для порівняння сигналів у роботі РК дозволить підвищити їх завадостійкість, а також дозволить доволі простим способом сповіщати персонал про порушення у роботі певних РК. Вивчення причин зміни форми і значення сигнального струму допоможе прискорити виявлення порушень у роботі РК, що буде мати позитивний вплив на швидкість їх усунення.

Література

1. Гаврилюк В.І. Модель впливу тягового струму на тональні рейкові кола. // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. 2011. № 2. С. 6-10.

2. Гаврилюк В.И., Мелешко В.В. Обоснование уровней электромагнитного влияния тягового тока на рельсовые цепи //Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. 2017. №. 14. С. 21-28.

3. Гаврилюк В.І., Щека В.І. Розробка математичної моделі для дослідження електромагнітних завад від тягових перетворювачів з асинхронним двигуном. // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2010. Вип. 31. С. 221-225.

ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА GOOGLE COLABORATORY ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Сорока О.О. – ст. викладач, soroka_oo@ gsuite.duit.edu.ua
Молчанов В.М. – к.т.н., доц., molchanov_vm@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

USING THE GOOGLE COLLABORATORY ENVIRONMENT FOR THE RESEARCH OF RAILWAY TECHNICAL SYSTEMS

Soroka O. – Senior Lecturer, soroka_oo@ gsuite.duit.edu.ua
Molchanov V. – PhD, Associate Professor, molchanov_vm@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The authors suggest using Google Colab or Jupiter Notebook tools as a modern alternative to paid computer mathematics programs, as they are free, easily accessible,

relatively easy to study and use, and have many libraries, examples, and educational resources on the Internet. With the help of Google Colab, a mathematical model was implemented for the «rolling stock – track» system with the presence of a vibration damper. The behavior of this system was analyzed depending on the dissipation parameter, and the impact of changing the input data on the nature of the interaction and the possibility of dangerous phenomena was evaluated.

Keywords: *Google Colaboratory, mathematical model, rolling stock, railway track, vibration damper, dynamic system, elasticity, dissipation, differential equation.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю мати сучасні інструменти для вивчення різноманітних залізничних технічних систем. Хоч в даний час існує багато спеціалізованих пакетів для автоматизованого моделювання складних систем, наприклад, ADAMS (MSC Software, США), SIMPACK (Німеччина), MEDYNA (Німеччина), Vampire (DeltaRailGroup, Великобританія), VI-Grade (Німеччина) тощо, усі вони досить складні для практичного використання і мають велику вартість ліцензійних версій. В якості альтернативи пропонується використовувати середовище Google Colaboratory як інструмент для дослідження технічних систем.

Метою роботи є використання середовища Google Colaboratory, як інструмента для моделювання залізничних технічних систем на прикладі дослідження процесів взаємодії рухомого складу і колії.

Основний текст. Одним з ефективних методів дослідження складних об'єктів і систем є комп’ютерне моделювання. Зазвичай у це поняття включають математичний опис задачі, програмування, проведення обчислювального експерименту. Для побудови комп’ютерної моделі використаємо блокнот Colab – безкоштовне інтерактивне хмарне середовище для програмування від Google, яке тісно пов'язане зі сферою штучного інтелекту, машинного навчання, мовою програмування Python та світом IT-технологій загалом. Основою Colaboratory є платформа Jupiter Notebook для роботи на мові Python, однак з базою на Google диску, а не на комп'ютері. Тобто можна програмувати на Python і не скачувати велику кількість бібліотек, не перевантажувати комп’ютер і не хвилюватися, що місце на жорсткому диску закінчиться. Для роботи з даним інструментом лиш потрібно мати обліковий запис Google.

Продемонструємо використання Google Colab [1, 2] на прикладі побудови математичної моделі для системи «екіпаж-колія» з наявністю гасителя коливань в’язкого тертя.

Розрахункова схема динамічної моделі з одним ступенем свободи (k = 1) при кінематичному збуренні показана на рис. 1. Ця модель дозволяє оцінити

особливості динамічних властивостей системи, що визначаються її структурою та характером збурення, а також проаналізувати умови безпеки руху.

Збурюючі чинники зумовлені наявністю нерівностей на колії, при русі системи кінематичне збурення викликає вертикальні коливання надресорної будови, що характеризуються однією узагальненою координатою $q_0 = z$.

При відхиленні тіла у додатному напрямку осі Z зв'язки викликають реакції, спрямовані вгору. Реакції R зв'язків залежать від жорсткості ресори підвішування, величини динамічного прогину, а також від сил в'язкого тертя.

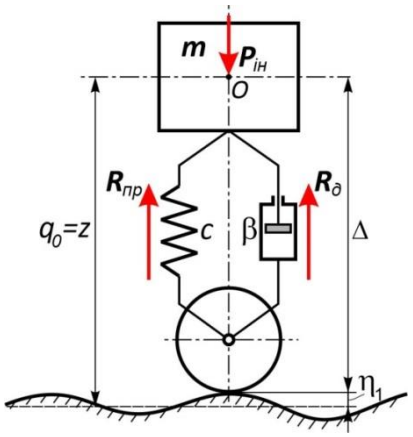


Рисунок 1 – Розрахункова схема коливальної системи з гідравлічним гасником коливань, що реалізує сили в'язкого тертя: c – жорсткість пружного зв'язку; β – коефіцієнт дисипації гасника; η – амплітуда нерівності; m – маса, що припадає на одне колесо; z – абсолютне переміщення; Δ – відносне переміщення (прогин)

Складемо математичну модель коливань [3] для схеми рис. 1. В даній системі діють сили:

$$\text{інерції } P_{ін} = -mz'' ; \tag{1}$$

$$\text{пружності } R_{пр} = c\Delta = c(z - \eta_t); \tag{2}$$

$$\text{дисипації } R_д = \beta\Delta' = \beta(z' - \eta_t'). \tag{3}$$

З використанням принципу Д'Аламбера спроєктувавши всі сили на вісь Z рівняння коливань розгляданої динамічної моделі записується як

$$P_{ін} - R_{пр} - R_д = 0 \tag{4}$$

З урахуванням формул (1), (2), (3) рівняння коливань прийме вигляд

$$mz'' + c(z - \eta_t) + \beta(z' - \eta_t') = 0 \tag{5}$$

Отримане диференціальне рівняння описує вертикальні коливання моделі (коливання підстрибування) з одним ступенем свободи, ліва частина якого це власні коливання, а права - вимушені (оскільки права частина – сила від кінематичного збурення). Розв'язок рівняння коливань дозволить отримати значення вертикальних переміщень z, швидкостей z^I і прискорень z^{II} маси m та наближено оцінити динамічні характеристики моделі.

Як збурення приймемо нерівність косинусоїдального виду:

$$\eta_t = h_o\left(1-\cos\left(\frac{2\pi Vt}{L}\right)\right);\ \ \eta_t^{I} = h_o\frac{2\pi V}{L}\sin(\frac{2\pi Vt}{L}). \tag{6}$$

Перетворимо рівняння (5) для зручності програмування, залишивши у лівій частині прискорення маси (другу похідну від переміщення):

$$z^{II} = \frac{1}{m}\left(\beta(\eta_t^{I} - z^{I}) + c(\eta_t - z)\right). \tag{7}$$

Рівняння другого порядку можна привести до системи двох рівнянь першого порядку виконавши заміну $z = q_0$; $z^I = q_1$; $z^{II} = q_1^I$, тоді отримаємо

$$\left.\begin{aligned} q_0^{I} &= q_1 \\ q_1^{I} &= \frac{1}{m}\left(\beta(\eta_t^{I} - q_1) + c(\eta_t - q_0)\right) \end{aligned}\right\}. \tag{8}$$

Також визначимо динамічні сили взаємодії, що передаються від кузова на колесо, які відповідно до (2) і (3) будуть рівними

$$P_{дин} = R_{пр} + R_{д} = c(z-\eta_t) + \beta(z^{I} - \eta_t^{I}). \tag{9}$$

Результати моделювання в Google Colab показують (рис. 2), що власні коливання моделі при наявності гасителя коливань швидко загасають, і в системі встановлюються коливання, що підтримуються вимушеною силою (нерівністю) з частотою $\omega_{вим}=2\cdot\pi\cdot V/L_н$. Таким чином гаситель коливань оберігає динамічну систему від виникнення резонансних явищ.

Розглянемо випадок, коли в ω наближається до ν. У такому випадку коливання мають характер биття. Биття виникають за наявності двох гармонічних коливань з однією і тією ж амплітудою, але з відмінними частотами. Різниця фаз між двома коливаннями безперервно змінюється так, що іноді амплітуди складаються, іноді погашають одна іншу.

За відсутності гасителя коливань (при β=0) у системі виникає резонанс, тоді частота збурюючої сили $\omega_{вим}$ збігається з частотою власних коливань ν.

Висновок. Загалом Google Colab – чудовий інструмент, який дозволяє розробникам писати та виконувати довільний код Python через браузер, підтримує символьне та чисельне розв’язання диференціальних рівнянь, має гарну візуалізацію, дає можливість створювати, завантажувати та ділитися блокнотом з іншими тощо. Google Colab та Jupiter Notebook цілком доцільно застосовувати як засіб для комп’ютерного моделювання різноманітних технічних систем, у тому числі й системи «рухомий склад – колія».

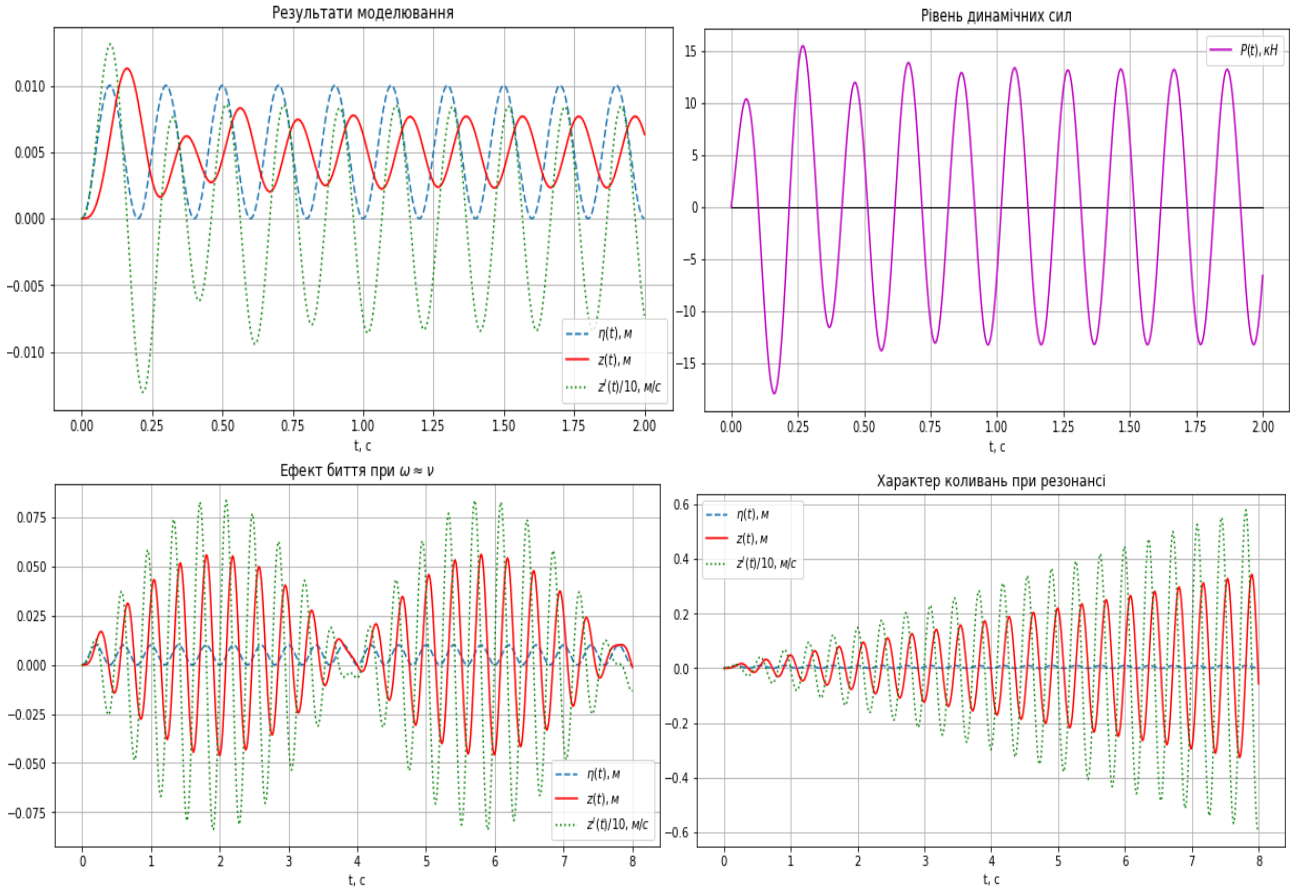


Рисунок 2 – Результати математичного моделювання системи з гасником коливань в'язкого тертя при різних значеннях коефіцієнта дисипації

Література

1. Python Data Science Handbook by Jake VanderPlas. Released November 2016 Publisher(s): O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781491912058

2. Making Sense of Data with R. Yi Shang. The bookdown package. (2022).

3. Kurhan, M.B., & Kurhan, D.M. (2017). Railway track representation in mathematical model of vehicles movement. Science and Transport Progress, 6(72), 40-48.

IMPLEMENTATION OF COMPUTER COMPLEXES BASED ON MODERN HIGH-PERFORMANCE COMPUTER TECHNOLOGIES

Stetsenko O. – Postgraduate student, stetsenko_oo@gsuite.duit.edu.ua
Timchenko L. – Doctor of Technical Sciences, Professor, tumchenko_li@gsuite.duit.edu.ua
Faculty of Infrastructure and Rolling Stock
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper examines existing engineering solutions that can compete with supercomputers by reducing their cost and the amount of electricity used. Such systems make it possible to economically solve complex computational problems beyond traditional

computers' capability. They are used in various fields to accelerate research, development, and innovation: climate change modeling, protein folding, genomics research, energy system modeling and optimization, oil and gas exploration, environmental modeling, etc.
***Keywords**: supercomputer, powerful computing systems, GPUs.*

The relevance of the study is determined by the tasks of finding powerful computing systems with minimization of their cost and maximum energy efficiency for use in problems of analysis and forecasting in modern science and technologies.

The aim of the article is conducting an analysis of modern engineering solutions for creating computing systems as opposed to supercomputers to demonstrate the vector of development in this area.

The main research materials. Recently, the topic of high-performance computing and supercomputers has been increasingly discussed in scientific circles. They have many advantages, except for one – high cost and power consumption, which forces you to look for an alternative. One of these methods is the use of graphics processor devices (Graphical Processor Unit – GPU) to create systems capable of competing with traditional supercomputers.

The software complex should be designed so that it is possible to take advantage of computers equipped not only with several processors, but also, considering the latest advances in GPGPU technology (the use of video adapters for general purpose computing), several video cards, which allows you to achieve certain indicators of peak performance of a supercomputers with lower energy consumption.

It should be noted that scientific research on the development and implementation of GPU-based cluster systems is not a novelty, but is generally recognized, has its own history and practical results. In particular, back in 2008 at the "International Supercomputing" conference, Acceleware, a manufacturer of HP systems, presented the world's first commercially available GPU-based cluster - "C30-16". This design solution was a combination of 64 powerful GPUs and Acceleware's clustering technologies to provide high performance and scalability for large customers. The latter were played by companies engaged in the exploration of oil fields, geologists who need powerful computing resources. The hardware part of the C30-16 contained one main and 16 working nodes, the interaction between which was provided by DDR Infiniband, a 24-port Mellanox DDR switch and a Gigabit Ethernet network (2 connections per node).

In March 2009, the Penguin company announced the release of the Penguin Altus 1702 cluster based on the Tesla GPU. The new solution aims to make affordable high-performance computing for scientific and engineering needs. The Altus 1702 server cluster combines four NVIDIA Tesla S1070 1U GPU computing systems (each with four Tesla T10 GPU processors), Gigabit Ethernet, and Penguin Scyld control software. Virtualization of the cluster environment is provided by Scyld

ClusterWare, which has a single control point - the master node, with the help of which you can quickly assemble the necessary configuration from available resources. In the Z170034 configuration, the computing power of the proposed system reaches 16 Tflops. Configurations with eight Tesla S1070 GPUs with performance over 32 Tflops are also available. All systems run on AMD Opteron 2376 processors, equipped with 8 GB of RAM per node and a 24-port GigE switch. In May 2009, NVIDIA and its partners announced the availability of the Tesla GPU-based cluster, a fully turnkey solution that allows scientists and IT managers to easily add GPU computing capabilities to existing data centers.

Tesla GPU-based clusters provide up to 30 times higher performance compared to CPU-based solutions (central processing units, which are the basis of ordinary PCs). Such clusters consume significantly less energy, resulting in cost savings, while enabling the most resource-demanding tasks in fields such as hydrodynamics, molecular dynamics, seismic data processing, and financial analysis. The largest French bank, BNP Paribas, recently replaced 500 traditional CPUs consuming 25 kW in its corporate banking and investment department with a small cluster consisting of server CPUs and two Tesla S1070 1U systems consuming only 2 kW. During further exploitation, it turned out that in addition to the significant acceleration of operations achieved with the Tesla GPU, the more economical cluster allowed BNP Paribas to reduce energy consumption by 190 times. Tesla clusters consist of x86 CPU servers with Tesla S1070 1U GPU systems. The configurations have a minimum performance of 16 Tflops, provided by four Tesla S1070s, each containing four Tesla 10-series GPUs.

Compact execution with high computational density along with high-speed data transmission channels allow the use of GPU-based design solutions in compact cluster complexes with economic power consumption.

Although the clock speeds of GPUs are lower than those of conventional processors (CPUs) and are in the range of 0.5 to 1.5 GHz, the performance of the GPU is quite significant due to the large number of stream processors. Modern GPUs of the upper price segment have a peak performance of 200-500 GFLOPS, which, combined with the possibility of installing two graphics adapters in one machine, allows you to get a peak performance of 1 TFLOPS on one personal computer. Moreover, on some real tasks, up to 70% of peak performance is achieved. Compared to classic cluster systems, GPUs have significantly better performance both in terms of price (less than $1 per GFLOPS) and power consumption (less than 1 W per GFLOPS).

In confirmation of the above, it should be noted that the nVidia company manufactures GPU-based hardware solutions specifically aimed at performing computing tasks. This series is called «Tesla» and includes configurations based on one, two and four graphics adapters. The main reference point for using Tesla is

server systems, high-performance computing network complexes.

Conclusions. As a result of the study, the authors described actual alternatives to supercomputers. For a variety of applied tasks, the implementation of the above-mentioned technologies is relevant, which is aimed at the construction and use of high-performance computing network complexes based on modern computer technologies to increase the efficiency of educational, scientific, and managerial activities and to improve individual indicators of the energy efficiency of the equipment used.

R e f e r e n c e s

1. Timchenko L.I., Kokryatska N.I., Tverdomed V.M., Semenova L.M. (2021). Parallel-hierarchical transformation for systems and means of artificial intelligence. *State University of infrastructure and technologies (Kyiv).* [in Ukrainian].

2. Yarovyi A.A. (2009). Applied aspects and prospects of building GPU-based clusters for the implementation of parallel and parallel-hierarchical information processing. *Optical-electronic information and energy technologies.* [in Ukrainian].

PARALLEL-HIERARCHICAL NETWORK MODEL USING POPULATION CODING APPROACHES

Timchenko L. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *tumchenko_li@gsuite.duit.edu.ua*
Stetsenko O. – Postgraduate student, *stetsenko_oo@gsuite.duit.edu.ua*
Faculty of Infrastructure and Rolling Stock
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper researches parallel-hierarchical network model using population coding approaches in the scope of image recognition tasks. Image processing has become an increasingly important field of research and development in recent years, with a wide range of applications in various domains. The applications can perform image processing tasks with a high degree of accuracy and consistency, which is crucial in many cases, especially when processing large volumes of images or when working under time pressure. Based on this, the development of effective and at the same time relatively simple algorithms, methods, and models of image processing remains an important task.

Keywords*: image processing, image segmentation, researches parallel-hierarchical network, population coding.*

The relevance of the study is determined by the tasks of automated image processing and the creation of effective algorithms and mathematical models for their solution. The topic touches on many areas of life, such as medicine, security, etc.

The aim of the article is to develop a parallel-hierarchical network model for

image processing based on population coding approaches.

The main research materials. The world is increasingly moving towards the automation of natural processes, so more and more research aimed at studying the issue of pattern and image recognition. Image processing is widely used in various fields, including medicine, remote sensing, computer vision, robotics, and engineering [1-3].

Automated image processing is widely used in medical imaging to identify and extract specific structures or regions of interest from an image, such as tumors, blood vessels, or organs. Image processing techniques are also used to enhance images for diagnostic purposes, such as removing noise, improving contrast, or highlighting specific features. Also, image processing is used in industrial inspection applications to identify defects or anomalies in products or materials, such as cracks, scratches, or deformations. This can involve segmenting and analyzing images of surfaces or materials to identify specific features or patterns.

Overall, automated image processing is a powerful tool that can be used in many applications to extract useful information from images, improve their quality, and automate tasks that would be difficult or time-consuming to perform manually. Processing complexity depends on various factors, such as image content variability, minimum image quality, image size, multidimensionality of data, and complexity of the processing algorithms. In this regard, the problem of developing image analysis methods, improving the accuracy and efficiency of automatic image analysis, and creating new programs is becoming more and more relevant.

The paper presents a model of a parallel-hierarchical network based on the population coding of images. It is known from neurobiological studies that the brain uses population coding to encode sensory information, in which an entire group of active neurons represents information. According to population coding, the current recognized image must be compared with some average representation of the reference image.

Let's describe the model of an averaged display of the reference image – the average over all current images (in other words, over the entire training sample) based on averaging the parameters of the parallel-hierarchical network. The formation of a multi-stage parallel-hierarchical network [4] involves the process of sequential transformation of spatial areas of correlated elements as well as formation of temporally decorrelated elements of the neural network during its transition from one stable state to another.

Generally, the concept of multi-stage image processing can be formulated as follows. Image analysis consists of the sequential transformation of matching image components and the detection (filtering) of time-incongruent image components during the transition of neural network elements from current energy states with one

spatial coordinate to states with lower energy with other spatial coordinates. This image analysis process takes place in many stages, including the execution of the above procedure. The condition for the transition of image components to a higher level is the presence of dynamics of mutual coincidence of intermediate processing results in time in parallel channels of the lower level. The result of image analysis is formed from image components isolated in the space-time domain.

Consider the mathematical model of parallel decomposition of the set $\mu = \{a_i\}$, $i = \overline{1,\ n}$, which is used in each branch of the network:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{R}(n - \sum_{k=1}^{j-1} n_k)(a^j - a^{j-1}) \quad (1)$$

where $a_i \neq 0$, R – dimension of the set. From the same elements, we form subsets. The elements of each subset are denoted by a^k ($k = \overline{1,\ n}$), n_k – is the number of elements in the k-th subset (a multiple of the number a^k), a^j – is an arbitrary element of the set $\{a^k\}$, chosen at the j-th step, $a^0 = 0$, $n_0 = 0$. Let's use the idea of population coding, building a model of any final action that is carried out on all current actions.

At the level of branches of the neural network, this final action in implementing population coding corresponds to the averaged parameters of the network. For a parallel-hierarchical network, such averaged parameters can be the number of elements in the branch of each level, which are determined based on a model (1), and the value of the element itself. In this case, the current recognized image will be displayed by the current network and compared to the reference network with averaged parameters. Denoting the average value of an arbitrary element of a certain level by $\overline{a}_{i,j}^{t}$, as well as the average number of elements of the level – $N_{\overline{a}_{i,j}^{t}}$ it is possible to create a parallel-hierarchical network with averaged parameters The current studied image, which is processed by the network with the current parameters $a_{i,j}^{1}, \dots, a_{i,j}^{k}, N_{a_{i,j}^{1}}, \dots, N_{a_{i,j}^{k}}$ is compared with the reference image or the normal image, which is processed by the network with averaged parameters $\overline{a}_{i,j}^{1}, \dots, \overline{a}_{i,j}^{k}, N_{\overline{a}_{i,j}^{1}}, \dots, N_{\overline{a}_{i,j}^{k}}$. If you use the preparation of network elements for each level, then you can go from averaged parameters based on three-level coding to their display by binarized preparations (-1, 0, +1). In this case, the parallel-hierarchical network with numerical counts will turn into a parallel-hierarchical network with binarized counts $a_{i,j}^{0}, a_{i,j}^{1}, a_{i,j}^{-1}$. Then the procedure for comparing binarized readings of the current and reference networks is significantly simplified.

It is necessary to conduct training within the training sample for the formation of reference images. Why is it necessary to average the elements of the branch of each level at each training session. Having performed the above actions in this way, it is possible to form a network with reference parameters for the current images. Having

formed a network with reference parameters, it can be compared with a network using current parameters. The correlation coefficient was calculated for each of the parallel-hierarchical network levels. The correlation coefficient $p_{x,y}$ between samples of two random discrete values X, Y with mathematical expectations μ_x, μ_y and root mean square deviations σ_x, σ_y was determined as

$$p_{x,y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_x * \sigma_y} \quad (2)$$

where $-1 \leq p_{x,y} \leq 1$, $cov(X,Y) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)$.

A very important circumstance is that the correlation coefficient can be calculated not only separately for each two levels, but also commonly for two parallel-hierarchical networks, which improves the probability of forming a recognition result.

Conclusions. As a result of the study, authors described a parallel-hierarchical network model for image processing based on population coding approaches. The main feature of the proposed model is the study of the dynamics of a spatially correlated mechanism of the transformation of flow and the adoption of the resulting elements in the neural network. Such a mechanism allows a new way to present processing in a neural network as a process of parallel-hierarchical redefinition of various image components and temporal characteristics of the transformation and provides a powerful tool for researchers, engineers, and practitioners in a wide range of domains, enabling faster, more accurate, and more efficient analysis of digital images.

R e f e r e n c e s

1. Sergey P. Primakov, Abdalla Ibrahim, Janita E. van Timmeren, Guangyao Wu. (2022). Automated detection and segmentation of non-small cell lung cancer computed tomography images. *Nature Communications 13(3423).* https://doi.org/10.1038/s41467-022-30841-3

2. Preecha Somwang, Ekbodee Muangklang. (2019, July 10-13). Image Processing for Quality Control in Manufacturing Process. 16th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology Pattaya, Thailand. https://doi.org/10.1109/ECTI-CON47248.2019.8955421

3. John A. Richards. (2013). Remote Sensing Digital Image Analysis. *Springer Heidelberg*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30062-2

4. Timchenko L.I., Kokryatska N.I., Tverdomed V.M., Semenova L.M. (2021). Parallel-hierarchical transformation for systems and means of artificial intelligence. *State University of infrastructure and technologies (Kyiv).* [in Ukrainian].

СЕКЦІЯ 5: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

SECTION 5: ELECTRONICS AND INSTRUMENTATION ENGINEERING

РОЗРОБКА ЕКВІВАЛЕНТНОЇ СХЕМИ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Левчук О.С. – бакалавр, 701_701@ukr.net
Смолянінов В.Г. – к.т.н., доц., 701_701@ukr.net
Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, м. Київ

DEVELOPMENT OF EQUIVALENT CIRCUIT OF CHARGET FOR AUTONOMOUS POWER SOURCE

Levchuk O. – bachelor, 701_701@ukr.net
Smolyaninov V. – Candidate of Technical Sciences, Docent, 701_701@ukr.net
Kyiv National University of Technology and Design
Ukraine, Kyiv

The paper analyzes the use of the theory of circuits and the theory of n - poles to construct an equivalent circuit for a charger of an autonomous power source. It is proposed to consider a semiconductor charger, which is located between the power source and the load, as a four-terminal network in the form [A], the matrix form of which allows you to find the quadripole coefficients, as a determinant and algebraic complements of the circuit matrix, which is built for each electronic circuit as a connection of simple passive two-terminal networks and dependent current and voltage sources, which allows you to connect the electrical parameters for powering the charger and its load.

Keywords*: equivalent circuit, charger, quadripole, circuit matrix.*

Актуальність дослідження зумовлена все більш широким використання в різних областях промисловості та побуті автономних джерел живлення, що потребує розробки зарядних пристроїв для їх функціонування.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу порядку розробки еквівалентної схеми зарядного пристрою автономного джерела живлення.

Для розробки еквівалентної схеми базової структури зарядного пристрою автономного джерела живлення (ЗП АДЖ), що містить в своєму складі напівпровідниковий перетворювач (НП), скористаємося дослідженням, яке виконано в роботі [1], де була визначена базова структура ЗП АДЖ. Для подальшого пошуку зобразимо НП, як чотириполюсник та розмістимо його між джерелом живлення та навантаженням, як наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Чотириполюсник у формі [A]

З теорії кіл [2], співвідношення між струмом та напругою на вході та виході чотириполюсника можливо визначити у відомих шести формах [A], [B], [H], [G], [Y], [Z]. Для нашого розгляду найбільш доцільна форма [A], яка використовується у випадку передачі електричної енергії від вхідних затискувачів до вихідних. Запису чотириполюсника в матричному вигляді у формі [A], має вигляд

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}A_{12} \\ A_{21}A_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix},$$

де U_1, I_1 – параметри джерела живлення; U_2, I_2 – напруга та струм на навантаженні.

Доцільність зображення ЗП АДЖ у вигляді чотириполюсника дозволяє використати теорію схем та застосувати теорію n-полюсників [3], що дає можливість обчислити внутрішні параметри електронних ланцюгів будь-якого ступеня складності, а також розв’язати складний n-полюсник, як з’єднання більш простих n-полюсників.

При розробці еквівалентної схеми базової структури ЗП АДЖ у вигляді чотириполюсника, необхідно знайти його коефіцієнти A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}, як визначник та алгебраїчні доповнення матриці схеми з матриці чотириполюсника у формі [A], що мають вигляд

$$\begin{bmatrix} A_{11}A_{12} \\ A_{21}A_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta aa}{\Delta aa} & \frac{\Delta aава}{\Delta aa} \\ \frac{\Delta}{\Delta ав} & \frac{\Delta вв}{\Delta ав} \end{bmatrix},$$

де *а* – індекс вхідного вузла; *в* – індекс вихідного вузла.

В подальшому, щоб отримати матрицю схеми, використаємо метод еквівалентних схем [4], який дозволяє звести будь-яку електронну схему до схеми з двополюсними пасивними елементами та залежними джерелами струму або напруги.

Висновок. В результаті проведеного аналізу, визначена еквівалентна схема базової структури зарядного пристрою автономного джерела живлення, як чотириполюсник у формі [A], що дозволяє в матричному вигляді розглядати електронну схему як складний n-полюсник, розв’язати який можливо за допомогою, з’єднання більш простих n-полюсників та їх еквівалентних аналогів, що складають матрицю схеми, та визначити електричні параметри для живлення зарядного пристрою та його навантаження.

Л і т е р а т у р а

1. Смолянінов В.Г., Левчук О.С. Зарядний пристрій автономного джерела живлення. // Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет- конференції «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку». Київ: Вид-во Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, 2022. С. 29-31.
2. Коваль.Ю.О., Гринченко Л.В., Милютченко І.О., Рибін О.І. Основи теорії кіл: підручник ч.1. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2004. 436 с.
3. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посіб. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. 312 с.
4. Сигорский В.П., Петренко А.И. Основы теории электронных схем: учебное пособие. К.: Вища школа, 1971. 568 с.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Мацюк Р.В. – студент, matsiuk_rv@gsuite.duit.edu.ua
Незліна О.А. –к.і.н., доц., nezlina@ukr.net
Київського інституту залізничного транспорту
Державний університет інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

ENERGY EFFICIENCY IN RAILWAY TRANSPORT

Matsyuk R. – student, matsiuk_rv@gsuite.duit.edu.ua
Nezlina O. – Ph.D., Associate Professor, nezlina@ukr.net
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper considers the topical issue of implementing energy-saving measures in railway transport, for which energy saving is one of the main ways to reduce the cost of production and increase the competitiveness of products. The essence of energy saving and its impact on increasing the efficiency of production activities were studied, and ways to improve the use of energy resources were determined.

Keywords: *Energy efficiency, energy saving.*

Актуальність дослідження. Залізницями України на тягу поїздів витрачається більше 83,6% електроенергії і близько 83,3% дизельного палива або сумарно в умовному обчисленні майже три чверті від споживання усіх видів ПЕР.

Мета роботи. Для кожного технічного засобу залізничного транспорту є деяка техніко-економічна границя доступності ресурсу енергозбереження. Вище за її витрати на енергозберігаючі заходи можуть перевищувати досягнуту

економію витрат на енергоресурси. Джерелом енергозбереження залізниць є подальша їх електрифікація на базі інноваційних технологій та реалізація енергооптимальних режимів роботи СТЕ.

Метод визначення потенціалу енергозбереження залізниць. Аналіз реалізації програм енергозбереження на залізницях країн зі схожою економікою (Білорусії, Польщі, Чехії, Словаччини) показав різну міру впливу господарств, що забезпечують процес перевезень, на його енергетичну ефективність. Основними в цьому питанні є господарства управління перевезень і локомотивне: на їх частку доводиться 60–70% економії ПЕР на електричній тязі і 70–80% – на дизельній тязі. Причому, якщо на електричній тязі доля локомотивного господарства (маючи на увазі і експлуатаційний і ремонтний 64 блоки) складає 15–20%, то на дизельній вона є основною (60–65%). Інші складові енергоефективності доводяться на господарства електропостачання (10–15%), колії і споруд (9–10%) і вагонне (5–6%).

Ці дані дозволяють залізничним адміністраціям ранжирувати міру участі і спрямованість фінансування заходів господарств по енергозбереженню і підвищенню енергетичної ефективності. Енергетичні технічні засоби і технології залізничного транспорту, що знаходяться в експлуатації на момент ухвалення програм з підвищення енергоефективності, мають різний доступний ресурс енергозбереження. Для кожного з них він визначається початковою енергоефективністю, яка закладена при виготовленні пристрою, подальшими умовами і режимами роботи пристроїв, ступенем їх завантаженості, зносом, старінням та ін. Причому впродовж попередніх періодів експлуатації енергетичних пристроїв могли здійснюватися додаткові крім закладених при виготовленні спеціальні цілеспрямовані заходи з підвищення енергоефективності, які продиктовані відмінністю реальних умов експлуатації від закладених спочатку, подальшою модернізацією пристроїв та ін.

З початком реформування залізниць вирішальним моментом розробки подальших етапів реалізації енергетичної стратегії є оцінка можливого залишкового і доступного потенціалу підвищення енергоефективності перевезень, який може бути задіяний у найближчій і віддаленій перспективі. Прогнозування реальних резервів потенціалу енергозбереження технічних засобів і технологій залізничного транспорту є однією з ключових задач енергетичної стратегії. При цьому слід враховувати те, що до початку прогнозованого періоду в структурних підрозділах залізниць вже здійснювалася активна діяльність з енергозбереження. Багато особливо легкодосяжних резервів енергозбереження було вибрано і вичерпано в минулі роки.

Таким чином, ставиться задача з визначення для основних технічних засобів і технологій у всіх сферах діяльності залізниць технічно досяжних і

економічно виправданих граничних значень показників, що впливають на енергоспоживання реальний потенціал енергозбереження для організації процесу перевезень це комплекс показників експлуатаційної роботи, що істотно впливають на енергоспоживання обсяг перевезень, середня маса поїзда, технічна і дільнична швидкості, маршрутизація вантажопотоків, частка порожнього пробігу вагонів і локомотивів, затримки поїздів у заборонних сигналів, обмеження швидкості руху поїздів, введення пасажирських поїздів у графік для локомотивів максимальний рівень експлуатаційного коефіцієнта корисної дії, реалізація рекуперативного гальмування, компенсація реактивної потужності; для систем тягового електропостачання залізниць мінімальний рівень технологічних втрат, мінімізація небалансу (умовних втрат) і перетоків потужності для вантажних вагонів мінімальний рівень коефіцієнта тари, максимальні значення вантажопідйомності і навантаження на вісь, мінімальний опір руху поїзда; для пасажирських вагонів – мінімальний рівень витрати паливо-енергетичних ресурсів на опалювання і вентиляцію вагонів, сервісне обслуговування пасажирів. При цьому повинні дотримуватися всі санітарні і екологічні нормативи комфортного перевезення пасажирів для пристроїв колії мінімальний рівень опору колійних конструкцій руху поїзда.

Стратегія енергозбереження полягає в прагненні до максимального використання ресурсу енергозбереження шляхом технічно досяжних і економічно виправданих заходів. Причому в першу чергу використовуються, звичайно, найбільш ефективні і мало витратні механізми економії ПЕР.

Тому на першому етапі процес підвищення енергоефективності йде найактивніше, поступово уповільнюючись у міру впровадження дорожчих, але менш ефективних заходів з енергозбереження. Існує певний граничний стан коли всі технічно досяжні і економічно виправдані за терміном окупності рішення реалізовані, і система працює з ККД ηІ і оптимізованими втратами енергії. На цьому завершується стадія І процесу енергозбереження, яка найефективніша і масово використовується на практиці.

Основними енергозберігаючими технічними рішеннями і технологіями, на які має бути орієнтована енергетика залізниць на перспективу, є створення нового покоління енергетично ефективного рухомого складу на основі останніх досягнень науково-технічного прогресу в цій області; часткове заміщення дизельного палива і бензину зрідженим і стислим природним газом з розвитком в наступному біопаливної складової, паливних елементів і інших альтернативних видів енергоресурсів підвищення рівня напруги передачі енергії до електрорухомого складу на електрифікованих ділянках залізниць використання накопичувачів енергії в основних технологічних процесах і технічних засобів її генерації, включаючи теплову і механічну енергію

підвищення ефективності рекуперативного гальмування, як одного з істотних факторів енергозбереження в електричній тязі застосування енергоефективних технологій управління процесом перевезень, у тому числі з використанням на рухомому складі пристроїв і систем супутникової навігації; перехід на перетворювальну техніку на основі досягнень в області силових керованих напівпровідникових елементів і безмасляне, бездугове комутаційне електроустаткування, а також на сухі трансформатори активний перехід на високоекономічні засоби світлової сигналізації і освітлення, у тому числі на основі світлодіодної техніки.

Висновки. В ході дослідження встановлено, що енергозберігаюча діяльність на підприємствах залізничного транспорту здійснюється в межах енергозберігаючої політики України, що передбачає підвищення рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на залізничній мережі. На основі проведеного дослідження були сформовані заходи, які необхідно впровадити для забезпечення енергозбереження, а також результати підвищення енергоефективності на підприємствах залізничного транспорту.

Література

1. Borovyk Yu.T., Yelagin Yu.V. (2018). Energy saving and energy efficiency as factors of increasing the competitiveness of railway enterprises transport. *Herald of the economy of transport and industry, 2018, 103-110.* http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vetp_2018_61_14

2. Maksymchuk V.F. (2013). Electrification of railways of Ukraine. *Transport electrification, 2013, 99-105.* http://etr.diit.edu.ua/article/download/17973/15730

3. Mozolevych G.Ya., Troyan A.V. (2015). Energy-efficient train flow management as a means of improving the transportation process. *Science and progress of transport, 2015, 58-76.* https://doi.org/10.15802/tstt2015/57072

TORTUOSITY CALCULATION IN BINARY POROUS MEDIA

Sobieski W. – Doctor of Technical Sciences, Professor UWM,
wojciech.sobieski@uwm.edu.pl
University of Warmia and Mazury in Olsztyn
Poland, Olsztyn

The article presents a comparison of selected algorithms used to determine the length of pore channels in a porous medium described by the so-called binary geometry. In the investigations, the A-Star Algorithm was used in a static and dynamic version, the Path Searching Algorithm developed by the author, and the Random Walk Algorithm in two variants allowing for a different number of possible movement directions. It was found that the dynamic version of the A-Star algorithm gives the shortest paths and thus the smallest

tortuosity. This method seems to be the most representative for the porous medium used. Similar results were obtained using the Path Searching Algorithm. The Random Walk Algorithm turned out to be doubly unfavourable: due to large absolute errors and the lack of a logical connection with the main idea of tortuosity.
***Keywords**: tortuosity, random porous media, binary geometry.*

Relevance of the work. Tortuosity is one of the most difficult parameters to calculate that characterizes the geometric structure of porous media. In the literature, many ideas to calculate this parameter can be found [1,2]: the application of empirical formulas, direct analysis of pore channel trajectories, analysis of transportational properties of fluids flowing through pore channels, analysis of diffusional properties, and others. The motivation to start the investigations described in the work is the difficulty in determining this parameter.

Research Purpose. The main aim is to implement chosen algorithms, based on the so-called binary geometry, and test them to calculate the tortuosity in randomly generated virtual porous media. Such an approach is not novel in the literature, however, in this work, two known but partially modified algorithms and one developed by the author are used.

Introduction. Tortuosity (τ) is the ratio of actual path length inside channels (L_p) to the thickness of the porous medium (L_0):

$$\tau = \frac{L_p}{L_0} \tag{1}$$

The idea of tortuosity is used, for example, in the so-called Kozeny-Carman equation, which is used to estimate the pressure drop occurring during fluid flow through a porous medium. This equation has a form:

$$-\frac{dp}{dx} = C_{KC}\tau^2 S_{0,Carman}^2 \frac{(1-\phi)^2}{\phi^3} \tag{2}$$

where p is the pressure [Pa], x is a coordinate along which the pressure drop occurs [m], τ is the tortuosity [–],C_{KC} is a pore shape factor [–] (a model constant, usually equal to 5.0), $S_{0,Carman}$ is the specific surface of the porous body in Carman meaning [1/m] (it is the inner surface of the solid body divided by the total volume of the solid part), ϕ is the porosity [–].

Binary porous media. In the investigations, virtual porous media generated by random techniques were used. All structures were saved in the so-called binary form, which means that the computational domain is represented by a matrix of regularly arranged points. Each point may be marked by a value of 1, which means that it is a part of the skeleton, or by 0, which means that the current point is located in the pore space. In the generation process, some simple shapes (rectangular in 2D or cuboids in

3D) were added to the domain until the assumed porosity of 0.8 was reached. It was assumed that shapes forming the solid parts of the porous medium may be freely located, and they do not need to form a connected skeleton. For this reason, the virtual porous media do not represent any real material and serve only to test the features of the implemented algorithms.

A-Star Algorithm. The A-Star (AS) algorithm is an iterative algorithm used for finding paths in a graph or in a grid of nodes based on the so-called heuristic function. The aim is to find a path from a selected starting point to a specified stopping point with the least cost (e.g., shortest distance travelled). Graph points or nodes can be arranged in space arbitrarily or arranged in the form of a structural mesh. In the implementation, two versions of this algorithm are proposed: static (known in the literature), in which the end point has one fixed location, and dynamic (a new proposition), in which the end point changes its location during calculations. With the same conditions, each run of the algorithm always gives the same results.

Path Searching Algorithm. The Path Searching Algorithm (PSA) was developed by the author in 2018 to check whether a given geometry has pore channels in a selected direction of space. The idea is as follows: if possible, the path goes straight along the row of nodes where the current point is located. If forward movement is not possible, one of the directions perpendicular to the main direction of movement is chosen. If such a move is also impossible, the path goes backwards. Due to its partially random character, with the same conditions, each run of the algorithm may give different results.

Random Walk Algorithm. The Random Walk Algorithm (RWA) is similar to the PSA. The main difference is that in the PSA, a new direction is drawn only in specific cases, while in the RWA, the drawing procedure is used every time. Consequently, the path often turns even when the next node ahead is available. In the presented implementation, two versions of the algorithm were taken into account: a) the first, in which the path can only move in the directions of the coordinate system axes (model D2Q4), and b) the second, in which the path can also move diagonally (D2Q8).

Results. Figures 1-3 show the results of using binary algorithms described above on a 2D binary geometry with a resolution of 50x50 nodes. The squares used in generating the geometry were 5x5 nodes in size, and periodic conditions were applied in all calculations. The average tortuosity, calculated from four paths obtained in one program run, was found to be 1.09 (2.79 [s]), 1.08 (2.72 [s]), 1.15 (2.32 [s]), 1.17 (2.36 [s]), 2.66 (0.85 [s]), and 2.16 (0.66 [s]), for the A-Star Algorithm (static and dynamic versions), Path Searching Algorithm (two different runs), and Random Walk Algorithm (D2Q4 and D2Q8 models), respectively. The calculation time of a single path is given in parentheses.

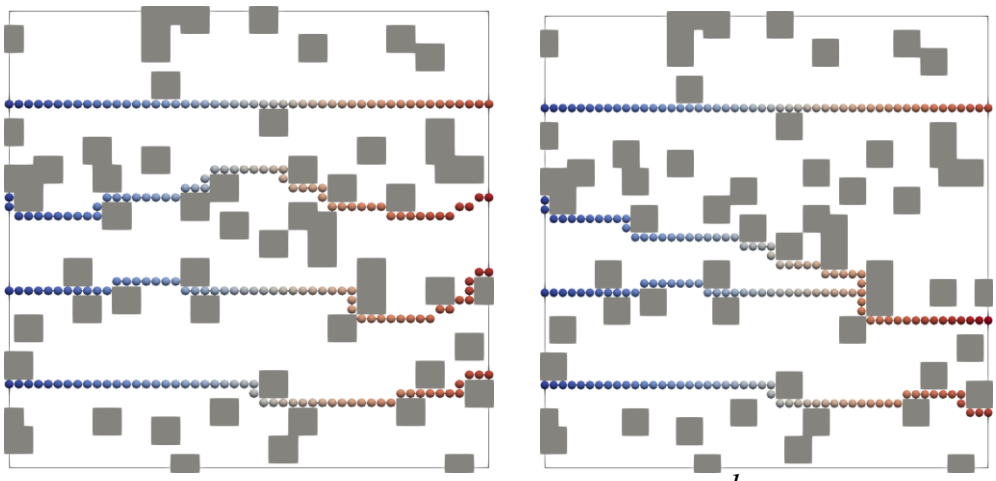


Fig. 1. A-Star Algorithm:
a - static, b - dynamics version

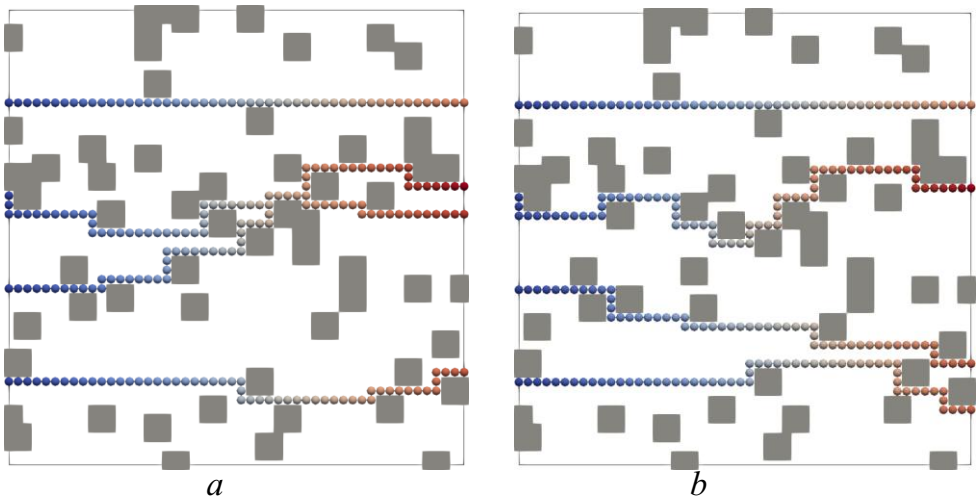


Fig. 2. Path Searching Algorithm:
a - run 1, b - run 2

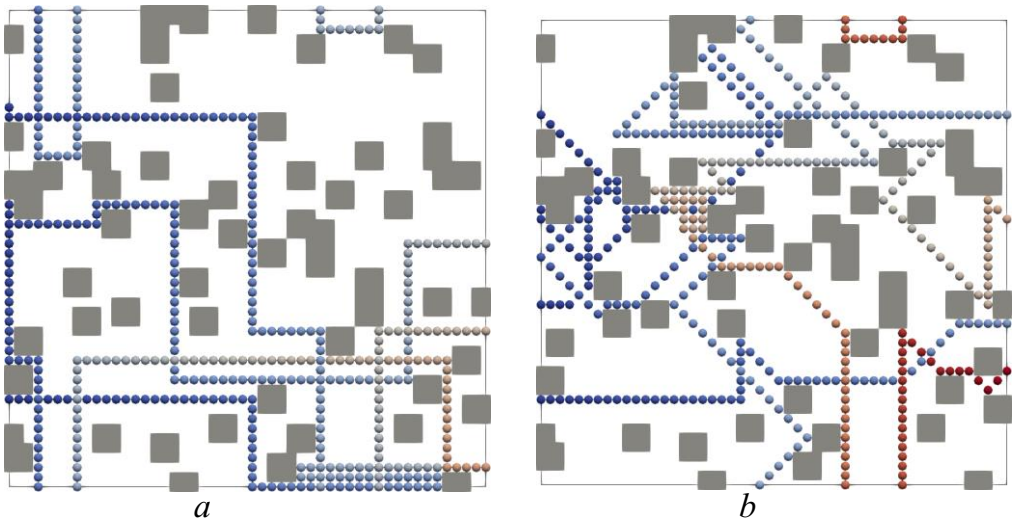


Fig. 3. Random Walk Algorithm:
a - model D2Q4, b - model D2Q8

Discussion. Shortest paths with the smallest tortuosity were obtained using the modified, dynamic version of the A-Star algorithm. The Path Searching Algorithm provided an overestimated result, but the relative error (assuming 1.08 as the exact value) was always below 10%. Additionally, when the space is empty (see path no. 4), the path goes straight, which is consistent with the concept of tortuosity. The worst result was obtained using the Random Walk Algorithm. The relative error was very large (about 150% for the D2Q4 model and about 100% for the D2Q8 model). Moreover, the path shapes were completely chaotic and could not be considered as the length of the pore channels connecting the opposite boundaries of the computational domain.

Conclusions. The following conclusions can be drawn from the results of the present study:

a) It is possible to calculate tortuosity using algorithms that operate on binary matrices representing geometries.

b) The Path Searching Algorithm gives higher values of tortuosity than the A-Star Algorithm. The calculation time for a single path is slightly shorter compared to the A-Star Algorithm.

c) The Random Walk Algorithm, at least in its current form, is not suitable for calculating the tortuosity of porous media. Its greatest potential lies in the speed of operation.

d) All algorithms are suitable for detecting whether there are through pore channels in a given porous structure. In this context the Random Walk Algorithm is the best.

Only one binary geometry was used in the described study. Nevertheless, many more calculations in 2D and 3D were performed, using geometries with different resolutions, porosities, and shapes of elements forming the backbone of the porous medium. The quantitative results were, of course, different, but the general conclusions and observations regarding the features and capabilities of the tested algorithms remained similar [3, 4].

R e f e r e n c e s

1. Fu, J., Thomas, H.R., Li, C. (2021). Tortuosity of porous media: image analysis and physical simulation. Earth-Science Reviews, 212 (103439), 1-30.

2. Sobieski, W. (2022). Tortuosity in porous media – algorithmic approach (in Polish). Olsztyn.

3. Sobieski, W. (2019). Numerical investigations of tortuosity in randomly generated pore structures. Mathematics and Computers in Simulation, 166, 1-20.

4. Sobieski, W. (2020). Calculating the Binary Tortuosity in DEM-Generated Granular Beds. Processes, 8(9), 1-19.

СЕКЦІЯ 6: УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ У ГАЛУЗЯХ

SECTION 6: MANAGEMENT AND ADMINISTRATION IN INDUSTRIES

РОЛЬ КОМЕРЦІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ЕФЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАЛІЗНИЦЬ

Терещук А.О. – аспірант, anya.tereshuk19@gmail.com
Кельріх М.Б. – д.т.н., проф.
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

THE ROLE OF COMMERCIAL OPERATION IN FORMING THE EFFICIENT ACTIVITY OF RAILWAYS

Tereshchuk A. – Postgraduate student, anya.tereshuk19@gmail.com
Kelrich M. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Railway transport of Ukraine has a certain specificity of the technology of working with cargo flows of various categories. In terms of transportation within the state, the technology of railway transport involves rational interaction between various participants in the transportation process in order to meet the requirements of customers regarding timely and high-quality delivery of goods. The improvement of the organization of cargo and commercial work of stations and access tracks is aimed at ensuring full satisfaction of the country's needs in cargo transportation with minimal loss of technical means and money. Inter-industry relations generate a very important the form of railway activity – commercial operation. In the present time with the development of market relations, commercial activity acquired of primary importance.

Keywords: *commercial operation, transportation conditions, transport market research, transport logistics.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю дослідження міжгалузевих відносини, які визначають особливу форму діяльності залізниць, а саме комерційну експлуатацію. У наш час з розвитком ринкових відносин комерційний напрямок набув першорядного значення. Його можна розглядати як комплекс платних послуг широкомасштабного сервісу, які надаються залізничним транспортом галузям народного господарства та громадянам при виконанні перевезень.

Метою роботи є оглядова характеристика комерційної експлуатації, яка розглядає питання, пов`язані з перевізним процесом, головним чином з його початковими і кінцевими операціями – вантаженням і вивантаженням, з організацією прогресивних видів перевезень – пакетних, контейнерних, контрейлерних, маршрутних, а також питання використання вагонів і контейнерів за часом і вантажопідйомністю та ін.

На сьогоднішній день діяльність залізничного транспорту представляє собою дві сторони. Одна з них пов’язана з вирішенням широкого кола оперативних внутрішньогалузевих завдань безпосередньої організації перевізного процесу – це експлуатаційна робота залізниць, з другої сторони це комерційна експлуатація залізниць.

Комерційна експлуатація – це єдина сфера діяльності залізниць, результатом якої є отримання прибутку від перевезень вантажів. Перевезення вантажобагажу, багажу і пасажирів також приносять залізницям певні доходи, але часто більше збитків, ніж доходів, як, наприклад, приміські перевезення пасажирів, де доходи покривають видатки лише на 7-8%. З іншого боку можна відзначити, що комерційна експлуатація представляє собою сферу зовнішньої діяльності залізниць, що побудована за принципами транспортного маркетингу і логістики та характеризує правові взаємовідносини з відправниками і одержувачами вантажів, пасажирами, а також з іншими видами транспорту.

До неї входять: планування і раціоналізація перевезень (у тому числі у змішаному сполученні за участю інших видів транспорту і в міжнародних сполученнях); приймання, навантаження, розвантаження, видача, зважування і збереження вантажів, оформлення перевізних документів; розроблення правил та умов перевезень різноманітних вантажів, тарифи, взаємні обов’язки і відповідальність залізниць, відправників і одержувачів вантажів, договори на експлуатацію під'їзних колій незагального користування. Правовою основою комерційної експлуатації вважається статут залізниць України, що затверджується Кабінетом Міністрів України, а також Правила і умови перевезень, що затверджуються Міністерством інфраструктури за узгодженням із відповідними організаціями. Комерційна експлуатація визначає взаємодію залізниць із зовнішнім середовищем: вантажовідправниками, вантажо-одержувачами, експедиторами, іншими видами транспорту, іноземними залізницями.

В умовах ринкової економіки комерційна експлуатація визначається наступними напрямами, а саме: – оперативним плануванням; – транспортною логістикою з метою скорочення терміну доставки і зниження собівартості перевезення вантажів; – прийманням до перевезення вантажу і багажу від відправників і видача їх одержувачам; – оформленням перевізних документів; –

зважуванням і зберіганням вантажів і багажу, що прибуває (до видачі одержувачам); – розробленням правил перевезення і Технічних умов навантаження і кріплення вантажів і забезпечення контролю за їх виконанням; – організацію забезпечення схоронності вантажів на етапі доставки їх залізницями; – розрахунком і стягненням провізної плати на основі діючих тарифів; – організацією роботи механізованих дистанцій вантажнорозвантажувальних робіт; – розробленням нових технологій; – організацією перевезення швидкопсувних вантажів; – впровадженням інформаційно-облікових систем (ІОС) і автоматизованих робочих місць (АРМ) у системах управління вантажною і комерційною роботою; – транспортно-експедиторським обслуговуванням відправників і одержувачів вантажів, орендна і договірна справа; – організацією управління вантажною і комерційною роботою на під'їзних коліях незагального користування; – розробленням єдиної технології роботи станцій і під'їзних колій підприємств, що примикають до них; – розвитком перевезень вантажів у транспортних пакетах, контейнерах, маршрутними відправками, а також бімодальним транспортом; – організацією перевезень пасажирів і багажу (у тому числі в міжнародному сполученні); – контрольно-ревізійна робота.

Висновок. Отже, комерційна експлуатації в сучасних умовах представляє собою системне та глибоке наукове і практичне дослідження транспортного ринку, його економічну кон'юнктуру з метою забезпечення успіху в перевезеннях вантажів і пасажирів порівняно з іншими видами транспорту. Ця сфера діяльності тісно пов'язана з: задоволенням потреб вантажовідправників і вантажоодержувачів і потенційних пасажирів, досягненням переваг над конкурентами (іншими видами транспорту) за якістю транспортних послуг, забезпеченням запланованих обсягів перевезення вантажів і пасажирів, а також виявленням конкретних груп власників вантажів і потенційних пасажирів, до яких будуть застосовані ринкові підходи і які найбільше відповідають характеру роботи залізниць і забезпечують найбільші прибутки від транспортних послуг.

Література

1. Вантажні перевезення на залізничному транспорті: підручник / О.В. Лаврухін та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2015. Ч. 1. 260 с.

2. Дмитриченко М.Ф., Яцківський Л.Ю., Ширяєва С.В., Докуніхін В.З. Основи теорії транспортних процесів і систем: навч. посіб. К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. 336 с.

3. Котенко, А.М. Управління вантажною і комерційною роботою на залізничному транспорті: підручник. Харків: ПП вид-во «Нове слово», 2005. Ч. 2. 384 с.

СЕКЦІЯ 7: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

SECTION 7: AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

APPLICATION OF THE ADVANCED DESIGN OF THE SEED SEPARATOR OF VEGETABLE AND MELON CROPS AS PART OF THE TECHNOLOGICAL LINE

Dotsenko N. – Doctor of Pedagogy, Associate Professor,
Professor of the Department of General Technical Disciplines, dotsenkona@mnau.edu.ua
Mykolayiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolayiv

The creation of modern seed-separating machines and flow lines that meet the requirements of modern production and belong to complex technical systems requires conducting scientific research on the interaction of working bodies with the technological mass of fruits, the laws of technological processes. The purpose of this investigation is to perform the application of the advanced design of the seed separator of vegetable and melon crops as part of the technological line. It is proposed to use a two-screen system as a separating device for extracting seeds of vegetable crops, in which large particles of bark will come from the first sieve, and seeds from the second; pulp; the pulp and juice will be the by-product of the second sieve. This technological line can be considered basic, and the equipment configuration may vary depending on the needs of manufacturers.

Keywords: *seed separator, vegetable and melon crops, technological line, advanced design, agriculture.*

The natural and climatic conditions of the south of Ukraine make it possible to provide the country with vegetable crops of its own production and to create a raw material base for the processing industry in this direction. In the specialized farms for the production of seeds of vegetable crops that existed in Ukraine, technological lines were equipped with machines and equipment taking into account the culture (watermelon, melon, cucumber, tomatoes) whose seeds were obtained. Currently, such technological complexes are practically not used, and for obtaining seeds, farms get separate machines for seed selection, or complete small technological lines (depending on the capabilities of the farm). The use of such machines in labor-intensive seed production processes leads to large losses, and the efficiency of seed selection is low. This situation is due to the lack of theoretical and experimental processes for the selection and finishing of seeds of vegetable and fruit crops, which has an impact on the development of machines and technological lines. Thus, the creation of modern seed-separating machines and flow lines that meet the

requirements of modern production and belong to complex technical systems requires conducting scientific research on the interaction of working bodies with the technological mass, the laws of technological processes. Such studies will make it possible to substantiate the principles of action, structural parameters and kinematic modes of machines and their working bodies. Taking this into account, the conduct of such research is relevant and has important national economic significance.

The purpose of this investigation is to perform the application of the advanced design of the seed separator of vegetable and melon crops as part of the technological line.

It is proposed to use a two-screen system as a separating device for extracting seeds of vegetable crops, in which large particles of bark will come from the first sieve, and seeds from the second; pulp; the pulp and juice will be the by-product of the second sieve. As the analysis of the work of the existing separators showed, the main losses of seeds occur in the output of the «big crust». It is a seed that is not separated from the finely ground seed particles. In order to intensify the process of additional extraction related to the seed crust, the mode of operation of the inertial separator was adopted. When the separated mass slides over the surface of the sieve, it will rub against the edges of the holes and, as a result, the content of seeds associated with the crust will decrease [1]. Separation of seeds is carried out on the second sieve. At the same time, the seeds are an above-ground product, and the pulp, pulp, and juice are under-ground products. To intensify the process of the passage of the pulp and pulp through the holes of the sieve, it is suggested to use the mode of the vibrating conveyor. In this version, at certain stages, an additional force will act on the pulp and pulp particles, and the total force of normal pressure will be equal to the sum of the force of normal pressure from the force of gravity and the force of inertia. It should also be taken into account that when separating the seeds of melon crops, the ratio of the seed-admixture ratio is equal to 1: 9 [2].

The following assumptions were made during the theoretical analysis:

• the separated material moves as a flat particle, the coefficient of resistance to movement does not depend on the thickness of the layer moved along the sieve;

• air resistance, when a particle is detached from the surface of the sieve, does not affect the law of movement of elements of the separated mass;

• the resistance to the movement of both the pulp and the peel, as well as the seeds, is characterized by the coefficient of specific resistance, which is numerically equal to the coefficient of friction of freshly isolated seeds, the sticking of particles of the separated mass is not taken into account;

• during the movement of the seeds, it is possible to hit non-elastic products (the fall is carried out on the layer of pulp and crust); as well as elastic shock (falling of seeds on the surface of the sieve);

• the recovery factor of the pulp and crust upon impact is neglected;

• we neglect the change in the angle of addition of forced oscillations to the sieve during the rotation of the crank.

Experimental studies carried out in laboratory conditions substantiated the main structural and kinematic parameters of the melon seed separator, in which the quality indicators of the technological process (seed purity, seed injury and seed loss) have optimal values. However, a real pile of seeds differs from products processed in a laboratory. It additionally contains soil particles, small stones, plant remains. In order to substantiate the possibility of using the proposed design of the separator as part of the technological equipment for the selection, washing and drying of seeds of melon crops, tests were conducted [3].

A specialized LSB-20 or LSB-30 technological line can be used to separate cucumber seeds, clean them from impurities, and dry them. This technological line can be considered basic, and the equipment configuration may vary depending on the needs of manufacturers and product processors. Harvesting of such melon crops as watermelon, cantaloupe, and pumpkin is also carried out in one continuous method. Before the start of harvesting, the fruits are rolled with a UPV-8 stacker-roller. The seeds of melon crops are collected from the swath with a pick-up machine PBV-1. The pick-up consists of a frame resting on running wheels, on which a mesh drum with a fruit cutter and an unloading cellular conveyor are installed. Moving along the swath, the harvester unloads the seeds into the cellular drum, which moves them to the unloading conveyor, which ensures the transshipment of the products into the vehicle.

To conclude, according to the results of laboratory experiments, two samples of the screen separator were refined and tests were carried out both of the experimental samples themselves and of the separators as part of the seed production lines. At the same time, productivity was: when working on a cucumber, 8.4 t/h for serial equipment and 9.8 t/h for experimental equipment. When working on watermelon, the productivity values are 21.24 t/h and 27.2 t/h, respectively [4]. During the tests, the expediency of using cam grinding rollers and additional hydraulic cleaning of the seed heap was confirmed. At the same time, it was established that the seeds of the "Vognyk" variety of watermelon are the most suitable for seed processing, and the least - the cucumber of the «Competitor» variety. However, for all processed crops, the purity of seeds after hydroseparation is not lower than 95%, with injury not exceeding 5%. Seed purity is 82.9% for watermelon and 78.3% for cucumber. The content of impurities in the final product is 3.7% and 2.3%, respectively.

R e f e r e n c e s

1. Babenko D., Gorbenko O., Dotsenko N., Kim N. Optimization of structural and kinematic parameters of separator of vegetable and melon crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2020. 107. 105-112. 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-13.

2. Kaletnik G., Tsurkan O., Rimar T. Determination of the kinetics of the process of pumpkin seeds vibrational convective drying. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2020. 1/8(103). 50-57.

3. Temirov I., Ravshanov Kh., Fayzullaev Kh., Ubaydullaev Sh. Development of a machine for preparing the soil for sowing melons under the film. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2021. P.1030. doi: 10.1088/1757-899X/1030/1/012169.

4. Shebanin V., Atamanyuk I., Gorbenko O., Kondratenko Y. & Dotsenko N. Mathematical modelling of the technology of processing the seed mass of vegetables and melons. 2019. *Food Science and Technology.* №13(3). 118-126. DOI:10.15673/fst.v13i3.1480.

DEVELOPMENT OF AN INSTALLATION FOR THE ANALYSIS OF THE PROCESS OF ELECTROPLASMOLYSIS OF PLANT RAW MATERIALS

Churylo R. – assistant of the Department of Electric Power Engineering, electrical engineering and electromechanics, *churylo@mnau.edu.ua*
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

Fruit and vegetable raw materials are a very important and valuable basis for obtaining healthy food products. Fruits and vegetables, being sources of easily digestible carbohydrates, vitamins, dietary fibers and natural antioxidants, contribute to the regulation of the most important physiological functions of the body. Therefore, fruit and vegetable processing technologies should be focused on the rational use of raw materials with maximum preservation of physiologically valuable components of raw materials and an increase in the warranty period of storage of finished products.

Keywords: *raw plant, laboratory equipment, cell, electroplasmolysis.*

Relevance of research. Fruit and vegetable raw materials are a very important and valuable basis for obtaining healthy food products. Fruits and vegetables, being sources of easily digestible carbohydrates, vitamins, dietary fibers and natural antioxidants, contribute to the regulation of the most important physiological functions of the body. Therefore, fruit and vegetable processing technologies should be focused on the rational use of raw materials with maximum preservation of physiologically valuable components of raw materials and an increase in the warranty period of storage of finished products**.**

From the point of view of the safety of the obtained products, processing technologies using non-reactive physical influences have advantages. The use of various electrophysical effects allows you to significantly intensify technological processes, and sometimes to obtain results that are not achievable with traditional processing.

Thus, to ensure the intensive development of the agro-industrial complex, it is necessary to develop new and improve the existing electrophysical methods of processing agricultural products.

Purpose of this work to develop an installation for the analysis of the process of electroplasmolysis of plant raw materials

Research results: When developing a laboratory installation, it is necessary to use a regulated power source and devices for registering transient processes and directly recording changes in the structure of cells [1].

The appearance of the experimental setup is shown in Fig. 1. It consists of a laboratory autotransformer T1, two thyristors VD1 and VD2 connected in opposite parallel, a measuring shunt R1 with limiting resistors, an oscilloscope and working electrodes. By controlling the thyristors, we can adjust the duration of processing within specified limits[2].

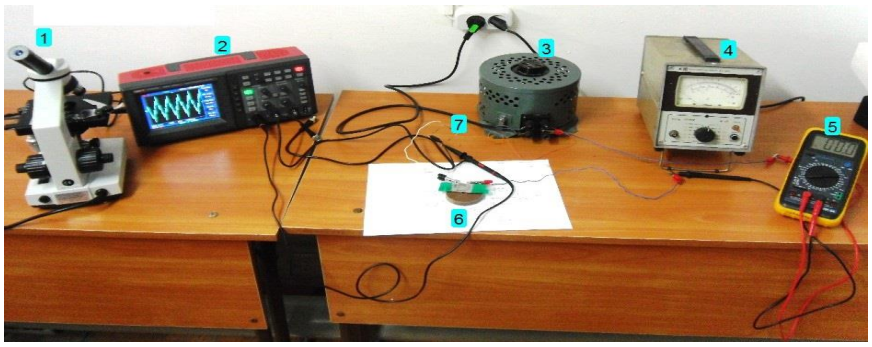
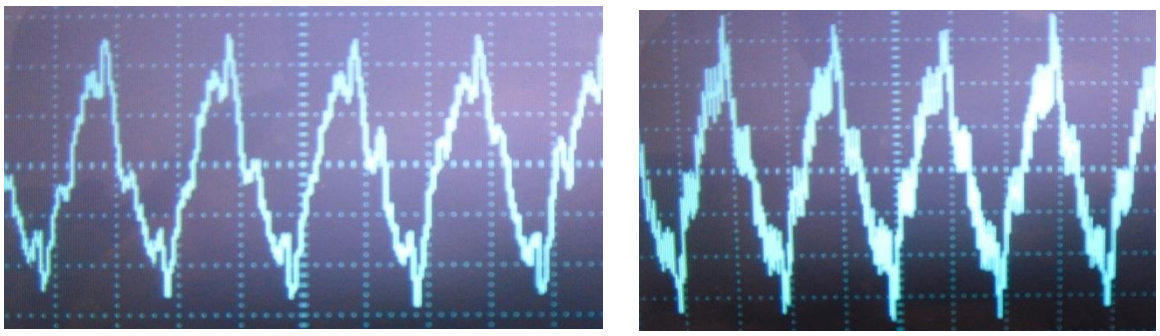


Fig. 1 – Appearance of the experimental setup for electroplasmolysis research: 1 – MICROMED biological microscope; 2 – digital oscilloscope; 3 – laboratory autotransformer; 4 – millivoltmeter; 5 – digital multimeter MY-64; 6 – experimental sample of vegetable raw materials; 7 – shunt for current measurement

With the help of the above-mentioned installation, the dependence of the current on time during the processing of vegetable raw materials was removed. The data of these studies are presented in fig. 2. The scale on the horizontal axis is 10 ms per division, and on the vertical axis is 0.01 Ampere per division. Thus, we can see that due to the processes taking place in the cells, the nature of the passage of electric current through the studied sample changes. In this way, it is possible to develop an automatic system for monitoring the state of plant mass processing [3].

The processing of the results of the experiment can be done with the help of a biological microscope and a digital camera. Data that will be obtained with the help of an experimental setup will help to determine the presence of the phenomenon of electroplasmolysis when an electric current passes through plant material, based on the experiment of physiological changes in the cells of the plant shell [4].



а *б*

Fig. 2 – Current oscillogram: a – at the beginning of the process electroplasmolysis; b – at the end of electric current treatment of the cell sample

Conclusions. 1. The paper analyzes modern equipment for receiving high-voltage pulses with an amplitude of up to 100 kV and above. The expediency of using resonant transformers without a ferromagnetic core to create compact installations for testing the electrical strength of the insulation of electrotechnological equipment, and in particular devices of electronic-ion technology for agricultural purposes, is substantiated.

2. An analysis of the transient processes occurring in the resonant air transformer was carried out, from which it can be seen that by changing the coupling coefficient, the rate of increase and the maximum value of the output voltage can be adjusted. Thus, we see that as a result of the processes taking place in the cells, the nature of the passage of electric current through the plant material changes.

R e f e r e n c e s

1. Bazhal, M., & Serebryakov, R. (2017). Impul′sne elektroobroblennya roslynnoyi syrovyny. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 2.* (pp.124–125) [in Ukrainian].

2. Hulyy, I., Lebovka, M., & Kupchyk, M. (2017). Elektroplazmoliz kharchovykh produktiv: Vid modeley do praktychnoho zastosuvannya. *Naukovi pratsi UDUKHT*, 37 [in Ukrainian].

3. Serebryakov, R., Bazhal, M., & Kupchyk, M. (2004). *Elektroplazmolizator dlya roslynnoyi syrovyny* (Patent of Ukraine № 64933).

4. Serebryakov, R., Bazhal, M., & Kupchyk, M. (2016). Vplyv kharakterystyk impul′snoho elektrychnoho polya na efekt elektroplazmolizu. *Visnyk DonDUET (tekhnichni nauky), 1*(9). (pp.195–199) [in Ukrainian].

СЕКЦІЯ 8: МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

SECTION 8: MECHANICAL ENGINEERING

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Бантковський В.А. – доц., bantkovskiy@btu.kharkov.ua
Думіндяк С.Б. – студент
Державний біотехнологічний університет
Україна, м. Харків

RESEARCH OF TRUCK ENGINE DIAGNOSTIC METHODS

Bantkovskiy V. – Associate Professor, bantkovskiy@btu.kharkov.ua
Dumindyak S.B. – student
State Biotechnological University
Ukraine, Kharkiv

The methods of engine diagnostics are based on the methods of measuring the parameters most acceptable for this mechanism of diagnostic signs. To select such parameters, a structural-investigative scheme is used to diagnose the mechanism. This scheme connects the elements of the mechanism with its structural parameters, and the structural parameters with their corresponding diagnostic features and diagnostic parameters. Diagnostics serves to increase engine performance and reduce the cost of transportation, increase its efficiency.

Keywords: *carburetor engines, diagnostics, trucks, engine repair, maintenance.*

Актуальність дослідження зумовлена однією з найважливіших умов підтримки на високому рівні ефективності і надійності двигунів і своєчасне виявлення та попередження відмов, що виникають у процесі експлуатації. Діагностування здійснюють за зовнішніми ознаками (люфтам, вібраціям, нагріваючи і т.д.), що несе інформацію про технічний стан механізму.

Це дозволяє, по-перше, виявити приховані відмови механізму і визначити необхідний для їх усунення ремонт і, по-друге, при відсутності відмов виявити ресурс справної роботи механізму і необхідність у профілактиці.

Діагностика двигунів в автотранспортних підприємствах є частиною технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту.

Виявлення і подальше усунення несправностей і своєчасна профілактика дозволяють знизити інтенсивність процесів зношування, підвищити ймовірність безвідмовної роботи двигунів, а також виключити передчасний і пізній (аварійний) ремонти їх агрегатів. Таким чином, діагностика дає

можливість кількісно оцінити безвідмовність і ефективність двигуна і прогнозувати ці властивості в межах залишкового ресурсу, або заданого напрацювання. Завдання діагностики полягають у тому, щоб підтримувати на високому рівні надійність і довговічність двигунів, зменшувати витрату запасних частин, експлуатаційних матеріалів і трудових витрат на технічне обслуговування і ремонт [1].

Діагностика служить для підвищення продуктивності двигуна і зниження собівартості перевізних робіт, тобто підвищенню його ефективності.

Метод діагностики по параметрах ефективності, тобто за параметрами робочих процесів, широко використовується для комплексної оцінки працездатності двигуна. Він полягає в імітації умов і режимів роботи двигуна. Стосовно до двигуна це може бути вимір потужних і економічних показників. Діагностика по герметичності робочих об'ємів використовується для оцінки технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна, його систем охолодження і мастила.

Метод теплової діагностики по швидкості і температурі нагріву застосовують головним чином для оцінки стану сполучень по виділенню ними тепла відповідно роботі тертя при заданому швидкісному та загрузочному режимах [2].

Метод діагностики по коливальних процесів (шумів, вібрацій) широко застосовують для загальної оцінки технічного стану двигуна (за рівнем шуму) і для локальної перевірки кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів.

Метод діагностики по складу експлуатаційних матеріалів і відпрацьованих газів використовується для загальної оцінки системи живлення (за змістом CO_2 у відпрацьованих газах), для визначення інтенсивності зношування основних механізмів двигуна (за концентрації в картерній оливі продуктів зносу), справності його систем фільтрації, придатності картерної оливи.

Важливою характеристикою основних методів діагностики є їх застосування в динаміці і статиці, тобто в робочому та неробочому стані механізму. У динаміці застосовують ті методи, в яких діагностичними ознаками є робочі або супутні процеси, а в статиці - геометричні співвідношення та деякі інші, доступні для прямого вимірювання структурні параметри при забезпеченні достатньої достовірності результатів. За способом і засобів проведення розрізняють стаціонарну (стендову) і ходову діагностику. При стаціонарній діагностиці, роботу двигуна на заданому режимі імітують за допомогою спеціальних стендів, а при ходовій – шляхом ходових випробувань. Крім того, до ходової діагностики можна віднести спостереження за постійно діючими контрольними приладами в процесі роботи двигуна [3].

Стаціонарну діагностику здійснюють, користуючись стендами,

пересувними і переносними діагностичними пристроями. Ходова діагностика проводиться за допомогою переносних діагностичних приладів (деселерометр, бачок для вимірювання витрати палива тощо), або ж вбудованих вимірювальних засобів (термометр, манометр, витратомір та ін.) В даний час найбільший розвиток отримала стаціонарна діагностика.

За технологічними ознаками діагностика двигунів в автотранспортному підприємстві характеризується: призначенням, технологічним обладнанням, режимом проведення та місцем у технологічному процесі технічного обслуговування і ремонту. За своїм призначенням діагностика може бути спеціалізованою і суміщеною з технічним обслуговуванням і ремонтом. діагностика з шумів і вібрацій. Шуми (стуки) і вібрації, тобто коливальні процеси пружного середовища, що виникають при роботі механізмів, використовують для віброакустичної діагностики двигуна й інших агрегатів автомобіля. Джерелом цих коливань є газодинамічні процеси (згоряння, випуск, впуск), регулярні механічні зіткнення в сполученнях за рахунок зазорів і неврівноваженості мас, а також хаотичні коливання, зумовлені процесами тертя. При роботі двигуна всі ці коливання накладаються один на одного і, взаємодіючи, утворюють випадкову сукупність коливальних процесів. Це ускладнює віброакустичну діагностику через необхідність придушення перешкод, виділення корисних сигналів і розшифровки коливального спектра.

Поширення коливань у пружному середовищі (тверді тіла, рідини, гази) носить хвильовий характер. Параметрами коливального процесу є: частота (періодичність), рівень (амплітуда) і фаза, тобто положення імпульсу коливального процесу щодо опорної точки циклу роботи механізму (наприклад, в.м.т.).

Висновок. В результаті проведеного аналізу виявлено, що діагностику проводять за принципом «від цілого до конкретного». Це означає, що, перш ніж робити поглиблену поелементну діагностику складного механізму, необхідно визначити його технічний стан комплексно за показниками ефективності (робочих параметрах). Використання цього принципу спрощує і раціоналізує процеси діагностики. Досконалість методів діагностики залежить від якості апаратури і від рівня автоматизації процесу. При цьому можлива автоматизація окремих діагностичних комплексів, або всієї системи діагностичних робіт по двигуну в цілому.

Ступінь автоматизації може бути тим вище, чим більше число об'єктів діагностики, тобто в тих випадках, коли належна об'єктивність і продуктивність діагнозу операторами неможлива або економічно невигідна. Добротність методів і засобів діагностики оцінюють економічністю, достовірністю та доступністю.

Література

1. Власов В.М., Жанказієв С.В., Круглов С.М. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: підручник. М.: Видавничий центр «Академія», 2013. 432 с.

2. Богатирьов А.В., Єсеновський-Лашков Ю.К., Насоновський М.Л., Чернишів В.А. Автомобілі. М.: Колос, 2004. 496 с.

3. Бєльських В.І. Діагностування та обслуговування сільськогосподарської техніки. М.: Колос, 1980. 575 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ПАЛИВА В ПРОЦЕСІ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Бантковський В.А. – доц., bantkovskiy@btu.kharkov.ua
Могильченко Д.А. – студент
Державний біотехнологічний університет
Україна, м. Харків

RESEARCH OF FUEL FILTRATION DURING THE OPERATION OF DIESEL ENGINES

Bantkovsky V. – Associate Professor, bantkovskiy@btu.kharkov.ua
Mohylchenko D. – student
State Biotechnological University
Ukraine, Kharkiv

A filter for a car is mandatory, it is a device that prevents harmful impurities, small dust particles, rust, debris, and water from entering the car engine. The function of the filter is to protect the fuel supply system from foreign smallest fragments that clog the nozzles and create blockages in the pipes used for fuel supply. Mechanical impurities in gasoline cause frequent clogging of nozzles and fuel lines. The presence of water in the tank, which is narrower than that of diesel fuel, causes clogging of the fuel lines; in winter, the water, getting into the nozzles and fuel lines, freezes, which leads to the cessation of fuel supply.

Keywords: *filtration, diesel fuel, harmful impurities, diesel engines, filter elements.*

Актуальність дослідження зумовлена очищенням палива від грязьових домішок яке проводиться фільтрами, встановленими в системі живлення двигунів.

Паливо, яке перевозять в баках автомобілів і тракторів, постійно забруднюється найдрібнішими частинками пилу, проникаючими разом з повітрям в паливні баки. Механічні грязьові частки, що мають велику масу, швидко осідають на дно паливних баків, а легкі грязьові частки поширюються по всьому об’єму палива.

Повітря, що заповнює вільний від палива обсяг бака, завжди має водяні пари, які при зміні температури конденсуються і перетворюються в воду. При окисленні

палива поступово утворюються смоли – клейкі каучук-подібні речовини, що забруднюють паливо. Механічні домішки в бензині викликають часті засмічення форсунок і бензопроводів. Присутність води в баку, більш вузька, ніж дизельного палива, що викликає закупорку паливних проводів; взимку ж вода, потрапляючи в форсунки і паливні проводи, замерзає, що призводить до припинення подачі палива.

Очищення дизельного палива від механічних домішок і води має дуже важливе значення для нормальної експлуатації дизелів, так як деталі паливної апаратури цих двигунів виготовляються з високим ступенем точності. Плунжерні пари паливних насосів виготовляються настільки точно, що зазор між ними становить 1-2 мкм (до 6 мкм) [1].

У процесі роботи в зазор між плунжерними парами просочується невелика кількість палива. Найдрібніші ж частинки механічних домішок в паливі, потрапляючи на робочі поверхні досить точних деталей паливної апаратури, утворюють на них подряпини, і сприяють таким чином швидкому зносу поверхонь деталей.

Посилений знос плунжерних пар, за даними досліджень, відбувається також при дробленні і заклинюванні твердих грязьових частинок, розмір яких більше радіального зазору між плунжером і втулкою. Якщо ж паливо недостатньо добре відфільтровано – і містить тверді механічні частинки, розмір яких перевищує зазор між плунжерними парами, то вони викликають не тільки посилений знос робочих, поверхонь прецизійних пар, але також і заїдання плунжера, нагнітального клапана насоса і голки розпилювача форсунки [2]. Наявність води в дизельному паливі викликає корозію, посилює знос плунжерних, пар і інших деталей насосів високого тиску, розпилювачів форсунок, а також деталей фільтрів і паливо проводів [3, 4].

Паливні фільтри, включені в систему живлення двигунів, служать для запобігання попадання механічних домішок, і води разом з паливом в насоси високого тиску та форсунки. Багаторічний досвід експлуатації автомобілів і тракторів показав, що наявність паливних фільтрів в кілька десятків разів скорочує витрати часу на продувку форсунок і паливних проводів, а також втрати палива, пов’язані з проведенням цієї операції. В системі живлення дизелів паливні фільтри створюють ретельне очищення палива, та не тільки забезпечують надійну роботу, а й збільшують в 5-7 разів термін служби паливної апаратури.

Висновок. З’ясовано, що паливні фільтри незалежно від конструкції і принципу очищення повинні відповідати наступним вимогам.

1. Забезпечувати високу тонкість очищення палива. Тонкість очищення характеризується розмірами грязьових частинок, які затримуються фільтрами.

Паливні фільтри тонкого очищення дизелів повинні затримувати грязьові частки розміром до 3 мкм протягом всього терміну служби фільтруючого елементу.

2. Володіти відносно невеликим опором при проході палива. Пропускна здатність одиниці площі фільтруючого елемента залежить від перепаду тиску. Залежність перепаду тиску від витрати палива, що проходить через фільтруючий елемент, називається гідравлічною характеристикою фільтра, яка визначається зазвичай дослідним шляхом. Пропускна здатність фільтрів залежить від діаметра і конфігурації порових каналів фільтруючих матеріалів, в'язкості палива і швидкості його руху.

3. Затримувати воду, розчинену в паливі, а також воду, що знаходиться в ньому у вигляді домішки. Паливні фільтри мають відстійники, що затримують воду, яка міститься в паливі у вигляді домішки.

4. Мати тривалий термін служби між чищенням та заміною фільтруючих елементів. Інтенсивність забруднення фільтруючих елементів і зниження їх пропускної здатності визначаються по збільшенню перепаду тиску.

5. Мати невеликі габаритні розміри і достатню міцність. Фільтруючі елементи фільтрів сприймають зусилля, що виникають від перепаду тиску палива на них. В процесі експлуатації навантаження на фільтруючі елементи через їх забруднення зростає.

6. Не вимагати складного догляду і обслуговування. Для зручності обслуговування паливні фільтри встановлюються в легкодоступних місцях. Для промивання і заміни фільтруючих елементів без зливу палива з системи передбачаються запірні клапани, або вентилі.

7. Володіти конструкцією, придатною для різних марок автомобілів і тракторів.

Література

1. Гуревич А.М., Болотов А.К., Судніцин В.І. Конструкція тракторів та автомобілів. М: Агропромиздат, 1989.

2. Буренін В.В. Нові фільтри для робочих рідин гідрофікованих машин // Трактори та сільськогосподарські машини. 2004, № 12.

3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: підручник. К.: Вища шк., 2008. С. 307-318.

4. Іващенко М.В. Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів: навч. посіб. К.: Знання-Прес, 2002. С. 84-86.

МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ КОНТЕЙНЕРА ЗІ СКЛАДОВИМИ ІЗ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМАХ

Ватуля Г.Л. – д.т.н., проф., *glebvatulya@gmail.com*
Ловська А.О. – д.т.н., доц., *alyonaLovskaya.vagons@gmail.com*
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків
Краснокутський Є.С. – заступник директора Філії з наукової роботи, філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» *АТ «Укрзалізниця»*, *ek1520mm@gmail.com*
Україна, м. Київ

SIMULATION OF THE LOAD OF A CONTAINER WITH COMPONENTS FROM SANDWICH-PANELS UNDER OPERATING MODES

Vatulia G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *glebvatulya@gmail.com*
Lovska A. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, *alyonaLovskaya.vagons@gmail.com*
Ukrainian State University of Railway Transport,
Ukraine, Kharkiv
Krasnokutskyi Ye. – Deputy director of the branch for scientific work, Branch "Scientific Research and Design Technological Institute of Railway Transport", Joint stock company "*Ukrainian railway*", *ek1520mm@gmail.com*
Ukraine, Kyiv

In order to reduce the longitudinal load of the container during operational modes, it is proposed to introduce sandwich panels into its construction. Such a solution is implemented using the example of its end walls, as the most loaded component of the body in operation. It was established that, taking into account the proposed improvement, it becomes possible to reduce the dynamic loads that the container perceives by 10% compared to a typical design. The results of calculations on the strength of the container showed that the stresses in its design are 15% lower than in the typical one. The conducted research will contribute to the creation of recommendations for the design of modern designs of modular vehicles and increase the efficiency of the transport industry.

Keywords: *container, sandwich panel, container load, container transportation.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що забезпечення конкурентоспроможності залізничної галузі зумовлює необхідність впровадження в експлуатацію транспортних засобів з покращеними технічними, експлуатаційними та екологічними характеристиками. Вже тривалий час однією з найбільш пріоритетних складових транспортної галузі є контейнерні перевезення [1, 2].

Можливість перевезень контейнерів майже всіма видами транспорту

зумовлює їх навантаженість при різних експлуатаційних режимах. Аналіз цих режимів дозволив зробити висновок, що найбільш неблагоприємними є ті навантаження, які притаманні при залізничних перевезеннях. Мова йде про маневрове співударяння вагона-платформи з контейнерами, розміщеними на ньому. Внаслідок значної величини повздовжньої сили, яка діє на задній упор автозчепу при маневровому співударянні вагона-платформи має місце пошкодження контейнерів. Ці пошкодження можуть бути обмовлені як переміщенням вантажів всередині контейнерів, так і власними переміщеннями контейнерів на величину технологічних зазорів між фітингами та фітинговими упорами. Така обставина викликає необхідність здійснення додаткових витрат на утримання контейнерів в експлуатації. До того ж це може впливати і на безпеку залізничних перевезень за умови появи внутрішніх дефектів в контейнерах, які під дією експлуатаційних навантажень можуть розвиватися на шляху прямування.

У зв'язку з цим важливим є проведення досліджень щодо удосконалень конструкцій контейнерів з метою зменшення їх динамічної навантаженості при експлуатаційних режимах.

Метою роботи є наукове обґрунтування використання сендвіч-панелей в конструкції контейнера для зменшення його навантаженості при експлуатаційних режимах.

Основний текст. Головною гіпотезою дослідження є те, що зменшення повздовжньої навантаженості несучої конструкції контейнера при залізничних перевезеннях можливе за рахунок впровадження торцевих стін із сендвіч-панелей.

Для визначення товщини обшивки торцевих стін контейнера проведено відповідні розрахунки за методом Бубнова–Гальоркіна. З урахуванням проведених розрахунків встановлено, що товщина листів сендвіч-панелі складає близько 3 мм. У зв'язку з цим товщину наповнювача, який знаходиться між листами прийнято рівним 33 мм за умови дотримання габариту стіни в межах того, що притаманний типовій.

Для визначення пружно-в'язких характеристик наповнювача сендвіч-панелі проведено математичне моделювання динамічної навантаженості контейнера, розміщеного на вагоні-платформі при маневровому співударянні. На підставі проведених розрахунків встановлено, що максимальні прискорення виникають в початковий момент динамічного процесу і складають близько 18 м/с^2, що не перевищують допустимі. При цьому значення коефіцієнта жорсткості наповнювача прийнято рівним 27 кН/м, а коефіцієнту в'язкого опору – 35 кН · с/м. Дані параметри визначено шляхом послідовного підбору за умови дотримання прискорень в межах допустимих значень.

Для верифікації сформованої математичної моделі здійснено комп'ютерне моделювання динамічної навантаженості контейнера, розміщеного на вагоні-

платформі при маневровому співударянні. Результати розрахунків показали, що гіпотеза про адекватність не відхиляється.

З метою визначення міцності контейнера типорозміру 1СС з торцевими стінами із сендвіч-панелей проведено розрахунок за методом скінчених елементів. Максимальні напруження при цьому зафіксовано в зоні взаємодії бокової стіни з кутовою стійкою і склали 265,2 МПа, що нижче за допустимі. Важливо сказати, що отримана величина напруження на 15% нижча за ту, що виникає у типовій конструкції контейнера [3].

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що використання сендвіч-панелей в якості складових конструкції контейнера сприяє зменшенню його динамічної навантаженості на 10% у порівнянні з типовою конструкцією. При цьому напруження, які виникають в конструкції контейнера зменшуються на 15%.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування сучасних конструкцій транспортних засобів модульного типу та підвищенню ефективності функціонування транспортної галузі.

Література

1. Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Краснокутський Є.С. Математичне моделювання вертикальної навантаженості контейнера типу хопер, розміщеного на довгобазній конструкції вагона-платформи. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин. 2022, № 1, С. 34-39. DOI: https://doi.org/10.20998/2078-9130.2022.1.264323

2. Arkadiusz Rzeczycki, Bogusz Wisnicki. (2016). Strength analysis of shipping container floor with gooseneck tunnel under heavy cargo load. *Solid State Phenomena*, 252, 81-90.

3. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ З РЕМОНТУ ВАГОНІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ БІФУРКАЦІЙ

Волошин Д.І. – к.т.н., доц., dmivol777@gmail.com
Волошина Л.В. – к.т.н., асист., ludmivol@gmail.com
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

RESEARCH OF THE STABILITY OF PRODUCTION SYSTEMS FROM WAGON REPAIR ON THE BASIS OF BIFURCATION THEORY

Voloshyn D. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, dmivol777@gmail.com
Voloshyna L. – Candidate of Technical Sciences, Assistant, ludmivol@gmail.com
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

At the moment, the modernization of the wagon repair complex is an urgent scientific and technical task on the railway transport of Ukraine. Wagon repair companies are characterized by insufficient pace of development over time. Bearing in mind that railway transport is a critical component of the transport complex of Ukraine, the creation of advanced production systems is considered a necessary step for further development of the industry. Using the theory of bifurcations in the optimization of production systems for the repair of wagons makes it possible to obtain a mechanism for controlling and predicting future states of the system after changing its parameters.

Keywords: *wagon repair complex, optimization of production systems, theory of bifurcations.*

Актуальність теми зумовлена тим, що на поточний момент існуюча система управління виробничими системами з ремонту вагонів є недостатньо ефективною. Причина полягає в тому, що при проектуванні галузеві підприємства створювалися для функціонування у межах масового та серійного виробництв, основною характеристикою яких була стаціонарність техніко-економічних параметрів у часі.

Метою дослідження є трансформація традиційних підходів управління до більш адаптованих з огляду на значні зміни в сучасних умовах функціонування промислових транспортних систем. Практично, виникає задача проведення реінжинірингу існуючих систем управління виробничими процесами з ремонту вагонів за рахунок вирішення таких задач:

1. Впровадження новітніх технологій в сферах виробництва і організації;
2. Підвищення рівня кваліфікації персоналу підприємств;

3. Підвищення швидкості прийняття рішень за рахунок оптимізації організаційних структур управління;

4. Підвищення якості ресурсів для виробничих систем;

5. Підвищення адаптації виробничих систем з метою актуалізації до стохастичності зовнішніх зв'язків.

При цьому необхідно забезпечити стійкість організаційних та виробничих систем в процесі модернізації та корегування з метою збереження їх структурної надійності.

Основний текст. За останні роки в більшості розвинутих країн оптимізація виробничих систем проводиться за рахунок використання підходів виробничої логістики. Найбільш відома технологія «бережливого виробництва» дозволяє вирішити вказані вище задачі з одночасним зменшенням виробничих втрат при мінімальних втручаннях в організаційну та виробничу структури. Але зростання стохастичності зовнішніх умов потребує розробки та використання прогресивних методів оцінювання фактичних та прогнозованих станів виробничих систем у часі [1].

Пошук стійких станів можливо проводити за допомогою теорії біфуркацій. Під біфуркацією виробничої системи розуміють перетворення її фазового портрета в результаті зміни значень виробничих параметрів. Подолання параметром деякого його порога, у результаті чого система буде перебувати в нестійкому стані, визначає точку біфуркації. В точці біфуркації система якісно змінює свою поведінку, направляючись до одного з чергових атракторів, під яким розуміється новий стабільний стан системи.

На практиці подолання біфуркаційної точки може здійснюватися методом проб або ж цілеспрямовано, коли для корегування траєкторії поведінки системи використовуються контрольовані збудження. Для спрямування процесу переходу по контрольованому сценарію потрібно мати інформацію точки біфуркації і одного атрактора, в якості якого може виступати загальна мета управління у виробничому процесі. При цьому існує можливість задавання нормативних рівнів якості різних рівнів виробничого процесу. Наприклад, рівень матеріально-технічного забезпечення, рівень технологічного забезпечення процесів та ін. Для цього існує можливість диференціювання змінних процесу на різні за швидкістю типи [2]. Подальший аналіз стійкого стану поведінки виробничої системи у часі можна провести за допомогою нелінійної динамічної моделі, основою якої будуть нелінійні диференціальні рівняння.

Загальні висновки. Використання теорії біфуркацій при оптимізації виробничих систем з ремонту вагонів дає змогу отримати механізм контролю та прогнозування майбутніх станів системи після зміни її параметрів.

Л і т е р а т у р а

1. Волошин Д.І., Волошина Л.В. Особливості забезпечення стійкості виробничих систем з ремонту вагонів. // Прогресивні технології засобів транспорту: Матеріали першої міжнародної науково-технічної конференції, 23-24 вересня 2021р. Харків-Миргород: УкрДУЗТ, 2021. С.114-115.

2. Wei-Bin Zhang. Synergetic Economics: Time and Change in Nonlinear Economics. Springer Series in Synergetics, 53-261 p.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МЕТАЛУ РЕЙОК ЗАГАРТОВАННИХ СВЧ

Воронов О.С. – аспірант, *aleksandrvoronov1998@gmail.com*
Клочко О.Ю. – д.т.н., проф., *klochko.hntysh@gmail.com*
Державний біотехнологічний університет
Україна, Харків

METHOD OF INVESTIGATING THE METAL STRUCTURE OF HARDENED MICROWAVE RAILS

Voronov O.S. – Postgraduate, *aleksandrvoronov1998@gmail.com*
Klochko O. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *klochko.hntysh@gmail.com*
State Biotechnological University
Ukraine, Kharkiv

A new method of characterization of the structure of rail metal quenched with HFC is proposed. The following method allows to detect the zones of bainite and martensite structures placement and to determine their rate. Our method can be recommended both for running check of the rails within the conditions of the stationary technology and during development, refinement of the hardening parameters with steel grade and way of its production taken into account.

Keywords*: rail steel, bainite, martensite, HFC quenching, structure characterization.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що згідно з вимогами стандарту ДСТУ 4344:2004 [1] у голівці рейок після їх термічної обробки не допускається наявність бейніту та мартенситу. Відповідно до [2] отримання таких структур у готовому виробі істотно залежить від вихідного металу (його хімічного складу, способів виробництва та зміцнення), способів і параметрів зварювання (при експлуатації в дорозі). Істотний внесок у формування локальних зон з бейнітом та мартенситом вносять ліквація хімічних елементів, а також середовища, типи та спеціальні прийоми охолодження у процесі загартування. Здавальні випробування рейок передбачають забезпечення твердості в поперечному перерізі головки, яка повинна знаходитися в межах 33-41HRC, а глибина загартованого шару в центральній зоні відповідатиме ≥11мм,

а на викружках: ≥15мм. Такий рівень твердості має забезпечувати відсутність структур бейніту та мартенситу. Контроль на відсутність цих складових здійснюють за оцінкою мікроструктури, твердості та мікротвердості. У разі термообробки рейок, де основу складають пластинчастий перліт, сорбіт і тростит, виділити не допустимі стандартом фази дуже складно, оскільки вони займають невеликі ділянки і, як правило, розташовуються не в ізольованих зонах, а формуються спільно з основними структурними складовими у вигляді локальних ділянок. Тому металографічні дослідження часто їх не ідентифікують і застосування оцінок мікротвердості і твердості виявляються не завжди ефективними.

Тому, **метою роботи** стала розробка математичного методу аналізу мікроструктури, що дозволяє виявити зони розташування бейнітних та мартенситних структур, а також визначити їхню частку для подальшої можливості використання цієї методики оцінки якості рейкової сталі у виробництві.

Відповідно меті були щодо виявлення наявності та області розташування структур бейніту та мартенситу при різних способах виробництва рейкової сталі; зіставлення частки виявлених структур бейніту та мартенситу з рівнем твердості в аналізованих зонах; оцінки однорідності розподілу твердості по периметру та глибині загартованого шару відповідно до наявності та зміни частки структур бейніту та мартенситу. Дослідження проводили і на пробах від рейок, відібраних під час відбракування на виробництві.

Для виконання поставленої в роботі мети використовували наступні методи: аналізували мікроструктуру за глибиною та периметром загартованої зони головки рейки (її центральної частини та викружок), розподіл твердості в цих зонах та запропонували методику математичної оцінки кількості бейнітної та мартенситної складових на основі оптико-математичного аналізу металографічного зображення структури.

Для оцінки достовірності одержуваних результатів та отримання еталонних зразків мікроструктур, проводили додаткові дослідження на зразках, відібраних від тіл, що мелють, виготовлених з вуглецевої рейкової сталі, до яких було застосовано термічне зміцнення з прокатного нагріву [3] для отримання бейнітної та мартенситної структури. Отримані результати зіставляли з пробами такої самої рейкової сталі загартованої струмами високої частоти (СВЧ).Виходячи з того, що якість рейкового металу часто є нестабільною (стосується ступеня дисперсності перліту), для зміцнення шийки, підошви та підготовки головки до загартування ТВЧ, проводили попередній сфероїдизуючий відпал.

Математичний опис структури проводили як за оптичними фотографіями, так і електронномікроскопічними. При цьому змінювали яскравість

(контрастність) досліджуваних фотографій з метою оцінки можливих відхилень. Фотографії аналізували при різних збільшеннях, що дозволило виявляти локальний розподіл структур, що оцінюються. Для оцінки твердості та мікротвердості використовували стандартні методики та обладнання.

Основою для математичного опису структур були раніше розроблені методики та підходи, які докладно викладені у роботах [4-6]. В якості математичної основи використано метод оптико-структурного машинного аналізу, що оцінює зображення, що розрізняються за їх статистичними характеристиками (елементами зображення – пікселям та щільністю їх розподілу).

Виявлення бейнітних та мартенситних структурних складових провели за фотографіями мікроструктур рейкових проб К65 з ванадієм. Статистичний аналіз 19 проб від рейок після загартування ТВЧ показав, що вони містять сумарну частку бейніту і мартенситу відпущеного від 0,1 до 21,3%, що повною мірою не ідентифікується металографічним аналізом і рівнем твердості. У цьому такі структури формуються як і локальних зонах, і у вигляді окремих скупчень за межами зерен.

Прийнявши бейнітні та мартенситні структурні складові в рейковій сталі тіл, що мелють, підданих гартуванню з прокатного нагріву, як базові структури, було проведено їх порівняння з пробами від рейок з конвертерної сталі. Отримані результати показують хороший збіг (понад 80%) при оцінці бейнітних і мартенситних структурних складових рейкових проб і тіл, що мелють з конвертерної сталі. Величину розбіжностей можна пояснити похибкою обробки. Це підтверджує правильність оцінки таких структурних складових запропонованим методом.

Аналіз проб, відібраних від рейок, виготовлених з рейкових сталей Р65 та М65, показав, що бейніт та відпущений мартенсит виявлено у всіх досліджених зразках загартованого шару головки. Сумарна частка цих структурних складових неоднорідно розподіляється по перерізу загартованого шару у вигляді локальних ділянок, у тому числі, і по границям зерен.

Запропоновано новий метод оцінки структури металу рейок, загартованих СВЧ, що дозволяє виявити зони розташування бейнітних та мартенситних структур, а також визначити їхню частку. Даний метод може бути рекомендований як для поточного контролю рейок в умовах технології, так і при розробці, вдосконаленні параметрів зміцнення з урахуванням марки сталі та способу її виробництва.

Висновки. 1. Розроблений метод може бути застосований для рейок різного способу виробництва. З досить високою точністю він дозволяє розрізняти локальні зони розташування структур з підвищеним вмістом вуглецю (мартенсит і бейніт), що доведено шляхом порівняльного аналізу зі структурою металу тіл, що

мелють, що пройшов спеціальну термообробку на формування цих структур. Зі зіставлення математично оброблених знімків видно, що лише шляхом оптичної мікроскопії неможливо достовірно виявити ці структури. 2. Отримані результати виявили неоднорідність розподілу структур у пробах рейок за глибиною. Вони дозволяють оцінити ступінь однорідності та протяжність загартованої зони СВЧ і – перехідної. У всіх досліджених сталях неоднорідність має місце біля поверхні головки (до 1,5-3,0 мм) у зонах загартування та перехідної. Показник однорідності (%) таких структур може бути використаний на практиці для об'єктивної оцінки якості по структурі під час випробування продукції. 3. Частка структур бейніту і мартенситу понад 14% призводить до підвищення рівня твердості вище за нормативні вимоги відповідно до стандарту України. Їх частка більша на поверхні і може бути підвищена і в перехідній зоні при порушенні режимів нагрівання під загартування та охолодження. Дослідження показують, що твердість не є визначальним фактором, що оцінює наявність бейніту або мартенситу в головці рейок, загартованих СВЧ. 4. Запропонований метод оцінки структур важливий не тільки для поточного контролю рейок в умовах технології, але і при розробці, вдосконаленні параметрів зміцнення (температури нагріву, швидкості та середовища охолодження) з урахуванням марки сталі та способу її виробництва.

Література

1. ДСТУ 4344:2004. Рейки звичайні для залізниць широкої колії. Загальні технічні умови (40975).

2. Т.С. Скобло, В.Є. Сапожков. Особливості технології загартування залізничних рейок з індукційного нагрівання струмами високої частоти. // Ключові питання у сучасній науці 2011: Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції, 17-25 квітня 2011 року, Софія, Болгарія, т.39. С. 28-42.

3. В.Г. Єфременко, Ф.К. Ткаченко, та інш. Разработка параметров термоупрочнения катаных мелющих шаров повышенной эксплуатационной стойкости. // Міжвузівський тематичний збірник наукових праць. Захист металургійних машин від поломок. ПДТУ: Маріуполь, 2010. № 12, С. 244-249.

4. Скобло Т.С., Клочко О.Ю., Сидашенко О.І., Белкин Е.Л. Теоретические и экспериментальные основы прогнозирования структурообразования, свойств высокоуглеродистых легированных сплавов: монографія: Під ред. проф. Т.С. Скобло. Х.: Діса плюс, 2019. 278с.

5. Скобло Т.С., Клочко О.Ю., Бєлкін Е.Л. Застосування комп'ютерного аналізу металографічних зображень щодо структури високохромистого чавуну. Заводська лабораторія. Діагностика матеріалів, 2012. 78(6). С. 35-42.

6. Klochko, O.Yu., Voronov, O.S. Study of structure formation of high chromium alloys with computer analysis. Publishing House "Baltija Publishing", 2023, 42-46. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-277-7-104

СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ЛЕЩАТ В КИТАЇ

Гао Сінмінь – аспірант, *18152022190@163.com*
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., проф., *info@zmok.kiev.ua*
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ

CURRENT STATE OF VICE PRODUCTION IN CHINA

Gao Xingmin – PhD student, *18152022190@163.com*
Kuznetsov Yu. – Doctor of Technical Sciences, Prof., *info@zmok.kiev.ua*
National Technical University of Ukraine
"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Ukraine, Kyiv

Analysis of the current state of production of vices in China allows us to determine the growing demand for their design, research, competitiveness and commercial implementation in the world market. The results of the analysis indicate the need to improve and create new designs of vices with expanded functionality for clamping complex-profiled objects with different physical and technical properties. Therefore, it is necessary to search for new ideas and approaches to improve and create new constructions of vices with expanded functionality for clamping complex-profiled objects with different physical and technical properties.

Keywords: *vise, production, complex objects, competitiveness.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю детального аналізу існуючого стану виробництва лещат в Китаї провідними фірмами і зростаючого попиту на універсальні лещата.

Метою роботи є пошук нових ідей і підходів по удосконаленню і створенню нових конструкцій лещат з розширеними функціональними можливостями затиску складнопрофільних об’єктів, що мають різні фізико-технічні властивості.

Сучасний стан виробництва лещат в Китаї. До середини 19 століття Китай був традиційною феодальною сільськогосподарською країною, а китайська економічна система була самодостатньою дрібною селянською економікою, яка створювала домашні господарства як одиниці. Промислове виробництво в цей час належало до традиційного ремісничого виробництва. Промислова революція, що почалася в європейських країнах у 18 столітті, увійшла в індустріальне суспільство. Через це Китай і західні країни мають принципову різницю в економіці. Також поступово загострювалося протиріччя між двома сторонами через зовнішню торгівлю. Перша опіумна війна 1840 року. Після війни цинський уряд, який керував Китаєм, був змушений відкритися зовнішньому світу. На цьому тлі 1861 року цинський уряд розпочав

рух вестернізації. Сучасна промисловість Китаю почалася з руху вестернізації в 1860-х рр. Після більш ніж ста років розвитку вона стала головною рушійною силою Китаю, щоб стати сучасною країною.

До моменту заснування Китайської Народної Республіки (КНР) вона успадкувала велику кількість промислових об'єктів, які були зруйновані війною та знищені, коли КНР була на материку. Після того, як відносини з Радянським Союзом розірвалися, Китай намацав і просувався самостійно, і знову завершив розвиток сучасної промисловості.

До цього часу Китай все ще наполегливо працює над розвитком своєї промисловості, і було створено багато компаній. Нижче представлено кілька компаній, пов'язаних з технологічним оснащенням і, зокрема, лещатами.

Ningbo Changcheng Seiko Industrial Co., Ltd.宁波长城精工实业有限公. Заснована в серпні 1984 року, вона є провідним підприємством у китайській промисловості апаратних засобів і визнана галуззю як перший бренд китайських апаратних вимірювальних інструментів. Продукти широко використовуються в багатьох галузях промисловості, таких як будівництво електроенергетики, сталь і вугілля, залізничний транспорт, нафтохімічна промисловість, оздоблення будівель, суднобудування важкої промисловості, водозбереження, будівельна техніка, електронні телекомунікації, військова промисловість тощо.

Shanghai Hanton Tools Co., Ltd.上海汉顿工具有限公司. Handon Tools було засновано в Шанхаї в 2003 році. Команда розвивала та створювала міжнародні ринки, такі як Європа та Сполучені Штати, протягом більше десяти років. Вона користується репутацією «Короля молотків» у галузі. Її продукція продається в більш понад 100 країн світу. Підприємство з виробництва інструментів, яке інтегрується з продажами та прагне покращити ефективність витрат. У 2014 році бренд інструментів «Handun» самостійно розробив 75 наборів інструментів для встановлення та отримав низку суспільних визнань, таких як Шанхайська нагорода за відмінні інноваційні продукти легкої промисловості. У 2015 році були першими, хто запропонував стандартизовану повноцінний післяпродажний сервіс Сервісна адвокація значною мірою відповідає потребам більшості операторів і споживачів.

Апаратні засоби Shanghai Minate/MNT/美耐特. Minate Group; це підприємство, яке об'єднує дослідження та розробки, виробництво та продажі. Компанія групи має торгову марку «DEGUQMNT Minate» для виробництва міні-електричних шліфувальних машин постійного струму, акумуляторних гравірувальних машин і повітродувок постійного струму. Вона має понад 50 патентів. Апаратні інструменти Shanghai Minate в основному зосереджені на

електричних інструментах. У 1998 році продукти розвинулися в технічне обслуговування автомобілів, електронні інструменти та інші галузі.

力易得Endura. З моменту заснування в 1998 році бренд інструментів Endura займається дослідженнями та розробкою, виробництвом і продажем промислового ручного інструменту. Його торгова марка ENDURA надає користувачам комплексні набори, ізоляційні інструменти, сантехнічні інструменти, плоскогубці, вибухозахищені інструменти, спеціальні інструменти для технічного обслуговування автомобілів та інші допоміжні рішення з більш ніж 3600 видів продукції в 20 категоріях, які широко використовуються в промисловості та гірничодобувні підприємства, технічне обслуговування автомобілів, будівельна техніка, облаштування майна та дому.

Зовнішній вигляд та інші показники якості відповідають і перевищують американські стандарти ANSI, німецькі стандарти DIN і китайські національні стандарти. Після 20 років наполегливої роботи торгова мережа Liyide поширилася в 32 провінціях і містах по всій країні та в 10 країнах і регіонах, включаючи Австралію, Філіппіни, Великобританію та Південну Африку.

易之力Linyi City Hedong District Juyoupin Hardware Tools Co., Ltd. Бренд Yizhili належить Linyi Hedong District Juyoupin Hardware Tools Co., Ltd., яка була заснована в 2012 році. Це добре відомий бренд апаратних інструментів і є професійним виробником ящиків для інструментів, пластикових ящиків для інструментів, пластикових залізних ящиків для інструментів, сумок для інструментів, інструменту набори та інші продукти Виробничі та переробні компанії, якість продукції визнана промисловістю.

Компанія володіє власним брендом Yizhili, який є добре відомим брендом апаратних інструментів. Його основна продукція включає: електроінструменти, садові інструменти, зварювальне обладнання тощо.

绿林/greener. Компанія Yantai Lvlin Tools Co., Ltd. була заснована в 1992 році. Після більш ніж 20 років наполегливої роботи вона сформувала організацію виробництва, постачання та збуту. Система дистрибуції інструментів: Greenwood Tools має розвинену та масштабну систему дистрибуції інструментів у районі Цзяодун. Зареєстрована торгова марка «Greenwood» стала відомим брендом у світі інструментів.

hobert enterprise co., ltd.豪伯特企业有限公司. Hobert Enterprise Co., Ltd. була заснована в 1995 році і спеціалізується на виробництві різних лещат і запасних частин для верстатів, особливо лещат подвійного зусилля. Лещата Haubert виготовлені з литої сталі FCD60, мають високу силу затиску, невелику кривизну, відсутність деформації та стійкість до навантажень на вигин.

Deli Tools Co., Ltd.得力工具有限公司. Компанія Deli Tools Co., Ltd.,

заснована в 1998 році, є підприємством із виробництва апаратних засобів, що об’єднує дослідження та розробки, проектування, виробництво та продаж. Сценарії застосування, такі як інженерія, садівництво, електромеханічне обслуговування та побутові інструменти, зберігають провідну частку ринку протягом багатьох років, і стали провідним брендом у китайській інструментальній промисловості.

Laizhou Hongyuan vise Manufacturing Co., Ltd莱州鸿源台钳制造有限公司.

Компанія Laizhou Hongyuan Vice Manufacturing Co., Ltd. була заснована в 1998 році в результаті реструктуризації колишньої фабрики заступників Laizhou. В даний час він в основному виробляє такі продукти, як лещата, ADI, автозапчастини, деталі будівельної техніки та силові частини, які продаються в Сполучені Штати, Канаду, Австралію, Японію та країни ЄС. Компанія має більш ніж 50-річну історію виробництва лещат і на сьогоднішній день стала найбільшим у світі виробником лещат. З річним обсягом виробництва 1,3 мільйона настільнихих лещат якість продукту була повністю визнана споживачами. Настільні лещата власної розробки отримали понад 50 вітчизняних та закордонних патентів, були визнані продуктом відомого бренду в Китаї та зареєстровані в Європейському Союзі, США та інших регіонах. У квітні 2016 року торгова марка Forward була зареєстрована в США і зараз має міжнародний незалежний бренд.

Висновок. В результаті проведеного аналізу потрібен пошук нових ідей і підходів [1,2] по удосконаленню і створенню нових конструкцій лещат з розширеними функціональними можливостями затиску складнопрофільних об’єктів, що мають різні фізико-технічні властивості.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов Ю.М., Сінмінь Г., Самойленко О.В. Передумови використання системно-морфологічного підходу та теорії фракталів при створенні лещат для об'єктів складної форми. // Наукові вісті КПІ. 2021. № 4. С. 52-57. DOI: https://doi.org/10.20535/kpisn.2021.4.261849.

2. Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І., Гао Сінмінь. Нові погляди і підходи до створення автоматизованих універсальних лещат для затиску складнопрофільних об’єктів /розділ «Mechanical engineering» в кол. монографії «Prospective direction of scientific and practicalactivity». Sharman Oaks, California (USA), 2023. P. 239-332. DOI: 10.51587/9798-9866-95921-2023-011-239-332.

АНАЛІЗ ДЕТОНАЦІЙНОЇ ШИХТИ З АЛМАЗНОЮ ФРАКЦІЄЮ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ПОКРИТТІВ НАПЛАВЛЕННЯМ

Захаров А.В. – аспірант, zakharovandrey1997@gmail.com
Рибалко І.М. – д.т.н., доц., irybalko.ua@gmail.com
Державний біотехнологічний університет
Україна, м. Харків

ANALYSIS OF DETONATION CHARGE WITH DIAMOND FRACTION FOR MODIFICATION OF SURFACE COATINGS

Zakharov A. *– Postgraduate student, zakharovandrey1997@gmail.com*
Rybalko I. *– Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, irybalko.ua@gmail.com*
State Biotechnological University
Ukraine, Kharkiv

To modify liquid solutions and improve the quality and performance of parts, impurities are used, which are obtained by different production methods and differ in composition. A special contribution to the change in the structural state of the coating is provided by nano- and dispersed diamonds, which are microcoolers. The possibility of obtaining and using a new type of charge for modifying worn parts with restorative coatings is substantiated. Research has established the optimal composition of the diamond charge obtained from the disposal of a certain set of ammunition. No influence of volatile and low-melting components was found.

Keywords*: detonation charge, surface, modification, diamond fraction, grain conglomerate.*

Актуальність дослідження. Останні роки для модифікування рідких розчинів та підвищення якості і працездатності деталей використовують домішки, які одержують різними методами виробництва та відрізняються складом. Вони включають як спеціально введені домішки, так і супутні компоненти в разі використання вторинної сировини. Спеціально виготовлені модифікатори є великокоштовними та дефіцитними компонентами для широкого використання ремонтними підприємствами.

При відновленні деталей наплавленням формується невелика рідка ванна, тому важливим є встановити вплив оптимальної долі такої домішки на підвищення властивостей на основі не тільки її хімічного складу, а і зміну умов кристалізації, що впливає на структурний стан металу.

Особливий внесок на зміну структурного стану покриття надають нано- та дисперсні алмази, які є мікроохолоджувачами. Однак використання спеціальної алмазної шихти буде дуже витратною технологією виробництва.

У ряді випадків внесення в рідкий розчин тільки алмазної фракції не забезпечується досягнення необхідних експлуатаційних властивостей та якісних показників покриттів. Для цього використовують додаткове внесення легуючих та модифікуючих домішок.

Відомо підвищення властивостей модифікованого металу при введенні домішок на алмазну фракцію інших компонентів [1], наприклад метану (CH_4) та аміаку (NH_3), які інтенсифікують процес перенесення вуглецю в умовах великих навантажень та температур за рахунок газів, що транспортуються. Використання цього методу модифікування алмазів потребує спеціального підходу обробки, який неможливо забезпечити при стабільних температурах в інтервалах 2000-3000°С. Також відомий спосіб модифікування алмазів [2] методом спікання при їх отриманні, який відбувається у таких домішках при t=1500-1600°С та це сприяє підвищенню їх твердості. Цей метод модифікування не є стабільним для одержання фракції алмазів, який буде перетворюватися з формуванням графіту.

Метод одержання детонаційних алмазів [3] розглядає вплив як багатохвильового тиску, так і локального розподілу компонентів.

Метою роботи є обґрунтування можливості одержання та використання нового типу шихти для модифікування відновлюючими покриттями зношених деталей, а також при заплавленні дефектів навіть у тонкостінних корпусних деталях сірого чавуну [4]. Дослідженнями було встановлено, що оптимальний склад такої алмазної шихти, одержаний від утилізації певного набору боєприпасів і досягається при 99% бойових патронів і 1% – освітлюючих. В цьому випадку циклічна багаторазова детонація формує конгломерати зерен з різними компонентами: модифікуючими домішками – Mg, Al, Si, Ti, Ba; легуючими – Cu, Ti; леткими - Cl, K, Mg, O_2; з низькою температурою плавлення – Zn, Pb; а також з високою температурою плавлення – алмазами (вуглець).

Таку шихту з цими компонентами і з оптимальною часткою 5-7% рекомендовано вводити в рідкий розчин покриття відносно маси електроду.

Методом хімічного аналізу виявлено вміст компонентів у зернах конгломерату шихти, який також оцінювали і статистичним методом локального спектрального аналізу. Одноразово аналізували склад компонентів у патрона, які використовували в процесі детонації для одержання шихти для модифікування металу покриттів.

Склад вихідної шихти та спосіб її пошарової детонації в контейнері сприяють одержанню алмазів різного розміру (нано- та дисперсні включення), які мають плівкові покриття, з’єднані з компонентами шахти. Характерні елекрономікроскопічні зображення наведені на рис. 1.

При детонації формуються конгломерати зерен та склад їх змінюється. Вони міцно з’єднуються, але є і такі, що пластичні, та вони відносяться до

тонких, які покривають окремі зерна. При введенні домішок у рідкий розчин додатково забезпечується ефект модифікування не тільки за рахунок алмазної фракції, а і компонентів Mg, Al, Si, Ti, Ba та Cu, Ti (легуючих домішок).

Леткі компоненти – Cl, K, Na і такі, що мають низьку температуру плавлення, повністю випаровуються, а кисень частково залишається та сприяє створенню вторинних захисних структур при терті та зношуванні деталей.

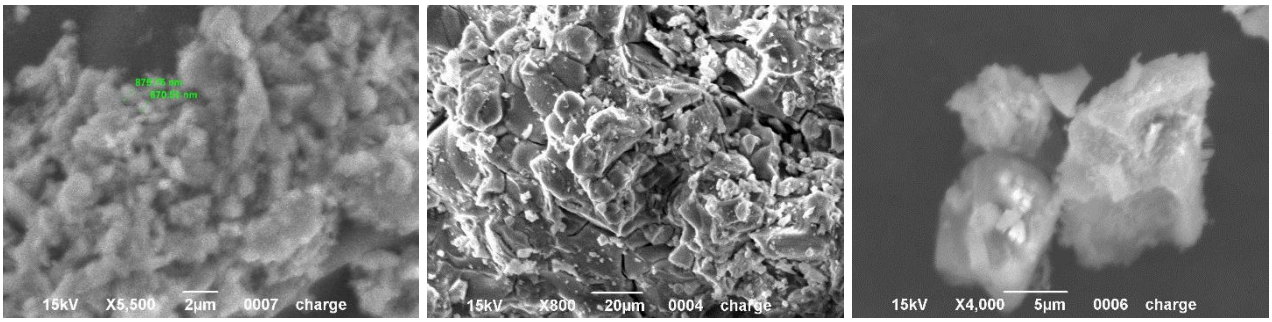


Рисунок 1 – Нано- та дисперсні алмази у конгломератах детонаційної шихти

Оскільки домішкою для модифікування відновлюючих покриттів використовується 5-7% відносно маси електроду, то оптимальна частка введення такої шихти у рідкий розчину залежить і від маси нанесеного покриття. В випадку, коли середня частка складає 6%, то у рідкий розчин буде введено, %: 0,005 Na; 0,21 Mg; 0,7 Al; 0,25 Si; 0,002 S; 0,03 P; 0,36 Ba; 0,045 Ca; 0,45 Cl; 0,46 C; 0,013 K; 0,06 Fe; 2,59 O_2; 0,07 Ti; 0,26 Cu; 0,15 Zn; 0,29 Pb. Алмазні включення в залежності від типу конгломератів змінюють свою форму виділень. Так у не магнітної частки шихти, де плівки покривають алмази, формуються включення, які подрібнюються (більш пластичні покриття зерен). Тому вони мають розмір нано, а в магнітній - алмазні включення знаходяться у покритті кисневих з'єднань FeO, Fe_2O_3 та Fe_3O_4, які формуються з округлою формою та відносяться до дисперсних алмазів. Вони на поверхні мають підвищену концентрацію кисню та щільність їх зростає при багаторазовій детонації. Як встановлено локальним спектральним аналізом, доля вуглецю в зернах з алмазною фракцією складає від 7 до 24%. Достовірність аналізу ще й залежить і від тонких плівкових покриттів, що виділяються на алмазній фракції. При використанні такого модифікування в металі покриттів не виявлено вміст летких та легкоплавких компонентів.

Розглянуто наявність компонентів, які виявлені у покритті після наплавлення з модифікуванням оптимальної домішки шихти. Це виконували порівнянням двома методами: без використання шихти та з її введенням 6%. Зміни виявлені лише методом локального спектрального аналізу. При введенні модифікуючої домішки в локальних зонах підвищена концентрація до, %: 0,06 Al; 0,18 Si; 0,09 Cu; 0,14 Ti. Таке модифікування Al, Si та Ti рідкого розчину

зменшує розмір зерен на 15-20%, подрібнює карбідну фазу та формує хвилясту перехідну зону зчеплення основи з покриттям, яка підвищує міцність і це пов’язано з локальним осіданням наноалмазної фракції [5, 6].

Висновок. На основі виконаних досліджень встановлено можливість та ефективність використання вторинної детонаційної шихти від утилізації боєприпасів певного набору. При цьому не виявлено впливу компонентів, які належать до летких та тих, що мають низьку температуру плавлення.

Література

1. Senyut V. Polycrystalline materials based on modified ultradispersed diamond. *Materials and coating for extreme performances: Investigation, application, ecologically safe technologies for their production and utilization*: prod of secondary conference Katsiveli-Teen, Crimea, Ukraine, 16-20 September 2002. Kiev, 2002. P. 336-337.

2. Шипило В.Б. и др. Алмазосодержащий материал на основе порошков детонационного синтеза. // Порошковая металлургия: Сб. научных трудов. Минск, 1997. №20. С. 61-63.

3. Synthetic diamond-containing material and method of obtaining it: Pat. 5861349 US. Appl. No.: 108,568. Publ. 19.01.1999.

4. Долматов В.Ю. К вопросу об элементном составе и кристаллохимических параметрах детонационных наноалмазов. // Сверхтвёрдые материалы. 2009. №3. С. 26-33.

5. Склад детонаційної шихти з алмазами для модифікування: пат. 144463 Україна: МПК (2020.01) C23C 8/00. №u201905788. заявл. 27.05.2019; опубл. 12.10.2020, Бюл. №19. 4 с.

6. Skoblo T., Nanka A., Kuskov Yu., Saychuk A., Romanchenko V., Romaniuk S., Rybalko I., Markov A., Samsonov Yu., Maltsev T. A new way of getting the charge with diamond fraction. *Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii*. 2021, (V. 19, № 1), 23-33. https://doi.org/10.15407/nnn.19.01.023.

ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ ШЛЯХОМ АРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ

***Калюжний О.Б.*[1] -** к.т.н., доц., albokal@ukr.net
***Платков В.Я.*[2] -** д.ф.-м.н., проф., vplatkov@gmail.com
[1]*Державний біотехнологічний університет*
Україна, м. Харків
[2] *Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*
Україна, м. Київ

INCREASE OF MECHANICAL PROPERTIES POLYTETRAFLUOROETHYLENE BY REINFORCEMENT POLYMER MATRIX

***Kaliuzhnyi O.*[1] –** PhD, albokal@ukr.net
***Platkov V.*[2] –** Prof. vplatkov@gmail.com
[1]*State Biotechnological University,*
Ukraine, Kharkiv
[2]*Volodymyr dahl east ukrainian national university*
Ukraine, Kyiv

Reinforced materials based on polytetrafluoroethylene have been obtained. Highly refined MG-1 graphite and activated carbon powder were used as reinforcing materials. Data on the technological process of obtaining reinforced materials are given. Deformation curves and hardness values of HRB PTFE and composites based on it were obtained. Data on the nature of the destruction of composites are given. It is shown that the addition of a reinforcing material to PTFE leads to a decrease in the strength properties of the composite. In this case, the hardness of the composite increases significantly.

Keywords: *reinforced polytetrafluoroethylene, deformation curves, hardness of PTFE and composites.*

В даний час полімерні композиційні матеріали находять широке застосування в агропромислових і харчових виробництвах [1]. Матеріали на основі політетрафторетилену (ПТФЭ) застосовуються для виготовлення деталей, що входять у вузли тертя. Не дивлячись на низьке значення коефіцієнта тертя ПТФЭ має ряд недоліків, один із яких є невисока міцність навіть при кімнатній температурі. Для підвищення твердості, теплопровідності, стійкості до стирання, зниження деформації під навантаженням і коефіцієнта термічного розширення до ПТФЭ додають різні наповнювачі.

Мета цієї роботи є підвищення фізико-механічних властивостей композиту на основі ПТФЭ шляхом армування матриці, а також визначення оптимального складу та кількості армуючих добавок.

Як основа композиційного полімерного матеріалу використовувався комерційний порошкоподібний ПТФЕ марки Ф-4ПН (розмір частинок 80-120

мкм, щільність $2{,}19 \cdot 10^3$ кг/м^3), виробництва ТОВ «Галла Полімер», м. Пермь.

Як армуючі матеріали використовувалися високоочищений графіт марки МГ-1 (ВГ) і порошок активованого вугілля (АВ). Щільність графіту, яка дорівнює $2{,}09\text{-}2{,}23 \cdot 10^3$ кг/м^3, близька щільності ПТФЕ, що дозволяє здійснити якісне змішення компонентів. До складу активованого вугілля входить: 93-94% вуглецю, 4,7-5,3% кисню, 0,7-1% водню, 0,3-0,6% азоту, а його щільність становить $1{,}05 \cdot 10^3$ кг/м^3.

Твердість композиційних матеріалів визначалася твердоміром Роквела ТК-2М. Межу плинності σ_0, межу міцності σ_{max} і максимальну деформацію в момент руйнування ε_{max} матеріалів вивчали шляхом їх розтягування на розривній машині при Т = 22 ^{0}С. Початкова довжина зразка між лопатками становила $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ м, а швидкість штока – $1{,}67 \cdot 10^{-4}$ м/с [2].

В експериментах кожне вимірювання проводилося не менш як на трьох зразках, а за результат приймалося середнє арифметичне значення.

Суміші з різними ваговими співвідношеннями ПТФЕ і армуючого матеріалу (графіту і вугілля) готувалися в міксері Braun FX 3030 при температурі змішування нижче 19 ^{0}С. При 19 ^{0}С в ПТФЕ має місце фазовий перехід першого роду, при якому кристалічна структура зазнає зміни від триклинної до гексагональної елементарної комірки [3]. В наслідок цього, при температурі нижче 19 ^{0}С, частинки ПТФЕ стають жорсткими, що дозволяє здійснити якісне змішування компонентів. Загальна маса компонентів суміші становила 100 г, частота обертання ножів 600 об/хв, час змішування 300 с. При таких параметрах змішування відсутнє диспергування компонентів суміші.

З приготовлених сумішей шляхом пресування в прес-формі отримані напівфабрикати у вигляді дисків діаметром 40 ± 0,1 мм і товщиною 12 ± 0,1 мм. Тиск пресування становив 155 ± 5 МПа з витримкою при цьому тиску протягом 30 с. Витримка необхідна для рівномірного розподілу тиску по всьому внутрішньому об'єму прес-форми, внаслідок чого суміш якісніше ущільнюється. Під час пресування ущільненої суміші частинки її компонентів деформуються як пружно, так і пластично. Пресування здійснювалося в інтервалі температур від 22 до 25 ^{0}С. При таких температурах частинки ПТФЕ набувають високу пластичність [4]. Пластична деформація ПТФЕ усуває внутрішні порожнечі між частками суміші, що запобігає виникненню мікротріщин і розтріскуванню напівфабрикатів під час наступної термообробки.

Спікання ПТФЕ здійснювали в температурному інтервалі між температурою початку плавління кристалічної фази 327 ^{0}С і температурою деструкції 415^{0}С, а оптимальним температурним інтервалом термообробки є область 365-380^{0}С. Для композиційних матеріалів розроблен режим термообробки, який включає нагрів з піччю до температури t = 385 ± 5^{0}С (середня швидкість нагріву ~ 2^{0}С/хв),

витримки при цієї температурі (час витримки визначається товщиною напівфабрикату і становить 5 хв на 1 мм товщини) і охолодження з піччю. Цей режим термообробки забезпечує якісне спікання напівфабрикатів.

Отримано деформаційні криві ПТФЕ і композитів на його основі σ (ε). Результати наведені на рис.1.

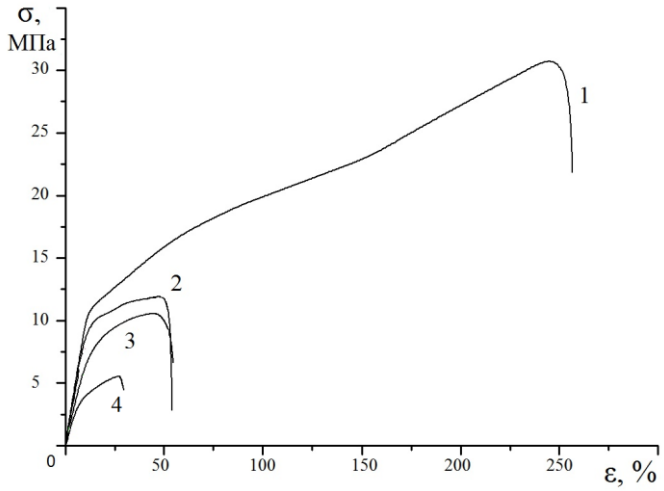


Рисунок 1 – Залежності σ (ε) для: 1 – ПТФЕ; 2 – композит ПТФЕ + 20% ВГ; 3 – композит ПТФЕ + 10% АВ; 4 – композит ПТФЕ + 20% АВ

Видно, що додавання армуючого матеріалу в ПТФЕ призводить до зниження міцностних властивостей композиту. Межа плинності σ_0, межа міцності σ_{max} і максимальна деформація в момент руйнування ε_{max} найменші у композиту ПТФЕ + 20% АВ, а найбільші у композиту ПТФЕ + 20% ВГ. Зменшення вмісту вуглецю в ПТФЕ до 10% супроводжувалося зростанням σ_0, σ_{max} і ε_{max} (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Механічні властивості ПТФЕ та композитів на його основі

Композити	Твердість HRB	σ_0, МПа	σ_{max}, МПа	ε_{max}, %
ПТФЭ	4,1	10,6	31,8	254
ПТФЭ+20ВГ	88,3	9,8	12,0	53
ПТФЭ+10АВ	99,1	6,1	10,7	48
ПТФЭ+20АВ	8,5	3,2	5,4	25

На рис. 2. наведені зразки ПТФЕ і композитів на його основі після руйнування. З рис. 2а випливає, що в ПТФЕ відсутня локалізація пластичної деформації, і вона рівномірно розподілена по всій робочій частині зразка. У всіх випадках руйнування зразків відбувалося без утворення шийки (рис. 2).

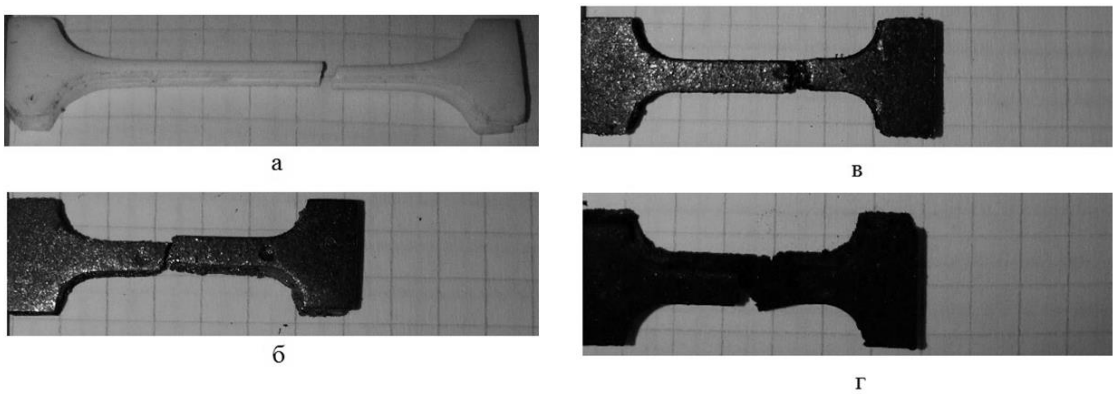


Рисунок 2 – Зразки після деформації розтягуванням:
а – ПТФЕ; б – композит ПТФЕ + 20%ВГ; в – композит ПТФЕ + 10%АВ;
г – композит ПТФЕ + 20%АВ.

Одержано значення твердості HRB ПТФЕ і композитів на його основі (табл.1). Твердість ПТФЕ становила 4,1, а додавання 20% графіту і 10% вугілля в композиційні суміши збільшили значення твердості до значень 88,3 і 99,1 відповідно. Додавання 20% вугілля в композиційну суміш збільшило значення твердості в 2 рази у порівнянні з ПТФЕ.

Незважаючи на те, що значення межи міцності та коефіцієнтів пружності композитів ПТФЕ + 20% ВГ і ПТФЕ + 10% АВ близькі, з економічної точки зору доцільно використовувати композиційний матеріал армований графітом.

Література

1. Mangino, E., Carruthers, J., Pitarresi, G. (2007) The future use of structural composite materials in the automotive industry. *International Journal of Vehicle Design*, 44(3/4), 211–239.

2. Isaev, M., Kaliuzhnyi, O. and Platkov, V. (2021). Expansion of the temperature range of operation of filter materials based on polytetrafluoroethylene by reinforcing the polymer matrix. Engineering of nature management, (4(22)), pp. 7-12.

3. Drobny, J.G. (2009) *Technology of fluoropolimers.* CRC Press Taylor & Francis Group, 250 p.

4. Калюжный, А.Б., Платков, В.Я., Калюжный, Б.Г. Формирование давлением структуры и свойств пористых материалов на основе фторопласта-4. // Вісник ХНТУСГ. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. 2017. №183. С. 39-44.

МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОШИПНО-ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМУ ЗАСОБАМИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Ковальчук В.В. – к.ф.-м.н., доц., kovalchuk_vv@gsuite.duit.edu.ua
Агарков О.В. – к.т.н., доц., agarkov_ov@gsuite.duit.edu.ua
Близнюк К.П. – ст. викладач blyznuk_kp@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

MODELING OF THE CRANK-SLIDER MECHANISM BY MEANS OF COMPUTER AIDED DESIGN SYSTEMS

Kovalchuk V. – Ph.D., Associate Professor, kovalchuk_vv@gsuite.duit.edu.ua
Aharkov O. – Ph.D., Associate Professor, agarkov_ov@gsuite.duit.edu.ua
Blyznuk K. – Senior Lecturer, blyznuk_kp@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The main purpose of this study is to conduct a kinematic and dynamic analysis of the crank-slider mechanism. Mechanisms of this type are widely used in many vehicles, in vibrating technological equipment of various industries, etc. Computer aided design systems are the most effective tool for conducting research using graphic-analytical methods. Graphic capabilities of the AutoCAD system increase the quality of the results of two- and three-dimensional design of a mechanism model with specified parameters. At the next stage, computer-aided engineering (CAE) systems are used for engineering calculations. The obtained results can be useful for engineering and technical workers during research in the framework of simulation modeling.

Keywords: *crank-slider mechanism, modeling, computer aided design, geometrical parameters, kinematic analysis, dynamic analysis.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження засобів сучасних САПР для визначення оптимальних параметрів кривошипно-повзунного механізму при заданих умовах його функціонування як складового компонента транспортних засобів або технологічного обладнання.

Метою роботи є обґрунтування ефективності використання графічних можливостей системи AutoCAD для дослідження кінематики і динаміки кривошипно-повзунного механізму та визначенні параметрів, що забезпечують задані траєкторії руху характерних точок його ланок.

Кривошипно-повзунний механізм широко використовують як складову багатьох транспортних засобів, енергетичних машин, технологічного обладнання різних галузей промисловості [1, 2]. Перспективним напрямком є також використання таких механізмів у мобільних робото-механічних

системах [3]. Суттєвою перевагою цих найпростіших шарнірно-важільних механізмів є забезпечення наперед заданої траєкторії руху характерних точок механізму і можливість спрощення системи керування рухом машини.

При проведенні кінематичного і динамічного аналізу кривошипно-повзунного механізму виділяють три групи деталей, що здійснюють зворотно-поступальний, обертальний і складний рух (наприклад, шатун). Для спрощення аналітичних розрахунків при динамічному аналізі зазвичай замінюють рух реальних мас рухом двох (або більше) умовних мас, які називають приведеними масами. Якщо досліджують кривошипно-повзунний механізм у складі конструкції двигуна внутрішнього згоряння транспортного засобу, то двомасова еквівалентна схема складається з маси, зведеної до осі шатунної шийки колінчатого валу, а масу деталей поршневої групи вважають зосередженою на осі поршневого пальця. Частину маси шатуна зводять до поршневого пальця та іншу частину маси зводять до осі шатунної шийки колінчатого валу.

Побудову математичної моделі кривошипно-повзунного механізму виконують із дотриманням таких вимог, як *адекватність* (відповідність моделі своєму оригіналу), *простота* (не засміченість моделі другорядними факторами), *чутливість* (здатність реагувати на зміну початкових параметрів) і *стійкість* (незначним збуренням вихідних параметрів мають відповідати незначні зміни в розв’язку поставленої задачі). При цьому вимоги чутливості і стійкості є відображенням об’єктивних характеристик технічних систем, складовою частиною яких є досліджуваний механізм.

Для дво- і тривимірного геометричного проектування, побудови кінетичних діаграм окремих компонентів кривошипно-повзунного механізму, а також для розв’язання нелінійного диференціального рівняння руху кривошипно-повзунного механізму використовують комп’ютерне моделювання. Це найбільш ефективний інструмент для інженерного аналізу і проектування, який дає можливості активно експериментувати і модифікувати конструкцію з подальшим аналізом і визначенням оптимальних параметрів.

На сучасному етапі розроблено і використовуються чимало програмних засобів для вдосконалення задач проектування та аналізу механізмів та інших динамічних систем. Фахівці в галузі механічної інженерії надають перевагу системам автоматизованого проектування (САПР). Для кінематичного і динамічного аналізу кривошипно-повзунного механізму на початковому етапі для візуального відображення конструкції та руху її елементів використовують системи для автоматизації дво- та тривимірного геометричного проектування – *computer-aided design* (CAD). Для симуляції фізичних процесів і віртуального прототипування ефективними є засоби автоматизації інженерних розрахунків та аналізу – computer-aided engineering (CAE). На завершальному етапі

дослідження і підготовки до впровадження модернізованих конструкцій, складовими яких є кривошипно-повзунний механізм, використовують системи технологічної підготовки виробництва – computer-aided manufacturing (CAM).

Інтеграція указаних програмних засобів забезпечує відповідність між абстрактною математичною моделлю та реалістичною анімацією фізичного механізму. Цей фактор має важливе значення для дослідників–початківців. При підготовці студентів – майбутніх бакалаврів з механічної інженерії ознайомлення з CAD, CAE та CAM-системами і напрацювання навичок використання цих програм на прикладі аналізу найпростішого шарнірно-важільного механізму з одним ступенем свободи дають наочне уявлення про об'єкт і методи дослідження, а також стимулюють інтерес до навчання [4].

Фахівці з механічної інженерії, використовуючи САПР, на основі отриманих результатів визначають оптимальні параметри всіх ланок кривошипно-повзунного механізму, що забезпечують заданий рух окремих характерних точок механізму і функціонування механізму в цілому у наперед заданих умовах. При цьому розширюються перспективи використання механізмів такого типу. Результати теоретичних досліджень можуть бути корисними для інженерно-технічних працівників при проведенні імітаційного моделювання засобами САПР.

Висновки. Кривошипно-повзунний механізм широко використовують як складову багатьох транспортних засобів, сучасного технологічного обладнання різних галузей промисловості тощо. Для визначення оптимальних параметрів усіх ланок механізму доцільно використовувати графо-аналітичні методи, що можуть бути ефективно реалізовані сучасними САПР. Сучасні фахівці з механічної інженерії переважно використовують інтегровані модулі CAD, CAM та CAE-систем для проведення аналітичних розрахунків, віртуального прототипування та імітаційного дослідження.

Л і т е р а т у р а

1. Eser, M. A. (2021). Topology Optimization of Slider-Crank Mechanism under Dynamic Loading, Master Thesis, Hacettepe University. Retrieved from http://hdl.handle.net/11655/26034.

2. Korendiy, V., Lanets, O., Kachur, O., Dmyterko, P., & Kachmar, R. (2021). Determination of inertia-stiffness parameters and motion modelling of three-mass vibratory system with crank excitation mechanism. *Vibroengineering Procedia*, *36*, 7-12. https://doi.org/10.21595/vp.2021.21924

3. Корендій В.М. Структурно-кінематичний синтез кривошипно-повзунного механізму крокування за заданою траєкторією руху опорної стопи. //Вісник Національного університету Львівська політехніка. Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. 2017. (867). С.12-18.

4. Райковська Г.О., Соловйов А.В., Мельник О.Л. (2018). Реалізація парадигми наскрізного моделювання засобами САПР. // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2018. 1(42). С. 199-207.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТОРЦЯ ПРУТКОВОЇ ЗАГОТОВКИ В ТОКАРНОМУ АВТОМАТІ

Кузнєцов Ю.М. **–** д.т.н., проф. info@zmok.kiev.ua
Національний технічних університет України
«КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ
Придальний Б.І. – к.т.н., доц., b.prydalnyi@lutsk-ntu.com.ua
Янюк Д.В. **–** аспірант, dimonyanuk@gmail.com
Луцький національний технічний університет
Україна, м. Луцьк

INCREASING THE ACCURACY OF POSITIONING THE END OF A BLANK IN A AUTOMATIC LATHING

Kuznetsov Y. – Doctor of Technical Sciences, Professor, info@zmok.kiev.ua
National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»
Ukraine, Kyiv
Prydalnyi B. – Ph.D., docent, b.prydalnyi@lutsk-ntu.com.ua
Yaniuk D. – Postgraduate student, dimonyanuk@gmail.com
Lutsk National Technical University
Ukraine, Lutsk

An analysis has been carried out of the methods of positioning the end of the bar workpiece on automatic lathes, which are often used in mass production conditions. Existing bar feeding devices do not ensure compliance with modern dimensional accuracy requirements for most mechanical engineering parts. Increasing the accuracy of bar end positioning makes it possible to avoid extra cutting for workpiece-facing operations. For this purpose, the concept of increasing the accuracy of the position of the end of the bar by equipping the bar feeder with an additional subsystem that provides the possibility of non-contact indication of the position of the end of the bar and the generation of appropriate signals for the control system of the bar feeder is proposed. The results of the work have the possibility of being implemented in the design of new and existing bar lathes.

Keywords: *positioning the end of the bar, improving the accuracy of bar feeding, non-contact measurement, indication of the position.*

Вступ. Одним із найбільш поширених етапів масового виготовлення деталей машин, є процес обробки точінням. Для масового виробництва особливо важливими є фактори, що впливають на собівартість деталі. Для її зниження у якості заготовки, зазвичай, використовують гарячекатаний пруток, який

обробляють на токарних верстатах-автоматах. При кожному установі пруток потребує операції вторинного підрізання торця, адже існують великі похибки його позиціонування після подачі. Це збільшує час обробки, витрати інструменту та електроенергії, що в умовах масового виробництва має значний вплив також на екологію. Існує ряд конструкцій пристроїв, що забезпечують подачу пруткових довгомірних заготовок з метою їх подальшої фіксації в затискних патронах верстату і обробки [1]. Їх конструкція не передбачає контролю положення прутка і не забезпечує точності його переміщення, що відповідає вимогам точності основних типів деталей машинобудування [2].

Актуальність теми дослідження визначається можливістю підвищення продуктивності обробки на токарних автоматах при використання довгомірних пруткових заготовок. Існуючі способи і конструкції механізмів подачі пруткових заготовок не забезпечують точність встановлення їх торця відповідно до вимог найбільш поширених квалітетів точності ряду поширених деталей сучасного машинобудування (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння способів забезпечення автоматичної подачі довгомірних пруткових заготовок

Спосіб і засіб	Точність установки
Гідравлічний подавач	0,5 мм
Пневматичний подавач	0,5 мм
Подавач із сервоприводом	0,2мм
Захват у різцетримачі	0,024

Одним із найбільш поширених способів є використання упору. Для вдосконалення даного способу розвинуто напрямки, що забезпечують ефект демпфування удару [3,4] прутка з функціональною поверхнею упору. Даний спосіб дозволяє зменшити ефект удару і відскоку прутка, але не забезпечує параметричної надійності оскільки з часом втрачається точність встановлення поверхні, що контактує з прутком.

Хоч точність нових пристроїв вдалося збільшити, вона все одно недостатня, щоб уникнути операції підрізання торця. Згідно ГОСТ 25346-89 та ДСТУ 2500-94 допуски при найпоширеніших квалітетах точності та номінальних розмірів (табл. 2) є вищими, ніж гарантована виробником точність подачі [2].

Постійний розвиток та ускладнення конструкцій об’єктів машинобудівних виробництв задає напрямок на підвищення точності та продуктивності обробки.

Метою роботи є вдосконалення системи подачі прутка з метою підвищення точності позиціонування його торця. Це дозволить досягнути зменшення кількості операцій шляхом усунення підрізання торця і, як наслідок, зменшення втрат та підвищення продуктивності обробки.

Таблиця 2 – Числові значення допусків (за ГОСТ 25346-89 та ДСТУ 2500-94)

Інтервал розмірів, мм		Квалітет				
		4	5	6	7	8
		мкм				
18	30	6	9	13	21	33
30	50	7	11	16	25	39
50	80	8	13	19	30	46
80	120	10	15	22	35	54

У роботі проведено попередні дослідження, що пов’язані з оцінкою та виявленням шляхів підвищення точності позиціювання торця пруткової заготовки в токарному автоматі. Це дозволить уникнути окремих операцій його обробки, зокрема, операції вторинного підрізання торця. В ході проведення досліджень виконано наступні задачі:

1. Проведено аналіз кінематичних зв’язків, що задіяні при подачі та затиску заготовки.

2. Запропоновано варіанти способів ефективного контролю положення торця заготовки.

3. Виявлено загальну структуру пристроїв, що забезпечують подачу прутка із заданою точністю.

В результаті проведених досліджень запропонована структура підсистеми вузла подачі пруткової заготовки, що забезпечує контроль та прогнозовано вищу точність позиціювання торця прутка (рис. 1). Блок керування 1, окрім звичного режиму подачі заготовки 4 механізмом 3 з силою F_1 в упор та затиском цангою 2, має можливість формування команд для забезпечення більш точного положення прутка в осьовому напрямку. При спрацюванні оптичного вимірювача, що складається з випромінювача 5 та датчика 6, формуються команди для привода невеликих переміщень штовхача 7, що встановлений в пристрої упору прутка. Під дією сили F_2 заготовка виконує зворотній рух. В той же час відбувається попередній затиск прутка цангою 2, що дозволяє зменшити інерційність заготовки та покращити позиціонування [5]. Параметр сили попереднього затиску можна налаштувати відповідно до маси заготовки таким чином, щоб на її переміщення витрачалось мінімум енергії та при цьому забезпечувалась плавність перехідних процесів. Не менш важливим фактором, що впливає на точність положення торця, є ефект втягування заготовки затискною цангою, що також можна мінімізувати виконавши попередній затиск або використавши високоточні затискні патрони з нерухомою циліндричною цангою [1]. Рух заготовки при досягненні необхідного положення спричинить переривання оптичного випромінювання що сприймається давачем 6. Це формує сигнал про припинення подачі у блок керування 1. Лінійний

привод 7 забезпечує невелике точне переміщення торця заготовки до відновлення світлового сигналу. Після повторного отримання сигналу відбувається повноцінний затиск із заданою силою [6, 7], відводиться лінійний привід та починається процес обробки.

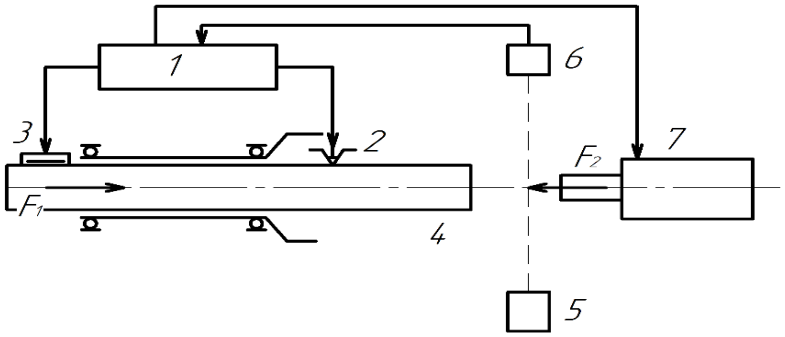


Рисунок 1 – Структура системи виставлення торця заготовки

Висновок. В результаті проведених досліджень сформована концепція, що сприяє усуненню операції вторинного підрізання торця в технологічних процесах обробки на токарних автоматах. Запропоновано підхід щодо вдосконалення пристроїв подачі прутка в токарному автоматі, що відображено у вигляді запропонованої структури його підсистеми.

Література

1. Кузнєцов Ю.М. Цільові механізми верстатів-автоматів і верстатів з ЧПК. Частина 3. К.: ТОВ «ЗМОК»; Тернопіль: ТДТУ, 2001. 354 с.

2. Сайт виробника «Samsys». URL: https://www.samsys.eu/en/product/multi-3000-sl-2/ (дата звернення : 25.03.2023).

3. Giovanni Lasi, Renato Mingozzi, (1997). U.S. Patent No. EP0873807A1; Washington, D.C.: U.S. Patent and Trademark Office. Retrieved from https://patents.google.com/patent/IT1292878B1/en

4. Yang Jianlong (2017) . Patent No. CN 103978400 A, State Intellectual Property Office of the People's Republic of China. Retrieved from https://patents.google.com/patent/CN103978400B/ko

5. Придальний Б.І. Мехатронний пристрій для двоетапного затиску циліндричних об'єктів у шпиндельних вузлах верстата // Віснк машинобудування та транспорту. 2021. Т. 13. №1. С. 118-123. DOI: doi.org/10.31649/2413-4503-2021-13-1-118-123.

6. Придальний Б.І. Мехатронний затискний механізм з електрогідравлічним приводом для шпиндельних вузлів верстатів // Перспективні технології та прилади. 2015. №18. С. 124-128. DOI: doi.org/10.36910/6775-2313-5352-2021-18-18.

7. Пристрій для затиску циліндричних об'єктів у шпиндельному вузлі верстата: Деклараційний патент України на винахід 126641, МПК (2006)B23B 13/00 / Придальний Б.І., Кузнєцов Ю.М. №a202100072; заяв. 11.01.2021; опубл. 04.01.2023, Бюл. № 1/2023.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ВІД СТРУКТУРИ ТА ТВЕРДОСТІ

Лалазарова Н.О. – к.т.н., доц., lalaz1932@gmail.com
Литовка Д.Є. – студент, ms121ldy@stud.khadi.kharkov.ua
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Дмитренко О.А. *– викладач*
Харківський державний автомобільно-дорожній коледж
Україна, Харків

STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE QUALITY OF THE FINISHED SURFACE OF HIGH-DUCTIBLE CAST IRON ON THE STRUCTURE AND HARDNESS

Lalazarova N. – PhD, Associate Professor, lalaz1932@gmail.com
Litovka D. – student, ms121ldy@stud.khadi.kharkov.ua
Kharkiv National Automobile and Highway University
Dmytrenko O. – teacher
Kharkiv State Automobile-Road College
Ukraine, Kharkiv

High-strength cast iron with nodular graphite (VChKG) has a high level of operational properties and is successfully used instead of expensive rolled steel, gray and malleable cast irons in the manufacture of parts operating under conditions of significant contact stresses, sign-changing loads, under conditions of friction and wear. Studies have shown that hardness has the greatest influence on the height parameter of roughness Ra when processing high-strength cast iron with a different structure with a ceramic tool material. The structure of cast iron significantly affects the average step of unevenness (and, subsequently, the wear resistance).

Keywords: *high-strength cast iron, microstructure, hardness, height of bumps, average step of bumps.*

Високоміцний чавун з кулястим графітом (ВЧКГ) має високий рівень експлуатаційних властивостей і з успіхом застосовується замість дорогого сталевого прокату, сірого і ковкого чавунів при виготовленні розподільчих валів автомобільних двигунів, що працюють в умовах значних контактних напружень, знакозмінних навантажень, а опорні поверхні – в умовах тертя і зношування. Для забезпечення тривалої і надійної роботи двигуна розподільчий вал повинен мати високий рівень експлуатаційних властивостей.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що у зв'язку із зростанням потужностей двигунів та швидкостей транспортних засобів машинобудування відчуває потребу у використанні чавунів міцністю понад 600-700 МПа і твердістю 250-300 HBW [1]. Експлуатаційні властивості виробу формуються після термічної або хіміко-термічної та механічної обробки [2]. Механічна

обробка має суттєвий вплив на якість обробленої поверхі і, в першу чергу, на шорсткість, що залежить від структури і властивостей оброблюваного матеріалу, від геометрії інструменту, параметрів процесу різання [3].

Метою роботи є дослідження впливу механічної обробки на якість поверхні деталей з високоміцного чавуну з різною структурою і твердістю.

Результати досліджень. Для проведення досліджень використовували високоміцний чавун хімічного складу: 3,3-3,8 % C; 2,4-3,2 % Si; C+1/3 Si = 4,25-4,35 %; 0,004-0,007 % S; 0,5-0,9% Mn; 0,045-0,008 % P; 0,05-0,1 % Cr; 0,1-0,15 % Ni; 0,04-0,09 % Mg, при виробництві якого не потрібні дефіцитні легувальні елементи чи модифікатори.

В литому стані нелегований високоміцний чавун характеризується розвиненою ліквацією практично всіх хімічних елементів: кремній схильний до значної зворотної ліквації, марганець і фосфор – до прямої. Чавун в литому стані має неоднорідну структуру – перліт і ферит у вигляді облямівки навкруги включень графіту (рис. 1). Така структура не дозволяє отримувати високий рівень механічних властивостей.

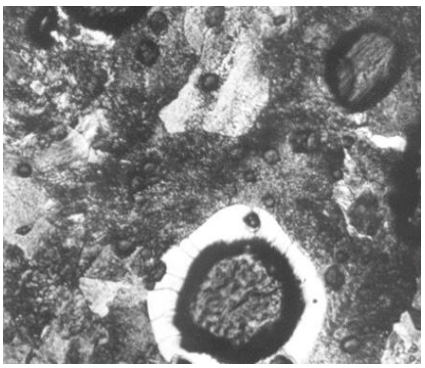


Рисунок 1 – Мікроструктура досліджуваного чавуну в литому стані, травлення 4 % азотною кислотою, ×340

Отримання потрібного рівня механічних властивостей забезпечує термічна обробка за різними режимами. В роботі використовували режими термічної обробки, які суттєво змінюють структуру і ліквацію хімічних елементів, впливають на твердість та наведені в табл. 1.

Після термічної обробки зразки у вигляді кілець діаметром 60 мм і шириною 12 мм надівали на оправку, піддавали чорновій обробці точінням твердим сплавом ВК8 і чистовому точінню мінералокерамікою ВОК71.

Дослідження шорсткості проводили на портативному вимірювачі шорсткості моделі TR200. На основі проведених досліджень (рис. 2) виявлено, що висотний параметр шорсткості R_a (середньоарифметичне відхилення профіля) залежить від твердості чавуну – із збільшенням твердості висота нерівностей зменшується: максимальна шорсткість спостерігається при обробці

литого чавуну (210-220 HBW), мінімальна – при обробці чавуну після гартування та низького відпуску (470-480 HBW). Мінімальні значення R_a після точіння ВОК71 для кожної мікроструктури наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Режими термічної обробки, структура чавуну і параметри шорсткості

Умовний номер чавуну	Режим термічної обробки	Структура чавуну	Твердість чавуну, HBW	R_a, мкм	S_m, мкм
1	Литий стан	Крупноплас-тинчастий перліт (55%)+ферит у вигляді облямівки навкруги КГ+КГ	210-220	1,3	0,138
2	Подвійна нормалізація: нагрів до 890 °С, витримка 1,5 години, охолодження на повітрі, нагрів до 860 °С, витримка 1,5 години, охолодження в струмені повітря	Пластинчастий перліт (70 %) + ферит+КГ	250-260	0,1	0,096
3	Нормалізація з МКІ: нагрів до 860 °С, витримка 1,5 години, охолодження в струмені повітря	Пластинчастий перліт (85 %)+ ферит+КГ	275-285	1,0	0,122
4	Гартування і відпуск: нагрів до 860 °С, витримка 1,5 години, охолодження в оливі. Відпуск при 550 °С 2 години	Сорбіт відпуска+ ферит+КГ	330-340	0,9	0,112
5	Гартування і відпуск: нагрів до 860 °С, витримка 1,5 години, охолодження в оливі. Відпуск при 220 °С 2 години	Мартенсит відпуска+ залишковий аустеніт+ ферит+КГ	470-480	0,6	0,086

Однак для зносостійкості важливими є не тільки висотні параметри шорсткості, а і розміри фактичної поверхні контакту, які пов′язані з кроком і формою нерівностей [3]. За профілограмами були отримані значення S_m – середнього кроку нерівностей (табл. 1).

Однак в цьому випадку не спостерігається однозначної залежності S_m від твердості чавуну. Найменше значення S_m отримане для чавуну із мартенситною структурою, найбільше – для чавуну в литому стані. При меншій твердості чавуну після подвійної нормалізації (чавун №2) у порівнянні з чавуном після нормалізації з МКІ (чавун №3) значення S_m для зразків після

подвійної нормалізації менше, ніж для чавуну після нормалізації з міжкритичного інтервалу (МКІ), що можна пояснити тільки особливостями структури. Після подвійної нормалізації чавун має більш дисперсну перліто-феритну структуру, ніж після нормалізації з МКІ.

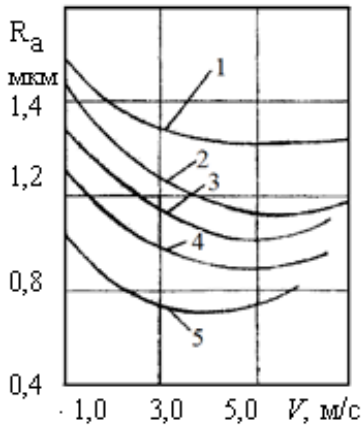


Рисунок 2 – Вплив структури чавуну на висоту мікронерівностей поверхні після обробки мінералокерамікою ВОК71

Як відомо [3] більш тонкі та багаточисленні нерівності забезпечують більшу зносостійкість, ніж крупні нерівності з великим кроком. Таким чином, отримані значення твердості, висотних та крокових параметрах шорсткості у чавуну після подвійної нормалізації (№2) повинні забезпечувати достатньо високий рівень зносостійкості.

Висновок. Найбільший вплив на висотний параметр шорсткості R_a при обробці високоміцного чавуну різними інструментальними матеріалами з різною структурою має твердість. На середній крок нерівностей S_m (і в подальшому на зносостійкість) впливає не тільки твердість, а і структура чавуну.

Література

1. Савуляк В.І., Янченко О.Б. Економічні технології високоміцних графітизованих сплавів заліза: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2014. 160 с.

2. Волощенко С.М., Ульшин В.І., Аскеров М.Г., Бега М.Д., Ульшин С.В. Термічна обробка виливків із високоміцного чавуну. // Металознавство та обробка металів. 2009. № 4. С. 25-31.

3. Прялін М.А. Технології механообробного виробництва. Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2000. 136 с.

INCREASE OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY IN MECHANICAL ENGINEERING. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING MODERN TECHNOLOGIES

Miller S. – Master's degree, teacher (assistant), *sergey_miller_09@mail.ru*
Denchik A. – Candidate of Technical Sciences, *Professor, pavlodarec99@mail.ru*
Tkachuk A. – Master's degree, Senior Lecturer, *tkachukandrey1985@mail.ru*
Zaripov R. – Master's degree, Senior Lecturer, *ramis.zaripov@mail.ru*
Zigangirov S. – doctoral student, *zigangirov1972@mail.ru*
Toraigyrov University
Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Manufacturability in mechanical engineering is the use of modern technologies and materials for the production of mechanisms and machines. This allows you to increase productivity, reduce costs, and improve product quality. However, each approach has its own pros and cons, which must be taken into account when choosing a specific production method.

Keywords: *adaptability, alternative technological processes, Industry 4.0. hybrid, module, analog.*

Relevance of the work is determined by the need to study the development of machine-building production in the field of improving the quality of products and the level of manufacturability.

Research Purpose is to conduct a combined analysis of existing approaches to increasing manufacturability in mechanical engineering, to identify all the advantages and disadvantages of the identified approaches.

One of the most technologically advanced methods is additive manufacturing, which allows you to create metal parts by applying layer after layer of metal powder. This method allows you to create complex geometric shapes that cannot be obtained using traditional methods. In addition, additive manufacturing reduces production time and reduces the cost of manufacturing metal parts. However, this method has disadvantages, such as higher material costs and low product strength, which makes it less attractive for use in some mechanical engineering industries.

Another technological approach is the use of robots and automation in production. This reduces production time, improves product quality, and reduces labor costs. In addition, robots can perform dangerous and time-consuming tasks, which increases the safety and comfort of employees. However, this method also has its drawbacks, such as the high cost of equipment and the difficulty in maintaining and programming robots.

When choosing an approach to production, it is necessary to take into account many factors, such as the cost of equipment and materials, production time, requirements for the quality and strength of products, the specifics of the mechanical engineering industry, and others. Each approach has its own pros and cons, and you need to choose the one that is most effective and suitable for your specific task.

It is also worth considering the environmental aspects of production. Some methods may be more environmentally friendly and sustainable than others. For example, the use of composite materials can reduce harmful emissions to the environment.

In addition to choosing an approach to production, it is also important to take into account trends in the development of mechanical engineering and technology. Today, the engineering industry is increasingly focused on the development and introduction of new materials, such as composites, which have high strength and light weight. Another important area of development is the introduction of 3D printing technology, which allows you to quickly and efficiently create prototypes and parts, as well as reduce production time.

It is important to note that the development of new technologies and approaches to production can also affect the labor market in mechanical engineering. Perhaps in the future, there will be more demand for highly qualified specialists in the field of robotics, programming and 3D modeling, as well as for engineers who can apply new materials and technologies in production.

An important aspect of the development of mechanical engineering is also the introduction of the «Industry 4.0» concept, which involves automation and digitalization of production. It includes the use of «Internet of things», «big data», artificial intelligence and other technologies that allow you to manage production and track processes in real time [1].

At the same time, the implementation of the «Industry 4.0» concept may require significant investments in equipment upgrades and staff training, which may be too much for small and medium-sized enterprises. There are also possible risks of cyber attacks and data leaks in the process of digitalization of production, which requires strengthening cybersecurity measures.

Thus, the introduction of new technologies and innovations in mechanical engineering has its pros and cons, and their choice should be based on a balance between economic efficiency, product quality, production sustainability, environmental safety and socio-economic factors. It is also important to consider the potential risks and challenges associated with the introduction of new technologies and take steps to minimize them.

There are many advantages to being technologically advanced in mechanical engineering, such as increasing production efficiency and quality, increasing the speed and accuracy of processes, reducing costs, and improving the working environment for employees. However, with the development of technology, there are also new problems associated with the loss of jobs, intellectual property infringement and other factors [2].

Productivity and manufacturability are two interrelated concepts that are invariably present in the system of technical-and economic indicators that characterize any production process. Under the manufacturability of a product, it is customary to understand how much its design is.

Thecost of creating a new product is more profitable than what is provided for according to the traditional approach to solving this problem. Moreover, a number of stages in this case lose their meaning. Especially during design preparation and manufacturing, as it becomes practically significant to refine components and assemble them into a finished product. As an example, you can give a prototype of an electric buggy, a garden vacuum cleaner, a skewer. Also, the TFAI principle allows you to upgrade already known products with minor modifications: the production мобильногоof a mobiletraction and steering moduleя (MTRM), гибридна hybridautomobileя with an integrated electric power drive of the rear axle.



Figure 1 – Prototype electric buggy



Figure 2 – Skewer Dessert

Mobile traction and steering module (MTRM) – refers to small-size shipbuilding and can be used for the construction and transportation of cargo, passenger, tourist vessels, technological pontoons, berthing complexes and houseboatsхаусботов [5].

Hybrid car with integrated electric power drive of the rear axle refers to transport engineering, in particular to the electromechanical part of the drive, and can be used in various designs of environmentally friendly hybrid cars, ATVs, tractors, buseswith front-wheel drive [6].

The principle of developing a technologically advanced functional analog of the product significantly simplifies the design preparation of production.

Since the main goals of design preparation of production are:

continuous improvement of product quality;

increasing the level of manufacturability of the design, which is understood as facilitating the methods of manufacturing products and the possibility of using advanced manufacturing methods. This ensures a better use of production resources in the production of products;

reducing the cost of new products by manufacturing and improving the design of the product, reducing the consumption of materials per unit of production, reducing operating costs associated with the use of products;

use of existing standards and unified semi-finished products in product design;

ensuring labor protection and safety, as well as convenience in the operation and repair of new products.

Conclusions. TTechnological efficiency in mechanical engineering is an important factor contributing to the development and progress of the industry, but its implementation must take into account all socio-economic and environmental aspects in order to ensure the sustainability and duration of production development.

R e f e r e n c e s

1. Terekhova A.S. Scientific substantiation of the choice of optimal manufacturing technology for parts applied to the existing equipment base based on a comprehensive efficiency criterion. // [Electronic resource] URL: https://www.dissercat.com/content/nauchnoe-obosnovanie-vybora-optimalnoi-tekhnologii-izgotovleniya-detalei-primenitelno-k-sush [accessed 20.02.2023]

2. Miller S.A., Denchik A.I., Tkachuk A.A., Disadvantages of the traditional approach to creating a new product and putting it into production. TFAI Principle, Khuraighyrov Readings, 2018.

3. Miller S.A., Denchik A.I., Tkachuk A.A., Features of the development of a technological functional analog of a product (TFAI) in the conditions of educational and production workshops of S. Toraigyrov Pavlodar State University , XIX Satpayev Readings, 2019.

4. Miller S.A., Denchik A.I., Tkachuk A.A. improving the manufacturability of a product by developing a technologically functional product analog (TFAI), I jubilee readings of Boyko F. K., 2020.

5. Patent of the Republic of Kazakhstan No. 7331 for the utility model "Mobile traction and steering module (MTRM)" dated 20.05.2022.

6. Patent of the Republic of Kazakhstan No. 7695 for the utility model "Hybrid car with integrated electric power drive of the rear axle" dated 08.10.2022.

ЕТАПИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Муравицький В.Є. – бакалавр, vladislavmur040702@gmail.com
Демченко В.О. – к.т.н., доц. dem4enko.vo@gmail.com
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

STAGES OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF REPAIRING A TRACTION MOBILE WAREHOUSE

Muravytskyi V. – bachelor, vladislavmur040702@gmail.com
Demchenko V. – Ph.D., dem4enko.vo@gmail.com
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The study of the stages of the technological process of the repair of traction rolling stock is highly relevant for several reasons. The study of the stages of the technological process of the repair of traction rolling stock is highly relevant for ensuring the safety, reliability, and efficiency of transportation systems, reducing downtime and costs, and facilitating the development of new technologies and techniques for maintaining these critical components.

Keywords*: technological process, traction rolling stock, transportation, stages of repair, quality.*

Актуальність дослідження. Дослідження етапів технологічного процесу ремонту тягового рухомого складу має велику актуальність, оскільки залізничний транспорт є одним з найважливіших видів транспорту для переміщення вантажів та пасажирів. Проте, з віком та зносом техніки, тяговий рухомий склад потребує постійного обслуговування та ремонту.

Технологічний процес ремонту тягового рухомого складу є складним та вимагає дотримання високих стандартів безпеки та якості [3]. Неправильний або недостатній ремонт може призвести до аварій, затримок у русі поїздів, а також до небезпеки для пасажирів та працівників залізниці.

Дослідження етапів технологічного процесу ремонту тягового рухомого складу може допомогти підвищити ефективність та якість ремонту, зменшити час та витрати на ремонт, знизити кількість аварій та забезпечити безпеку пасажирів та працівників залізниці. Крім того, дослідження може допомогти розробити нові технології та методи ремонту, що забезпечать ще більш високу якість та ефективність.

Отже, дослідження етапів технологічного процесу ремонту тягового рухомого складу є важливим та актуальним завданням, яке може покращити якість, безпеку та ефективність ремонту та обслуговування тягового рухомого складу в цілому.

Метою нашого дослідження є аналіз технологічного процесу ремонту тягового рухомого складу.

Технологічний процес ремонту тягового рухомого складу можна розділити на кілька етапів:

1. Діагностика та визначення обсягу ремонтних робіт

Перший етап передбачає визначення потреби у ремонті та виявлення дефектів або несправностей тягового рухомого складу. Для цього використовуються спеціальні технічні засоби та обладнання, такі як візуальний огляд, діагностичні комп'ютери, вимірювальні прилади тощо. Після виявлення дефектів визначається обсяг ремонтних робіт, який необхідно провести.

2. Розбірка та демонтаж

Другий етап передбачає розбірку та демонтаж частин та вузлів, які потребують ремонту[2]. Для цього використовуються спеціальні інструменти та технічні засоби. Розбірка проводиться згідно з технологічними картами та інструкціями виробника.

3. Очищення та підготовка деталей до ремонту

Третій етап передбачає очищення та підготовку деталей до ремонту [2]. Для цього використовуються спеціальні мийні машини, шліфувальні та фрезерні верстати, термічні камери тощо.

4. Ремонт та заміна деталей

Четвертий етап передбачає проведення ремонтних робіт та заміну дефектних деталей[2]. Для цього використовуються спеціальні інструменти, обладнання та матеріали, які відповідають вимогам технічних умов та стандартів.

5. Збірка та монтаж

П'ятий етап передбачає збірку та монтаж деталей та вузлів після проведення ремонтних робіт[2]. Для цього використовуються спеціальні інструменти та технічні засоби, які дозволяють встановлювати деталі в точність з мінімальною похибкою. Після збірки проводиться регулювання та налагодження роботи всіх вузлів та систем, зокрема трансмісії, гальм, підвіски, електрики, гідравліки тощо.

6. Випробування та контроль якості

Останній етап передбачає випробування та контроль якості відремонтованого тягового рухомого складу [2]. Для цього використовуються спеціальні стенди та обладнання, які дозволяють провести тестування роботи

всіх вузлів та систем в реальних умовах експлуатації. Після успішного проходження випробувань та контролю якості тяговий рухомий склад готовий до повторного використання.

Отже, етапи технологічного процесу ремонту тягового рухомого складу включають діагностику та визначення обсягу ремонтних робіт, розбірку та демонтаж, очищення та підготовку деталей до ремонту, ремонт та заміну деталей, збірку та монтаж, а також випробування та контроль якості відремонтованого тягового рухомого складу. Кожен етап вимагає використання спеціальних інструментів, обладнання та технічних знань для забезпечення якісного та ефективного ремонту та підтримання безпеки в експлуатації.

Ремонт тягового рухомого складу є дуже важливим процесом, оскільки від цього залежить безпека пасажирів, вантажу та персоналу, а також ефективність транспортування. Транспортний засіб є складним механізмом, в якому кожна деталь і вузол виконує певну роль і має вплив на загальну роботу системи. Якщо будь-яка частина рухомого складу не працює належним чином, це може призвести до нещасних випадків, аварій та непередбачуваних ситуацій [1].

Регулярний ремонт та обслуговування тягового рухомого складу допомагають забезпечити безпеку та надійну роботу транспортування. Крім того, ремонт дозволяє продовжити термін експлуатації рухомого складу, що зменшує витрати на його заміну та використання ресурсів. В цілому, ремонт тягового рухомого складу є важливою складовою частиною безпечного та ефективного функціонування транспортної системи.

Л і т е р а т у р а

1. Selivanov, V., & Silvestrov, V. (2019). Method of diagnosing the rolling stock of railway transport using vibration monitoring. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(6(102)), 35-43.

2. Li, H., Li, D., Zhao, Y., & Zhang, X. (2020). Fatigue life analysis and optimization of the center plate of a freight car. *Journal of Vibroengineering*, 22(5), 1045-1058.

3. Li, H., Li, D., Zhao, Y., & Zhang, X. (2020). Fatigue life analysis and optimization of the center plate of a freight car. *Journal of Vibroengineering*, 22(5), 1045-1058.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ КЛИНОДУАЛЬНО ЗНОШЕНОЇ КОЛОДКИ ВАГОНА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Панченко С.В. **–** д.т.н., проф., panchenko074@ukr.net
Ватуля Г.Л. **–** д.т.н., проф., glebvatulya@gmail.com
Ловська А.О. – д.т.н., доц., alyonaLovskaya.vagons@gmail.com
Равлюк В.Г. **–** к.т.н., доц., ravvg@ukr.net
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

INVESTIGATION OF THE THERMAL STRESSED STATE OF WEDGE-DUALLY WORN WAGON PADS UNDER OPERATIONAL LOADS

Panchenko S. **–** Doctor of Technical Sciences, Professor, panchenko074@ukr.net
Vatulia G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, glebvatulya@gmail.com
Lovska A. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, alyonaLovskaya.vagons@gmail.com
Ravlyuk V. – PhD, Associate Professor, ravvg@ukr.net
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

The article provides the results of determining the thermal stress state of the composite brake pad of a wagon. The research is made by means of computer simulation with the finite element method using the SolidWorks Simulation options. The design diagram of the pad includes not only the horizontal loads due to its pressing to the rolling surface of the wheel and the friction force, but also the temperature impact taken equal to 400°C. Since the composite material of the pad is fragile, the Mohr–Coulomb criterion is used as a calculation criterion. It has been found that the maximum stresses occur in the upper part of the pad in the contact area between the back plate and the side plate and do not exceed the permissible values. The article presents the results of the calculation of the thermal stress state of the pad with dual wedge-shaped wear.

Keywords: *brake pad, wedge-dual wear, pad loading, pad strength, train traffic safety.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що підвищення ефективності перевізного процесу викликає необхідність впровадження в експлуатацію сучасного рухомого складу з покращеними техніко-експлуатаційними показниками [1]. Під час проектування такого рухомого складу особливу увагу необхідно приділяти гальмовій системі, як одній з найбільш відповідальних складових від надійності якої залежить безпека руху.

Внаслідок порушення вимог експлуатації гальмових колодок простежується їх посилений знос і процес гальмування на практиці може здійснюватися гальмовими башмаками. Таке явище безумовно призводить до пошкоджень поверхонь кочення коліс та безпосередньо впливає на безпеку руху поїздів.

Тому для запобігання ненормативного зносу гальмових колодок, доцільно впровадження науково-технічних рішень за яких вони будуть зношуватися рівномірно. Це дасть можливість застосовувати їх на увесь міжремонтний період деповського ремонту, виконувати утилізацію таких гальмових колодок з незначною частиною робочої композиційної маси, яка залишається. Також це дозволить зекономити для АТ «Укрзалізниця» чи промислових підприємств, що мають власний вантажний рухомий склад, сотні тисяч гривень на закупівлю колодок і суттєво зменшити експлуатаційні витрати.

У зв'язку з цим актуальним є проведення досліджень щодо визначення термонапруженого стану клинодуально зношеної гальмової колодки з метою зменшення високотемпературних поверхневих дефектів коліс вантажних вагонів в експлуатації.

Метою роботи є дослідження термонапруженого стану клинодуально зношеної композиційної гальмової колодки вагона за різних експлуатаційних навантажень.

Основний текст. Для визначення термонапруженого стану гальмової колодки при експлуатаційних режимах її навантаження проведено розрахунок. В якості розрахункового використано метод скінчених елементів, який реалізовано в програмному комплексі SolidWorks Simulation.

Розрахунок здійснено для композиційної колодки вантажного вагона з клинодуальним зносом, що мав пробіг 63,4 тис. км. За результатами вимірювань колодка мала такі величини ненормативного зносу: товщину у верхньому кінці 10 мм; товщину по лінії розмежування площин – 27 мм; товщину у нижньому кінці – 20 мм і довжину шкідливої стертості у верхній частині – 85 мм.

При складанні розрахункової схеми колодки враховано, що на її робочу частину діє горизонтальне навантаження, значення якого приймалося в залежності від режиму роботи повітророзподільника: 41,69 кН – вантажний; 34,34 кН – середній; 17,5 кН – порожній [2].

Для визначення температури на поверхні кочення колеса на практиці використовують аналітичні вирази [3], які вказують на те, що температура на поверхні колодки постійно змінюється за часом гальмування. Тому при проведенні розрахунку колодки враховано максимально допустиме значення температурного навантаження. Це навантаження прикладалося до робочої поверхні колодки і прийнято рівним 400°С.

Оскільки матеріал виготовлення колодки має невелику межу міцності та немає межі плинності, то розрахунок здійснено за критерієм Мора – Кулона, тобто теорія внутрішнього тертя. Відомо, що даний критерій прогнозує виникнення відмов, якщо для сполучення максимуму головного напруження

при розтягненні та мінімуму головного напруження при стисканні перевищені відповідні межі напружень.

У випадку одновісного напруженого стану закон міцності має вигляд

$$\tau \le (\sigma - U) \cdot tg\varphi + c, \quad (1)$$

де τ і σ – діючі в деякій точці основи дотичне і нормальне напруження; U – тиск; φ – кут внутрішнього тертя, с – питоме зчеплення.

Для випадку просторового стану формула набуває вигляду

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2 \cdot c \cdot ctg\varphi} \le \sin\varphi, \quad \sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3, \quad (2)$$

де σ_1, σ_2 і σ_3 – головні напруження.

Відповідно до даного критерію прогнозуються відмови у випадках:

головні напруження при розтягненні більші за нуль $\sigma_1 > 0$ та $\sigma_3 > 0$. При цьому критерій руйнування має місце у випадку якщо головне напруження перевищує напруження, яке виникає при межовому розтягненні, тобто $\sigma_1 > \sigma_p$;

головні напруження при стискання менші за нуль $\sigma_1 < 0$ та $\sigma_3 < 0$. Критерій руйнування при цьому має місце у випадку якщо допустиме головне напруження більше за напруження, яке виникає при межовому стискання, тобто $|\sigma_3| > \sigma_c$;

головне напруження при розтягненні $\sigma_1 > 0$, а головне напруження при стисканні $\sigma_3 < 0$. Критерій руйнування при цьому має вигляд:

$$\sigma_1 / \sigma_p + \sigma_3 / \sigma_c > 1. \quad (3)$$

Результати розрахунків показали, що максимальні напруження виникають у спинці колодки і складають 18,7 МПа (третє головне напруження), що перевищує допустимі на 19,8%.

Розподілення напружень за кромкою верхньої частини гальмової колодки наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Розподілення напружень за кромкою верхньої частини колодки

При цьому напруження на графіку представлені за модулем. Для визначення їх чисельних значень використовувалась опція зондування у SolidWorks Simulation. З даного рисунка можна зробити висновок, що максимальні напруження виникають на висоті 135 – 140 мм від верху колодки.

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що максимальні напруження в композиційній гальмовій колодці з клинодуальним зносом виникають в тильній частині і становлять 18,7 МПа (третє головне напруження); вони перевищують допустимі значення на 19,8%. Пояснюється це тим, що зменшується корисна площа колодки, і, відповідно, збільшується її навантаженість.

Проведені дослідження доводять негативний вплив клинодуального зносу не тільки на ефективність гальмування, але й на міцність гальмових колодок. Це потребує розробки заходів, спрямованих на усунення цього зносу.

Л і т е р а т у р а

1. Sergii Panchenko, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Vasyl Ravlyuk, Israil Elyazov, Ilham Huseynov 2022 Influence of structural solutions of an improved brake cylinder of a freight car of railway transport on its load in operation EUREKA: Physics and Engineering 6 pp 45-55 https://doi:10.21303/2461-4262.2022.002638.

2. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: ЦТ – ЦВ – ЦЛ - 0015. Затв. нак. Укрзалізниці № 264-Ц 28.10.1997. Вид.офіц. К.: 2004. 146 с.

3. Мартинов І.Е., Равлюк В.Г., Афанасенко І.М. Розрахунки теплових режимів при гальмуванні: методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Нова гальмова техніка», Х.: УкрДАЗТ, 2014. 36 с.

ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ ЗЙОМНОГО МОДУЛЯ ТИПУ FLAT RACK З ПРУЖНО-В'ЯЗКИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ У ФІТИНГАХ

Панченко С.В. **–** д.т.н., проф., *panchenko074@ukr.net*
Ватуля Г.Л. – д.т.н., проф., *glebvatulya@gmail.com*
Ловська А.О. – д.т.н., доц., *alyonaLovskaya.vagons@gmail.com*
Павлюченков М.В. – к.т.н., доц., *pavliuchenkov@ukr.net*
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

DETERMINATION OF THE LOAD OF A REMOVABLE FLAT RACK TYPE MODULE WITH ELASTIC-VISCOUS CONNECTIONS IN FITTINGS

Panchenko S. **–** Doctor of Technical Sciences, Professor, *panchenko074@ukr.net*
Vatulia G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *glebvatulya@gmail.com*
Lovska A. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, *alyonaLovskaya.vagons@gmail.com*
Pavliuchenkov M. – PhD., Associate Professor, *pavliuchenkov@ukr.net*
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

To increase the efficiency of the transportation process, the design of a removable module of the FLAT RACK type is proposed. A feature of the removable module is that its components are made of pipes of rectangular cross section, and elastic-viscous bonds are installed in the fittings. Mathematical modeling of the dynamic load of a removable module placed on a platform car during a shunting collision has been carried out. The obtained results are confirmed by computer simulation of the dynamic load of the removable module. The results of calculating the strength of a removable module are presented. It has been established that the strength of the removable module is ensured.

Keywords: *removable module; dynamic loading; structural strength; combined transportation.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що залізничний транспорт є ключовою галуззю транспортної системи, яка забезпечує безперебійне функціонування економіки євроазіатських країн. Утримання лідерських позицій та подальший розвиток залізничного транспорту можливий шляхом впровадження в експлуатацію сучасних конструкцій транспортних засобів. Такі конструкції повинні не тільки мати покращені техніко-експлуатаційні властивості, а і бути багатофункціональними, тобто пристосовуватися до завданих умов експлуатації.

З цією метою доцільним є впровадження зйомних модулів, які функціонують по принципу змінних кузовів. На даний час такі транспортні засоби знаходять широкого розповсюдження як в Україні так і за її межами. Перевезення зйомних модулів може здійснюватися майже всіма видами

транспорту. При цьому кріплення їх на транспортних засобах здійснюється через фітинги, розміщені в кутових частинах каркасу.

Важливо сказати, що циклічність дії експлуатаційних навантажень на конструкцію зйомних модулів при їх перевезеннях транспортними засобами, зокрема залізничними, а також вплив наднормованих навантажень, що мають місце в експлуатації, можуть спричиняти не тільки їх пошкодження, а і транспортних засобів на яких розміщується зйомний модуль. Така обставина впливає на порушення безпеки залізничних перевезень, а також викликає необхідність здійснення позапланових ремонтів транспортних засобів. У зв'язку з цим важливим є створення заходів, спрямованих на зменшення динамічної навантаженості зйомних модулів в експлуатації [1].

Метою роботи є визначення динамічної навантаженості та міцності зйомного модуля типу FLAT RACK з пружно-в'язкими зв'язками у фітингах при основних експлуатаційних режимах.

Основний текст. Для підвищення ефективності перевізного процесу пропонується впровадження в експлуатацію зйомного модуля відкритого типу FLAT RACK. Конструкція зйомного модуля включає балки основні повздовжні, балки бокові, балки поперечні, балки проміжні поперечні, а також кутові фітинги.

Для вибору оптимальних з точки зору мінімальної матеріалоємності профілів виконання зйомного модуля проведено розрахунок на міцність за методом скінчених елементів. Метод реалізовано в ПК «Ліра-САПР» [2].

На підставі проведених розрахунків отримано епюри згинальних та крутних моментів, які діють на складові модуля. За отриманими значеннями моментів, а також повздовжніх сил визначено профіль виконання зйомного модуля – прямокутна труба.

Для зменшення навантаженості зйомного модуля в умовах експлуатаційних режимів пропонується встановлення у фітинги пружно-в'язких зв'язків. Дане рішення обґрунтовано тим, що у випадку, коли динамічні навантаження, які діють на зйомний модуль (контейнер) перевищують сили тертя між фітингами та фітинговими упорами, навантаження на модуль можуть значно перевищувати нормативні значення.

Результати проведених розрахунків показали, що при значенні жорсткості пружного елементу 20 кН/м та коефіцієнті в'язкого опору 30 кН·с/м прискорення, які діють на зйомний модуль, розміщений на вагоні-платформі при маневровому співударянні, складають близько 34,1 м/с^2 ($\approx$0,34g), та знаходяться в межах допустимих [3].

Для верифікації сформованої математичної моделі проведено також комп'ютерне моделювання динамічної навантаженості зйомного модуля, розміщеного на несучій конструкції вагона-платформи.

Також в рамках дослідження здійснено розрахунок на міцність зйомного модуля. Максимальні еквівалентні напруження виникають в зонах взаємодії балок бокових та балок поперечних і складають 282,2 МПа, що нижче за допустимі. В середніх частинах основних повздовжніх балок максимальні напруження склали близько 180 МПа.

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що впровадження пружно-в'язких зв'язків в конструкцію зйомного модуля типу FLAT RACK є доцільним. При цьому показники міцності зйомного модуля знаходяться в межах допустимих та нижчі на 12% за ті, що діють у типовій конструкції зйомного модуля.

Проведені дослідження сприятимуть створенню напрацювань щодо проектування сучасних конструкцій транспортних засобів модульного типу та підвищенню ефективності експлуатації залізничного транспорту.

Л і т е р а т у р а

1. Sergii Panchenko, Juraj Gerlici, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Mykhailo Pavliuchenkov & Kateryna Kravchenko. (2023). The Analysis of the Loading and the Strength of the FLAT RACK Removable Module with Viscoelastic Bonds in the Fittings. *Applied Sciences*, 13(1), 79. https://doi.org/10.3390/app13010079.

2. Барабаш М.С., Сорока М.М., Сур'янінов М.Г. Нелінійна будівельна механіка з ПК Ліра-Сапр. Одеса: Екологія, 2018. 248 с.

3. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.

FRACTAL ANALYSIS OF THE ROUGHNESS OF THE BORE SURFACE PREPARED BY MEANS OF GUN BARREL DRILLING

Rychlik K. – Mgr inż., postgraduate student, *k.rychlik@itb.pl*
Building Elements Engineering Department
Building Research Institute in Warsaw
Warszawa, Poland
Bramowicz M. – Dr hab. inż., Associate Professor, *mbramowicz@uwm.edu.pl*
Kulesza S. – Dr hab., Associate Professor, *slawomir.kulesza@uwm.edu.pl*
Faculty of Technical Sciences
Warmia and Mazury University in Olsztyn
Olsztyn, Poland

The paper analyzes the use of fractal parameters: fractal dimension and corner frequency, as a comprehensive, multiscale measure of surface height variations. These parameters were determined using two different approaches: from the power spectral

density function (PSD) as well as the structure function (SF) which independently are sensitive to self-affine alignment similarities between specific structural entities observed at different wavelengths. Obtained result reveal complex structure of the outer layer: even though the surface roughness S_q steadily decreases with increasing bore depth, fractal dimension from PSD remains almost constant in the range 1.30-1.44, whereas that from SF exhibits bifractal structure of the surface, which is due to possible agglomeration.

***Keywords**: surface roughness, profilometry, power spectral density, structure function, fractal dimension.*

Relevance of the work is due to the importance of analysis of wear and tear of the edge of the cutting tool for deep drilling of various metals using gun barrel drills, because of complex and non-linear character of this process [1]. In addition, it is of great importance to know how the surface roughness changes with elapsed subtractive processing of engineering materials. Many crucial parameters of machined parts, such as: figure of merit, wear rate, contact phenomena, overall maintenance etc. stem from and are related to the proper preparation of the outer surface layer. However, during machining the cutting edge is affected by many various tear processes, which leave their specific fingerprint at different wavelengths [2]. Typical measures of the height variations can be therefore hardly analyzed in an unambiguous manner. This is serious flaw, which can be overcame thanks to multiscale analysis that makes use of the fractal parameter. As a rule, fractal parameters were found independent of the scale length of the characterization procedure and allow for broader comparison of various processing methods [3, 4].

Research Purpose is to conduct a multiscale comparative analysis of the changes in the residual geometry of the inner surface of the bores prepared in C45 steel samples using gun barrel drilling process in order to reveal specific scale-invariant alignment patterns referred to as the fractal parameters [5, 6]. Fractal parameters are derived from series of height profiles taken at different depths of the bores using two independent methods: the structure function (SF) and power spectral density (PSD).

Derivation of the fractal parameters via PSD function requires conversion of the recorded height profile into its Fourier transform, magnitude of which defines the PSD according to [3, 4]:

$$PSD(f) = \frac{1}{L}\left|\int_0^L z(x)e^{ifx}dx\right|^2 \quad (1)$$

where: f is the frequency, L – scan length, and z(x) – height profile function. PSD was found to follow power-law dependence on the fractal parameters according to [5, 6]:

$$PSD(f) = \frac{C}{f^{5-2D}} \quad (2)$$

where: D is the fractal dimension (1<D<2), while C – is the scaling factor. Example plots of the height profile and its PSD functions are shown in Fig. 1A and 1B, respectively.

On the other hand, structure function first appeared in fluid dynamics to explain the complex nature of the turbulence [7], but then was proposed to study the height variations of various surfaces [8]. In its basic form, the structure function is defined as:

$$S_m = \frac{1}{(N-m)} \sum_{k=1}^{N-m} \left(z_{k+m} - z_k \right)^2 \tag{3}$$

where: N – is the total number of samples of height data z_k taken at equidistant scan steps. Thomas et al. proposed that such a function obeys allometric scaling law in the form:

$$S(\tau) = K\tau^{2(2-D)} \tag{4}$$

where: D is fractal dimension, and K – scale-dependent topothesy. In general, D controls the relative height variations over different wavelengths, while K controls their absolute values. The threshold, at which allometric behavior turns into flat graph is referred to as the corner frequency f_c. It is possible that the double-log plot of the structure function steeply changes its slope, which is associated with aggregation of elementary units into larger structures, referred to as multifractality. Example double-log plot of the structure function derived from the height profile is shown in Fig. 1C.

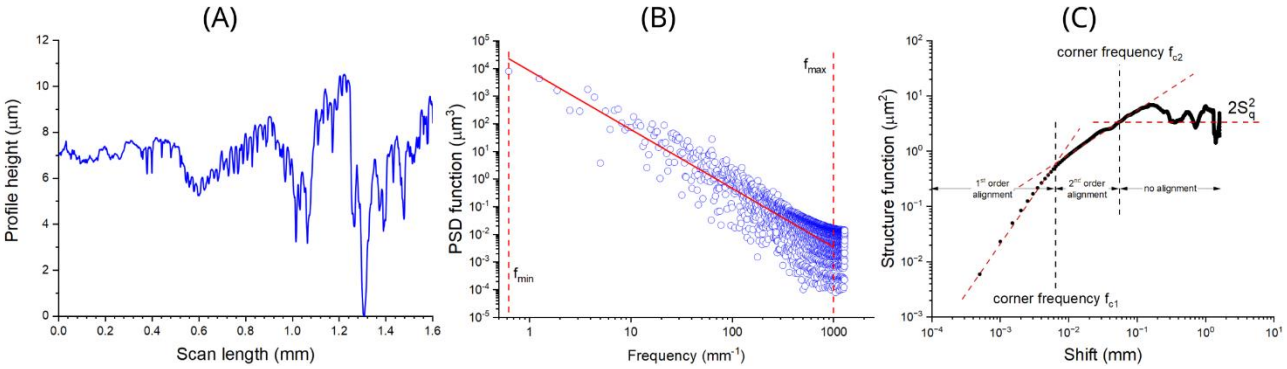


Fig. 1. Example height profile (A), and respective PSD function (B) as well as structure function (C) derived from it

Table 1. Fractal parameters derived from height profiles of the bores using PSD and SF functions

Bore depth [mm]	**S_q [µm]**	**PSD**		**SF**			
		D [-]	**C [-]**	**D_1 [-]**	**D_2 [-]**	**f_{c1} [µm]**	**f_{c2} [µm]**
70	1.32	1.44	0.065	1.04	1.49	5.00	38.0
2000	1.19	1.30	0.204	1.13	1.68	5.40	49.8

End of the table 1

4000	0.78	1.41	0.088	1.18	1.44	5.67	118
6000	0.92	1.33	0.170	1.13	1.83	5.63	59.4
8000	0.83	1.36	0.138	1.13	1.66	5.35	23.8

Conclusions. As a result of the analysis, it was found that both methods described in the paper allow for determination of the fractal parameters from the height profiles. However, obtained results are different depending on the method. Even though the surface roughness S_q steadily decreases with increasing bore depth, the fractal dimension D determined from the PSD function varies only slightly in relatively narrow range from 1.30 to 1.44 specific of moderately developed curves. Such a result might be due to the fact that the S_q is a measure of height variations at the very specific wavelength, whereas D reveals specific alignment pattern (the fingerprint of the manufacturing tool) embedded into otherwise flattening surface of the material. On the other hand, the SF method reveal bifractal – hence aggregated – structure of the outer layer, which apparently disagrees with that of PSD. However, the upper limit of the primary alignment is very low (around 5 μm), which covers the distance of only few scan steps. Hence this primary alignment quickly vanishes and turns into the secondary (main) alignment pattern. Due to large difference in fractal dimensions for these two alignments, the effective fractal dimension possibly falls somewhere in between, but closer to the secondary threshold since larger number of height data in this interval. In general, it appears as if the PSD gives us fractal dimension derived on the whole spectrum, whereas that from SF is determined for subranges.

R e f e r e n c e s

1. Streubel A. *Obróbka długich otworów*. Wrocław, WPW, 1993.

2. Grzesik W., Małecka J., Kowalczyk D., Kiszka P. *Wear behavior of nitride ceramic cutting tools In the machining of nodular cast iron*. Advances In Manufacturing Science And Technology, vol. 35, No.2, 2011, s. 5-16.

3. Mainsah E., Greenwood J.A., Chetwynd D.G. (2001). *Metrology and Properties of Engineering Surfaces*, Kluwer Academic Publishers.

4. Bushan, B. (Ed.) (1999). *Handbook of Micro/Nano Tribology* (2nd ed.) CRC Press.

5. Mandelbrot, B. B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman, New York.

6. Majumdar, A. and Tien, C. L. (1990). *Fractal Characterization and Simulation of Rough Surfaces*, Wear, 136, 313-327.

7. B.K. Shivamoggi, Multifractal aspects of the fine-scale structure of temperature fluctuations in isotropic turbulence, Physica A 221, 1995. 460-477.

8. R.S. Sayles, T.R. Thomas, The spatial representation of surface roughness by means of the structure function: a practical alternative to correlation, Wear 42 (1977) 263-276, 10.1016/0043-1648(77)90057-6.

РОТАЦІЙНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ

Столярчук Д.П. **–** студент, *stlk16dns@gmail.com*
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н. , проф. *info@zmok.kiev.ua*
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ

ROTARY DEVICES FOR AUTOMATIC WELDING OF HYDRAULIC CYLINDERS AND THEIR ELEMENTS

Stoliarchuk D. **–** student, *stlk16dns@gmail.com*
Kuznetsov Y. **–** Doctor of Technical Sciences, Professor, *info@zmok.kiev.ua*
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Ukraine, Kyiv

The overview analysis of existing automatic rotary welding machines, the conditions of their effective use and directions of further research on the improvement of methods of planning and organization of work with the prospect of wider integration of such equipment in the machine-building industry of Ukraine.

Keywords: *arc welding, universal rotary welding device, machine-building industry of Ukraine modular principle.*

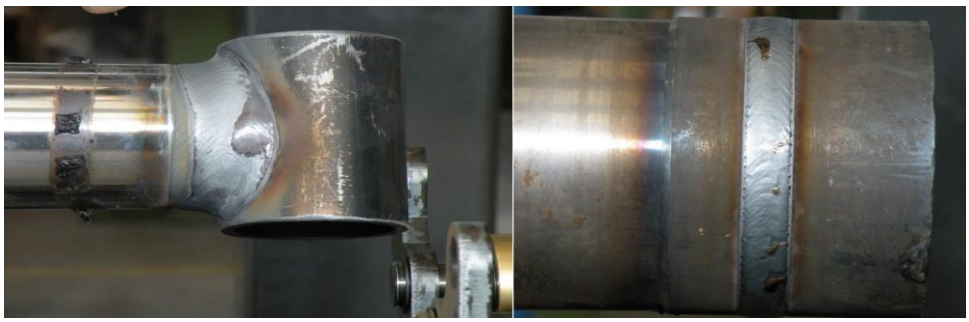
Актуальність дослідження зумовлена потребою українських підприємств, що займаються виготовленням спецтехніки, у якісному та універсальному обладнанні за доступну ціну для власного виробництва в основному гідроциліндрів взамін дороговартісним імпортним.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу існуючих ротаційних зварювальних установок, умов їх ефективного використання та напрямів майбутніх досліджень із покращення методів планування й організації робіт, з перспективою ширшого впровадження такого обладнання в українській машинобудівній промисловості.

На даний момент є успіхи у виготовленні букс, штоків та інших елементів гідроциліндрів, проте залишається проблема якісної зварки, оскільки для цього потрібно установку, яка дозволить отримати не тільки красивий шов, а й забезпечуватиме рівномірний та повний провар і, відповідно, повну герметичність гідроциліндра. Створення якісного продукту дозволить не

тільки успішно встановлювати його та експлуатувати на власній техніці, а й дозволить вийти вітчизняному продукту на іноземний ринок.

Автоматичне зварювання – це технологічний процес одержання нероз'ємного з'єднання двох і більше частин, що характеризується відносно низькою вартістю, високою продуктивністю і досить високою механізація процесу.



Риунок. 1 – Приклад шва, отриманого з допомогою зварювальної установки Joda Horizontal виробництва Carpano Equipment [1]

Зварювальний процес вимагає повороту заготовки в просторі, тому ці рухи призвели до необхідності створення механізмів, які здатні автоматично орієнтувати заготовки, швидко і надійно закріплювати їх і потім обертати зі швидкістю зварювання. Саме це є завданням автоматичних ротаційних зварювальних апаратів. Загалом такі установки можуть використовуватись майже на всіх операціях зварювального виробництва, таких як наплавлення, складання, зварювання тощо, тому вони будуть корисні і в інших сферах, де присутнє зварювальне виробництво [2]. Звісно ж, сама ротаційна установка без хорошого зварювального апарату, бажаного результату не принесе, тому, при розгляді зварювальної установки в цілому, потрібно не забувати про це й розглядати фактично роботу двох машин в парі.

Сьогодні на ринку в основному представлені установки, що за своєю конструкцією є досить простими та зрозумілими і чимось схожі на токарний верстат.

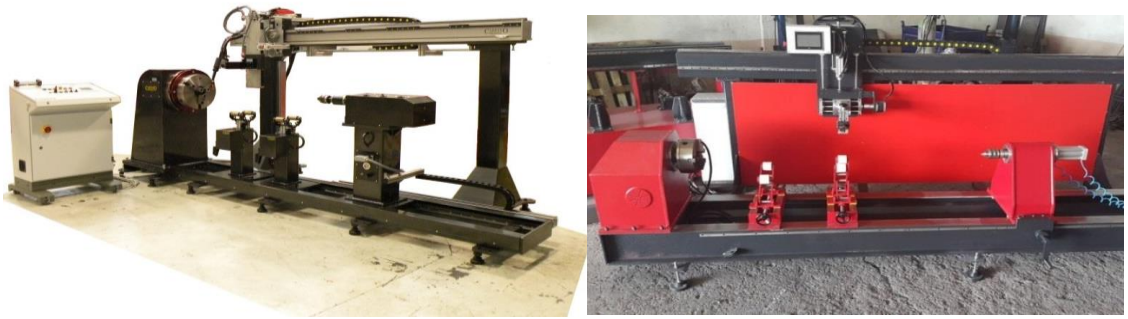


Рисунок 2 – Зварювальні установки Joda Horizontal італійського виробника Carpano Equipment [1] та WWDKM-1000 турецького виробника Welkon Welding [3]

Такі установки зазвичай обладнані відносно простою системою ЧПУ, що не лише контролює обертальний рух заготовки, але також може рухати пальником, що, при правильному налаштуванні, дозволяє отримати шов будь-якої конфігурації.

Окрім приварювання кришок гідроциліндрів, також важливо якісно приварити фітинги, до яких під'єднуватимуться гідравлічні рукави. Даний технологічний процес також потребує механізації, тому і для цього випадку придумані окремі установки.



Рисунок 3 – Автоматична зварювальна установка фітингів китайського виробника HAOYU [4]

Установки такого класу вже більше нагадують вертикально-фрезерний верстат, тут заготовка не обертається, сам фітинг прижимається конусним прижимом до гідроциліндра й пальник із рівномірною швидкістю обварює деталь по колу навколо вертикальної осі. Такі установки також керуються програмно.

Висновок. В результаті проведеного аналізу даного типу установок визначена основна проблема, а саме відсутність одної універсальної компоновки, яка дозволить виконувати усі операції на одному верстаті та в кращому випадку за одну установку. Доцільно створити автоматизовану ротаційну установку на модульному принципі, як компоновку у вигляді комбінації двох установок, що значно б розширило її функціональні можливості. Це дозволило б споживачу купувати одну установку замість двох та отримати такий самий ефект при менших витратах. Дане рішення ідеально підійшло б для одиничного, дрібносерійного і навіть серійного виробництв.

Література

1. Hydraulic cylinders welding. URL: https://www.carpano.it/2017/07/17/hydraulic-cylinders-welding/ (дата звернення: 28.03.2023).

2. Кузнєцов Ю.М. Morphological synthesis of the universal rotary welding device. Journal of the Technical University of Gabrovo 66 (2023) 1-4.

3. Circular Welding Machine. URL: http://surl.li/fxoyg (дата звернення: 28.03.2023).
4. Pipe And Nipple Automatic Welding Machine. URL: http://surl.li/fxoyt (дата звернення: 28.03.2023).

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ПРИ РЕМОНТІ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Таєвський Д.О. – студент
Демченко В.О. – к.т.н., доц., *dem4enko.vo@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

STATUS OF SUCCESSFUL OWNERSHIP AND DIAGNOSIS METHODS DURING REPAIR OF ROUGH STORAGE WAREHOUSE

Taevskiy D. – student
Demchenko V. – Ph.D., dem4enko.vo@gmail.com
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The actuality of the research is brought about by the promotion of new possessions in the halls, and the aggravation of the mechanisms of a dry warehouse, the development and deployment of new technologies for control, diagnostics of nodes, and parts for an hour of repair and maintenance. The nature of the songs is poshkodzhen, scho viklikani ekspluatatsiynim ekspluatatsiynim chi ruinivnimi vlivi navkolyshny sredovischa, to rob ї їyavlennya for podpomogoyu znichaynykh methodiv (such as kontaktiy chi vizualnyy glance) complicate chi vzagali impossibly. The most up-to-date information about the camp of technical objects can be taken away only by high-tech diagnostic methods and advanced methods, the principles of which are based on physical laws.

Keywords: *non-ruining control, flaw detection, ultrasonic diagnostics, magnetic particle method, chromatic method, vortex strum*

Актуальність дослідження зумовлена впровадженням новітнього обладнання на залізницях та ускладнення механізмів рухомого складу вимагають розробки та застосування нових технологій контролю та діагностики вузлів та деталей під час його ремонту та обслуговування. Характер певних видів пошкоджень, що викликані експлуатаційним зносом чи руйнівними впливами навколишнього середовища, робить їх виявлення за допомогою звичайних методів (такими як контактний чи візуальний огляд) ускладненим чи взагалі неможливим.

Найбільш повна інформація про стан технічних об’єктів може бути отримана лише завдяки високотехнологічному діагностичному обладнанню та відповідним методам, принципи дії яких засновуються на фізичних законах.

Метою даної роботи є розгляд, аналіз та порівняння ефективності ряду сучасних способів контролю та діагностики.

Одним розповсюджених методів неруйнівного контролю вузлів та деталей є метод відображеного випромінювання, також відомий як луна-метод [1]. Даний метод заснований на реєстрації хвиль, полів чи потоків елементарних часток, відображених від місця пошкодження чи поверхні розділення двох середовищ. До необхідного обладнання відносяться ультразвукові дефектоскопи (в локомотивних депо застосовуються випромінювачі УЗД-64) та передавальні індикатори [4].

Розглянемо процес діагностики за даним методом на прикладі поршня від локомотивного компресора КТ6. Після ретельної очистки, деталь необхідно вкрити шаром мастила для ліквідації повітряного прошарку між індикатором та поверхнею для кращого проникнення коливань в метал. Після увімкнення та налаштування дефектоскопа, деталь розміщують на роликах та щільно притискають до неї індикатор. Імпульсний генератор через рівні проміжки часу посилає короткі електричні імпульси на п’єзоелектричну пластину індикатора, що перетворює дані імпульси на ультразвукові і направляє їх на контрольований об’єкт. Одночасно починає працювати генератор розгортки. При відсутності пошкоджень, імпульси відображаються від поверхні об’єкта і сприймаються пластинами індикатора та знову перетворюються на електричні. В разі наявності пошкоджень, від його поверхні відобразиться лише частина коливань, решта ж відобразиться від поверхні пошкодженої області. Місцезнаходження та розмір пошкоджень визначають за висотою сигналів, що відображається на екрані дефектоскопа.

Перевагами методу відображеного випромінювання (луна-методу) є висока точність, можливість виявлення глибинних пошкоджень як у окремих деталей, так і у цілих вузлів без необхідності їхнього розбору, та можливість застосовувати даний метод на будь-яких матеріалах та безпека для людини. Однак, перевірка кожного типу деталі потребує виготовлення окремих індикаторів з урахуванням форми об’єкту. Наприклад, індикатор, використаний для діагностики поршнів компресорів, не може бути застосований для огляду його валу. Також даний метод вимагає знання особливостей роботи апаратури та навичок розшифрування пошкоджень.

Іншим видом неруйнівного контролю є вихрострумовий метод [1]. Для цього виду діагностики використовуються електромагнітні дефектоскопи типів ВД-1ГА, ППД-2М чи ВЦД-2М [2]. Даний метод заснований на взаємодії

власного електромагнітного поля котушки дефектоскопа з електромагнітним полем вихрових струмів, що створюються цією котушкою в об'єкті, що потребує контролю. Коли до об'єкту підноситься котушка, по якій протікає змінний струм, на його поверхні виникають вихрові струми, магнітне поле яких направлене назустріч полю котушки. Характер розповсюдження струмів змінюється при наявності в об'єкті пошкоджень, змінюючи при цьому амплітуду, симетрію та фазу їх поля. Пошкодження виявляють за зміною амплітуди і фази струму в котушці збудження чи прийому. На чутливість вихрострумового методу впливає відстань між датчиком і об'єктом, форма, розміри та їх взаємне розташування.

Магнітопорошковий метод [3] є одним з найбільш розповсюджених методів діагностики деталей на залізничному транспорті, відноситься до магнітних методів контролю. Він заснований на реєстрації магнітних полів над пошкодженими областями, в якості індикатора використовується магнітний порошок у вигляді аерозолю чи суспензії. Потоки розсіяння, що виникають в місцях дефектів, притягують до себе частки порошку, що рухаються по поверхні об'єкту контролю та концентруються навколо пошкоджень, показуючи їх форму та довжину.

Перед здійсненням діагностики деталь може бути намагнічена полюсним чи без полюсним (циркулярним) способами. У першому випадку деталь намагнічується за допомогою спеціальних електромагнітів чи соленоїдів. При безполюсному способі деталь включають в електричний ланцюг чи розміщують всередині неї потужний провідник.

На ремонтних підприємствах широко застосовують дефектоскопи типів ДГЕ-М, ДГС-М та ДГН [4], що намагнічують деталі полюсний спосіб. Дефектоскопи можуть бути як змінного, так і постійного струму.

Магнітопорошковий метод дуже ефективний при виявленні поверхневих та близьких до поверхні пошкоджень. До його переваг відноситься низька вартість, простота виконання, висока чутливість та наочність. Недоліками цього методу є необхідність розмагнічування деталей після контролю, неможливість контролю вузлів без їх розбору та неможливість його застосування до деталей з сталей аустенітного класу та кольорових металів.

Для виявлення невидимих неозброєним оком дефектів широко застосовується кольоровий (хроматичний) метод, в основі якого лежить реєстрація контрасту кольорового індикаторного сліду на фоні поверхні об'єктf [5]. Перед діагностикою поверхню деталі очищають та знежирюють за допомогою ацетону чи розчинників та висушують. Після цього деталь занурюють в індикаторну рідину, залишки якої видаляють після проникнення рідини в пошкоджені ділянки. На поверхню наносять тонкий шар проявляючої

фарби, під дією якої на ній з'являється індикаторний слід, що копіює форму дефектів, таких як пори чи тріщини. Видом кольорового методу є люмінесцентний метод [6], технологічний процес якого майже не відрізняється від хроматичного. Головною відмінністю є тип індикаторної рідини: в даному випадку застосовуються фарби, що містять люмінофори – речовини, що світяться під дією довгохвильових ультрафіолетових променів. При люмінесцентному методі контролю використовується переносний дефектоскоп КД-31Л, що являє собою ультрафіолетовий випромінювач, з'єднаний кабелем з регулювальним апаратом.

Кольоровий та люмінесцентний методи прості у виконанні, не потребують спеціальної освіти та недорогі. Однак ці методи не дозволяють виявляти глибинні дефекти, вимагають оптимальних температурних умов, пари хімічних речовин, що використовуються під час діагностики, можуть загрожувати пожежній безпеці та здоров'ю людей.

Висновок. Проведений аналіз демонструє, що застосування методів контролю обмежується типами та властивостями деталей та дефектів. Так, ультразвукова діагностика має широку область застосування, виявляє глибинні пошкодження та економить час, проте потребує додаткових навичок та витрат на обладнання. Вихрострумовий метод дозволяє швидко дослідити деталь, однак має обмеження за типами деталей та глибиною огляду. Магнітопорошковий та хроматичний методи недорогі та наочні, однак не можуть бути застосовані до зібраних вузлів, потребують додаткових часових затрат та заходів захисту.

Попри те, що вищеописані методи вимагають спеціального обладнання та спеціального навчання для персоналу ремонтних підприємств, їхню важливість неможливо переоцінити. Завдяки ним можливо виявити та усунути найменш помітні види дефектів, що має ключове значення для безпеки руху на залізницях та довговічності рухомого складу. Різні підходи до діагностики допомагають визначати найбільш оптимальні способи ремонту, економлячи необхідний для його проведення час.

Література

1. Неруйнівний контроль і технічна діагностика: довідник / Під ред. З.Т. Назарчука. Львів: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2001.

2. Білокур І.П. Основи дефектоскопії: під-к. К.: «Азимут-Україна», 2004. 552 с.

3. Білокур І. П. Елементи дефектоскопії при вивченні неруйнівного контролю.К.: НМК ВО, 1990. 252 с.

4. Бублик Г.Ф. Фізичні процеси в приладах і системах: навч. посібник. К.: Либідь, 1997. 200с.

5. Бабак В.П., Хандецький В.С., Шрюфер Е. Обробка сигналів: підручник для студ. техн. спец, вузів. К.: Либідь, 1999. 496 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСОБІВ РЕМОНТУ ТИПОВИХ І КОМПОЗИТНИХ КРИШОК ЛЮКІВ НАПІВВАГОНІВ

Фомін О.В. – д.т.н., проф., *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Козинка О.С.– аспірант, *kozynka1520mm@gmail.com*
Лісничий В.С. – аспірант, *jluca1301@gmail.com*
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

FEATURES OF REPAIR TOOLS FOR TYPICAL AND COMPOSITE HATCH COVERS OF GONDOLAS

Fomin O. – Doctor of Technical Sciences, Professor, *fominaleksejviktorovic@gmail.com*
Kozynka O. – Postgraduate student, *kozynka1520mm@gmail.com*
Lisnichij V. – Postgraduate student, *jluca1301@gmail.com*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

Modern installations for repairing hatch covers of universal gondolas are considered, which will prevent the possible loss of bulk cargoes and increase the level of train traffic safety. In order to avoid the minimum number of malfunctions of the rolling stock, all wagons must undergo high-quality maintenance at the points of preparation of wagons for transportation, at the stations of formation and disassembly of trains, and on the road - at the stations provided for in the train schedule. The responsibility for the quality of the performed maintenance, repair and safety of the movement of wagons should rest with the employees who directly perfor the maintenance and repair.
Keywords: *gondolas hatch cover, repair facilities, universal gondola, train safety.*

Актуальність теми. Залізничний транспорт є основним видом транспорту України, що має найважливіше значення для нашої країни. Велике значення має раціональність конструкції вагонів та їх техніко-економічних показників, провізну спроможність доріг, можливість широкого впровадження механізації та автоматизації при виготовленні та ремонті вагонів, а також їх експлуатації. Розгляд засобів ремонту кришок люків напіввагонів вагонного господарства на Укрзалізниці. Вирішення проблем автоматизації контролю технічного стану вагонів у процесі їх експлуатації пов’язане зі зміною всієї системи ремонту і технічного обслуговування вагонів.

Метою роботи є аналіз засобів ремонту типових і композитних кришок люків напіввагонів. Несправності кузовів напіввагонів, особливо кришок люка, призводять до втрат сипучих вантажів [1, 2, 3, 4], тобто конструкція кузова напіввагона не дозволяє забезпечити збереження вантажу, що перевозиться, а це, у свою чергу, також впливає на безпеку руху поїздів. Тому нами були розглянуті елементи кузова напіввагона, а точніше конструкція кришок люків [5, 6, 7].

Основний текст. Основна проблема, що виникає при експлуатації універсальних напіввагонів, це недостатнє забезпечення необхідного рівня безпеки руху поїздів і недостатнє забезпечення збереження вантажу, який перевозиться, що відбувається в результаті обриву петель, які тримають кришку люка, зрізання валиків або випадання останніх.

Розглянемо різні сучасні мобільні установки для правки кришок люків вагонів без їх демонтажу, стаціонарні преси для правки кришок люків при плановому ремонті вагонів в умовах депо.

Мобільна установка правки та заміни люків напіввагонів (рисунок 1) містить малогабаритне гусеничне шасі з гідроприводом, встановлену на ньому платформу з рухомою кареткою та поворотною стійкою, що має шарнірно закріплену спрямовуючу, встановлену з можливістю повертатися (підніматися та опускатися) на осі у вертикальній площині. На направляючій у спеціальних кишенях встановлено захоплення для зняття та встановлення люка, а на трубах двигуна виконані бобишки, на які встановлюється з наступною фіксацією захоплення. Досягається підвищення зручності експлуатації, маневреності, прохідності мобільної установки.



Рисунок 1 – Мобільна установка правки та заміни люків напіввагонів

Ремонтна машина на самохідному шасі з комплектом силових пристроїв, що здійснює безвідчіпний ремонт рухомого залізничного складу. Основне призначення пристрою – правка та заміна люків напіввагону. Установка також забезпечує зняття та встановлення автозчеплення вагона, обладнання, вузлів та механізмів, розташованих під рамою вагона, підйом та подачу деталей у важкодоступні місця при монтажних та демонтажних роботах.

Механізм для виправлення рамок люків універсальної ВРМ (рисунок 2), виправлення рамок люків піввагона здійснюється зусиллям гідравлічного циліндра, з’єднаного з балкою. Висуванням і поворотом телескопічної балки можна здійснити виправлення в доступному місці під вагоном. Для зручності роботи оператора органи управління встановлені поруч із механізмами.

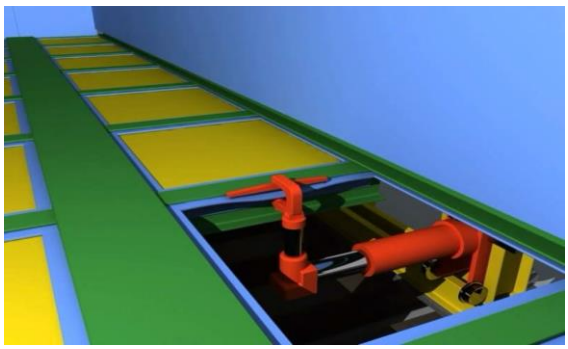


Рисунок 2 – Механізм для виправлення рамок люків універсальної ВРМ

Універсальна вагоноремонтна машина (ВРМ) призначена для виконання капітального й деповського ремонту вагонів.

Установка знімання та встановлення кришок люків напіввагонів (рисунок 3), під час проведення деповського ремонту. Основними перевагами установки є відсутність додаткових приводів та висока мобільність, що дозволяє безперешкодно проводити монтаж та демонтаж люків напіввагонів без додаткових пристроїв, здійснювати транспортування люків до місця проведення ремонту як у цехових умовах, так і на відкритих майданчиках. Так само в процесі експлуатації установки відпала необхідність використання підйомного крана при знятті та встановленні люків.



Рисунок 3 – Установка знімання-встановлення кришок люків напіввагонів

При використанні установки по зніманню-встановленню люків УЗВЛ-1 технологічні операції зняття, установки люка напіввагона, включаючи налаштування установки, займають 2-3 хвилини, а використання ручного гідронасоса та гідроциліндра в установці дозволяє працівникові в процесі зміни люків виконувати додаткові технологічні операції, що дозволяє підвищити продуктивність праці.

Установка правки люків напіввагонів (рисунок 4), призначена для виправлення кришок люків напіввагонів під час проведення ремонтно-відновлювальних робіт рухомого складу залізниць.

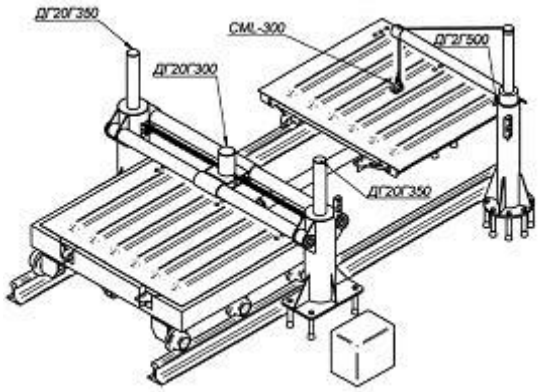


Рисунок 4 – Установка правки люків напіввагонів

Установка складається з силової рами з рейками, пересувного робочого столу, гідроциліндра. Переміщення робочого столу вздовж рейок, траверси, гідроциліндра приводу робочого інструменту з правильним переміщенням робочого інструменту вздовж траверси, гідроциліндра з кронштейном та магнітним захватом для встановлення кришки на робочому столі та її зняття.

Застосування магнітних захватів для фіксації кришки люка на робочому столі та роликового правильного робочого інструменту з гідроприводом регульованого зусилля притиску дозволяє виключити відновлення пружних деформацій після зняття зусилля редагування.

Загальні висновки. Як показала практика, використання нового гідравлічного обладнання суттєво економить час та мінімізує трудовитрати персоналу, скорочує витрати на технічне обслуговування та ремонт вантажних вагонів, а також покращує умови роботи оглядачів-ремонтників вагонів та слюсарів з ремонту рухомого складу.

Л і т е р а т у р а

1. Мартинов І.Е., Равлюк В.Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2013. Ч.2. 108 с.

2. Калашников В.И., Подшивалов Ю.С., Демченков Г.И Ремонт вагонов. М.: Транспорт, 1985. 238 с.

3. Руководство по деповскому ремонту грузовых вагонов железной дороги Украины колеи 1520 мм-ЦВ-0017.

4. Oleksij Fomin, Alyona Lovska, Vaclav Pistek, Pavel Kucera Research of stability of containers in the combined trains during transportation by railroad ferry // MM Science Journal March 2020. P. 3728-3733 DOI: 10.17973/MMSJ.2020_03_2019043

5. Okorokov, A.M. Research into a possibility to prolong the time of operation of universal semi-wagon bodies that have exhausted their standard resource / A.M. Okorokov, O.V. Fomin, A.O. Lovska, R.V. Vernigora, I.L. Zhuravel, V.V. Fomin// Eastern-European journal of enterprise technologies. 2018. – 3/7(93). – P. 20-26 (DOI: 10.15587/1729-4061.2018.131309). http://journals.uran.ua/eejet/article/view/131309

6. Oleksij Fomin, Alyona Lovska, Václav Píštěk, Pavel Kučera Dynamic load computational modelling of containers placed on a flat wagon at railroad ferry transportation // Vibroengineering Procedia. November 2019, Volume 29. P. 118-123 DOI: https://doi.org/10.21595/vp.2019.21132 https://www.jvejournals.com/article/21060

7. Lovska A, Fomin O, Píštěk V, Kučera P. Dynamic Load Modelling within Combined Transport Trains during Transportation on a Railway Ferry. Applied Sciences. 2020; 10(16):5710. https://doi.org/10.3390/app10165710. https://www.mdpi.com/2076-3417/10/16/5710

СЕКЦІЯ 9: АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУМЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

SECTION 9: CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF METROLOGY AND INFORMATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGIES

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МЕТРОЛОГІЇ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА ЯКОСТІ

Білецька А.В. – студент бакалаврату, bilezyka_av@gsuite.duit.edu.ua
Кульбовський І.І. – к.т.н., доц., kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

RELATIONSHIP OF METROLOGY, STANDARDIZATION AND QUALITY

Biletska A. – Bachelor student, bilezyka_av@gsuite.duit.edu.ua
Kulbovskyi I. – Ph.D., Associate Professor, kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper analyzes relationship of metrology, standardization and quality. Standardization is the process of developing, promoting and possibly mandating standards-based and compatible technologies and processes within a given industry. Quality control is used to check that requirements have been fulfilled. Metrology is the science of measurements, methods and means of maintenance of their unity and ways to achieve the accuracy demanded. It is how we ensure that we can confidently compare the results of measurements made all over the world.

Keywords*: metrology, standardization, quality, measurements, standards, measurement, metrological support, method, quality improvement.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що стандартизація та метрологія є запорукою якісного товару або послуги. Об'єктивна оцінка якості товару, її окремих показників, а також загального рівня якості за усім комплексом показників є вкрай необхідною. Вона є основою розробки комплексу заходів, що групуються у межах товарної політики, як головної складової комплексу маркетингу.

Метою роботи є знаходження взаємозв'язків між метрологією, стандартизацією та якістю. А також визначення можливості існування кожної діяльності окремо та який вплив вони мають один на одного.

Метрологія, стандартизація та якість – це три взаємопов'язаних концепції, які відіграють важливу роль у забезпеченні якості продукції та послуг, що виробляються.

Метрологія вивчає методи вимірювання фізичних величин та розробляє нормативну базу для вимірювань. Це допомагає забезпечити точність вимірювань та визначення параметрів продукту, які необхідні для контролю якості. Вимірювання, які здійснюються відповідно до вимог метрології, є об'єктивними та визначеними, що є основою для оцінки якості продукту.

Предмет метрології – це отримання кількісної та якісної інформації про властивості фізичних об'єктів і процесів, встановлення та застосування наукових організаційних основ, розроблення технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності й необхідної точності вимірювань. Нормативною основою метрології є державні стандарти, відповідні нормативні документи Держстандарту України, методичні вказівки та рекомендації [1].

Стандартизація встановлює спільні вимоги до продукції та послуг для забезпечення їх якості та безпеки.

Існує тісний взаємозв'язок метрології та стандартизації. Стандарти створюються на основі метрологічних вимірювань та досліджень і дозволяють виробникам розробляти та випускати продукцію, яка відповідає певним вимогам. Стандартизація також допомагає зменшити ризик помилок та несправностей, а також підвищити ефективність виробництва.

Взаємозв'язок метрології та стандартизації характеризується тим, що вимірювання, з одного боку, регламентуються різними нормативними документами на засоби вимірювальної техніки та методиками, а, з іншого боку, дотримання вимог нормативних документів забезпечуються методами і засобами вимірювальної техніки, контроль за їх виконанням.

В умовах жорсткої конкуренції на ринку актуальною вимогою стала висока якість товарів та послуг. Загальноєвропейський економічний простір відкриває нові можливості та перспективи для розвитку усіх галузей промисловості, але при цьому потребує нових інструментів та стратегій розвитку метрологічної системи держави. Сучасні зміни в методах контролю якості продукції значно підвищили вимоги до організації метрологічної діяльності підприємства [2], [3].

Якість визначається як ступінь відповідності продукту чи послуги вимогам, що встановлені метрологією та стандартизацією. Оцінка якості залежить від точності вимірювань та відповідності продукції стандартам.

Якість та метрологія впливають одна на одну, взаємно розвиваючись. Науково-технічні новації викликають потребу у розробці нових видів та одиниць вимірів, що стимулює розвиток фундаментальної та прикладної метрології, а це, у свою чергу, дозволяє впроваджувати нові прилади та пристрої для будь-якої сфери техніки.

Таким чином, успішне вирішення проблеми підвищення якості неможливе без створення ефективно діючої системи забезпечення єдності та необхідної точності вимірювань – метрологічного забезпечення та стандартизації.

Висновок. Застосування метрології та стандартизації допомагає забезпечити високу якість продукту або послуги та зменшити ризик відхилень від заданих характеристик.

Література

1. Коломієць Л.В., Воробієнко П.П., Козаченко М.Т., Налісний М.Б., Серебрін В.Л., Козаченко Л.О., Грабовський О.В., Лебединська Л.О. Метрологія, стандартизація, сертифікація та управління якістю в системах зв'язку. Одеса: ТОВ «ВМВ», 2009. 376 с. URL: https://dut.edu.ua/uploads/l_320_67935170.pdf

2. Стринадко М.Т. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Метрологія та стандартизація». Чернівці: Чернівецькийнаціональний. Університет імені Юрія Федьковича, 2022. 275 с.

3. Микийчук М., Столярчук П., Бубела Т. Основні завдання та ознаки метрологічного забезпечення якості продукції. 2013. URL: https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/3848/vtm74st20.pdf

4. Tom Morison. AN INTRODUCTION TO METROLOGY AND QUALITY IN MANUFACTURING. URL: https://www.heattreat.net/blogs/tom-morrison/2017/05/17/an-introduction-to-metrology-and-quality-in-manufacturing

5. Ivy Wigmore. Standardization. URL: https://www.techtarget.com/whatis/definition/standardization

6. METROLOGY, KEY IN QUALITY CONTROL. 2021 URL: https://www.nexonautomation.com/metrology-key-in-quality-control/

7. Ілляшенко С.М. Маркетингова товарна політика: підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. 234 с. URL: https://buklib.net/books/37647/

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Голубєва С.М. – аспірант, ст. викладач, glbvvnu@gmail.com
Морнева М.О. – доц., к.т.н., morneva@snu.edu.ua
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля
Україна, м. Київ

METHODS OF DETERMINING METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEMS

Golubieva S. – Postgraduate student, Senior Lecturer, glbvvnu@gmail.com
Morneva M. – Associate Professor, Ph.D., morneva@snu.edu.ua
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The relevance of the study is determined by the fact that measurement uncertainty is a basic concept related to what kind of measurement. It can be used for professional decision-making as well as for property evaluation in many areas both theoretical and experimental. Since the requirements for tolerances used in industrial production are becoming more and more strict, the role of measurement uncertainty in assessing compliance with these tolerances is growing more and more. The purpose of the work is to solve modern problems of metrological support of information and measurement systems (IMS).

Keywords: *information-measurement systems (IMS), metrology, measurement information, metrological support, methodology.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що невизначеність вимірювання – це основне поняття, пов`язане збудь - яким виміром. Воно може використовуватися для професійного прийняття рішень, а також для оцінювання властивостей у багатьох областях як теоретичних, так і експериментальних. Так як вимоги до допусків, застосовуваним в промисловому виробництві, стають все більш суворими, роль невизначеності вимірювань при оцінці відповідності цим допускам зростає все більше.

Метою роботи є питання вирішення сучасних проблем метрологічного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).

Вимірювання присутні практично у всіх видах людської діяльності, яка включає промислову, наукову діяльність, охорону здоров'я, безпечність та охорону навколишнього середовища, але обмежується не тільки ними. Вимірювання допомагає приймати рішення у всіх цих видах діяльності. Невизначеність вимірювання дозволяє тим, хто працює зі значенням вимірюваної величини, проводити порівняння при оцінці відповідності, отримувати ймовірність прийняття неправильного рішення, заснованого на вимірі і управляти ризиками.

У процесі нормування метрологічних характеристик інформаційних вимірювальних систем, визначальними постають питання вирішення сучасних проблем метрологічного забезпечення ІВС, що забезпечується:

1) застосуванням теоретичних методик визначення невизначеності вимірювань,

2) використанням методів що регламентують параметри невизначеностей та дозволяють проводити їх кількісне визначення під час реалізації обробки вимірювальної інформації складовими компонентами ІВС.

Дані методики регламентуються «Керівництвом по визначенню невизначеності вимірювань» [1]. Застосування вищевказаних методик вразовує похибки що виникають при взаємодії вимірювального каналу (ВК) інформаційної вимірювальної системи із об'єктом досліджень.

Керівництво по визначенню невизначеностей вимірювань регламентує способи оцінки невизначеності показань, під час відображення значень вимірюваної величини засобами вимірювальної техніки та встановлює підходи до визначення невизначеностей вимірюваної величини.

Згідно положень «Керівництва по визначенню невизначеностей вимірювань» виділяють 2 групи оцінки невизначеностей:

Оцінка невизначеності за типом А (мірою невизначеності якої є стандартне відхилення uA) проводиться методами статистичного аналізу. Вихідними даними для оцінки виступають ряди спостережень що формують масив виміряних даних.

Оцінка невизначеності за типом В (мірою невизначеності якої є стандартне відхилення uB) проводиться методами відмінними від статистичного аналізу.

Висновок. В результаті проведених досліджень невизначеність результату вимірювання, що виникає у процесі взаємодії засобу вимірювань (ЗВ) та досліджуваного об'єкту може бути виражена як стандартне відхилення або його еквівалент вважається стандартною невизначеністю.

Стандартне відхилення (або його аналог), що виникає під час проведення вимірювання, характеризує невизначеність результату вимірювання та визначає стандартну невизначеність вимірювання. Якщо у процесі проведення вимірювання його результат буде отриманий внаслідок розрахунку із значень ряду інших виміряних величин, мова буде йти про сумарну стандартну невизначеність, що є мірою невизначеності величини що виміряна [2].

Література

1. ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Метрологія. Застосування Руководства по выражению неопределенности измерений (РМГ 43-2001, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77097

2. Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник. Львів: Вид-во національного університету «Львівська політехніка». 2005. Т.1. 532 с.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СЕРТИФІКАЦІЇ

Гершун С.І. – бакалавр, gershyn_si@gsuite.duit.edu.ua
Кульбовський І.І. – к.т.н., доц., kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

PROSPECTIVE DIRECTIONS OF CERTIFICATION DEVELOPMENT

Gershun S. – Bachelor student, gershyn_si@gsuite.duit.edu.ua
Kulbovskyi I. – Ph.D., Associate Professor, kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

This article will discuss the prospective directions of certification development and its general concept and impact.

Keywords: *certification, standardization, procedure, quality management system, consumer.*

Мета дослідження: дізнатися, які є перспективи у сертифікації, яку вона роль відіграє для економіки; встановити можливість існування цієї діяльності окремо.

Основні матеріали дослідження. Вчені і науковці знаходять зародки сертифікації ще в давній період: клеймування виробів як підтвердження високої якості роботи майстра; процедура страхування багато століть супроводжувалася оцінюванням стану об’єкта, що засвідчувалося документально.

Якщо на ранніх етапах появи і розвитку сертифікації в її проведенні був зацікавлений виробник (з метою підвищення конкурентоспроможності своїх товарів) і споживач (для отримання гарантії відповідності певних характеристик виробів), то сьогодні вона перетворилась у норму торговельних відносин будь-якого рівня. До вирішення завдань сертифікації залучені громадські й приватні виробники, споживачі та наукові організації, уряди більшості країн, навіть міжурядові організації.

Квінтесенцією всієї діяльності з підтримання необхідного рівня якості товару або послуги є оцінювання їх відповідності встановленим вимогам. На цьому етапі на перше місце виходить сертифікація, яка являє собою визнаний у світі спосіб незалежного оцінювання відповідності продукції, процесів і послуг установленим вимогам.

Саме стандартизація і сертифікація становлять підґрунтя, на якому можливі розроблення, впровадження і функціонування сучасних систем управління якості (СУЯ). Окрім того, охарактеризовано діяльність зі

стандартизації і сертифікації в інших країнах. Окреслені напрями і перспективи міжнародного співробітництва України у галузі стандартизації і сертифікації.

Метою сертифікації продукції та послуг є:

1) запобігання реалізації продукції та надання послуг, небезпечних для життя, здоров'я та майна громадян і навколишнього природного середовища;

2) сприяння споживачу в компетентному виборі продукції та послуг;

3) створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві та міжнародній торгівлі;

4) підвищення конкурентоспроможності продукції та послуг на вітчизняному та міжнародних ринках;

5) підтвердження показників якості продукції та послуг, заявлених їх виробником.

На тепер у світовій та європейській практиці замість терміна «сертифікація» дедалі частіше застосовують терміни «підтвердження відповідності» та «оцінка відповідності». Останній термін є найбільш точним та універсальним, оскільки сертифікація як процедура підтвердження відповідності третьою стороною перестала бути основною формою цієї діяльності.

Оцінювання відповідності – це доведення, що встановлені вимоги до продукції, процесу, системи, особи або органу виконано шляхом випробування, здійснення контролю або сертифікації.

Основні принципи проведення підтвердження відповідності продукції та послуг:

1) координація дій органів виконавчої влади у сфері підтвердження відповідності і розмежування їх повноважень та уникнення дублювання;

2) неупередженість, прозорість та доступність процедур підтвердження відповідності;

3) застосування, з урахуванням існуючої міжнародної практики, способів підтвердження відповідності залежно від потенційного ризику;

4) забезпечення ідентичних процедур підтвердження відповідності продукції вітчизняного та іноземного походження;

5) гармонізація національних нормативно-правових актів щодо підтвердження відповідності до міжнародних та європейських;

6) неприпустимість підміни обов'язкового підтвердження відповідності добровільною сертифікацією;

7) сприяння розвитку сфери підтвердження відповідності в законодавчо нерегульованій сфері;

8) захист майнових інтересів заявників, дотримання вимог до конфіденційності інформації, отриманої в результаті робіт з підтвердження відповідності;

9) забезпечення повного та всебічного інформування з питань підтвердження відповідності всіх зацікавлених сторін.

10) орієнтація на зменшення терміну проведення процедури обов'язкового підтвердження відповідності та витрат заявника;

11) розроблення таких процедур оцінювання відповідності, які б не створювали або не призводили до створення зайвих перешкод у торгівлі;

12) урахування рівня розвитку науки і техніки, екологічних вимог, економічної доцільності й ефективності виробництва для виробника;

13) участь у розробленні нормативних документів усіх зацікавлених сторін.

Центри стандартизації сертифікації:

1) проводять контроль за дотриманням стандартів та інших нормативних документів і єдністю вимірювань в тому чи іншому регіоні;

2) поширюють інформацію про НД;

3) займаються організаційно-методичною і технічною діяльністю зі стандартизації, метрології, управління якістю та сертифікації;

4) оцінюють якість продукції і її випробовують.

Висновки. Можна зробити висновок, що сертифікація не пов'язана із забезпеченням того чи іншого рівня якості продукції або послуги, її змістом є лише гарантування споживачу того, що продукція виготовлена у повній відповідності до вимог стандартів або інших нормативних документів на певну продукцію чи послугу за однозначного тлумачення документів та об'єктивних методів перевірки. Але це не заважає відігравати сертифікації важливу й чинну роль для послуг і продукцій.

Література

1. Мєдвєдєва Н.А., Радько О.В., Близнюк О.Д., Регульський М.М. Стандартизація і сертифікація продукції та послуг: навч. посіб. К. : НАУ, 2013. 400 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1HAmYpafsNigVqfPQNlFelTiavVPb0bti/view

2. Сертифікація та оцінка відповідності. URL: https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/view.php?id=313265&chapterid=132525

3. Стандартизація і сертифікація продукції. URL: https://buklib.net/books/29712/

МЕТРОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ЗА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЄДНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ

Жабінець Ю.В. – студент бакалаврату, ghabinezy_yiv@gsuite.duit.edu.ua
Кульбовський І.І. – к.т.н., доц., kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Україна, м. Київ

METROLOGICAL SUPERVISION OF ENSURING UNIFORMITY OF MEASUREMENTS

Zhabinets Y. – undergraduate student, ghabinezy_yiv@gsuite.duit.edu.ua
Kylbovskyi I. – Candidate of Technical Sciences, Docent, kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The uniformity of measurements in the state is ensured by the State metrological system, its direction is quite broad, it includes: implementation of a unified technical policy in the field of metrology, protection of citizens and the national economy from the consequences of unreliable measurement results, saving of all kinds of material resources, raising the level of fundamental research and scientific development, ensuring the quality and competitiveness of domestic products, creating scientific and technical, regulatory and organizational foundations for ensuring the unity of measurements in the state.

Keywords: *the state metrological system, the uniformity of measurements, the state system of ensuring the unity of measurements, standard, State standard of Ukraine (SSU), measurement technique.*

Актуальність дослідження. Правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні регулюються Законом України про метрологію та метрологічну діяльність, згідно з якою єдність вимірювань - це стан вимірювань, за якого їх результати виражаються в узаконених одиницях вимірювань, а похибки вимірювань відомі та із заданою ймовірністю не виходять за встановлені межі [1].

Метою роботи є проведення метрологічного нагляду за забезпеченням єдності вимірювань, тобто відображення фізичних величин їхніми значеннями за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.

Державна система забезпечення єдності вимірювань (ДСВ) – це комплекс загальнодержавних нормативно-технічних і нормативних документів, які регламентують загальні правила, норми та вимоги, спрямовані на забезпечення єдності та необхідної точності вимірювань.

Основними нормативно-технічними документами ДСВ є державні стандарти, які регламентують загальні правила, норми та вимоги щодо одиниць фізичних величин та їх еталонів, метрологічної термінології, нормування метрологічних характеристик, метрологічної перевірки та випробувань засобів вимірювальної техніки, методик вимірювань і форм подання результатів вимірювань тощо.

Основні вимоги ДСВ такі:

результати вимірювань повинні виражатися в одиницях фізичних величин згідно з ДСТУ 3651.0-97;

проєктування, виробництво та експлуатація засобів вимірювальної техніки здійснюється під метрологічним наглядом згідно із Законом України про метрологію та метрологічну діяльність;

засоби вимірювальної техніки, призначені для серійного виробництва, підлягають випробуванням згідно з ДСТУ 3400-2000 [5] та МИ 154-86;

засоби вимірювальної техніки, що знаходяться в експлуатації, підлягають періодичній державній метрологічній перевірці згідно з ДСТУ 2708-99;

метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки, що підлягають нормуванню у нормативно-технічних документах на засоби вимірювальної техніки, повинні відповідати ГОСТу 8.009-84;

методики виконання вимірювань та характеристики похибок, які встановлюються відповідними нормативно-технічними документами, повинні відповідати ГОСТу 8.010-90;

форма подання похибок та результатів вимірювань повинна відповідати МИ 157-86 [2].

Поряд з цими та іншими базовими стандартами в складі ДСВ є стандарти, які регламентують конкретніші питання в окремих галузях вимірювань, наприклад, стандарти на конкретні засоби вимірювань, методи їх перевірки тощо. До складу ДСВ, крім стандартів, входять інші нормативно-технічні документи – технічні умови, інструкції, методики, методичні вказівки, правила тощо, які спрямовані на забезпечення єдності та необхідної точності вимірювань у різних галузях народного господарства [3].

Висновок. Метрологія відрізняється від інших природничих наук тим, що її фундаментальні положення приймаються за угодами, а не диктуються об’єктивними закономірностями. Це підкреслює наявність так званої законодавчої метрології – частини метрології, що містить положення, правила, вимоги та норми, які регулюються і контролюються державою для забезпечення єдності вимірювань. Метрологія є теоретичною основою вимірювальної техніки, одного з основних факторів технічного прогресу в усіх галузях діяльності людини [4]. Організаційною основою метрології є

метрологічна служба України. Нормативною основою метрології є державні стандарти, відповідні нормативні документи Держстандарту України, методичні вказівки та рекомендації.

Л і т е р а т у р а

1. Кухарчук В.В., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т., Грабко В.В. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник. Херсон: Олді-плюс, 2013. 538 с.

2. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність. К.: №1314- VII-ВР, 05.06.2014 р.

3. ISO 21748:2017. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty evaluation. 10 July 2017. 50 p.

4. Василевський О.М., Василевський, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Основи теорії невизначеності вимірювань: підручник. Вінниця: ВНТУ, 2015. 230 с. ISBN 978-966-641-632-5.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПОНДЕРОМОТОРНОГО ВАТМЕТРА НВЧ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ФЕРРИМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ

Комарова Г.Л. – к.т.н.,доц., komarova@kart.edu.ua
Булах Є.С. – магістр, bulah@kart.edu.ua
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

IMPROVEMENT OF MICROWAVE POWER METR ACCOUNT OF THE USE OF FERRIMAGNETIC RESONANCE

Komarova H. – Ph.D., Associate Professor, komarova@kart.edu.ua
Bulah E. – master's degree, bulah@kart.edu.ua
Ukrainian state university of railway transport
Ukraine, Kharkiv

Using ferromagnetic material as an electromagnetic transducer in mechanical energy and magnetic resonance phenomena yielded sufficient mechanical energy to rotate the harness ponderomotive wattmeter fixed at both ends by means of extensions or cores. At resonance, the moment of force is (6 ± 0,5) 10-8 N·m, which is 6·103 times more in comparison with the moment of forces achieved in the well-known works. High-precision microwave wattmeter with sufficient mechanical strength and reliability for industrial applications have been developed. The random error in the power measurement is 0,1 %.

Keywords: *cylinder system, ferrimagnetic resonance, electromagnetic energy, conversion, mechanical energy.*

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю зменшення похибки вимірювання енергії НВЧ в різних областях науки і техніки: прискорювачі

елементарних частинок, системи термоядерного синтезу, нагрів і обробка матеріалів і виробів в харчовій промисловості, радіолокації, телекомунікації [1], медицині [2].

Метою статті є удосконалення пондеромоторного ватметра за рахунок використання феримагнітного матеріалу у якості перетворювача електромагнітної енергії на механічну та явища магнітного резонансу для підвищення механічної міцності і вимірювання потужності в промислових умовах.

Основна частина. Одним з основних параметрів електромагнітної енергії, який потрібно контролювати при її використанні, є потужність.

У даний час для вимірювання потужності електромагнітної енергії НВЧ в промислових умовах використовуються ватметри, наприклад, DPM 5000-EX фірми «Bird Electronic Corporation», USA [3], R & S®NRP2 фірми «Rohde & Schwarz» [4], Похибка вимірювання потужності цими ватметрами становить 4-5 %.

Відомі зразкові пондеромоторні ватметри максимально наближені до еталона, котрі мають похибку вимірювання потужності рівну 0,2%. Використання цих ватметрів в промислових умовах неможливо, так як вони мають низьку механічну міцність**.**

У пондеромоторних ватметрах підвісна система закріплюється тільки з одного боку. Отриманою перетворювачем (металевим кільцем) механічної енергії від електромагнітної хвилі (~10^{-11} Н·м) недостатньо, щоб повернути перетворювач за умови, що підвісну систему в ватметрі закріпити з двох кінців.

З точки зору точності вимірювання пондеромоторні ватметри мають істотні переваги в порівнянні з вище перерахованими, тому що вимір потужності зводиться до вимірювання основних фізичних величин системи СІ - маси, довжини, часу.

Для збільшення силової дії електромагнітної енергій на пондеромоторний перетворювач металеве кільце замінимо на феритову кулю і розмістимо її в постійне магнітне поле [5].

Фізичну модель перетворення електромагнітної енергії НВЧ на механічну в пондеромоторному ватметрі можна представити наступним чином. В прямокутному хвилеводі, в якому розповсюджується електромагнітна енергія за допомогою хвилі H_{10}, розміщують феритову кулю радіусом R та діють на неї постійним магнітним полем ($\boldsymbol{B}_o$). Постійне магнітне поле ($\boldsymbol{B}_o$) перпендикулярне поверхні широкої стінки хвилеводу.

Перетворення електромагнітної енергії НВЧ в механічну відбувається наступним чином: ферит, із якого виготовлено перетворювач, складається із доменів, котрі мають магнітні моменти, що хаотично орієнтовані в просторі за рахунок природної теплової енергії.

Постійне магнітне поле ($\boldsymbol{B}_o$) індукує магнітне поле усередині феритової

кулі ($\boldsymbol{B}_{фо}$). Під дією цього поля, хаотично направлені в просторі магнітні моменти доменів ($\mathbf{p}_i$) отримають обертальний рух з постійною кутовою швидкістю ($\boldsymbol{\omega_o}$) навколо вектора магнітної індукції ($\boldsymbol{B}_{фо}$).

Хвиля H_{10} індукує електромагнітне поле з магнітною індукцією ($\boldsymbol{B}_ф$) усередині феритової кулі. Під дією складової вектора ($\boldsymbol{B}_ф$), перпендикулярної постійному магнітному полю ($\boldsymbol{B}_{фо}$), магнітні моменти доменів отримують момент сили ($\mathbf{M}_i=[\mathbf{p}_i \cdot \boldsymbol{B}_ф]$) для обертального руху в напрямку вектора магнітної індукції ($\boldsymbol{B}_ф$) та силу поступального руху в напрямку його неоднорідності ($\mathbf{F}_i= -\text{grad}(\mathbf{p}_i \boldsymbol{B}_ф)$).

Моменти сил, що діють на магнітні моменти доменів, узгодять їх обертальний рух з обертаючим вектором магнітної індукції ($\boldsymbol{B}_ф$) НВЧ (явище резонансу) за умов рівності кутової частоти електромагнітної хвилі ($\boldsymbol{\omega}$) та кутової частоти обертання магнітних моментів доменів ($\boldsymbol{\omega_o}$). При узгодженому обертанню векторів магнітних моментів доменів, всі вони будуть орієнтовані уздовж напрямку вектора магнітної індукції ($\boldsymbol{B}_ф$), а сили, що на них діють, будуть орієнтовані не хаотично, а в напрямку збільшення магнітної індукції електромагнітного поля НВЧ.

В момент узгодження обертального руху магнітних моментів доменів збільшується величина сили, з якою електромагнітне поле НВЧ діє на перетворювач та підвищується коефіцієнт корисної дії перетворювача електромагнітної енергії в механічну.

Схема удосконаленого пондеромоторного ватметру представлена на рис. 1. Він складається із відрізка прямокутного хвилеводу 4, електромагніта 3, крутильної головки 2, опори 8 та рухомої системи. Рухома система введена в відрізок хвилеводу за допомогою тонкої пружної нитки 1, яка закріплена з одної сторони до крутильної головки 2, з іншої – до опори 8. Рухома система включає в себе кварцовий стрижень, на якому розміщено невелике дзеркало 9 та дві сфери, які розмішено симетрично відносно осі стрижня. Одна сфера 5 виготовлена з фериту, інша – з кварцу. Кутове положення рухомої системи визначається за допомогою дзеркала 9, джерела світла 7 та шкали 6.

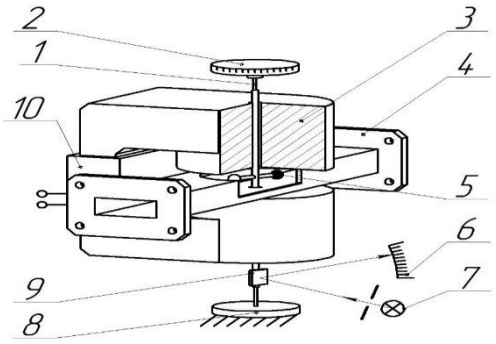


Рисунок 1 – Схема удосконаленого пондеромоторного ватметру

Ватметр працює таким чином. За допомогою крутильної головки 2 феритова куля розміщується в середній частині хвилеводу. Промінь світла від джерела при цьому буде співпадати з початком відліку на шкалі 6. При проходженні електромагнітної хвилі, що має потужність Р по хвилеводу вона буде діяти з моментом сили на феритову кулю. Під дією цієї сили та сили деформації пружної нитки, підвісна система змінить своє положення на кут φ, який пропорційний потужності Р. Коефіцієнт пропорційності між кутом φ та потужністю електромагнітної хвилі знаходиться за допомогою калібрування ватметра [6].

Момент сили з якою електромагнітна хвиля діє на феритову кулю дорівнює $(6\pm0,5)\cdot10^{-8}$ Н·м. Параметри пондеромоторного ватметра: потужність НВЧ 10 Вт, довжина хвилі 3,1 см, площа перерізу хвилеводу $10\cdot23$ мм^2, діаметр феритової кулі дорівнює 3,55 мм напруженість постійного магнітного поля 132,5 кА/м. Феритова куля розміщена на відстані 10 мм від осі обертання. Випадкова похибка вимірювання потужності дорівнює 0,1 %.

Висновки. Використання феримагнітного матеріалу у якості перетворювача електромагнітної енергії на механічну та явища магнітного резонансу дозволило отримати достатню кількість механічної енергії для обертання підвісної системи пондеромоторного ватметра, закріпленої з двох кінців за допомогою розтяжок або кернів. При магнітному резонансі, момент сили дорівнює $6\cdot10^{-8}$ Н·м, що в $6\cdot10^3$ разів більше в порівнянні з моментом сил, досягнутим в роботі [5]. Розроблено високоточний ватметр СВЧ з достатньою механічною міцністю і надійністю для промислового застосування. Випадкова похибка вимірювання потужності дорівнює 0,1 %.

Література

1. Ребров С.И. Электронная СВЧ техника. // Электронная техника. 2009. вып. 1 (500). С. 31-70.

2. Alsuhaima H. S. Effects of low power microwaves at 1.8, 2.1, and 2.3 GHz on l-Lactic dehydrogenase and Glutathione peroxidase enzymes / H. S. Alsuhaima, V. Vojisavljevica, E. Pirogovaab // Journal of Electromagnetic Waves and Applications. 2014. Vol. 28, No. 14. – P. 1726-1735.

3. The Bird® Model 5000-EX RF Digital Power Meter. Bird 5000-XT Digital Power Meter (New). URL: http://www.chuckmartin.com/category/Bird-5000-Digital-Meters-51 (дата звернення: 09.02.2023).

4. Digital Power Meter company Rohde & Schwarz. DISTEK – Instruments for Measurement. URL: http://www.distek.ro/en/Product/RF-Power-Meter-Rohde-and-Schwarz-NRP2-1076 (дата звернення: 09.02.2023).

5. Мартыненко Л.Г., Комарова Г.Л. Влияние ферримагнитного резонанса на преобразование энергии стоячей электромагнитной волны в механическую. // Вісті

вищих учбових закладів. Радіоелектроніка. 2020. 63(5), С. 290-299. DOI: https://doi.org/10.20535/S0021347020050039

6. Комарова Г.Л. Вплив феримагнітного резонансу на перетворення енергії електромагнітної хвилі ЗІГ-резонатором в механічну енергію. Радіотехніка. 2021. 4(207), С. 149-158. DOI: https://doi.org/10.30837/rt.2021.4.207.16

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Малецький Є.В. – магістрант, *maleckiy@kart.edu.ua*
Волошина Л.В. – к.т.н., ассистент, *ludmivol@gmail.com*
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

IMPROVING EXPERTISE OF ELECTRICITY METERS FOR HOUSEHOLD CONSUMERS

Maletskyi I. – master's student, *maleckiy@kart.edu.ua*
Voloshyna L. – PhD Tech., assistant, *ludmivol@gmail.com*
Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

The paper analyzes the state of regulatory and legal provision of expertise of electricity meters for household consumers. It was concluded that the text and content of the "Regulations on expertise of electrical energy metering devices for household consumers" do not comply with modern requirements. Proposals for improving the expertise process and Regulations were developed. It is considered appropriate to introduce changes and additions to the Regulation, in particular: the scope of the expertise and expert verification, and the registration of its results; composition, powers, procedure for formation of the commission that conducts the expertise; ensuring remote presence of the consumer during the expertise.

Keywords: *expertise, electricity meter, supplier and household consumer of electrical energy, verification, expert verification, metrological characteristics, legislation*

Актуальність теми. Експертиза лічильників електричної енергії у побутових споживачів у досудовому порядку за усталеною практикою проводиться відповідно до «Положення про проведення експертизи приладів обліку електричної енергії у побутових споживачів (далі – Положення), яке було затверджено Мінпаливенерго у 2003 році [1]. Єдині зміни до Положення вносились у 2011 році. За час, що минув з дати затвердження та внесення змін до Положення, відбулися зміни в законодавстві, нормативних документах з метрології, внаслідок поширення коронавірусної інфекції та військових дій з'явились обмеження та ускладнення на пересування громадян до місця

проведення експертизи для реалізації права особистої присутності під час експертизи, відбувся розвиток засобів зв'язку, що дозволяє забезпечувати дистанційну участь споживачів у експертизі. Вказані зміни можуть впливати на права, інтереси та обов'язки зацікавлених осіб, тому дослідження даної теми є своєчасним і актуальним.

Метою дослідження є аналіз законодавства, що стосується експертизи, визначення доцільності щодо удосконалення процесу експертизи, внесення змін та доповнень до Положення для приведення його у відповідність сучасним вимогам та дотримання балансу інтересів зацікавлених сторін, та розробка відповідних пропозицій, для чого потрібно вирішити такі завдання:

проаналізувати стан нормативно-правового забезпечення експертизи;

зробити висновок про відповідність процесу експертизи, тексту та змісту Положення сучасним вимогам;

розробити пропозиції про удосконалення процесу експертизи та Положення.

Основний текст. Побутові споживачі розраховується з електропостачальником за електричну енергію за показами розрахункових засобів обліку, як правило, такими є одно- та трифазні електронні та індукційні лічильники електричної енергії змінного струму (далі – лічильники). Для використання лічильників як розрахункових мають виконуватися встановлені щодо них вимоги. У разі невиконання встановлених вимог або сумнівів у їх дотримані за ініціативою електропостачальника або споживача можуть проводитись експертизи та експертні повірки лічильників [1, 2, 3].

За час, що минув з дати затвердження Положення, втратили чинність нормативно-правові акти та стандарти, зокрема:

«Правила користування електричною енергією для населення» [4] (далі – Правила), відповідно до яких передбачалось проведення експертизи, та закон, на виконання якого були затверджені ці Правила;

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», який був прийнятий у 1998 році;

наказ Держспоживстандарту, на який є посилання у Положенні, про затвердження методики визначення вартості метрологічних робіт;

державний стандарт, яким встановлювались організація та порядок проведення повірки, в тому числі – експертної повірки.

Натомість набули чинність:

«Кодекс систем розподілу» [5]; «Правила роздрібного ринку електричної енергії» [6]; Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [3] (набув чинність з 01.01.2016) (далі – Закон); накази щодо порядку проведення повірки та встановлення методики визначення вартості повірки; державний стандарт ДСТУ 6100:2009 «Лічильники активної електричної енергії змінного

струму статичні. Методика повірки (ГОСТ 8.584-2004, MOD)» [7].

Внаслідок вищезазначених змін відбулися зміни та доповнення в термінології; переліку суб'єктів господарської діяльності, які мають право проводити повірку, в тому числі експертну повірку; уточнено перелік стандартів та документів виробників про методики повірки лічильників.

Також, надано визначення, що «експертиза засобу комерційного обліку - комплекс заходів, які здійснюються з метою отримання даних щодо цілісності пломб, якими опломбовується засіб комерційного обліку, їх відповідності пломбам заінтересованих організацій, відповідності засобу комерційного обліку метрологічним характеристикам та умовам експлуатації» [6]. Зі змісту цього визначення з врахуванням Закону та методик повірки випливає, що персонал, який залучений до проведення експертизи для проведення експертної повірки має виконувати визначення «відповідності засобу комерційного обліку метрологічним характеристикам», оскільки згідно Закону [3] експертна повірка засобів вимірювальної техніки (далі – ЗВТ) – «повірка, яка проводиться у разі виникнення спірних питань щодо метрологічних характеристик, придатності до застосування і правильності експлуатації засобів вимірювальної техніки».

Крім того, у п. 8.4.4. [6] вказано – «Факт пошкодження пломб та/або індикаторів, та/або ЗВТ, факт втручання споживача в роботу ЗВТ, … має бути підтверджений експертизою, проведеною спеціалізованою організацією (підприємством), яка має право на її проведення відповідно до законодавства». А згідно п. 1.5. [1] – «Проведення експертизи лічильників електричної енергії здійснюється комісією у складі представників енергопостачальника та територіального органу Держспоживстандарту». Отже, вбачається неузгодженість між цими положеннями, крім того, енергопостачальник є зацікавленою стороною, що може мати вплив на результати експертизи.

У п. 2.2. [1] вказано щодо права споживача бути присутнім під час експертизи – «Експертиза лічильника, який належить споживачу або за збереження якого він відповідає, здійснюється у присутності споживача (за його бажанням)». Однак, враховуючи територіальну віддаленість місця проживання споживачів від місця проведення експертизи – як правило в обласних центрах, коронавірусні обмеження та обмеження в умовах воєнного стану на пересування громадян зазначене положення стає декларативним. В той же час, розвиток цифровізації та засобів зв'язку дозволяє частково вирішити цю проблему присутності споживача шляхом здійснення експертизи лічильника в режимі відео конференції.

Загальні висновки. В результаті проведеного аналізу були отримані такі результати:

1. Здійснено аналіз стану нормативно-правового забезпечення експертизи

лічильників електричної енергії у побутових споживачів.

2. Зроблено висновок про часткову невідповідність тексту та змісту Положення сучасним вимогам.

3. Проведено розробку пропозицій щодо удосконалення процесу експертизи та Положення. Вбачається доцільним внесення змін та доповнень до Положення, зокрема:

термінологічних та про уточнення переліку суб'єктів господарської діяльності, що мають право проводити повірку;

про методики повірки лічильників електричної енергії;

про обсяг експертизи та експертної повірки, та оформлення її результатів;

про склад, повноваження, порядок утворення комісії, яка проводить експертизу;

про забезпечення дистанційної присутності споживача під час проведення експертизи.

Таким чином, підсумовуючи, можна зробити висновок, що «Положення про проведення експертизи приладів обліку електричної енергії у побутових споживачі», в цілому досягає своєї мети – впорядкування взаємовідносин між електропостачальниками і побутовими споживачами під час проведення експертизи приладів обліку електричної енергії у побутових споживачів – однак потребує внесення змін та доповнень.

Література

1. Про затвердження Положення про проведення експертизи приладів обліку електричної енергії у побутових споживачів: Наказ Мінпаливенерго від 21.06.2003 № 322. Дата оновлення: 04.01.2011. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0565-03 (дата звернення: 19.03.2023).

2. Держенергонаглядом надано роз'яснення щодо якісного та надійного електропостачання URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245487235&cat_id=165307 (дата звернення: 19.03.2023).

3. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014 р. № 1314-VII. Дата оновлення: 01.01.2022. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18 (дата звернення: 19.03.2023).

4. Правила користування електричною енергією для населення: постанова КМУ від 26.07.1999 № 1357. Дата оновлення: 26.06.2018 (втрата чинності). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1357-99-п (дата звернення: 19.03.2023).

5. Про затвердження Кодексу систем розподілу: постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 310. Дата оновлення: 29.11.2022. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18 (дата звернення: 19.03.2023).

6. Про затвердження Правил роздрібного ринку електричної енергії: постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 312. Дата оновлення: 16.02.2023. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0312874-18#n1950 (дата звернення: 19.03.2023).

7. ДСТУ 6100:2009. Лічильники активної електричної енергії змінного струму статичні. Методика повірки (ГОСТ 8.584-2004, MOD). [Чинний від 2009–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 18 с.

MODERN MEANS OF MEASURING TECHNIQUE IN RAILWAY TRANSPORT

Panchenko A. – Bachelor student, *panchenko_aa@gsuite.duit.edu.ua*
Kulbovskyi I. – Ph.D., Associate Professor, *kulbovskyi_ii@gsuite.duit.edu.ua*
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology
Ukraine, Kyiv

The paper discusses the advanced technologies that have been developed and implemented in the railway industry for more precise and accurate measurements. The annotation highlights various modern tools and techniques used in the railway industry, such as laser technology, GPS technology, ultrasonic technology, and video technology. These technologies have significantly improved the accuracy of measurements and provided real-time data for effective decision-making, ensuring the safety and efficiency of the railway transport system. The theme is relevant to professionals in the railway industry, students, and researchers interested in the application of modern technologies in transportation systems.

Keywords*: railway transport, measuring technique, laser technology, GPS technology, ultrasonic technology, video technology, safety, efficiency.*

The relevance of the study is due to the rapid development of measuring equipment and their prospects for implementation for railway transport.

The purpose of this paper is to conduct a review analysis of the main modern means of measuring equipment in railway transport, their prospects and efficiency.

Main text. Rail transport has come a long way since its inception, and modern technology has greatly improved the measurement methods used in the industry. Here are some of the modern measuring equipment used in rail transportation:

Laser technology: laser measuring devices are widely used in railway transport to measure distances between objects, track alignment, and train speed. A laser measuring system can accurately measure distances of up to 200 meters [1].

GPS technology: GPS technology is used in rail transportation to measure the exact location of trains, track maintenance vehicles, and other objects. This technology ensures accurate positioning and helps to avoid collisions and delays [2].

Ultrasonic technology: Ultrasonic technology is used to measure the thickness of rails and wheels. It can detect defects in rails, including cracks, splits and missing bolts. Ultrasonic technology can also detect defects in wheels, such as flat spots and worn treads [3].

Video technology: Video technology is used in rail transport to inspect tracks, bridges and other infrastructure. It can provide a clear view of the track, allowing you to quickly identify any issues that need to be addressed [4].

Infrared technology: Infrared technology is used to detect hot spots on train wheels and brakes. This technology can help prevent fires and other safety hazards [5].

3D printing technology: 3D printing technology is used in rail transport to prototype new designs and parts. It can also be used to produce small batches of customized parts for repair and maintenance [6].

Big data analytics: Railroad companies use big data analytics to monitor the performance of trains, tracks, and other assets. This technology can help identify patterns and predict maintenance needs before they become critical [7].

Conclusion. In general, modern measuring equipment in railway transport has significantly improved the safety, efficiency and reliability of the industry.

R e f e r e n c e s

1. Cordis EU research result. (1 December, 2019). Using lasers to clear debris from railroad tracks. URL: https://cordis.europa.eu/article/id/422422-using-lasers-to-clear-debris-from-railroad-tracks

2. GPS leaders. GPS tracking for railway transport. URL: https://gpsleaders.com/gps-tracking-for-railway-transport/

3. Railway-News. (10 January, 2022). ENSCO rail introduces the ultrasonic rail flaw system (URFS). URL: https://railway-news.com/ensco-rail-introduces-the-ultrasonic-rail-flaw-system-urfs/

4. Railway supply. (3 November, 2022). British passenger trains are equipped with infrastructure monitoring systems. URL: https://www.railway.supply/en/british-passenger-trains-are-equipped-with-infrastructure-monitoring-systems/

5. VIGO photonics. Infrared Detectors for Railway Transport Safety. URL: https://vigophotonics.com/applications/infrared-detectors-for-railway-transport-safety/

6. Omni3d. (24 September, 2020). 3D printing in the Rail Industry. URL: https://omni3d.com/blog/3d-printing-in-the-rail-industry/

7. Thaduri, A. & Galar, D. & Kumar, U. ScienceDirect'. (2015). Railway Assets: A Potential Domain for Big Data Analytics. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915018268

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ СУЧАСНОГО ПРЕЦИЗІЙНОГО ІНСТРУМЕНТА

Роценко О.В. – магістр, budysov64@gmail.com
Комарова Г.Л. – к.т.н., доц., komarova@kart.edu.ua
Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES TO INCREASE ACCURACY IN THE DEVELOPMENT OF MODERN PRECISION TOOLS

Rotsenko O. – master, budysov64@gmail.com
Komarova G. – Ph.D., Associate Professor, komarova@kart.edu.ua
Ukrainian State University of Railway Transport
Kharkiv, Ukraine

The work analyzes the application of the latest technologies to increase the accuracy of measurements during the development of a precision instrument. Various technologies are considered, such as laser interferometers, 3D scanning, virtual calibration, which allow to reduce operator errors and increase the accuracy and quality of the final product. Analyzing calibration methods provides an understanding that the introduction of new technologies can help create a more accurate instrument, and this can have a positive impact on various industries.

Keywords*: laser interferometer, 3D scanning, virtual calibration, precision instrument, measurement accuracy.*

Актуальність дослідження зумовлена збільшенням вимоги до точності та якості виготовленої продукції. Високу точність вимірів може забезпечити прецизійний інструмент. Таким чином було проведено аналіз нових технологій, таких як лазерні інтерферометри, 3D-сканування і віртуальне калібрування. Застосування лазерних інтерферометрів дозволяє вимірювати відхилення та коливання інструменту з точністю до декількох нанометрів. 3D-сканування може допомогти візуалізувати форму та розміри деталей, що дозволяє більш точно планувати виробничі процеси та уникати помилок. Віртуальне калібрування дає змогу виконати регулювання та установку інструменту безпосередньо на комп'ютері, що зменшує час, затрачений на ці операції. Тому дослідження в цій області є актуальним та перспективним [1].

Метою роботи є вивчення можливостей використання нових технологій, таких як: лазерні інтерферометри, 3D-сканування та віртуальне калібрування, для підвищення точності і ефективності розробки сучасного прецизійного інструмента та впровадження цих технологій у виробництво.

У роботі було проаналізовано застосування лазерних інтерферометрів для

вимірювання відхилень та коливань інструмента, 3D-сканування для отримання точної інформації про форму та розміри деталей. Також розглянуто новий підхід до калібрування інструмента за допомогою комп'ютерних програм та визначено переваги та недоліки цих технологій при розробці прецизійного інструмента.

Основна частина. Методи калібрування прецизійного інструменту.

Метод використання лазерних інтерферометрів. Лазерний інтерферометр дозволяє вимірювати відстань з високою точністю та стабільністю, що дає можливість проводити калібрування прецизійного інструмента з більш високою якістю вимірювань.

Використовуючи лазерні інтерферометри для калібрування можна отримати: високу точність вимірювань з похибкою до кількох нанометрів; швидкість та ефективність калібрування; можливість проведення калібрування в режимі реального часу під час його використання; автоматизувати процес калібрування прецизійного інструмента, що зменшує ризик людської помилки та забезпечує стандартизацію процесу калібрування; високу повторюваність і стабільність результатів; можливість калібрування прецизійного інструмента різних розмірів, включаючи як малий діапазон вимірювання, так і дуже великий діапазон вимірювання [2].

Метод вимірювання 3D-скануванням. Він може бути корисним при калібруванні прецизійного інструмента, оскільки цей метод здійснює більш точне вимірювання та може допомогти виявити потенційні проблеми з точністю.

3D-сканування дозволяє отримати повну 3D-модель об'єкта. Це дає змогу здійснювати вимірювання в будь-якому напрямку та площини, що може бути особливо корисним для калібрування складних прецизійних інструментів з нестандартною формою. В процесі використанні 3D-сканування можна також здійснювати порівняння з моделлю, що дозволяє точно виявити будь-які відхилення. Під час роботи пристрої сканування реєструють форму та розміри об'єкта, а програмне забезпечення здійснює обробку даних так створюється 3D-модель інструмента [3].

Метод віртуального калібрування. Цей метод дозволяє проводити віртуальне калібрування прецизійних інструментів за допомогою програмного забезпечення. Він використовується для оцінки точності вимірювань. Метод віртуального калібрування полягає у використанні комп'ютерних програм, які дозволяють симулювати вимірювання інструмента на зразках з відомими розмірами.

В процесі віртуального калібрування програма порівнює результати вимірювань прецизійного інструмента зі зразком з відомими розмірами та обчислює похибку вимірювання. Ця похибка використовується для

коригування налаштувань інструмента, щоб забезпечити точність вимірювань.

При застосуванні віртуального калібрування не потрібне використання фізичних зразків для калібрування, що може знизити витрати на обладнання та зберегти час. Крім того, віртуальне калібрування дозволяє швидко виявляти та виправляти проблеми з точністю вимірювань без необхідності проводити повторне калібрування на фізичних зразках [4].

Висновки. Проаналізувавши впровадження технологій лазерних інтерферометрів, 3D-сканування, віртуального калібрування, для підвищення точності вимірювань при розробці прецизійного інструмента можна зробити висновок, що впровадження цих технологій відкривають нові можливості в області вимірювань. Так як ці технології мають такі переваги: висока точність вимірювань та контролю якості інструментів; скорочення часу виробництва та зниження витрати на контроль якості та калібрування.

Інноваційність цих методів дозволяє підприємствам бути конкурентоспроможними на ринку та забезпечувати якість виробництва відповідно до вимог клієнтів, а автоматизація допомагає автоматизувати процеси вимірювання, зменшити кількість людських помилок та покращити безпеку на робочому місці.

Вдосконалення процесу розробки забезпечує більш детальну та точну інформацію про характеристики інструментів, що допомагає у підвищенні їх якості та зниження ризику браку.

Універсальність застосування цих технологій дозволяє використовувати їх для різних типів інструментів.

Отже впровадження цих технологій у виробництво є доцільним та актуальним тому що це забезпечить ефективну та якісну роботу підприємств, а також зменшить витрати на виробництво.

Література

1. Закон України № 1314-VII від 5 червня 2014 року «Про метрологію та метрологічну діяльність». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18 (дата звернення: 27.03.2023).

2. Пупань Л.І. Лазерні технології у машинобудуванні: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ» 2020. 106 с.

3. Слинько В.М., Степашко Є.В., Черненко В.А., Яцишин О.О. Технології 3D-сканування в машино- та приладобудуванні. Київ: НТУУ "КПІ", 2014. 210 с.

4. Яценко М.М., Рубан В.В., Денисюк В.І. Віртуальне калібрування вимірювальних приладів. Київ: Кондор, 2014. 256 с.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Яцуміра А.А. – магістрантка, *mvt-22dm-915@snu.edu.ua*
Морнева М.О. – к.т.н., доц., *morneva@snu.edu.ua*
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля
Україна, м. Київ

HISTORY OF THE INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEMS

Yatsumira A. – master, *mvt-22dm-915@snu.edu.ua*
Morneva M. – Associate Professor, Ph.D., *morneva@snu.edu.ua*
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Ukraine, Kyiv

The relevance of the study is determined by the fact that there is no classification of information-measurement systems in metrological normative documents. The development of information-measurement systems (IMS), starting from the 50s of the 20th century, is characterized by the creation of systems of several generations. An attempt to classify IMS is given, which takes into account the trends of the modern information stage of the development of measurement systems: functional purpose, the number and dynamics in space and time of measurement values.

Keywords: *information-measurement systems (IMS), metrology, microprocessor technology, measurement information.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що не існує класифікації інформаційно-вимірювальних систем у метрологічних нормативних документах.

Метою роботи є спроба класифікації ІВС, яка враховує тенденції сучасного інформаційного етапу розвитку систем вимірювань.

Розвиток інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), починаючи з 50-х років XX століття, характеризується створенням систем декількох поколінь.

Для першого покоління ІВС характерним є формування методології і концепції створення ІВС як системної структури сумісного функціонування засобів формування, опрацювання і передачі даних вимірювань. Це були системи централізованого циклічного отримання вимірювальної інформації з елементами обчислювальної техніки. Відповідний період розвитку таких систем (50-60-ті роки XX ст.) іменують періодом детермінізму [1].

Друге покоління ІВС пов’язано з використанням адресного збору вимірювальної інформації і її опрацюванням засобами обчислюваної техніки. Елементну базу ІВС складали мікроелектронні компоненти малої та середньої степені інтеграції. Цей період (70-ті роки XX ст.) іменують періодом стохастичності.

Третє покоління ІВС широко застосовує мікропроцесори і промислові

функціональні електронні модулі, сумісні між собою за інформаційними, метрологічними, конструктивними, енергетичними та експлуатаційними характеристикам. Це період (80-ті роки XX ст.) створення просторово-розподілених і програмованих ІВС.

Четверте покоління ІВС (90-ті роки XX століття) пов’язане зі стрімким розвитком обчислювальної техніки і створенням гнучких програмованих ІВС. В таких системах основну роль відіграє користувач-дослідник, який має можливості змінювати програму функціонування ІВС для вирішення відповідних задач вимірювання.

П’яте покоління ІВС розвивається на початку XXI століття і характеризується створенням адаптивних, віртуальних і інтелектуальних систем вимірювань з використанням персональних комп’ютерів і сучасних інформаційних вимірювальних технологій.

У нормативних документах метрології класифікація ІВС не наведена [2] і це пояснюється таким:

у класифікації ІВС необхідно чітко виділити класифікаційні ознаки, а це для всіх видів і поколінь ІВС зробити практично неможливо;

класифікацію ІВС можна лише умовно провести на певному етапі розвитку ІВС в зв'язку з динамікою змін елементної бази та ІВТ.

Наведена спроба класифікації ІВС, яка враховує тенденції сучасного інформаційного етапу розвитку систем вимірювань:

функціональне призначення (системи вимірювальні, автоматичного контролю, технічної діагностики, ідентифікації, розпізнавання образів управління, телеметричні, статистичні, поліметричні),

режими функціонування (постійний, адаптований до динаміки змін величин і умов роботи об’єкта досліджень, віртуальний на основі методів математичного і комп’ютерного моделювання, інтелектуальний з можливостями перебудови структури і виконання функцій вимірювань),

кількість і динаміка у просторі і часі вимірювальних величин (одноканальні, багатоканальні, статичні, динамічні).

Висновок. В результаті проведених досліджень значна кількість ознак класифікації ІВС, які використовувались раніше, в тому числі: вид вихідної інформації; вид структурно-функціональної схеми системи; види діалогового режиму оператор-система та інші, інтегровані в спробі класифікації інформаційно-вимірювальних систем.

Л і т е р а т у р а

1. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: підручник / В.П. Бабак та ін. К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. 496 с.

2. ДСТУ Р 50-076-98. Вимірювальні інформаційні системи та автоматизовані системи керування технологічними процесами. Методика визначення характеристик похибки вимірювальних каналів, до складу яких входить обчислювальний компонент [Чинний з 2000-01-01]. К.: Держстандарт України, 2000. 12 с. (Національні стандарти України).

СЕКЦІЯ 10: ЕКОНОМІКА, ФІНАНСИ ТА ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ

SECTION 10: ECONOMICS, FINANCE AND ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES

ВПЛИВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА

Вільховатська А.І. – здобувач вищої освіти, angelikalove21@gmail.com
Кучмійова Т.С. – канд. екон. наук, доц., pisochenko@mnau.edu.ua
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м.Миколаїв

INFLUENCE OF ECONOMIC SECURITY ON ENTERPRISE ACTIVITIES

Vilkhovatska A. – a higher education student, angelikalove21@gmail.com
Kuchmiyova T. – PhD in Economics, Associate Professor, pisochenko@mnau.edu.ua
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

Security is an urgent problem today. This paper examines the importance of economic security. It was found that the financial success of the enterprise depends on the management system. The problems that may arise due to an improper security mechanism, the main theoretical principles of the functioning of the economic security system, and its place in ensuring functioning are analyzed. Approaches for assessing the level of financial security were considered. It has been proven that when the staff work well, the company will be less vulnerable to external risks.

Keywords: *security, business, economy, finance, enterprise, management.*

Успішний фінансовий результат кожного підприємства залежить від його економічної безпеки. На сьогодні питання безпеки всіх галузей є дуже актуальним. Впровадження ефективної системи управління на підприємстві призведе до його фінансової стійкості та результативної діяльності.

Економічна безпека підприємства - це стан підприємства, при якому він має захист від існуючих небезпек, неочікуваних ситуацій, має можливість досягати цілей бізнесу навіть в умовах конкуренції [1].

Економічна безпека визначається як стан, коли підприємство забезпечує стабільний розвиток в умовах змінюваного зовнішнього середовища і здатне ефективно відповідати на виклики і загрози економічного характеру. Розвинена система фінансово-економічної безпеки здатна мінімізувати потенційні загрози

та ризики на підприємстві, захищає його економічні інтереси.

Існують такі загрози фінансово-економічної безпеки підприємства:

1. За місцем виникнення: зовнішні, внутрішні.

2. За об'єктом посягань: загрози персоналу, загрози фінансовим ресурсам, загрози матеріальним.

3. За формою збитку: загрози, реалізація яких завдає прямого збитку; загрози, реалізація яких призведе до упущеної вигоди.

4. За рівнем прогнозованості: загрози, які піддаються прогнозуванню; не прогнозовані загрози; загрози, які частково піддаються прогнозуванню.

5. За суб'єктами загроз: загрози з боку кримінальних структур; загрози з боку конкурентів; загрози з боку контрагентів; загрози з боку власних працівників; загрози з боку держави; форс-мажорні загрози [3].

Для того щоб підприємство було фінансово безпечним йому потрібна власна система безпеки. Необхідно чітко розуміти потенційні загрози та оцінити їх вплив на бізнес.

Основним завданням механізму забезпечення економічної безпеки є створення і реалізація умов, котрі забезпечать відповідний рівень безпеки, для нормального функціонування підприємства. Підприємства використовують традиційні та нетрадиційні підходи для оцінки рівня фінансової безпеки (рис. 1)

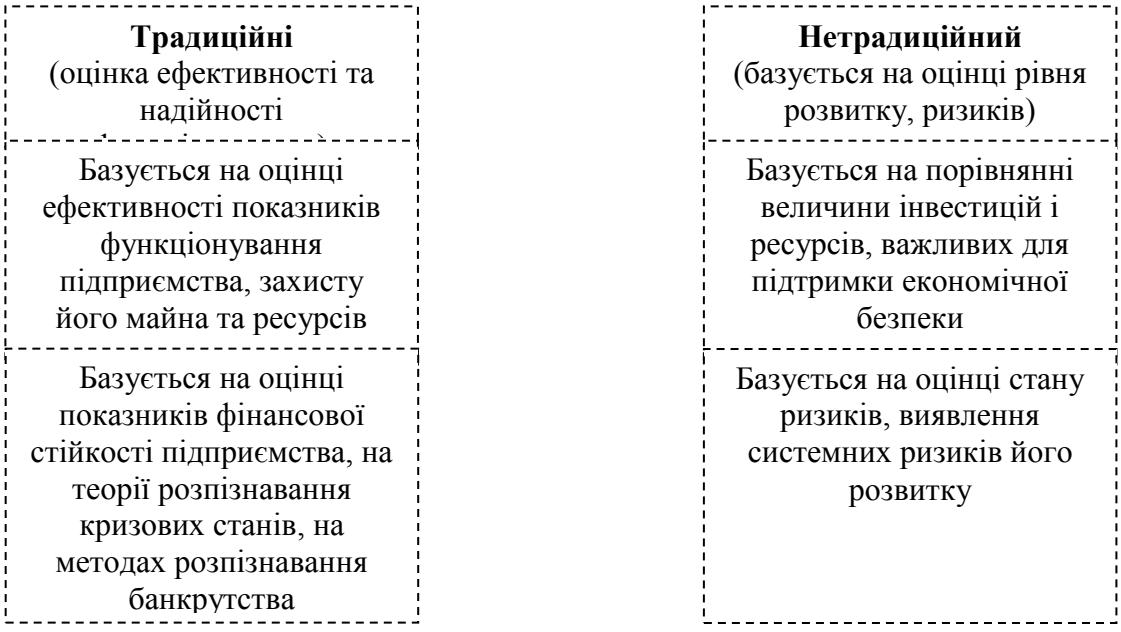


Рисунок 1 – Методичні підходи до оцінки рівня фінансової безпеки підприємства [2]

Проаналізувавши наведені дані, можемо зробити висновок, що на сучасному етапі фінансово-економічна безпека містить у собі різні складові, це дуже складна система яка спрямована на забезпечення ефективної діяльності

підприємства і використання всіх ресурсів. Багатогранність аспектів фінансової безпеки підприємств та складність вибору базового варіанту їх застосування є причиною, що виявляє необхідність застосування комплексного дослідницького підходу в цій галузі. Підприємства, які забезпечують свою економічну безпеку, здатні більш ефективно використовувати свої ресурси, підвищувати продуктивність та конкурентоспроможність, а також впевнено реагувати на зміни на ринку та в економічному середовищі.

Література

1. Донець Л.І., Ващенко Н.В. Економічна безпека підприємства: навч. посіб. Центр учбової літератури, 2008. 240 с.

2. Єрмошенко М.М. Фінансова безпека держави: національні інтереси, реальні загрози, стратегія забезпечення: навч. посіб. Київ: КНТЕУ, 2012. 307 с.

3. Васильців Т.Г. Фінансово-економічна безпека підприємств України: стратегія та механізми забезпечення: монографія. Львів: ЛКА, 2012. 386 с.

РОЛЬ МОТИВАЦІЇ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ КРЕАТИВНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПЕРСОНАЛУ СФЕРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Підгора Є.О. – к.т.н., доц., podgora.elis@gmail.com
Донбаська державна машинобудівна академія
Україна, м. Краматорськ-Тернопіль
Латишева О.В. – к.е.н., доц., Olena.Latysheva@mipolytech.education
ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка»
Україна, м. Запоріжжя

THE ROLE OF MOTIVATION IN THE PROCESS OF MANAGING THE CREATIVE POTENTIAL OF INFORMATION TECHNOLOGY PERSONNEL

Pidhora Ye. – Ph. D. in Engineering, Associate Professor, podgora.elis@gmail.com
Donbass State Engineering Academy
Ukrain, Kramatorsk-Ternopil
Latysheva O. – Ph. D. in Economics, Associate Professor,
Olena.Latysheva@mipolytech.education
LLC "Technical university"Metinvest polytechnic"
Ukraine, Zaporizhzhia

The generalization of approaches to the motivation of staff in the field of information technologies (hereinafter-IT) made it possible to connect the toolkit for revealing creative potential and functional components of business with A. Maslow's pyramid of needs. It has been found that the needs of the lower levels for IT employees are more or less easily

satisfied by the high level of salaries, bonus payments, meaningful social package, comfortable working conditions, professional growth system. It was determined that the achievement of the upper levels of the pyramid of needs for an IT-specialist is related to the disclosure of personal creativity, the generation of creative ideas, created conditions for obtaining satisfaction from work, and the disclosure of creative potential.

Keywords: *motivation, creative potential, creative personality, IT specialist, pyramid of needs.*

Актуальність дослідження зумовлена зростаючою роллю мотивації в успішному функціонуванні суб'єктів господарювання.

Метою роботи є узагальнення підходів матеріальної і нематеріальної мотивації ІТ – персоналу для розкриття їх креативного потенціалу.

Розуміння ролі мотивації в процесі професійної діяльності персоналу фірми – важливий момент в організації умов ефективної (продуктивної) праці. Мотивація асоціюється з готовністю персоналу до діяльності, орієнтованої на досягнення цілей. На цей час накопичена потужна база досліджень, пов'язаних з інструментарієм підвищення мотивації праці. а в останні роки у світі все більш усвідомлюється той факт, що люди – це найцінніший капітал будь-якого бізнесу. В цьому контексті було б цікавим виокремити «особливу» категорію працівників, – спеціаліст сфери ІТ, які мають високі рівні заробітної плати і є затребуваними на ринку праці при будь-яких негативних коливаннях, форс-мажорних ситуацій та кризових явищах у світі. Ці співробітники мають як аналітичні здібності, так й високий творчий потенціал, – передусім, креативне мислення, гнучкість та здатність мінятися під впливом нових викликів та стрімкого розвитку цифровізації, нестандартно виходити з ситуацій.

Спеціаліст сфери ІТ в плані мотивування до праці дещо відрізняється від інших працівників розумової діяльності, їх мотивація пов'язана як із задоволенням власних матеріальних потреб, так й не менш з реалізацією творчого потенціалу, із зацікавленістю втілення в життя власних креативних ідей та із залученням у творчий процес.

Узагальнення думки фахівців ІТ-компаній дозволяє виокремити наступні найголовніші фактори, що впливають на мотивацію праці «айтишників» [1]: рівень заробітної плати; доступність професійного розвитку, засвідченого професійними сертифікатами, можливість паралельного виконання додаткових функціональних обов'язків (наприклад, коучинг, наставництво та ін.), горизонтальна ротація в ІТ-департаменті; злагоджена команда, в якій комфортно працювати, а також можливість самостійної роботи без зайвого контролю; вільний графік; комфортне робоче місце; статус і бренд компанії як можливість накопичення корисних «хронік» для резюме та ін. фактори розкриття професійного та особистого потенціалів.

У контексті піраміди потреб А. Маслоу визначення відповідних потреб ІТ-фахівців на різних рівнях (рис. 1) дозволяє впровадити в ІТ-фірмі дієвий мотиваційний механізм спонукання ІТ-фахівців до продуктивної праці, який враховує: необхідність забезпечення взаємодії (ефективної командної роботи), коли генерація творчих ідей, обмін ідеями/інформацією/знаннями будується на атмосфері відкритості, доброзичливої комунікації для отримання спільного результату (це також про довіру один до одного, у т.ч. завдяки створенню не «токсичної» комунікації для дієвого реагування на «проблемні точки», забезпечення в команді атмосфери підтримки, конструктивної реакції на невдачі, на неочікувані корективи, на внесення змін у проєкт). Для процесу ефективного функціонування ІТ-бізнесу мотивація працівників в основному фокусується на двох складових: заробітна плата та професійна самореалізація, тобто розкриття власного (творчого) потенціалу. Остання складова виходить із бажання внести щось корисне в бізнес, в життя інших людей, реалізувати те, що зараз вважається неможливим, а також пов’язано із рівнем зацікавленості айтишника (якщо йому не цікава робота, він з легкістю може покинути проєкт або фірму).

Заробітна плата в ІТ-сфері досягає значних сум (у порівнянні з більшістю сфер реального сектору економіки), проте знайти потрібного спеціаліста на ринку праці не так вже і легко, бо ІТ-фахівці мають прив’язку до предметної області, відрізняються рівнем кваліфікації і дуже часто саме вони диктують роботодавцям свої умови [2].

Саме тому при формуванні команди для ІТ-проєкту HR’у і project-менеджеру (PM’у) необхідно витримувати справедливий баланс в рівні оплати праці, яка повинна відповідати рівню вкладу кожного члена команди в кінцевий результат, створювати умови для професійного зростання, комфортної роботи (офіси ІТ-компаній облаштовуються таким чином, щоб в них все було комфортним для програмістів: якісна потужна комп’ютерна техніка, зручні ергономічні меблі, за можливістю особисті кабінети, комфортне середовище, кімнати релаксації тощо). Крім того, варто дозволяти айтишникам використовувати гнучкий графік роботи, не вимагати обов’язкового «дресс коду» (за потребою обмежувати його дотримання лише зустрічами з замовниками/обмеженим колом інших стейкхолдерів); заздалегідь обговорювати години спільної роботи (мітинги). В процесі організації роботи за проєктом варто прагнути огородити програмістів від почуття невпевненості в кінцевих досягненнях за проєктом, від організаційного хаосу, від проявів неадекватної поведінки адміністраторів функціональних служб ІТ-компанії.

Забезпечення потреб третього рівня (рис.1) – соціальних потреб – пов’язано насамперед із створенням спокійної і дружньої атмосфери в офісі, де проходить більша частина робочого дня. Стресова ситуація не сприяє генерації

креативних ідей, призводить до вигорання, падіння інтересу до роботи. Команда розробки проєктів і так зазвичай діє в умовах постійних дедлайнів і внесення змін в ІТ-продукт від замовників. Додатковий контроль, тиск з боку керівництва і колег завжди зайвий.



Рисунок 1 – Рівні забезпечення мотивації персоналу ІТ–сфери в контексті піраміди А. Маслоу

Висновок. Треба відмітити, що досягти перших трьох сходинок піраміди потреб не так вже й важко для ІТ-спеціаліста. Висока заробітна плата, житло (власне або нехай і з'ємне), соціальний пакет, налагоджені комунікації має кожен айтишник починаючи з перших кроків по сходинкам кар'єри. Тому зусилля ІТ-спеціаліст також направляє на задоволення потреб більш високого рівня – у визнанні і самореалізації (4 і 5 рівні піраміди А. Маслоу). Отже,

нематеріальна складова мотивації відіграє значну роль в підвищенні продуктивності праці ІТ-персоналу і тому потребує постійного, комплексного та системного аналізу на фірмі з обов'язковим врахуванням цих компонентів при впровадженні системи мотивації в команді для можливості якнайповнішого розкриття працівником власного професійного та креативного потенціалу. В результаті проведеного дослідження було визначено особливості складових мотивації фахівців ІТ-сфери відповідно до потреб піраміди А. Маслоу, що дозволило встановити значну роль потреби самореалізації творчого (креативного) потенціалу в мотивації ІТ-персоналу.

Література

1. Болквадзе Н., Гетьман Т. Сучасні методи мотивації персоналу ІТ-компаній. // Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Л.Українки. Випуск 2. 2020. С. 72-82

2. Орлова О.М. Особливості управління персоналом в ІТ-сфері. // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Випуск 11. 2017. С.117-120.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІГРАЦІЇ НА ЕКОНОМІКУ КРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Стребіж Є.О. – здобувач освіти за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр», *strebizhe@gmail.com*
Гітіс Т.П. – к.е.н., доц., *tatyana.gitis@gmail.com*
Донбаська Державна машинобудівна академія
Україна, м. Тернопіль

RESEARCH OF THE IMPACT OF MIGRATION ON UKRAINIAN ECONOMY DURING HOSTILITIES

Strebizh E. – Undergraduate student, *strebizhe@gmail.com*
Gitis T. – Candidate of Economic Sciences, assistant professor, *tatyana.gitis@gmail.com*
Donbass State Engineering Academy
Ukraine, Ternopil

Russian military aggression forced millions of Ukrainians to leave not only their homes, but also the country. The migration of refugees abroad had a positive effect on inflow of fonds to Ukraine, unemployment statistics, also refugees do not burden the state budget of Ukraine. But the main problem for Ukraine in the period of post-conflict reconstruction is the return of refugees to Ukraine, on whom the success of Ukraine`s reconstruction will depend. To solve the problem, the government of Ukraine needs to create adaptation projects for returnees that will provide jobs and living conditions.

Keywords: *Ukrainian refugees, migration, the flow of funds, effects, post-conflict reconstruction, adaptation projects.*

Актуальність дослідження обумовлена значними руйнівними наслідками військової агресії Російської Федерації, які вплинули на якість та рівень життя населення України, що сприяло стрімкому зростанню інтенсивності міграційних процесів. Кількість українців, які перебувають за кордоном, у першому кварталі 2023 року, становитиме 9 млн осіб, у той час як у листопаді минулого року їх було 7,6 млн. осіб [1]. Найбільша кількість біженців, які мають тимчасовий захист, знаходиться в Польщі – 1 млн 507,89 тис. (при тому, що в Польщу з України, за даними польської прикордонної служби, з початку війни прибуло 10,311 млн. осіб, а у зворотному напрямку відбуло в Україну 8,047 млн осіб.). Слідом йдуть Німеччина та Чехія, де кількість біженців, що зареєструвалися для тимчасового захисту, становила відповідно 1 млн. 21,67 тис. осіб і 462,41 тис. осіб [2].

Метою роботи є дослідження та оцінювання впливу міграції на економіку України під час військових дій.

Загалом, можна виділити як позитивні, так і негативні наслідки виїзду українців за кордон.

Серед позитивних наслідків міграції можна виділити приплив грошових коштів до України, стримування темпів зростання рівня безробіття, а також зниження навантаження на державний бюджет у контексті матеріальної підтримки ВПО. Одним з основних негативних наслідків зростання масштабів міграції є підвищення ризиків втрати значної частини трудового потенціалу країни. Розберемо кожний окремо.

В перші місяці війни за кордон виїхало близько 4 мільйонів громадян України. Саме у ці місяці спостерігався суттєвий відтік грошових коштів з України. Біженці тільки починали отримувати соціальну підтримку у країнах перебування, тому користувались українською валютою та обмінювали її. Усе це, як заявляють дослідники НБУ, сприяло зростанню витрат українців у країнах перебування більше ніж утричі. Завдяки отриманню українцями соціальної підтримки та працевлаштуванню в країнах перебування, обмеженнями НБУ щодо переказів за кордон та зняття готівки з українських банківських карт, вдалось не тільки позбавитися відтоку грошей з України, але й отримувати приплив грошей до країни [3].

Другий позитивний аспект – стримування темпів зростання рівня безробіття в Україні. С початку повномасштабної війни в Україні значна частина підприємств призупинила діяльність, або суттєво скоротила її масштаби, а персонал цих підприємств фактично залишився без роботи. Вирушаючи за кордон, біженці не становляться на облік в українські центри зайнятості, можуть працевлаштуватися у країнах перебування та надсилати кошти до України [4, 5].

Третій позитивний аспект складається в тому, що залишаючи Україну, біженці отримують захист та соціальну підтримку в країнах перебування, що, хоча б частково, знімає навантаження на державний бюджет у контексті витрат на матеріальну підтримку внутрішньо переміщених осіб [3].

Проте, є й негативний аспект міграції – це втрата найбільш працездатного населення України. Чим довше біженці знаходяться у країнах перебування, тим більше вони адаптуються, асимілюються, та, нажаль, після цього залишиться частка мігрантів, які не виявлять бажання повертатись у період постконфліктного відновлення за різних причин, а саме: зруйнована економіка, зруйновані міста, відсутність робочих місць, вже отримані робочі міста у країнах перебування, та інше. Для вирішення цього питання державному уряду потрібно вмотивувати біженців до повернення в Україну. Для цього потрібні інвестиції у відновлення інфраструктури міст, створення робочих місць, підвищення рівня заробітної плати. Усе це є головними факторами, що здатні мотивувати українських біженців повертатися. У липні 2022 року була проведена Міжнародна конференція у Лугано з назвою «План Українського Відновлення», на якій було зображено керівництво країн-інвесторів у відновленні регіонів України, які більш усього постраждали від війни. В інвестуванні, як повідомили на конференції в Лугано, головне джерело коштів – конфісковані активи Росії [6].

Висновок. Дослідивши позитивні та негативні наслідки міграції в Україні під час війни, можна зробити висновок, що виїзд українців закордон надає позитивний вплив переважно під час військових дій, коли в країні небезпечна обстановка та люди не мають робочих місць. Але у постконфліктний період для країни це вже стане серйозною проблемою. Отже, для відновлення національної економіки необхідно забезпечення робочою силою як за кількісними, так і якісними ознаками, Тобто, дуже важливим є формування у українських біженців мотивації повернутися до України. Для цього доцільно вже зараз розробляти проєкти та програми (в особливості на державному рівні), які будуть надавати гарантії праці, гідних умов її оплати та сприятливих умов існування для тих біженців, які повертаються.

Л і т е р а т у р а

1. Біженці з України не поспішають повертатись додому. URL: https://ua.korrespondent.net/articles/4560119-bizhentsi-z-ukrainy-ne-pospishauit-povertatys-dodomu

2. Operational data portal. Ukraine refugee situation. URL: https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine.

3. Вплив українських мігрантів на економіки країн-реципієнтів. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Migration_impact_2022-12-15.pdf

4. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/

5. Кількість безробітних в Україні сягає 2,9 млн осіб – НБУ. URL: https://www.epravda.com.ua/news/2023/02/3/696678/

6. План відновлення України. URL: https://suspilne.media/257340-plan-vidnovlenna-ukraini-so-prezentuvali-v-lugano/

МІНІМІЗАЦІЯ ВИТРАТ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА МЕТОДАМИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Хилько І.І. – старший викладач кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, *hilko@mnau.edu.ua*
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

MINIMIZATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION COSTS BY METHODS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING

Khylko I. – Senior Lecturer at the Department of Economic Cybernetics and Mathematical Modeling, *hilko@mnau.edu.ua*
Mykolaiv National Agrarian University
Mykolaiv, Ukraine

The issue of application of methods of economic and mathematical modeling to improve the efficiency of agricultural production is investigated. The expediency of using economic and mathematical modeling methods to minimize the costs of agricultural production is substantiated. An economic and mathematical model for optimizing the work of an agricultural enterprise has been developed. The economic and mathematical model of minimizing costs by optimizing the area of crops sown, taking into account the relevant standards and compliance with crop rotations is proposed.

Keywords: *model, optimization models, cost minimization, economic efficiency, optimality criterion, gross yield, structure optimization, sown areas.*

Одними з найбільш розповсюджених методів стратегічного аналізу, планування та управління діяльністю аграрних підприємств являються методи економіко-математичного моделювання. Ці методи дозволяють вирішити ряд завдань, які пов’язані з розробкою оптимальних напрямків діяльності аграрних підприємств, оптимізацією витрат виробництва та збуту продукції.

Ефективність функціонування вітчизняної економіки в сучасних умовах залежить від рівня конкурентоспроможності. Конкуренція є об’єктивним економічним законом товарного виробництва, який виражає внутрішні

необхідні, стійкі та істотні зв'язки між відокремленими товаровиробниками в їх боротьбі за найбільшу результативність виробництва.

У сучасних складних економіко-політичних умовах для ефективного функціонування підприємства важливим є визначення стратегії управління підприємством заради попередження економічних втрат. Особливо гостро постає питання максимізації прибутку при мінімальних інвестиціях у виробництво [1].

Актуальність дослідження зумовлена тим, що одним з основних завдань аграрного підприємства протягом його діяльності є максимізація прибутку шляхом мінімізації витрат.

Дана тема дослідження серед вчених залишається досить актуальною. Вирішенню проблем теорії і практики моделювання аграрного виробництва значну увагу приділено вітчизняними та зарубіжними вченими, зокрема Кравченко Р.Г., Лотиш О.Я, Московчук А.Т., Сіненко М.І., Чернецька О.В., Мартинов В.Л., Мартинова Ю.В, Безруких С.П., Покропивний С.Ф., Смолянов В.І., Дон Р. Хенсер та інші.

Проте залишаються недостатньо вивченими питання мінімізації витрат у виробничій діяльності підприємств у аграрному секторі економіки.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування доцільності розробки економіко-математичної моделі з метою мінімізації витрат виробництва.

Основним мотивом діяльності любого підприємства є максимізація прибутку при мінімальних витратах – є основним обмежником прибутку і одночасно головним чинником, який впливає на обсяг продукції. Тому процес мінімізації виробничих витрат доцільно розглядати з урахуванням питання максимізації прибутку. При оптимізації виробничих витрат науковці обирають різні критерії оптимальності, а саме, максимум прибутку від реалізації продукції, максимум прибутку або максимум доходу від реалізації продукції [2].

На сьогодні основною діяльністю вітчизняного сільськогосподарського товаровиробника є вирощування та реалізація продукції рослинництва. Тому доцільно провести наступне дослідження у напрямку мінімізації витрат шляхом оптимізації площ посіву.

Для цього потрібно розробити економіко-математичну модель, змінними в якій є площі під кожну культуру $(X_1, X_2, X_3, ...X_n)$, площа під пар (X_{n+1}), валові збори культур $(X_{n+2}, X_{n+3}, X_{n+4,...}X_{n+m})$, загальні витрати на виробництво товарної продукції (X_k), виручка від реалізації товарної продукції рослинництва (X_{k+1}).

В якості критерію оптимальності зазвичай виступає прибуток від виробництва товарної продукції рослинництва $Z = X_{k+1} - X_k \longrightarrow \max$.

Використання методів економіко-математичного моделювання [3, 4, 5]

пов’язане, в першу чергу, з виробничим процесом та обмеженнями, які діють під час виробництва та реалізації продукції. Дані обмеження формують структуру економіко-математичної моделі діяльності підприємства та є основою для вирішення поставленої задачі, оскільки за своєю суттю вони є математичною інтерпретацією. Так, в аграрному секторі Баштанського району налічено 145,8 тис. га сільськогосподарських угідь, з яких 120,1 тис. га рілля. При цьому найбільш раціональним, з урахуванням спеціалізації, а відповідно і кліматичних особливостей регіону, є вирощування таких культур:

1) зернові культури (пшениця (яра, озима), ячмінь (ярий, озимий), просо, кукурудза на зерно);

2) технічні культури (ріпак, соняшник, соя).

Відповідно до Постанови КМУ «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах» від 11.02.2010 № 164 з урахуванням екологічно-економічного аспекту досліджуваної території рекомендовано такі умови щодо структури посівних площ [6]:

1) площа зернових у структурі посівних площ повинна бути від 40 до 82%;

2) площа технічних культур – 5-35%, в тому числі ріпак – 3-10%, соняшник – 2-15%;

3) чорний пар – 1%.

Крім цього для південностепової підзони необхідно урахувати оптимальне співвідношення озимих та ярих зернових культур – 1:4. Це зумовлено кількома причинами. По-перше, в південній підзоні найбільша потреба у продовольчих зернових. По-друге, ці культури більш продуктивні та менш затратні.

З урахуванням кліматичних та технічних потужностей Баштанського району, а також усереднених показників минулих років, необхідно зазначити, що підприємствами району повинно бути вироблено на рівні: 1744,5 тис. ц зернових, 363,5 тис. ц соняшнику, 81,2 тис. ц ріпаку. Тому значення цих показників є обмеженням для економіко-математичної моделі, при цьому в якості критерію оптимальності виступає прибуток від товарної продукції рослинництва.

Розрахунок такої моделі, проведений за допомогою інструменту «ПОИСК РЕШЕНИЯ» табличного редактора Microsoft Excel, дає змогу говорити про те, що шляхом оптимізації структури посівних площ підприємства Баштанського району можуть отримати від виробництва товарної продукції рослинництва максимальну суму прибутку у розмірі 216 млн грн. Крім того, моделлю передбачаються також найбільш придатні культури і площі посіву, що за певних умов господарювання використовуються з метою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва на досліджуваній території.

Висновок. В результаті проведеного дослідження можна стверджувати, що використання економіко-математичних моделей надає можливість проводити оптимізацію процесу стратегічного планування, аналізу та управління, що в свою чергу сприяє мінімізації витрат. Так, економіко-математичне моделювання упорядковує та зменшує інформаційний потік, який надходить під час дослідження до внутрішнього середовища підприємства, що значно покращує рівень ефективності планування витрат на сільськогосподарських підприємствах. Дослідження економічних процесів на сільськогосподарських підприємствах за допомогою економіко-математичного моделювання надає змогу оцінити рівень ефективності діяльності підприємства за минулий період та спрогнозувати ефект від впровадження тих чи інших заходів управління.

Література

1. Фартушний І.Д., Пузирна К.М. Економіко-математичне моделювання легкої промисловості. // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2017. DOI:10.20535/2307-5651.14.2017.108705.

2. Лобода О.М., Кавун Г.М. Економіко-математичні моделі для розрахунку оптимальної спеціалізації аграрних підприємств. // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. 2019. Вип. 5-2 (54). С. 141-145.

3. Гатаулін А.М. Економіко-математичні методи в плануванні сільськогосподарського виробництва. Київ: Вища школа, 2000. 260 с.

4. Іващук О.Т. Економіко-математичне моделювання. Тернопіль: ТНЕУ, 2008. 704с.

5. Хилько І.І. Економіко-математичне моделювання як стратегія інноваційного розвитку аграрних підприємств. // Соціально-економічна політика та адміністрування у сфері регіонального розвитку України: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 3–5 квіт. 2019 р. Миколаїв, 2019. С. 174-177.

6. Постанова КМУ «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах» від 11 лютого 2010 р. № 164. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/164-2010-п#Text (дата звернення 27.03.2023).

СЕКЦІЯ 11: МАРКЕТИНГ, МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЛОГІСТИКА

SECTION 11: MARKETING, MANAGEMENT AND LOGISTICS

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ

Гітіс В.Б. – к.т.н. доц., veniamin.gitis@gmail.com
Літвінов А.Є. – магістрант, st22-417@mail.ua
Донбаська державна машинобудівна академія,
Україна, м. Краматорськ

INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF THE LOGISTICS DIVISION WORK

Gitis V. – Candidate of Technical Sciences (PhD), assistant professor,
veniamin.gitis@gmail.com
Litvinov A. – student of the master's degree, st22-417@mail.ua
Donbass State Engineering Academy,
Ukraine, Kramatorsk

The paper considers the urgent task for logistics companies to reduce the cost of cargo delivery. To solve it, mathematical modeling of the process of cargo transportation was carried out on the basis of a transport problem. The mathematical model allows to make a transportation plan that minimizes the costs of the enterprise. To implement the mathematical model, an information system was developed to minimize transport costs of the logistics division. The developed software allows to determine the cost of parcel delivery in relation to the route, type of cargo, size of the parcel and additional services as well as determine the volume of transportation to minimize costs.

Keywords: *logistic company, transport theory, mathematical model, objective function, information system.*

Актуальність дослідження зумовлена тим що зростання витрат на оброблення й перевезення пошти, виникнення конкурентного середовища, вимоги щодо підвищення якості надання послуг поштового зв'язку, обумовлюють необхідність нагального підвищення ефективності функціонування транспортних мереж та систем.

Метою роботи є розробка інформаційної системи для мінімізації транспортних витрат логістичного підрозділу.

У якості структурної моделі транспортної системи логістичного підрозділу можна запропонувати схему, що складається з трьох рівнів. Необхідно відзначити, що з метою деякого спрощення задачі розглядається система транспортування матеріальних засобів.

Отже, маємо:

$m = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\}$ – множина пунктів відправлення вантажів (постачальників), на яких зосереджені запаси якого-небудь однорідного вантажу в обсягах $a_1, a_2, \ldots, a_m$ одиниць відповідно. Величини A_i (i = 1...m), при цьому, визначають максимально можливі розміри вивозу вантажу з пунктів відправлення. Сумарний запас вантажу у постачальників становить $a_1 + a_2 + \ldots + + a_m$ одиниць;

$n = \{B_1, B_2, \ldots, B_n\}$ – множина пунктів призначення (споживачів), які подали заявки на поставку вантажу в обсягах $b_1, b_2, \ldots, b_n$ одиниць. Сумарна величина заявок становить $b_1 + b_2 + \ldots + b_n$ одиниць. Вартість перевезення однієї одиниці вантажу від постачальника A_i до споживача B_i подані як елементи матриці C (транспортні тарифи):

$$C = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & \ldots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \ldots & c_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ c_{m1} & c_{m2} & \ldots & c_{mn} \end{vmatrix},$$

де c_{ij} – вартість перевезення однієї одиниці вантажу від постачальника до споживача.

Тоді задача формується наступним чином: необхідно скласти оптимальний план перевезень, тобто знайти такі значення об'єму перевезень X_{ij}, де i = [1; m], j = [1; n], щоб вивести всі вантажі від постачальників, задовольнити заявки всіх споживачів і забезпечити мінімальні транспортні витрати на перевезення вантажу.

В даному випадку математична модель задачі полягає в мінімізації функції:

$$F\left(X_{ij}\right) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} X_{ij} \to \min.$$

План перевезень X*, при якому функція приймає своє мінімальне значення, буде оптимальним планом задачі [1].

Для реалізації наведеної математичної моделі була розроблена інформаційна система для мінімізації транспортних витрат логістичного підрозділу. На рисунках 1 та 2 наведені скріншоти з прикладом роботи розробленої інформаційної системи.

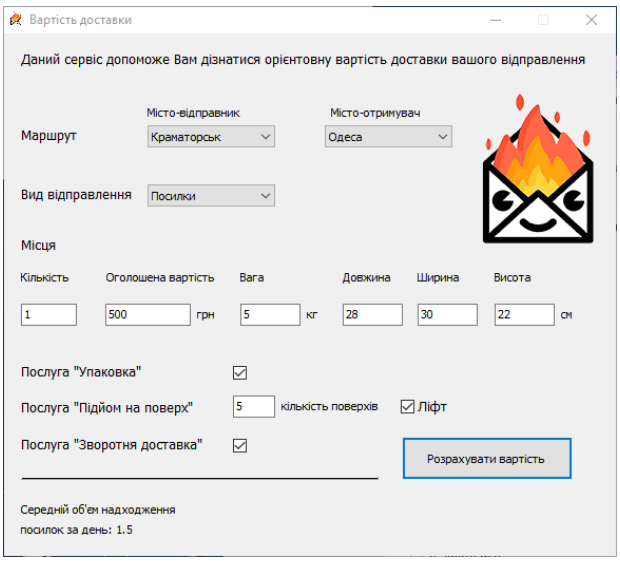


Рисунок 1 – Вихідна форма розрахунку вартості доставки

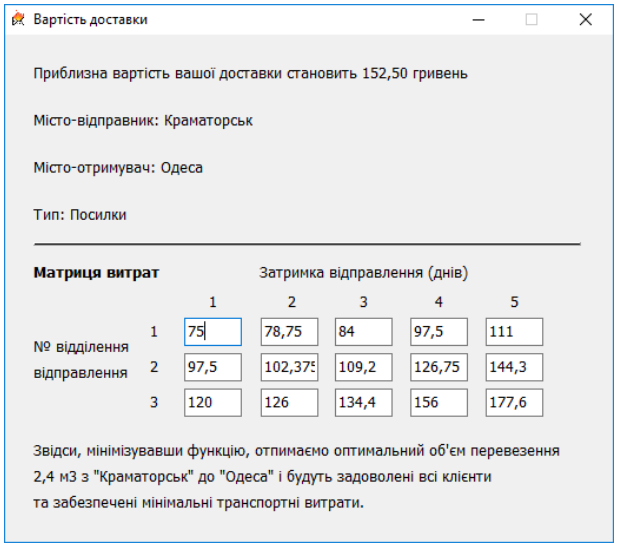


Рисунок 2 – Результат розрахунку вартості доставки

Висновок. Розроблене програмне забезпечення дозволяє визначати вартість доставки посилки відносно маршруту, типу вантажу, розмірів посилки та додаткових послуг, а також визначати об’єм перевезення для мінімізації витрат. Таким чином покращується автоматизація ведення обліку та управління діяльністю логістичного підрозділу.

Література

1. Оптимізація поштового зв’язку України / П.П. Воробієнко, С.О. Довгий, В.А. Коляденко, В.М. Мороз, В.Г. Мухін, О.Л. Нечипорук, Л.О. Ящук / За заг. ред. С.О. Довгого. К.: Укрпошта. 2003. 160 с.

ВПЛИВ ВІЙНИ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ НА СПОЖИВЧУ ЦІННІСТЬ ПОСЛУГИ З ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Кизим Ю.М. – аспірантка, samohina5@ukr.net
Національний транспортний університет,
Україна, м. Київ

INFLUENCE OF THE WAR OF RUSSIA AGAINST UKRAINE ON CONSUMING VALUE OF THE SERVICE OF USING CARGO TRAIN CARRIAGES

Kyzym Y. – Postgraduate student, samohina5@ukr.net
National Transport University
Ukraine, Kyiv

The volume of freight transportation by railways of Ukraine after the full-scale invasion of russia on the territory of Ukraine decreased by more than half. However, the drop in transportation volumes did not lead to increase in demand for carriages owned by JSC "Ukrzaliznytsia", which in such conditions actually became in surplus. That is, in addition to the availability of rolling stock, when choosing a freight car owner company, the client also focuses on other factors. Therefore, it is proposed to start a study of the factors [1] that influenced the change in the consumer value of the service of using freight cars in the conditions of the war between russia and Ukraine.

Keywords: *consumer value, service for the use of freight cars, railway transportation.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю проведення дослідження впливу війни росії проти України на споживчу цінність послуги використання залізничних вантажних вагонів.

Після повномасштабного вторгнення росії на територію України АТ «Укрзалізниця» продовжувала забезпечувати перевезення вантажів. Однак обсяги таких перевезень зменшилися більш ніж удвічі. Основними вантажами, що перевозяться залізницями України в умовах війни є кам'яне вугілля, залізорудна сировина, будівельні вантажі та мінеральні добрива. Важливе місце займають також різноманітні метали, нафтові вантажі, зерно. Ці вантажі становлять близько чверті усіх перевезень [2]. Окрім того, значно скоротилися транзитні, експортні та імпортні перевезення. Як приклад, обсяги транзитних перевезень територією України скоротилася на 99%.

Однією з причин зниження експортних та імпортних перевезень стало те, що з початком військової агресії проти України відбулося блокування морських портів. Тому вагомим викликом для транспортної системи України стала переорієнтація експортних вантажопотоків з українських портів на напрямок західних прикордонних переходів. Це обумовило у 2022 році появи нових

викликів у сфері залізничної логістики. Так, до війни українські порти щорічно обробляли приблизно 160 млн т вантажів, при цьому майже 120 млн т вантажів експортували через порти. В цьому контексті «Укрзалізниця» зіштовхнулася з проблемою обмеженої пропускної здатності діючих на заході сухопутних прикордонних переходів. Їхня пропускна здатність не дає змоги фізично обробити експортний потік, що раніше рухався через морські порти. Наявні 13 прикордонних залізничних переходів теоретично в змозі щодобово пропустити 3422 вагони або приблизно 220 тис. т вантажів. Це майже 6,6 млн. т на місяць або 80 млн. т на рік. Фактично, західні залізничні переходи у 2022 році пропускали лише 3-3,6 млн. т вантажів на місяць, тобто працювали на 55% своєї потужності [3]. Варто зазначити, що падіння обсягів перевезень не обумовило зростання попиту на вагони власності АТ «Укрзалізниця», які в таких умовах стали фактично в профіциті. Однак їх частка у замовленні залишилася на довоєнному рівні. Тобто окрім наявності вантажного рухомого складу клієнти орієнтуються і на інші чинники при виборі вантажного вагону для транспортування вантажів.

Таким чином, задля підготовки пропозицій по збільшенню попиту на послуги з використання вагонів АТ «Укрзалізниця», автором пропонується розпочати дослідження чинників, які вплинули на зміну споживчої цінності послуги використання вантажних вагонів в умовах війни росії проти України.

Метою роботи є виділення основних чинників, що вплинули на споживчу цінність послуги з використання вантажних вагонів в умовах війни росії проти України.

Висновок. Попередній аналіз впливу зовнішніх факторів на надання послуги з використання вантажних вагонів, а саме війни росії проти України, показав, що наявність профіциту вантажних вагонів в АТ «Укрзалізниця» не призвело до збільшення попиту на них. Попит на залізничні вагони залишився на довоєнному рівні. Для визначення чинників, що обумовили таку ситуацію і подальшої підготовки пропозицій для управлінських рішень по покращенню такої ситуації необхідно провести дослідження зміни споживчої цінності послуги з використання вантажних вагонів.

Л і т е р а т у р а

1. Бакалінський О.В., Ільченко В.Ю., Зарбалізаде Е. Сучасні підходи до визначення сутності споживчої цінності послуги. // Науковий вісник: Причорноморські економічні студії. 2020. № 54. С. 68-74.

URL: http://www.bses.in.ua/journals/2020/54_2020/12.pdf

2. Центр транспортної логістики АТ «Укрзалізниця». Вантажні перевезення. Загальна інформація. URL: https://uz-cargo.com/cargo.html. (дата звернення 20.03.2023).

3. Ткачов В. «УЗ зіштовхнулася з обмеженою пропускною здатністю західних сухопутних переходів». URL: https://gmk.center/ua/opinion/uz-zishtovhnulasya-z-obmezhenoju-propusknoju-zdatnistju-zahidnih-suhoputnih-perehodiv/ (дата звернення 20.03.2023).

ВИБІР МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ЦІНОВОЇ ЧУТЛИВОСТІ КЛІЄНТІВ ПРИ НАДАННІ ПОСЛУГИ З ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Маліцький В.В. – аспірант, *vitalij81@ukr.net*
Національний транспортний університет
Україна, м. Київ

CHOICE OF THE METHOD OF MEASURING THE PRICE SENSITIVITY OF CUSTOMERS WHEN PROVIDING A SERVICE FOR THE USE OF FREIGHT WAGONS

Malitskiy V. – Postgraduate student, *vitalij81@ukr.net*
National Transport University
Ukraine, Kyiv

The price for services for the use of freight cars of JSC «Ukrzaliznytsia» is formed based on the data of past periods. The price is the same for all customers. This approach does not take into account the current market situation. The demand for the company's wagons is decreasing [1]. To correct this situation, it is suggested to take into account the individual price elasticity of customers. Prices are set according to the Ramsey principle [2]. To measure the individual elasticity of demand, it is suggested to use the Gabor-Granger method [3]. The survey should be conducted immediately before the approval of the price of the service.

Keywords: *pricing, Ramsey pricing, service for the use of freight cars, individual elasticity of demand.*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю удосконалення підходів до ціноутворення на послуги з використання вантажних вагонів для підвищення попиту на вантажні вагони АТ «Укрзалізниця» [4]. Наразі встановлення ціни послуги з використання вантажних вагонів проводиться згідно з Порядком визначення та перегляду ставок плати за використання власних вагонів перевізника АТ «Укрзалізниця» в процесі надання послуг з перевезення вантажів [5]. Такі ціни формуються на підставі статистичних даних про обсяги наданих послуг з використання вантажних вагонів у розрізі їх різних типів у минулих періодах та не враховують поточну ситуацію на ринку. Ціна послуги використання вантажних вагонів товариства встановлюється в

залежності від типу вантажного вагону і однакова для усіх клієнтів, не залежно від кількості вагонів, що ними замовляються. Через це попит на вантажні вагони АТ «Укрзалізниця» зі сторони замовників послуги поступово падає [1]. Водночас, попит на вантажні вагони приватних власників, що пропонують індивідуальний підхід до кожного клієнта та ринкову ціну послуги, зростає.

На наш погляд, виправити цю ситуацію можливо, застосувавши в процесі формування цінових пропозицій принцип ціноутворення Ф. Ремсі [2]. Проте практичне застосування цього підходу обмежується відсутністю даних про індивідуальну еластичність (чутливість) попиту клієнтів безпосередньо у періоді встановлення ціни послуги, що наближений до реального часу. Серед відомих методів маркетингового дослідження, для вирішення цієї задачі відібрано методи опитування Габора-Грейнджера і Ван-Вестендорпа. Після проведеного аналізу способів практичного застосування цих методів, автором пропонується проводити вимірювання індивідуальної цінової чутливості попиту клієнтів, що замовляють вантажні вагони, по методу опитування Габора-Грейнджера [3]. Це дозволить отримати необхідні дані для встановлення ринкової ціни послуги з використання вантажних вагонів у режимі, наближеному до реального часу. В подальшому такий підхід до визначення ціни послуги буде апробований. Після аналізу отриманих результатів будуть підготовлені рекомендації щодо удосконалення існуючого порядку формування ціни на послугу з використання вантажних вагонів.

Метою роботи є вибір методу вимірювання цінової чутливості клієнтів, що використовують для транспортування вантажів залізничні вантажні вагони, в режимі, наближеному до реального часу.

Висновок. В результаті аналізу методів опитування Габора-Грейнджера і Ван-Вестендорпа для вимірювання цінової чутливості попиту клієнтів, що замовляють для перевезення товарів залізничні вантажні вагони, обрано метод Габора-Грейнджера. На відміну від методу опитування Ван-Вестендорпа, орієнтованого здебільшого на новий товар (види послуг), метод Габора-Грейнджера, після адаптації, можливо використовувати для вимірювання цінової чутливості споживачів послуги з використання вантажних вагонів, що надається на постійній основі.

Література

1. Бакалінський О.В., Маліцький В.В. Проблеми та тенденції ринку використання вантажних вагонів. // Науково-практичний журнал залізничний транспорт україни. № 4 (145), 2022 р, С. 7. DOI: 10.34029/2311-4061-2022-145-4-07-15.

2. Ramsey F.P. (1927). A Contribution to the Theory of Taxation. The Economic Journal, 37(145), 47. DOI: 10.2307/2222721.

3. A. Gabor and C. W. J. Granger, «The Attitude of the Consumer to Prices», In: B. Taylor and G. Wills, Eds., Pricing Strategy, Staples Press, London, 1969, 132-151.

4. Бакалінський О.В., Маліцький В.В. Оновлення процедури встановлення ціни на послугу з використання вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» на основі підходу Ф. Ремсі. // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий журнал. Випуск 2 (52), 2022 с. 22.

5. Порядок визначення та перегляду ставок плати за використання власних вагонів перевізника АТ «Укрзалізниця» в процесі надання послуг з перевезення вантажів с. 1-7. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/stavky/order5/ (дата звернення 01.03.2023).

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АУТСОРСУ В УКРАЇНІ

Палієв А.А. – аспірант, *artem.palieiev91@gmail.com*
Потриваєва Н.В. – д.екон.н., проф., *potrivaeva@mnau.edu.ua*
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

FEATURES OF OUTSOURCING DEVELOPMENT IN UKRAINE

Palieiev A. – Postgraduate student, *artem.palieiev91@gmail.com*
Potryvaieva N. – Doctor of Economic Sciences, Professor, *potrivaeva@mnau.edu.ua*
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The development of outsourcing in Ukraine is a relevant and growing topic. The development of outsourcing in Ukraine is a relevant and growing topic. The article explores the peculiarities of outsourcing development in Ukraine, highlighting the country's competitive advantages in a highly qualified specialists, technical expertise and cost-effectiveness. Despite the ongoing conflict in Ukraine, the outsourcing industry has continued to grow and attract new clients. The study draws on expert data to analyze the current state of the outsourcing market in Ukraine and identify key trends and challenges. The findings suggest that while the outsourcing sector in Ukraine faces some risks and uncertainties, its overall outlook remains positive, with strong potential for future growth and innovation.

Keywords*: outsourcing, development, Ukraine, IT, software, experts, innovation, investment.*

Актуальність дослідження зумовлена зростаючим інтересом бізнесу до використання аутсорсингу як інструменту оптимізації витрат та збільшення ефективності діяльності. Аутсорсинг є важливим рушієм економічного зростання в Україні. За останні десятиріччя він став значно популярнішим, особливо в галузі IT, і дозволив країні стати однією з провідних країн у світі в

цьому секторі. Україна має висококваліфікованих фахівців в галузі ІТ, що дозволяє країні бути конкурентоспроможною на світовому ринку аутсорсингу.

Метою роботи є дослідження особливостей розвитку аутсорсу в Україні з огляду на глобальні тенденції та специфіку національного ринку, включаючи умови воєнного стану та післявоєнного відновлення, а також – аналіз причин стрімкого розвитку аутсорсу за останнє десятиріччя, напрямків співпраці з міжнародними партнерами та інноваційності на глобальному ІТ ринку.

Згідно з дослідженнями, в Україні працює понад 200 тисяч ІТ-фахівців. Країни зі Східної Європи, зокрема Україна, стали популярними місцями для проведення аутсорсингових проектів для підприємств з США, Європи та Азії. Це пов’язано з низькими витратами на заробітну плату і високою якістю послуг. До того ж Україна має сприятливе законодавство для розвитку аутсорсингу, зокрема в галузі ІТ. Наприклад, Закон України «Про державну підтримку розвитку індустрії ІТ» надає пільги для інвесторів і сприяє створенню нових робочих місць. Крім галузі ІТ, аутсорсинг в Україні також успішно розвивається в інших секторах, таких як банківська, медична, фінансова та інші. Це забезпечує міжнародній співпраці та підвищує економічний рівень країни [1].

Розвиток аутсорсингу в Україні допомагає залучати інвестиції в країну, що сприяє створенню нових робочих місць і зростанню економіки. У 2020 році, інвестиції в ІТ-сектор України становили більше 1,5 млрд доларів США. Розвиток аутсорсингу в Україні дозволяє підприємствам збільшувати свою глобальну конкурентоспроможність, зокрема в галузі ІТ [2]. Це досягається завдяки високій якості послуг, оперативності та підтримці клієнтів на всіх етапах проекту. Аутсорсинг в Україні сприяє розвитку гігантів ІТ-індустрії та створенню великих проектів. Наприклад, українські ІТ-компанії беруть участь у проєктах таких світових лідерів, як Microsoft, IBM, Samsung, Oracle тощо, активно співпрацюють зі світовими лідерами в галузі наукових досліджень, що дозволяє розвивати високотехнологічні рішення та продукти. Наприклад, компанія SoftServe співпрацює з Massachusetts Institute of Technology (MIT) у галузі розробки інноваційних продуктів.

Українські ІТ-фахівці є дуже кваліфікованими та мають високий рівень освіти та досвіду. За даними Forbes, Україна знаходиться на 11-му місці в світі за кількістю інженерів-розробників програмного забезпечення на душу населення. Крім цього, Україна має розвинену інфраструктуру для розвитку ІТ-сектора, таку як технопарки та ІТ-кластери [3]. Наприклад, Львівський ІТ-кластер об’єднує більше 100 компаній та надає їм доступ до спільних ресурсів, зокрема кадрів та інфраструктури. Україна має низькі ціни на ІТ-послуги порівняно з іншими країнами, такими як США та країни Європейського Союзу.

За даними порівняння цін на аутсорсинг в галузі ІТ, проведеним компанією Ciklum, вартість розробки програмного забезпечення в Україні може бути від 30 до 50% нижчою, ніж у країнах ЄС та США.

Українські ІТ-компанії пропонують широкий спектр послуг, включаючи розробку програмного забезпечення, тестування, підтримку та інтеграцію, що дозволяє задовольняти потреби клієнтів з різних галузей та ринків. Вважаємо за доцільне зауважити, що вітчизняні ІТ-компанії відомі своїми інноваційними рішеннями та продуктами, які успішно конкурують на світовому ринку. Наприклад, компанія Grammarly, яка заснована у Харкові, є однією з найбільш відомих у світі платформ для перевірки граматики та правопису англійської мови.

Україна є членом Всесвітньої організації торгівлі (WTO) та має угоди про вільну торгівлю з більш ніж 45 країнами, що сприяє розвитку міжнародної співпраці в галузі ІТ-аутсорсингу [4]. Вітчизняні ІТ-компанії мають великий досвід у співпраці зі світовими лідерами галузі та здатні пропонувати високоякісні послуги з урахуванням потреб клієнтів з різних країн та культур. Розвиток аутсорсингу в Україні сприяє зростанню економіки країни та забезпечує робочі місця для тисяч українців, зокрема для молоді та висококваліфікованих фахівців. До того ж потужний інфраструктурний потенціал країни дозволяє забезпечити стабільну та швидку роботу ІТ-компаній, зокрема широкосмуговий інтернет, відмінну транспортну інфраструктуру та відносно низьку вартість оренди офісів.

Україна є дуже гнучкою у забезпеченні різних моделей аутсорсингу, включаючи розміщення проєктів на місці клієнта, розробку програмного забезпечення в Україні та дистанційну роботу. Українські ІТ-компанії надають високоякісні послуги, що підтверджено такими сертифікатами як ISO 27001, ISO 9001, CMMI Level 5, що гарантує якість та безпеку проектів, що розробляються. Україна має розвинуту систему освіти в галузі ІТ, включаючи велику кількість технічних вишів, що надає компаніям доступ до талановитих молодих фахівців та забезпечує підготовку кадрів з високим рівнем компетентності [5].

Після початку повномасштабної війни, аутсорсинг постраждав менше, ніж інші сфери ІТ, оскільки цей напрямок знаходиться на глобальному ринку. Виникають питання лише з новими замовленнями. Зараз є вказівки у європейських та американських компаніях не підписувати нових контрактів із представниками українського ІТ-сектору, не брати розробників з України на роботу через зону високого ризику [6]. Проте все перераховане вище, не є правилом. Велика кількість європейських та американських компаній поглядає на ситуацію зовсім інакше. Компанії пробують надати невеликий проект, подивитись на якість надання послуг і далі приймають рішення. Більшість зарубіжних компаній максимально підтримують Україну й сприяють розвитку ІТ сфері в подальшому, як з моральних поглядів, так і тому, що цінова політика

є дуже привабливою. Отже, тут з впевненістю можна стверджувати, що погляди розділились не два табори.

Особливо важливим є також той момент, як подає себе аутсорсингова компанія [7], адже вона має робити все необхідне для доведення своєї конкурентоспроможності і не зважаючи на всі наслідки війни, Україна продовжує бути надійним партнером з висококваліфікованими фахівцями і робить все необхідне для закриття проєктів у вказані терміни з показниками найвищої якості.

Отже, Україна має потужну ІТ-спільноту, яка активно співпрацює та обмінюється досвідом зі світовими лідерами в галузі ІТ, що сприяє розвитку інноваційних технологій та забезпечує збільшення обсягів аутсорсингу в Україні.

Висновок. В результаті проведених досліджень доведено, що Україна активно розвивається у галузі аутсорсингу. Це відбувається завдяки сприятливій ціновій політиці та висококваліфікованим ІТ-фахівцям. Незважаючи на війну, досліджуваний напрямок розвивається й надалі та має всі можливості вийти на новий рівень під час післявоєнного відродження ІТ-сфери в цілому. Аутсорсинг став вигідним для компаній, що шукають ефективний спосіб заощадження коштів та отримання якісної продукції. За останнє десятиріччя українські ІТ-компанії довели свою конкурентоспроможність та високий рівень професійної підготовки. Незважаючи на успіхи українського аутсорсингу, держава повинна й надалі продовжувати забезпечувати сприятливі умови для розвитку цієї галузі та вдосконалювати систему освіти для забезпечення професійної підготовки молоді.

Л і т е р а т у р а

1. Аутсорсинг в Україні: розвиток та перспективи / Бабій О.М., Пашкевич О.С., Русин О.М. та ін. К.: Аграр Медіа Груп, 2021. 256 с.

2. Бойко О. Особливості розвитку аутсорсингу в Україні та світі // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2019. № 936. С. 78-83.

3. Коренєвська І. Аутсорсинг в Україні: стан та перспективи розвитку на ринку інформаційних технологій // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2019. № 1(15). С. 29-33.

4. Карнаух О. Особливості розвитку аутсорсингу в Україні // Економічний вісник НТУУ "КПІ". 2019. № 3. С. 76-83.

5. Литвинчук О. Потенціал розвитку аутсорсингової галузі в Україні // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2019. № 4 (12). С. 17-21.

6. Кравець Ю.В. Аутсорсинг в Україні: тенденції та виклики // Економічний простір. 2022. Вип. 2. С. 17-25.

7. Куліченко І.М. Міжнародний аутсорсинг в Україні: виклики та перспективи // Міжнародна економічна політика. 2023. Вип. 2. С. 78.

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ СПОЖИВАЧІВ

Стамат В.М. – к.е.н., доц., *vmkolesnyk@ukr.net*
Зозуля О.В. – здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
aleksss.sky09.04@gmail.com
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

FEATURES OF CONSUMER BEHAVIOR RESEARCH

Stamat V. – Doctor of Philosophy, Associate Professor, *vmkolesnyk@ukr.net*
Zozulia O. – student the Bachelor's Degree, *aleksss.sky09.04@gmail.com*
Mykolaiv National Agrarian University
Mykolaiv, Ukraine

The evolution of scientific views on the formation of the consumer value of goods has been studied. It is proven that in the conditions of the new economic worldview, which is characterized by the manifestation of modern approaches to improving business processes, the consumer seeks to directly participate in the creation of value, determining its properties and structure. Market trends that shape the type of consumer buying behavior are highlighted: personalization of behavior; increasing the opportunities of buyers; transformation of consumer consciousness; possession of "timeless" goods; ecological thinking of consumers.

Keywords*: consumer behavior, consumer value, consumer value chain, consumer behavior incentives, consumer behavior models.*

Актуальність проблеми. Сучасний споживач дуже активний у своїй ринковій поведінці. Поведінка споживачів на ринку, все більш вибіркова у виборі продукції, вони висувають високі вимоги якості, особливо в її атрибутах, які підкреслюють особисті характеристики споживача. Актуальність теми випливає з необхідності вивчення та розуміння психології споживача та дослідження причин прийняття певних рішень щодо придбання певних продуктів, дослідження та розуміння цінності продукту чи бренду, що сприймається споживачем.

Результати дослідження. Управління найважливішими процесами, як забезпеченість товарами споживчої вартості є основою успішної роботи компанії в сучасний час. Тобто управління процесом максимальної задоволеності клієнтів через індивідуальний підхід до кожного з них та швидке реагування на зміни є пріоритетним напрямком у роботі будь-якої компанії.

Орієнтованість на задоволення потреб кінцевого користувача, створення взаємовигідних і довгострокові відносини з ним стали основою маркетингової діяльності будь-якої компанії. Задоволеність споживачів приносить багато переваг виробнику продукції (послуг), однією з яких є рекомендація задоволених

споживачів цього продукту, який є формою додаткової безкоштовної реклама. Але, варто зазначити, що лише повністю задоволені покупці будуть використовувати, так звану, позитивну рекламу «із вуст у вуста» [1].

Компанії використовують характеристику споживачів та їх купівельну поведінку на ринку різні підходи до класифікації: за потребами; вплив зовнішніх або внутрішніх чинників; характеристика, ставлення до ціни тощо. Поведінка споживачів, яка найбільше відображає та є реаліями сучасних споживчих тенденцій, найчастіше використовується корпоративними маркетологами при постановці цілей. Оскільки будь-яка компанія створює споживчу цінність для кінцевого споживача, важливо досліджувати і розуміти цінність товару або бренду, яка буде сприйнята споживачем. При цьому необхідно враховувати, такі аспекти: по-перше, споживач, здійснюючи ринковий вибір, керується не тільки цінністю, але цілою системою цінностей; по-друге, тільки одна або дві переважаючі цінності визначатимуть бажання і готовність споживача придбати продукт, незалежно від рівня ціни.

На формування споживчої цінності продукту та очікувань споживачів впливають такі елементи маркетингового комплексу: корпоративні цінності компанії, ціна і цінове стимулювання, продукт та його якість і корисність, привабливість упаковки, широта асортименту, довіра і впізнаваність бренду, місце розташування компанії, внутрішній дизайн приміщень, сприйняття (визначеність суджень), позиціонування, мотивація (ресурсний раціоналізм), правила (чіткість і гарантованість виконання замовлення), узгодженість інтересів, якість обслуговування, надання інформації про продукт компанії, компетентність персоналу, досвід споживання продукту компанії.

До основних ринкових трендів, які формують тип купівельної поведінки споживача, належать такі:

персоналізація технологічної поведінки, яка базується на передбаченні та постійному накопиченні інформації;

зростання можливостей споживача. Споживачі усвідомлюють, що їх можливості зростають дуже швидко, вони мають явні переваги в ринковому просторі, тому компанії повинні враховувати подібні очікування при створенні комунікаційної схеми процесу вирішення проблем;

«трансформація свідомості», тобто гордість за високий рівень достатку змінилася соромом за безмірне споживання. Вивчення споживчих звичок дає можливість зробити висновок, що люди стають «більш свідомими і прагнуть до високих цілей» у своїх рішеннях, тобто «надмірне споживання поступилося місцем більш свідомому чи практичному споживанню»;

споживач бажає мати товар «поза часом», а не тільки враховуючи миттєвий тренд. Однак слід враховувати, що споживачеві потрібен

«позачасовий» продукт у форматі XXI ст., який відповідає стандартам цифрового покоління;

набуває поширення «зелене мислення» споживачів – це величина непостійна, яка змінюється з часом, але подібні почуття сьогодні досить поширені. Увага до проблеми захисту навколишнього середовища стала частиною повсякденного мислення, яку слід враховувати при спілкуванні з клієнтами.

Споживачі змінюються під впливом сучасних політичних та економічних змін, вони дотримуються думки, що бренди повинні змінювати світ на краще і обирають компанії, корпоративні цінності яких збігаються з їх власними цінностями. Таким чином, зміни в сучасній купівельній поведінці споживачів кардинально впливають на рішення компаній щодо способів та інструментів взаємодії зі своїми клієнтами.

Висновки. Враховуючи моделі прийняття рішення споживачем про покупку товару та можливість і необхідність компанії впливати на ці рішення за допомогою маркетингу, важливість персоналізованого підходу до клієнта на основі доступної йому інформації слід визначити компанії над клієнтом. Надання споживачеві пропозиції, яка його цікавить, підвищує шанси на прийняття і сприяє лояльності до компанії. Персоналізація спілкування зі споживачем з боку компанії передбачає знання реакції клієнта та адекватну оцінку вартості пропонує формування умов і способів звернення до споживача відбувається в компанії через активізацію засобів маркетингової комунікації. При цьому компанія розширює своє інформаційне поле, запам'ятовуючи та зберігаючи актуальні дії споживачів інформації в одній зі своїх підсистем.

Література

1. Петруня Ю.Є., Петруня В.Ю., Губа О.І. Поведінка індивідуальних споживачів як об’єкт індивідуальних інтересів. // Європейський вектор економічного розвитку. 2021. № 2 (31). С. 62-72.

2. Щерба О.І. Поведінка споживача: вплив післякупівельного задоволення та післякупівельного дисонансу. Габітус. 2020. Вип. 20. С. 20-25.

3. Коломицева О. В., Васильченко Л.С., Пепчук С.М. Маркетингові комунікації підприємства: стратегічні вектори розвитку в епоху цифрової економіки: монографія. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси: видавець Гордієнко Є.І., 2022. 455 с.

4. Шульгіна Л.М., Мельничук В.М. Еволюція наукових поглядів щодо поняття «споживча цінність товару». // Маркетинг і менеджмент інновацій. 2011. №2. С. 74-80.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ ТОВАРІВ ТА ПОСЛУГ У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

Стамат В.М. – канд. екон. наук, доц., *vmkolesnyk@ukr.net*
Крамарчук М.В. – здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, *marynak2003@gmail.com*
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

FEATURES OF PROMOTION OF GOODS AND SERVICES ON THE INTERNET

Stamat V. – Doctor of Philosophy, Associate Professor, *vmkolesnyk@ukr.net*
Kramarchuk M. – student the Bachelor's Degree, *marynak2003@gmail.com*
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The peculiarities of the promotion of goods and services on the Internet have been studied. Various online marketing tools such as website, SEO and SEM optimization, social media marketing (SMM), online advertising, email marketing, content marketing and influencer marketing, as well as the features of these tools and their relationships analyzed. The advantages of using Internet advertising are highlighted, in particular, lower cost compared to other means of advertising, wider coverage of the target audience, convenience for analyzing the effectiveness of advertising placement. The importance of influence marketing as one of the effective strategies of communication with clients is emphasized.

Keywords*: Internet, marketing tools, promotion, advertising, target audience, content, social networks.*

Актуальність дослідження. У сучасному світі, де майже кожна людина має доступ до Інтернету, просування товарів та послуг у мережі Інтернет є надзвичайно важливим елементом бізнесу. Це стає все більш важливим, оскільки люди все частіше використовують Інтернет для пошуку інформації про товари та послуги, які вони планують придбати. Одним з ключових аспектів успішного просування товарів та послуг в Інтернеті є знання особливостей мережі та розуміння, які інструменти та стратегії необхідні для досягнення максимального ефекту в онлайн-середовищі.

Метою роботи є дослідження просування товарів та послуг в Інтернеті та особливості застосування маркетингу в онлайн-середовищі.

Інтернет-маркетинг охоплює комплекс заходів, спрямованих на підвищення продажів, збільшення впізнаваності бренду та збереження клієнтів у мережі шляхом використання різноманітних інструментів. Просування є однією з чотирьох складових комплексу маркетингу і до нього відносять рекламу, зв’язки з громадськістю, стимулювання збуту та персональний

продаж. Просування у мережі Інтернет – актуальний та перспективний напрям розвитку бізнесу.

Один з ключових аспектів просування товарів та послуг в Інтернеті – це маркетингові інструменти, такі як:

інтернет-сайт;

SEO та SEM-оптимізація;

маркетинг соціальних медіа (SMM);

інтернет-реклама;

Email-маркетинг;

партнерський маркетинг;

контент-маркетинг;

маркетинг впливу [1].

SEO-оптимізація являє собою просування за допомогою пошукових систем. Пошукова оптимізація включає сукупність послідовних дій, які мають на меті підвищення рейтингу вебсайту у пошукових системах у відповідь на запити користувачів. Це досягається за допомогою різних технік, таких як оптимізація ключових слів, мета-тегів, збільшення швидкості завантаження сторінки та ін. Головним завданням SEO-маркетолога є забезпечення того, щоб вебсторінка потрапляла до перших результатів пошуку незалежно від структури запиту. Адже, як відомо, більшість людей переглядають лише першу сторінку результатів пошуку [2, С. 79].

Маркетинг соціальних медіа (SMM). Головною ознакою цього інструменту є орієнтованість на певну людину та «пожвавлення» контенту. Серед переваг використання соціальних мереж та месенджерів як частини маркетингових комунікацій можна відзначити наступні: це є досить доступний засіб зв’язку; дозволяє використовувати різноманітні формати контенту (текст, зображення, відео); максимальний обсяг тексту повідомлення у месенджерах може значно перевищувати стандартну СМС; використання цього каналу є новим і зручним для отримувачів, оскільки вони можуть миттєво переглядати вміст повідомлень; також існує можливість підключення ботів для здійснення додаткових дій. Ще одна вагома перевага полягає в їх універсальності. Крім зв’язку між користувачами, бренди можуть використовувати месенджери для рекламних розсилок, оформлення замовлень, як інструмент контент-маркетингу [3, С. 12]. Одним із головних аспектів роботи з соціальними мережами є ті завдання, які ставляться маркетологом. Наприклад, продаж, створення професійної спільноти, формування кола лояльних споживачів, згуртування внутрішньої команди, підвищення впізнаваності бренду – по кожному завданню буде відрізнятись стратегія SMM-маркетингу та інструменти, які будуть використовуватись. Для того, щоб отримати ефективність від просування у соціальних мережах, потрібно

дуже чітко уявляти собі цільову аудиторію, відчувати її характер, знати звички, передбачати її бажання тощо. Наповнюючи сторінку якісним контентом, забезпечується зростання лояльності та замученості аудиторії. Це робота на довгострокову перспективу.

Контент-маркетинг – це сукупність маркетингових прийомів, які базуються на створенні цікавого, корисного та актуального контенту, спрямованого на цільову аудиторію з метою завоювання довіри і залучення потенційних клієнтів [2, С. 82]. Контент може бути в різних форматах, таких як статті, відео, інфографіки та інші. Контент-маркетинг допомагає залучити увагу клієнтів та створити більш глибоке розуміння вашої продукції або послуг. Контент-стратегія повинна бути ретельно продумана: контент, що залучає (акції, опитування, відео, розіграші); інформаційно-розважальний контент; контент, що продає; вірусний контент.

Реклама в Інтернеті – це один з найбільш ефективних способів просування товарів та послуг. Серед найбільш популярних форматів реклами в Інтернеті є банерна та контекстна реклама.

Банерна реклама спрямована на підвищення іміджу бренду і часто використовується на ринку інтернет-реклами, щоб створити своєрідну інтригу навколо тієї чи іншої марки. Часто банерна реклама використовується для оголошення знижок, розпродажів та інших тимчасових акцій. Контекстна реклама може допомогти підвищити рівень продажів за дуже короткий час [4, с. 296]. Контекстна реклама включає банери або оголошення, розміщені на тематичних вебсайтах, пошукових системах, сайтах конкурентів тощо. Для досягнення миттєвого результату та підтримання постійної відвідуваності сайту, контекстна реклама може бути ефективною разом з пошуковою оптимізацією, а інформація на банерах повинна бути максимально короткою та привабливою, щоб залучити увагу відвідувачів сайту [2, С. 79].

До переваг використання інтернет-реклами можна віднести те, що вартість її використання значно нижча порівняно з іншими видами традиційної реклами; вона охоплює ширшу аудиторію та зручна для налаштування цільової групи та аналізу результативності для рекламодавців. Головний недолік полягає в тому, що аудиторія має низький рівень довіри до поширеної інформації, особливо до агресивної та тизерної реклами [5, С. 82].

Email-маркетинг дозволяє створити безпосередню комунікацію між компанією та потенційним або діючим клієнтом. В результаті, використання e-mail реклами може збільшитись кількість продажів, включаючи нових та повторних клієнтів, та зробити їх більш лояльними до компанії. Переваги e-mail реклами полягають у персоналізації повідомлень, широкому використанні електронної пошти користувачами, прямому й точному досягненні конкретного

користувача, можливості впливати на цільову аудиторію за допомогою списків розсилок і дискусійних листів та відгуку, який виявляється дієвішим, ніж у випадку з банерами [2, С. 79].

Маркетинг впливу – це стратегія, за якої спеціально підібрані люди передають потрібне повідомлення до обраної аудиторії. Компанії використовують відомих блогерів, зірок та впливових особистостей, щоб просувати свої бренди серед широкої аудиторії. Ключовим фактором успіху цієї стратегії є імідж промоутера. Люди довіряють лідерам думок, адже вони здаються неупередженими, а їх поради розглядають як дружні рекомендації [2]. Доповнює даний вид маркетингу community-маркетинг – маркетинг спільноти, який передбачає не просто комунікації бренду в один бік (до цільової аудиторії), а взаємодії зі своєю бізнес-спільнотою, беручи активну участь у локальному соціальному житті та он-лайн.

Висновок. З розвитком суспільства стає все складніше просунути свій товар чи послугу, тому успішному підприємцю потрібно бути новатором та використовувати інтернет-маркетинг для підвищення конкурентоспроможності та збільшення прибутку. Інтернет-технології змінюють способи взаємодії компаній зі світом, а інтернет-маркетинг є найефективнішим інструментом для досягнення цілей. Отже, просування товарів та послуг у мережі Інтернет є важливим завданням для бізнесу, яке потребує від компаній уваги до багатьох аспектів, таких як пошукова оптимізація, реклама та контент-маркетинг.

Література

1. Вартанова О. Маркетингові інтернет-технології просування товарів і послуг. // Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2019. №4 (21). С. 158-163.

2. Турчин Л., Островерхов В. Сучасні тренди інтернет-маркетингу. // Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України. 2019. №24. С. 75-85.

3. Виноградова О., Дрокіна Н., Дарчук В. Можливості месенджер-маркетингу для просування товарів та послуг в Інтернеті. // Економіка. Менеджмент. Бізнес. 2020. № 1(31). С. 11-20.

4. Бродюк І.В. Особливості просування бренду online. // Бренд-менеджмент: маркетингові технології: Міжнар. науково-практ. конф., м.Київ, 11берез. 2021р. Київ, 2021. С. 295-297.

5. Malchyk M., Adasiuk I. Advertising in the internet: theoretical analysis and features. *Journal of Lviv Polytechnic National University. Series of Economics and Management Issues*. 2021. Vol. 5, no. 1. P. 75-85. URL: https://doi.org/10.23939/semi2021.01.075 (date of access: 04.03.2023).

МАРКЕТИНГОВА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОПРОМИСЛОВОГО РИНКУ

Стамат В.М. **–** канд. екон. наук, доц., *vmkolesnyk@ukr.net*
Нехайчик Є.Є. – здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
nehay4ikelisaveta@gmail.com
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

MARKETING INFORMATION SYSTEM OF THE AGRICULTURAL MARKET

Stamat V. – Doctor of Philosophy, Associate Professor, *vmkolesnyk@ukr.net*
Nekhachyk Ye. – student the Bachelor's Degreet, *nehay4ikelisaveta@gmail.com*
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The key directions of informational organizational support of marketing innovations in the agricultural sector on qualitative transformation of socio-ecological conditions of management were studied. Theoretical approaches to clarifying the role of agricultural marketing in the development of agricultural production have been expanded. Existing consulting centers can introduce into their practice methodological developments aimed at supporting innovative initiatives, the transition to resource-saving and ecological technologies. Such centers have been created in most subjects of Ukraine, and they are able to concentrate marketing competences in support of business projects from the point of view of substantiating their innovativeness, environmental friendliness, social orientation and sustainability in the long term.

Keywords: *marketing information system, agricultural marketing, marketing organization, innovations, agriculture.*

Актуальність дослідження. Розробка маркетингових інформаційних систем, що діють в аграрному секторі, здійснюється вже не одне десятиліття як на теоретичному рівні, так і в рамках побудови багаторівневої системи інформаційно-консультаційних центрів, які на даний час діють у більшості регіонів України.

Метою роботи є розкриття особливостей маркетингової інформаційної системи агропромислового ринку.

Існуючі маркетингові системи орієнтовані на вирішення широкого кола завдань, але є вкрай важливим окремо опрацювати їх харакетристики для досягнення поставлених цілей. З огляду на постійний розвиток існуючих маркетингових інформаційних систем аграрної сфери, є недоцільним введення окремого спеціалізованого типу систем для досягнення цих цілей, оскільки розв'язуване завдання – досягнення стійкого економічного зростання – повністю відповідає цілям маркетингової роботи, є її елементом, що концентрує

в собі увагу до окремого предмету маркетингу. Тому раціонально обмежитися точністю параметрів маркетингової інформаційної системи, що забезпечує управління маркетингом в аграрному секторі, з конкретизацією складу та структури функціональної підсистеми, що забезпечує поширення інновацій для досягнення необхідних соціальних і екологічних параметрів господарської діяльності суб'єктів ринку.

Інформаційні системи агромаркетингу орієнтовані на охоплення певного рівня сільськогосподарської діяльності – від підприємства до регіону і національного масштабу [1]. Для маркетингу інформаційної системи агропромислового ринку, здатної вирішувати завдання просування інновацій з метою досягнення стійкого зростання, немає необхідності визначати просторові межі – цифрові мережі і потоки даних дозволяють проводити аналітичну роботу без обов'язкової територіальної прив'язки. Тобто сільгоспвиробники, спеціалізація яких об'єктивно визначається територією сільськогосподарської діяльності, можуть вибудовувати систему маркетингу, не орієнтуючись на кордони – аж до глобальних масштабів при проведенні зовнішньоекономічних операцій. Для окремих сільськогосподарських виробництв, наприклад, зерна, отримання і використання інформації про світові ціни і попит на зернову продукцію є елементом поточної маркетингової діяльності. Для виробництв, орієнтованих на місцевий ринок, потрібна тільки оперативна інформація від покупців.

Основною метою маркетингової інформаційної системи агропромислового ринку є забезпечення аналітичної підтримки сталого розвитку суб'єктів ринку, формування достатньої оціночної бази для ведення бізнесу, узгодження інтересів усіх суб'єктів агропромислової діяльності: виробників, споживачів, постачальників ресурсів, наукових організацій, контролюючих органів, екологічних спільнот тощо [2]. Результатом роботи такої системи є формування умов для співпраці учасників ринку, залучення зацікавлених аудиторій: громадськості, інвесторів тощо.

Маркетингова інформаційна система агропромислового ринку повинна охоплювати максимально широке коло суб’єктів, що беруть участь у забезпеченні сільськогосподарської діяльності, нарівні з виробниками, постачальниками техніки і ресурсів, споживачами та регуляторами ринку. До таких суб'єктів належать професійні заклади та заклади вищої освіти, науково-дослідні інститути, громадські організації (екологічні, краєзнавчі, туристичні); будь-які інші суб'єкти певної території, інтереси й діяльність яких зачіпають сільськогосподарське виробництво.

Таке широке коло учасників маркетингової інформаційної системи вимагає її формування на мережевій основі з близькими горизонтальними параметрами.

Вони повинні стати джерелом адаптивної взаємодії суб'єктів господарювання в разі виникнення порушень в процесах функціонування агропромислового ринку. Важливість створення таких центрів обумовлена ще й тим, що сучасне сільськогосподарське виробництво є комплексною виробничою діяльністю, модернізація якої може зажадати одночасної реалізації декількох проєктів в різних сферах комерційної діяльності – у виробництві, зберіганні, доставці продукції, цифровізації бізнесу тощо. Тому з самого початку необхідно орієнтуватися на підтримку комплексу проєктів кожного сільгоспвиробника, що дозволяє йому освоїти новий технологічний порядок. Зазначимо, що організаційно всі умови для формування таких центрів існують. Більш того, можна стверджувати, що в більшості сільськогосподарських регіонів існуючі інформаційні центри підтримки сільськогосподарських підприємців здатні реалізовувати описані функції і немає необхідності створювати нові організаційні структури. Але для проведення цієї роботи вони повинні зосередитися на вирішенні проблем інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва. Підтримувати поширення технологій, що забезпечують якісно нові умови для сільськогосподарської діяльності. Для цього компетенція відділів маркетингу консалтингових центрів повинна бути розширена і спрямована на просування продукції з використанням передових технологій.

Висновок. Отже, посилення маркетингового забезпечення поточних перетворень агропромислового комплексу можливе на основі формування залишкових аналітичних та комунікаційних ресурсів у складі маркетингових інформаційних систем сільгоспвиробників. З метою створення умов для широкого поширення інновацій та переходу до нового технологічного порядку, необхідно активізувати консультаційну допомогу сільськогосподарським товаровиробникам, надати їм доступ до інформаційно-аналітичних ресурсів, що забезпечують прийняття управлінських рішень з урахуванням досягнень цілей сталого розвитку.

Література

1. Маркетингова інформаційна система (MIC). URL: https:// pidru4niki. com/1628041460643/marketing/marketingova_informatsiyna_sistema_mis (дата звернення: 01.02.2023).

2. Особливості сільськогосподарського маркетингу. URL: https://vseosvita. ua/library/lekcia-osoblivosti-silskogospodarskogo-marketingu-190949.html (дата звернення: 01.02.2023).

ІННОВАЦІЙНИЙ МАРКЕТИНГ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Стамат В.М. – канд. екон. наук, доц., *vmkolesnyk@ukr.net*
Шевчук Д.В. – здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, *voznсifr20@gmail.com*
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

INNOVATIVE MARKETING IN THE ACTIVITIES OF ENTERPRISES

Stamat V. – Doctor of Philosophy, Associate Professor, *vmkolesnyk@ukr.net*
Shevchuk D. – student the Bachelor's Degree, *voznсifr20@gmail.com*
Mykolaiv National Agrarian University
Mykolaiv, Ukraine

The thesis examines the essence of innovation marketing and its place in enterprise management. Features of innovative marketing in modern times are highlighted the world. The processes of innovative marketing applied at enterprises are also reported. The work examines the structural elements of the management mechanism of innovative industrial marketing enterprises. The theoretical aspects of innovative marketing at enterprises have been studied. Various definitions of innovative marketing are presented. Types of innovative marketing are defined. The works of domestic scientists were analyzed, based on the analysis it was determined what innovative marketing and innovative potential are.
Keywords: *innovative marketing, innovation, technology, marketing, research.*

Актуальність дослідження. Інноваційний маркетинг завжди був і буде невід'ємною частиною великого та середнього підприємництва, завдяки ньому підприємство може отримати значну перевагу над своїми конкурентами. Внаслідок, постійного науково-технічного розвитку, інноваційний маркетинг постійно набуває нових інструментів та можливостей, завдяки яким в подальшому підприємства зможуть мати переваги в своїй підприємницькій діяльності.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз інноваційних маркетингових процесів, що використовуються в діяльності підприємств. Також визначимо, що таке інноваційний маркетинг.

На сьогодні для підприємців, однією з головних передумов отримання прибутку є розроблення, виготовлення та просування на ринку інноваційної продукції.

Спочатку варто зазначити, що інновації – це створені і покращені конкурентоспроможні технології, послуги чи продукти, а таким же чином організаційно-технічні рішення виробничого, комерційного, адміністративного та інакшого характеру суттєво поліпшують структуру і якість виробництва і соціальної сфери. Також зазначимо, що інноваційна діяльність – це діяльність

що спрямована на комерціалізацію та застосування результатів наукових розробок та досліджень, що обумовлює випуск на ринок нових конкурентоспроможних товарів та послуг [1].

Розробка інноваційних продуктів, запровадження інноваційного маркетингу може бути без залучення великого обсягу фінансових ресурсів, якщо на підприємстві ефективно здійснюється управління та запроваджується в діяльності підприємства передові методи керівництва та планування. Отож запровадження та розробка інноваційного маркетингу при ринкових умовах є одним із основних способів підвищення підтримки високих темпів розвитку підприємства та, як результат, підвищення рівня прибутку.

До інноваційного маркетингу входить таке поняття як «інноваційний потенціал» – це комплекс існуючих в країні технологічних, науково-виробничих, інтелектуальних ресурсів з належними їх інфраструктурними забезпеченнями, які спроможні створити нові знання, і ефективний механізм комерціалізації. Інноваційний потенціал показує спроможність до змін, прогресу, покращення, це джерело розвитку кожного підприємства. Відповідно маркетинг є у внутрішніх факторах інноваційного потенціалу та включає в себе: рекламну компанію; сегментацію ринку; прогнозування попиту; цінову політику [2].

Вивченням та узагальненням досвіду використання інноваційного маркетингу, присвячені наукові роботи багатьох відомих вітчизняних та зарубіжних учених. Перше фундаментальне дослідження про інновації у маркетинговій сфері належить Теодору Левітту, він у 1962 році вивчав можливості зростання та отримання прибутку через маркетингову інновацію [3]. Т. Левітт вказував у своїх дослідженнях вказував на недооцінку маркетингових інновацій, акцентував увагу на значенні нових маркетингових методів для розвитку підприємств і першим запровадив концепцію «marketing R&D» - розробки і досліджень у маркетинговій сфері. Габор Рекеті – вчений, який вивчав поряд із комбінаціями продуктових і маркетингових інновацій виключно маркетингові інновації як результат розробок та досліджень, спрямованих на побудову нових маркетингових інструментів та маркетингових рішень, тим самим він розвинув концепцію Левітта [4].

Багато вчених трактують поняття «інновації» в залежності від об’єкта та предмета свого дослідження. Найбільш признаним визначенням інновації є визначення професора Ілляшенка С. М., він зазначав що інновації – це кінцевий результат нововведення, спрямований на досягнення відповідного ефекту та створення нових або вдосконалених конкурентоспроможних товарів, що задовольняють потреби споживачів, може охоплювати всі сфери діяльності підприємства і сприяє розвитку та підвищенню його ефективності.

Якогось єдиного визначення яке поєднує «інноваційний маркетинг» та «маркетинг інновацій» не існує. Деякі вчені вважають ці визначення тотожними, інші ж вважають їх протилежними.

Бажал Ю. М. зазначає, що діяльність на ринку нововведень спрямована на побудову або виявлення попиту з метою максимального задоволення потреб, які базуються на використанні застосуванні нових ідей щодо товарів, послуг та технологій [5].

На думку Ілляшенка С. М. інноваційний маркетинг виступає як концепція ведення підприємництва, яка визначає побудову покращеної або принципово нової продукції, інновації, і використання в процесі її побудови та розповсюдження покращених чи принципово нових інноваційних інструментів, форм та методів маркетингу з метою більш ефективного задоволення потреб споживачів, так і виробників [6, С. 38].

Науковець Пересунько Є.С. вважає, що інноваційний маркетинг це побудова та застосування інновацій у самому маркетингу, новітні інструменти маркетингу [7].

Таким чином, можна зазначити, що інноваційний маркетинг має дві основні складові це: виробництво та застосування інновацій в маркетингу та в процесі їх створення та розповсюдження. Для цього не обов'язково використовуються інноваційні інструменти, традиційні інструменти, технології та методи також можуть застосовуватися в інноваційному маркетингу. Водночас інноваційний маркетинг є концепцією маркетингової діяльності згідно з якою на підприємстві реалізовується постійний пошуку нових маркетингових ідей та їх використання через інструменти, методи, заходи та технології маркетингової діяльності.

Також науковці на сьогоднішній день виділяють 12 видів інноваційного маркетингу:

1. Трейд-маркетинг;
2. Терористичний маркетинг – його суть полягає у тому, що потрібно створити передумови для того, щоб людина необдумано купила певний товар. Перед цим варто привернути увагу до сегменту ринку до якого планується входження;
3. Сенсорний маркетинг;
4. Партизанський маркетинг;
5. Вірусний маркетинг;
6. Провокаційний маркетинг – це вид маркетингу, який будується на новизні кожного проєкту; він впливає на підсвідомість людей, змушує споживачі шукати прихований зміст рекламного повідомлення;
7. Мобільний маркетинг;

8. Крос-маркетинг;
9. Event-маркетинг;
10. Арома-маркетинг;
11. Bluetooth-маркетинг – це спосіб реалізації маркетингових комунікацій з використанням технології Bluetooth в безпосередній близькості від цільової аудиторії.

Всі зазначені види мають свою специфіку та використовуються при різних умовах. Вони є доволі цікавими та кожен з цих видів пропонує щось нове для різних підприємств.

Висновок. Таким чином, інноваційний маркетинг – це вид маркетингу, метою якого є знаходження та запровадження нових, раніше не використовуваних в маркетингу, задоволення запитів та потреб споживачів ефективнішими способами ніж конкуренти, завдяки цього отримувати прибуток та забезпечувати умови існування і розвитку на ринку. В діяльності підприємств, інноваційний маркетинг дає їм змогу значно перевершити своїх конкурентів та здобути велику частку ринку. Інноваційний маркетинг постійно вдосконалюється, виникають нові його види з новими можливостями для розвитку підприємств.

Література

1. Про інноваційну діяльність: Закон України від 04.07.2002 № 40-IV. URL: http://zakon1.rada.gov.ua/cgibin/laws/main.cgi?nreg=40-15.
2. Єпіфанова І.Ю., Гладка Д.О. Інноваційний потенціал підприємства: сутність, складові та фактори впливу. // Економіка та суспільство. 2018. №14. С. 354-360. URL: http://economyandsociety.in.ua/
3. Levitt T. Innovation in Marketing: New Perspectives for Profits and Growth. New York: McGraw Hill, 1962. 253 p.
4. Reketty G. The regularities of innovation– a marketing perspective. Acta Oeconomica. 2003. No. 53 (1). P. 45-50.
5. Бажала Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема: навч. посіб. для ВНЗ . Київ: Пульсари, 2015. 278 с.
6. Ілляшенко С.М., Рудь М.П., Новітні види маркетингу в умовах випереджаючого розвитку: еволюція, сутність, умови застосування. // Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2019. Випуск 24. С. 38-42.
7. Пересунько Є.С. Місце і роль інноваційної діяльності в системі економіки. // Формування ринкових відносин в Україні. 2007. №6 (73). С. 84-88.

СЕКЦІЯ 12: ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЦИВІЛЬНОГО, МІЖНАРОДНОГО ТА ГОСПОДАРСЬКОГО ПРАВА

SECTION 12: PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF CIVIL, INTERNATIONAL AND ECONOMIC LAW

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ В СУДОВІЙ ЕКСПЕРТИЗІ

Ковальчук О.Б. – аспірантка, orestakovalchuk@ukr.net
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій;
завідувач сектору
Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз
Україна, м. Львів
Баль О.М. – к.т.н., доц.,завідувач кафедри, olena.m.bal@lpnu.ua
Інститут механічної інженерії та транспорту
Національного університету «Львівська політехніка»;
провідний науковий співробітник
Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз
Україна, м. Львів

STUDY OF TECHNICAL CONDITION OF ELEMENTS OF THE UPPER STRUCTURE OF THE RAILWAY TRACK IN THE FORENSIC EXPERTISE

Kovalchuk O. – Postgraduate student, orestakovalchuk@ukr.net
Kyiv Institute of Railway Transport
State University of Infrastructure and Technology;
Head of the sector
Lviv Scientific Research Institute of Forensic Science
Ukraine, Lviv
Bal O. – Ph.D., Associate professor, Head of the department, olena.m.bal@lpnu.ua
Institute of Mechanical Engineering and Transport
Lviv Polytechnic National University
Senior researcher
Lviv Scientific Research Institute of Forensic Science
Ukraine, Lviv

To date, several special methods have been developed that are used when conducting a railway transport expertise in terms of studying the circumstances of a railway accident. To study the technical condition of the railway track upper structure elements, it is necessary to develop an appropriate method. In this study, the conditions for the appointment forensic expertise of a railway transport are given. The main criteria for the

good condition of the track and the requirements that it must meet are described. The result of this study is the formation of the main stages of the research work on the study of technical condition of the railway track upper structure elements in forensic expertise.

Keywords: *forensic expertise of a railway transport, traffic safety, derailment of rolling stock, technical condition of the railway track.*

Актуальність даної роботи зумовлена забезпеченням науково-методичного супроводу судово-експертної діяльності за експертною спеціальністю 10.13.1 «Дослідження інженерного обладнання верхньої будови колії» для вирішення діагностичних завдань щодо дослідження технічного стану елементів верхньої будови колії та встановлення відповідності їх фактичного стану належному (нормативному) стану, який встановлений вимогами безпеки інфраструктури залізничного транспорту.

Метою дослідження є встановлення основних етапів проведення науково-дослідної роботи «Розробка методики дослідження елементів верхньої будови колії в судовій експертизі». Дана науково-дослідна робота проводиться на основі сучасних наукових праць у галузі судової залізнично-транспортної експертизи, законодавчої та нормативно-технічної документації. НДР за цією темою проводиться вперше і зареєстровано в УкрІНТЕІ (реєстраційна картка НДДКР 0123U101166).

На сьогоднішній день Міністерством юстиції України зареєстровано кілька спеціально розроблених методик, які використовуються при проведенні судової залізнично-транспортної експертизи в частині дослідження обставин залізнично-транспортної пригоди. Протягом 2019 – 2020 років працівниками Львівського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства юстиції України було розроблено «Методичні рекомендації щодо дослідження пружних рейкових скріплень» [1]. Зазначена науково-дослідна робота була передумовою для розроблення «Методики дослідження елементів верхньої будови колії в судовій експертизі».

Дослідження технічного стану елементів інженерного обладнання верхньої будови залізничної колії є однією з діагностичних задач, які вирішуються при проведенні судової залізнично-транспортної експертизи [2].

Потреба в проведенні судової експертизи виникає в органів досудового розслідування, суду, юридичних та фізичних осіб в процесі судового врегулювання господарських та цивільних спорів, кримінальних та адміністративних справ. Судову залізнично-транспортну експертизу призначають у випадку, коли необхідно дослідити обставини залізнично-транспортної пригоди чи технічний стан елементів верхньої і нижньої будови колії або рухомого складу.

При проведенні судової залізнично-транспортної експертизи дослідження

елементів верхньої будови колії виконується для встановлення технічного стану кожного з елементів та для визначання технічного стану залізничної колії в цілому. Окрім випадків сходу рухомого складу необхідність дослідження елементів верхньої будови колії виникає і при встановленні їх відповідності вимогам технічних умов та держстандартів на етапі виробництва та проходження вхідного контролю на підприємствах, тобто ще до укладання елементів у конструкцію залізничної колії.

Дослідження технічного стану елементів верхньої будови колії являє собою аналіз даних, отриманих на підставі натурного огляду та з використанням спеціальних вимірювальних пристроїв (шаблонів, колієвимірювальних і дефектоскопних вагонів і т.п.), аналіз даних бази нормативних документів, які діють на залізницях України, а також проведення спеціальних розрахунків. В такому випадку технічний стан елементів верхньої будови колії досліджується у частині їх поточного утримання, тобто встановлюється чи (або як) змінився їх технічний стан в процесі експлуатації.

Характерними несправностями у колії, які можуть призвести до сходу рухомого складу можуть бути: непридатність шпал, перевідних і мостових брусів; непридатність скріплень; понаднормативний ухил відводу ширини колії чи підвищення зовнішньої рейки; понаднормативні відхилення колії у плані, за рівнем чи за шириною; викид колії; злам рейки; неприлягання гостряка до рамної рейки та інші [3].

До залізничної колії, як до інженерної споруди, серед іншого, пред’являються наступні основні вимоги [4]:

1. Залізнична колія за міцністю та стійкістю повинна забезпечувати безпечний та плавний рух поїздів із найбільшими швидкостями, встановленими для даної ділянки.

2. Залізнична колія повинна забезпечувати безперебійність перевезень у будь-який час доби та року.

Таким чином, основним критерієм справного стану колії є можливість забезпечення нею безпечного і плавного руху поїздів з найбільшими швидкостями, що встановлені для даної ділянки при відсутності відхилень від норм і допусків її будови і утримання. При наявності відхилень від норм і допусків, які, проте не вимагають встановлення обмеження швидкості, можна говорити про працездатний стан колії. Якщо ж відхилення від норм і допусків є такими, що не забезпечують безпеки руху, то технічний стан колії є непрацездатним.

Згідно теорії надійності, залізнична колія може перебувати в наступних експлуатаційних технічних станах: справний, несправний, працездатний, частково-працездатний, непрацездатний, критичний і граничний. Нормативні

документи, які діють на залізничному транспорті України, відображають вимоги щодо улаштування та експлуатації залізничної колії і, на даний час, є чи не єдиним джерелом інформації при проведенні залізнично-транспортної експертизи. Однак необхідним для експерта при дослідженні технічного стану залізничної колії є систематизація цієї інформації [5].

Функціональна безпека – властивість об'єкта залізничного транспорту виконувати необхідні функції безпеки при всіх передбачених умовах протягом заданого періоду часу. Тобто протягом встановленого терміну служби залізнична колія повинна забезпечувати безпечний пропуск рухомого складу. Тому основним напрямком розвитку інфраструктури залізничного транспорту України є сприяння досягненню загального розуміння і підходу до управління показниками надійності і безпеки об'єктів залізничного транспорту з позицій оцінки ризиків і вартості життєвого циклу. Відповідно при проведенні залізнично-транспортної експертизи потрібно враховувати основні напрямки розвитку інфраструктури залізничного транспорту та відображати їх в атестованих методиках і методичних рекомендаціях.

Висновки. В результаті сформовано основні етапи проведення досліджень. А саме, в процесі виконання даної науково-дослідної роботи буде визначено фактори, які впливають на технічний стан елементів верхньої будови колії та зроблено аналіз впливу технічного стану елементів верхньої будови колії на настання залізнично-транспортних пригод. На останньому етапі будуть розроблені базові алгоритми з проведення досліджень технічного стану елементів верхньої будови колії.

Література

1. Методичні рекомендації щодо дослідження пружних рейкових скріплень: звіт про НДР (остаточний) / МІОУ, ІСЕ; наук. кер. О.М. Баль. 0119U002346. Л.: ЛНДІСЕ, 2020, 110 с.

2. Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень, затверджені наказом Міністерства юстиції України від 08.10.1998 № 53/5. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text.

3. Методичні вказівки щодо порядку службового розслідування причин сходжень рухомого складу з рейок на залізницях України, ЦРБ-0036, затверджено Наказом Укрзалізниці від 21.06.2012 №194-ЦЗ. Київ. 2012.

4. Даніленко Е.І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом: підручник для вищих навчальних закладів (у 2-х томах). Київ, Інпрес, 2010. Том 1. 528 с.

5. Бондаренко І.О., Баль О.М. Надійність залізничної колії: навчальний посібник. Київ, ПрофКнига, 2018. 158 с.

ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ В ГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Ломакіна А.А. – к.ю.н., Khridochkina@ukr.net
Український державний хіміко-технологічний університет
Україна, м. Дніпро

THE ISSUE OF IMPROVING THE LEGAL REGULATION OF THE PROCESS OF USING INTELLECTUAL PROPERTY OBJECTS ACTIVITY

Lomakina A. – Candidate of Law, khridochkina@ukr.net
Ukrainian State Chemical Technology University
Ukraine, Dnipro

The article deals with the issues of improving the legal regulation of the process of using intellectual property objects in economic activity. It is emphasized that in order to increase the level of efficiency of protection and protection of the right to intellectual property, which is used in economic activity, a comprehensive development of national legislation on the protection and protection of intellectual property right used in economic activity should be carried out, to develop a national strategy for system development legal protection and protection of intellectual property rights used in economic activity, as well as to reform the principles of law enforcement and judicial bodies, including to create competitive conditions for the administration of justice.

Keywords: *use of objects of intellectual property, economic activity, intellectual property, intangible assets, legal regulation.*

Актуальність дослідження обумовлена тим фактом, що інтелектуальна власність має дуалістичний економіко-правовий характер і розкривається в єдності економічних і юридичних відносин. Розгляд інтелектуальної власності як виду майна, що є основою при здійсненні господарювання з позиції цих двох площин дозволяє подолати спрощений, поверхневий підхід. Розгляд під таким кутом зору дозволяє розуміти, що саме тісний взаємозв'язок правової та економічної сутності покладений в основу інтелектуально містких активів. Бухгалтерський аналог поняттю «інтелектуальна власність» – «нематеріальні активи» – по-різному тлумачяться в нормативно-правових актах і в економічній літературі. Вони відрізняються один від одного не лише обсягами та ступенем деталізації, а й не збігаються за змістом як з правової, так і з економічної точки зору.

Метою роботи є розкриття проблемних питань, пов'язаних з процесом правового регулювання процесу використання об'єктів інтелектуальної власності в господарській діяльності.

Результати дослідження. Сучасні уявлення про наявність нематеріальних факторів у структурі майна юридичних осіб, а також можливість формування

статутного капіталу з їх застосуванням втілюються в поняття «інтелектуальні активи». Зокрема, в практиці розуміння інтелектуальної власності найбільш широко використовується їх тлумачення як тих нематеріальних активів, які не фіксуються у фінансових документах компанії, але можуть бути виявлені, оцінені, а юридична особа може ними керувати. Термін «нематеріальні активи» використовуються в бухгалтерських звітах юридичних осіб. Науковці та практики єдині в думці стосовно назви цього явища, його змісту, а також у тому, що сучасна юридична наука, бухгалтерія та економіка не здатні врахувати ці нові активи. Окремі дослідники навіть стверджують, що для врахування інтелектуальних активів потрібна принципово нова сучасна фінансова, правова та управлінська концепції. Фінансисти ж ведуть дискусії про те, чи варто змінювати усталені бухгалтерські терміни, а також про можливість вартісної оцінки нового показника, його обліку та відображення у звітах.

Нормативно-правова база щодо характеристики даного явища міститься в дефініції «нематеріальні активи» у Національному положенні (стандарті) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи». Відповідно до цього Положення, нематеріальними активами є немонетарні активи, що не мають матеріальної форми, можуть бути ідентифіковані (відокремлені від підприємства) та утримуються підприємствами з метою використання протягом періоду більше одного року (або одного операційного циклу, якщо він перевищує один рік) для виробництва, торгівлі, в адміністративних цілях чи надання в оренду іншим особам [1]. Визначення немонетарних активів, відмінних від грошових коштів, їх еквівалентів і дебіторської заборгованості у фіксованій (або визначеній) сумі грошей, наведене в Національному положенні (стандарті) бухгалтерського обліку 19 «Об’єднання підприємств» [2]. Юридичні ж напрацювання, що містяться в законодавчих актах повинні встигати за розвитком суспільних відносин, тим більше, за їх важливим блоком – економічними відносинами.

Оскільки об’єкти інтелектуальної власності відіграють надзвичайно важливу роль у соціально-економічному та правовому прогресі, то важливо розробити ефективний режим їх збереження та використання, для чого потрібно уніфікувати необхідні визначення і провести відповідне наукове групування (класифікацію) об'єктів. Так, наприклад, нематеріальні активи визначають через термін «промислова власність», проте такий вид власності не передбачений ані Господарським кодексом, ані Цивільним кодексом (далі – ЦК) України. В останньому згадуються лише промислові зразки, як об’єкт інтелектуальної власності. Відповідно ж до ст. 420 ЦК України об'єктами права інтелектуальної власності є літературні та художні твори; комп'ютерні програми; компіляції даних (бази даних); виконання; фонограми, відеограми, передачі (програми) організацій мовлення; наукові відкриття; винаходи, корисні моделі, промислові зразки;

компонування (топографії) інтегральних мікросхем; раціоналізаторські пропозиції; сорти рослин, породи тварин; комерційні (фірмові) найменування, торговельні марки (знаки для товарів і послуг), географічні зазначення; комерційні таємниці [3].

Особливість правового режиму майна юридичних осіб полягає в їх природі. Так, юридична особа набуває правосуб'єктність під час створення й, таким чином, вона є похідною від тих осіб, які дану юридичну особу створюють і наділяють майном. Створену юридичну особу в установленому порядку наділяють майном, необхідним для діяльності останньої, та визначають його правовий режим [4, С. 95]. І саме майнові відносини юридичної особи з особою, що її створила (власником), в основному, й зумовлюють характер її господарської діяльності.

Традиційно саме матеріальні ресурси вважають основою формування майна юридичної особи. Проте, в період стрімкого розвитку господарювання, інформатизації суспільства на перше місце виходять активи нематеріальні. Інтелектуальна власність стає фундаментом створення потенціалу підприємства, який дозволяє здійснювати інноваційну діяльність. Як засвідчує практика діяльності вітчизняних суб’єктів господарювання у структурі майна нематеріальні активи займають відносно незначну частку, в той час як основні фонди, як складова матеріальних активів, морально застаріли. Фізичний і моральний знос основних засобів інколи перевищує 80 % структури майна промислових організацій [5, С. 109]. Насамперед, з метою перетворення інтелектуальних активів на легальну частину активів юридичної особи та одержання максимально можливих переваг, необхідно ввести його до господарського обігу або комерціалізувати.

Висновок. Таким чином, з метою підвищення рівня ефективності охорони та захисту права на об’єкти інтелектуальної власності, що використовується в господарській діяльності, вважаємо за необхідне: здійснити комплексну розробку національного законодавства щодо охорони та захисту права інтелектуальної власності, що використовується у господарській діяльності; розробити національну стратегію розвитку системи правової охорони та захисту права інтелектуальної власності, що використовується у господарській діяльності; здійснити переформування засад діяльності правоохоронних та судових органів, у тому числі створити конкурентні умови для здійснення правосуддя; здійснювати активний обмін інформацією з питань охорони та захисту права інтелектуальної власності, що використовується у господарській діяльності як у межах України, так і між міжнародними та національними уповноваженими органами; підвищувати роль юридичної науки у формуванні знань та поваги до права інтелектуальної власності, що використовується у

господарській діяльності. Реалізація зазначених заходів дозволить створити в Україні умови, привабливі для бізнесу та інвестування, а також для підтримки суб'єктів права інтелектуальної власності в Україні.

Література

1. Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи»: Наказ Міністерства фінансів України від 18 жовтня 1999 р. № 242. URL: http://www.zakon.help/documents/z0750-99.

2. Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 19 «Об'єднання підприємств»: Наказ Міністерства фінансів України від 7 липня 1999 р. № 163. URL: http://www.zakon.help/article/polozhennya-standart-buhgalters.

3. Цивільний кодекс України: Закон України від 16 січня 2003 р. № 435-IV. URL: http://www.zakon.rada.gov.ua/go/435-15.

4. Король Д.А. Захист інтелектуальної власності, яка використовується у господарській діяльності: сучасні проблеми та шляхи їх вирішення. // Журнал східноєвропейського права. 2018. № 50. С. 93-101.

5. Худенко О.О. Місце інтелектуальної власності в процесі здійснення господарської діяльності. // Право і суспільство. 2014. № 4. С. 106-113.

МІСЦЕ ЦИВІЛЬНО-ПРАВОВИХ ДОГОВОРІВ У ТРУДОВИХ ВІДНОСИНАХ

Прогонюк Л.Ю. – к.ю.н., доц., *progluda@i.ua*
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

THE PLACE OF CIVIL-LEGAL CONTRACTS IN LABOR RELATIONS

Progonyuk L. – Doctor of Jurisprudence, Associate Professor, *progluda@i.ua*
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The emergence of labor relations has always caused the problem of choosing between an employment contract and a civil law one. This issue is relevant for both the employee and the employer. Especially for the latter, with the introduction of fines in our country for violating the labor legislation, replacing the employment contract with a civil law one. The article examines the role and place of types of civil law contracts, the expediency of their application in the regulation of labor-related relations. The problem of distinguishing between labor and civil law contracts is highlighted, the advantages and disadvantages of contracts for each party are considered.

Keywords: *labor contract, civil law labor agreements, labor relations, employee's interests.*

Актуальність дослідження. Проблема вибору місяця цивільно-правовим угодам, які часто стають об'єктом врегулювання відносин праці, а саме трудових є актуальною. З нею стикається як працівник, так і роботодавець. Практика показує випадку, коли трудовий договір, який відіграє важливу роль та є підставою прийняття працівника на роботу, підміняється цивільно-правовим. Саме тому, наразі постає потреба з'ясувати особливості таких договорів, який саме договір доцільно застосувати при врегулювання відносин, пов'язаних із працею, та обґрунтувати місце цивільно-правового договору у трудових відносинах. Отже, **мета статті** – визначити місце цивільно-правовим договорам у відносинах пов'язаних з урегулюванням праці, дослідивши сутність та проблеми співвідношення і взаємодії цивільно-правового та трудового договору

Питанню свободи укладення трудового договору присвятив свою увагу великий вчений, світило науки трудового права Олександр Процевський, пояснюючи її важливість у співвідношенні балансу інтересів працівників, роботодавців, держави, з цілями і завданнями, що стоять перед законодавством про працю [1, С. 7]. Золотухіна Л.О. відмічала, що традиційно поняття «трудова угода» в юридичній практиці використовується для позначення таких видів цивільно-правових договорів, як договір підряду та договір надання послуг, оскільки трудове законодавство не містить дефініцію цього поняття [2, С. 85] Кисельова О.І. наголошує на визначенні волі працівника, як головного критерію для кваліфікації договору, щоб уникнути маніпуляції роботодавця, зважати, що є вигідним саме для працівника, яким відносинам надає перевагу, чи має він намір укладати саме цивільно-правовий договір [3, С. 92]. Гетьманцева Н. акцентувала на господарського дисциплінарній владі, яка наділяє роботодавця здійснювати управління виробництвом через систему взаємопов'язаних методів залучення до праці, і вона є ключовою ознакою для визначення природи трудового договору та його відмежування від цивільного договору [4, С. 100].

Так, із положення Закону України «Про зайнятість населення» (ст. 6) випливає загальноприйнята аксіома, що угоди з громадянами щодо використання їхньої праці можуть укладатися за трудовим або цивільно-правовим договорами. Але, як показує практика діяльності територіальних органів Державної служби України з питань праці, на сьогоднішній день існує тенденція до підміни трудового договору цивільно-правовим договором. В такому випадку, суд відмовляє у задоволені позовних вимог, доводячи, що у межах спірних правовідносин позивачем не дотримано вимоги норм ст. 24 КЗпП України в частині обов'язкового укладання трудових договорів у письмовій формі та повідомлення центрального органу виконавчої влади з

питань забезпечення формування та реалізації державної політики з адміністрування єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (ст. 24 КЗпП України). Адже, якщо під час контрольного заходу, буде встановлено, що укладений цивільно-правовий договір на виконання робіт (надання послуг) містить ознаки, притаманні трудовому договору, то відповідно Постанови КМУ від серпня 2019 року буде застосований штраф за фактичний допуск працівника до роботи без укладання трудового договору в розмірі 30 мінімальних заробітних плат, що становить 201 000 грн за кожен такий договір.

Щоб правильно визначити місце цивільно-правового договору у сфері трудових відносин, слід звернути увагу на їхні суттєві риси. Перш за все, мета укладення договору та, відповідно, вибір засобів, які будуть регламентувати укладення відповідного договору: трудового – норми трудового законодавства, цивільно-правового – норми цивільного законодавства. Звісно, конкретний вибір відповідного засобу чітко проявляється на стадії визначення мети (завдань). Від даної обставини залежить, який характер норми буде закладено [5, С. 234]. Слід відмітити, що врегулювання трудових відносин, на відміну від цивільних, вже передбачає забезпечення правовими гарантіями щодо умов праці, робочого часу, часу відпочинку, оплати праці, безпеки праці і охорони тощо.

Таким чином, метою укладення трудового договору є отримання винагороди у вигляді заробітної плати, метою ж цивільного є «отримання певного майнового результату роботи». Разом з тим, мета будь-якого договору визначає його предмет як одну із істотних умов договору. Предметом трудового договору є праця, тоді, як предметом цивільно-правового договору є виконання стороною визначеного обсягу робіт. По завершенню цієї роботи відносини припиняються, тоді, як здійснення трудового договору забезпечується обсягом трудової функції. При цьому, працівник зобов'язується виконувати не якусь індивідуальну визначену роботу, а роботу за однією (або декількома) професією, спеціальністю, посадою відповідної кваліфікації, виконувати певну трудову функцію в діяльності підприємства в складі трудового колективу. Така трудова функція, як правило, передбачена у штатному розписі підприємства, установи, організації.

Найбільшою перевагою трудового договору є стабільна зайнятість, бо, зазвичай трудовий договір укладається на невизначений строк (яв виняток, робота з сезонними та тимчасовими працівниками). Певні правові гарантії для працівників передбачені і при розірванні трудового договору. У разі порушення роботодавцем процедури звільнення, працівник може звернутися до суду, з метою поновлення на робочому місці, або ж, отримати заробітну плату за час

вимушеного прогулу. Важливим моментом для працівника є регулярна оплата праці, при цьому незалежно від доходу роботодавця, він зобов'язаний виплачувати певний мінімальний рівень заробітної плати. Таким чином, в даному випадку людина, яка працює за трудовим договором має майнові переваги порівняно з особою, яка виконує роботу за цивільно-правовим договором. Слід погодитися з думкою О. Кисельової про те, що особа, яка працює за трудовим договором, уникає ризиків, адже її праця підпорядкована умовам, які встановлює роботодавець [3, С. 95]. За цивільно-правовим договором, підрядник виконує роботу на свій власний ризик. У разі виникнення проблемної ситуації з виплатами, то в першу чергу розрахунок відбудеться з працівниками. Особи ж, які працюють за цивільно-правовим договором, в більшості випадків отримують винагороду, яка передбачається домовленістю або в останню чергу, або не отримують такої взагалі.

Разом з тим, працівник, який працює за трудовим договором має також переваги, стосовно захисту своїх прав, за допомогою, наприклад, профспілкових органів. Особа, яка працює за цивільно-правовим договором, як і замовник, можуть відстоювати свої інтереси лише в судовому порядку.

Висновок. Місце цивільно-правового договору у трудових відносинах слід визначати виходячи із інтересів обох сторін. Так, важливо вирішити, чи буде надання послуг одноразовим чи постійним, що саме важливо для підприємства, установи, організації: результат діяльності чи робота, що виконується. Цивільно-правовий договір має більше переваг в основному для замовника, оскільки дозволяє отримати певну вигоду в оплаті праці, тягне за собою менше зобов'язань для замовника, тоді як трудовий договір передбачає цілий ряд гарантій для працівника. Що стосується недоліків, то стосовно цивільно-правового договору слід зазначити, що незважаючи на відсутність відмінностей в оподаткуванні, цивільно-правові договори часто страждають від перевірок контролюючих органів. Трудовий договір більш стабільний, але згідно з цивільним законодавством виконавець має переваги у вигляді вільного розпорядження своїм часом, може вибрати зручний для себе темп і стиль роботи.

Література

1. Процевський О.І. Чи підстави для перегляду системи права України? // Збірник наукових праць. Серія Право. Харківський національний педагогічний університет імені Г.С.Сковороди. Випуск 11. 2009. С. 5-17.

2. Золотухіна Л.О. Трудовий договір і трудова угода: співвідношення понять. // Право і суспільство. № 3. 2012. С. 84-88.

3. Кисельова О.І., Бенько А.В. Право сторін на вибір договору, що регулює відносини, пов'язані з працею та його обмеження. // Правові горизонти / Legal horizons, № 1225. 2018. С. 92-97.

4. Гетьманцева Н., Процьків Н. Правова природа трудового та цивільного договорів. // Підприємництво, господарство і право. № 8. 2020. С. 100-106.

5. Гетьманцева Н.Д. Особливості правового регулювання трудових відносин: монографія. Чернівці: Технодрук, 2015. 592 с.

ПРО ПРОБЛЕМУ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ЦИВІЛЬНО-ПРАВОВОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ У СФЕРІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Хрідочкін А.В. – д.ю.н., доц., Khridochkina@ukr.net
Український державний хіміко-технологічний університет
Україна, м. Дніпро

ON THE PROBLEM OF DETERMINING THE CONTENT OF CIVIL LIABILITY IN THE FIELD OF INTELLECTUAL PROPERTY

Khridochkin A. – Doctor of Legal Sciences, Assoc., Khridochkina@ukr.net
Ukrainian State University of Chemical Technology
Ukraine, Dnipro

The article analyzes the problem of determining the content of civil liability in the field of intellectual property. It is emphasized that civil liability in the sphere of intellectual property should be considered as stipulated by law or contract and is provided by the state coercion of a legal relationship, which comes as a result of committing an offense in the field of intellectual property and is expressed in the obligation of participants in civil law relations personal nature for the offense, in order to fully restore or compensate for the infringed intellectual property rights of the victim. It is concluded that the main purpose of civil liability in violation of intellectual property rights should be to compensate for the harm caused by the misuse of the intellectual property object.

Keywords: *intellectual property, injured person, intellectual property right, offense, civil liability.*

Актуальність дослідження зумовлена тією обставиною, що вирішення проблеми застосування заходів цивільно-правової відповідальності за порушення прав інтелектуальної власності для України є надзвичайно важливим кроком на шляху запровадження європейських стандартів захисту прав та відбудови громадянського суспільства. Більше того, від ефективності захисту прав інтелектуальної власності залежить не лише інтелектуальний потенціал та рейтинги привабливості України, але й її міжнародний авторитет. Саме тому завданням цивільно-правової відповідальності за порушення законодавства у сфері інтелектуальної власності є встановлення для порушника

негативних наслідків і відновлення порушених прав. І не випадково цивільно-правова відповідальність нерозривно пов'язана з негативною реакцією держави на правопорушення і суб'єкта, винного у вчиненні такого правопорушення.

Метою роботи є дослідження сутності та особливостей цивільно-правової відповідальності у сфері інтелектуальної власності і на даній основі виробленні рекомендацій та пропозицій стосовно підвищення ефективності охорони та захисту прав інтелектуальної власності.

Результати дослідження. Відповідно до норм чинного законодавства цивільно-правова відповідальність у сфері інтелектуальної власності полягає у встановленні нормами цивільного права (ст. 431 Цивільного кодексу (далі – ЦК) України) юридичних наслідків за порушення суб'єктивних прав та невиконання суб'єктивних обов'язків суб'єктами права у сфері інтелектуальної власності, що полягає у застосуванні до правопорушника в інтересах суб'єкта порушених прав або держави засобів впливу, встановлених законом або договором (наприклад, авторським договором), які полягають у негативних, економічно невигідних наслідках майнового характеру для правопорушника – відшкодування збитків, відшкодування шкоди, сплата штрафних санкцій тощо [1]. При цьому цивільно-правова відповідальність за порушення права інтелектуальної власності характеризується низкою особливих рис. По-перше, вона є майновою (незважаючи на те, що зміст права інтелектуальної власності становлять майнові та с особисті (немайнові) права і порушуватися можуть як одні, так і другі). По-друге, цивільно-правова відповідальність носить компенсаційний характер (ставить за мету примушення правопорушника до виконання покладених на нього законом або договором юридичних обов'язків і тим самим – поновлення порушеного суб'єктивного права, що належить суб'єкту права інтелектуальної власності [2, С. 52]. З огляду на це обрано санкцію як міру відповідальності, що має узгоджуватись (не повинна перевищувати) із завданими збитками або шкодою). По-третє, вона є засобом попередження правопорушення в майбутньому (застосування відповідальності за порушення права інтелектуальної власності стимулює належне виконання обов'язків та додержання суб'єктивних прав відповідних суб'єктів) та може бути договірною (наприклад, передбаченою в авторському чи ліцензійному договорі) або позадоговірною (наприклад, передбаченою законодавством за виготовлення чи введення в цивільний оборот об'єкта права інтелектуальної власності). По-четверте, цивільно-правова відповідальність може бути дольовою, солідарною (при множинності порушників у правовідносинах, які виникають з факту порушення права інтелектуальної власності) та субсидіарною (додатковою) (наприклад, спрямованою на відшкодування моральної шкоди, а також стягнення з правопорушника авторського права і

суміжних прав доходу, отриманого внаслідок порушення (ст. 55 Закону України «Про авторське право і суміжні права» [3]), змішаною (при невиконанні або неналежному виконанні зобов'язань, передбачених авторськими або ліцензійним договором, а також може бути відповідальністю в порядку регресу як зворотна вимога до третьої особи). По-п'яте, вона виникає за наявності вини особи, яка порушила, не визнала суб'єктивне право інтелектуальної власності (винятки з цього правила допускаються лише у випадках, встановлених законом (наприклад, ст. 444 ЦК України – «вільне» використання творів) та заснована на загальному принципі повного відшкодуванні шкоди, яка завдана порушенням права інтелектуальної власності.

Відповідно до чинного законодавства України з охорони інтелектуальної власності та відповідно до ст. 16 ЦК України, кожна особа має право звернутися до суду за захистом свого особистого немайнового або майнового права та інтересу, заходи захисту також застосовуються і в разі оспорювання права. Зокрема, відповідно до ст. 4 Цивільного процесуального кодексу України, кожна особа має право звернутися до суду за захистом своїх порушених, невизнаних або оспорюваних прав [4]. Такими збитками можуть бути втрати, яких особа зазнала у зв'язку зі знищенням або пошкодженням об'єкта інтелектуальної власності, а також витрати, які особа зробила або мусить зробити для відновлення свого порушеного права (реальні збитки), а також доходи, які суб'єкт інтелектуальної власності міг би реально одержати за звичайних обставин, якби його право не було порушене (упущена вигода).

У разі незаконного використання об'єкта інтелектуальної власності, якщо порушник одержав дохід, потерпілий має право вимагати відшкодування збитків та втраченої вигоди в розмірі не меншому, ніж сума отриманого доходу. Так, у разі порушення авторського права, автор чи інша особа право якої порушено, має право щодо відшкодування заподіяних збитків право вибору – вимагати від порушника нести матеріально-майнову відповідальність [5, С. 340], тобто порушник авторського права повинен чи/або компенсувати заподіяну шкоду, чи/або повернути позивачеві неправомірно одержані від незаконного використання доходів або грошової винагороди замість відшкодування збитків та повернення доходів. На порушника судом може бути здійснено накладання штрафу у розмірі встановленим чинним законодавством.

Висновок. Таким чином, з урахуванням характеристики суті та функцій цивільно-правової відповідальності, вважаємо, що цивільно-правову відповідальність за порушення прав інтелектуальної власності слід розглядати як передбачене законом або договором і забезпечене державним примусом правовідношення, яке настає в результаті вчинення правопорушення у сфері

інтелектуальної власності і виражається в обов'язку учасників цивільно-правових відносин понести додаткові позбавлення майнового та особистого характеру за вчинене правопорушення, з метою найбільш повного відновлення або компенсації порушених прав інтелектуальної власності потерпілої особи. Основною метою цивільно-правової відповідальності при порушенні прав інтелектуальної власності має бути відшкодування заподіяної шкоди неправомірним використанням об’єкта інтелектуальної власності.

Література

1. Цивільний кодекс України: Закон України від 16 січня 2003 р. URL: http://www.zakon.rada.gov.ua/go/435-15

2. Микитин В. Права на об’єкти інтелектуальної власності в аспекті цивільно-правової відповідальності. // Теорія і практика інтелектуальної власності. 2011. № 3. С. 50-57.

3. Про авторське право і суміжні права: Закон України від 1 грудня 2022 р. № 2811-IX. URL: http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20

4. Цивільний процесуальний кодекс України: Закон України від 18 березня 2004 р. № 1618-IV. URL: http://www.zakon.rada.gov.ua/go/1618-15

5. Макаренко О.О. Відповідальність за порушення у сфері прав інтелектуальної власності. // Часопис Київського університету права. 2018. № 3. С. 339-341.

СЕКЦІЯ 13: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУЧАСНОЇ ПСИХОЛОГІЇ

SECTION 13: TOPICAL ISSUES OF MODERN PSYCHOLOGY

РЕСУРС НА АДАПТАЦІЮ, ЯК МОЛОДІ ВПОРАТИСЯ З ПСИХОЛОГІЧНИМИ ПРОБЛЕМАМИ В МІНЛИВИХ ОБСТАВИНАХ СУЧАСНОСТІ

Курепін В.М. – к.екон.наук, доц., kypins@ukr.net
Миколаївський національний аграрний університет
Україна, м. Миколаїв

RESOURCE FOR ADAPTATION LIKE YOUTH DEAL WITH PSYCHOLOGICAL PROBLEMS IN THE TRANSIENT CIRCUMSTANCES OF TODAY

Kurepin V. – Candidate of Economic sciences, Associate Professor, kypins@ukr.net
Mykolaiv National Agrarian University
Ukraine, Mykolaiv

The war in Ukraine is changing the previous paradigms and principles by which the labor market functioned. Due to the circumstances caused by the war, many Ukrainians lost their jobs, about a third of the enterprises completely stopped production or reduced their capacities. Under such circumstances: stressful situations and negative thoughts, emotions need to be controlled in order to effectively adapt to the labor market, in particular young people who are just starting their career path.

Keywords: *work, stress, psychological problems, youth, perception of reality.*

Актуальність дослідження. Для відбудови зруйнованої інфраструктури України потрібні фахівці різних галузей. Але більша частина молоді, на плечі якій ляже тягар розбудови економіки, переживає стрес, шокову травму, психологічне виснаження. Через великий обсяг інформації, емоцій, переживань нервова система вмикає захисні функції [1], аби уникнути виснаження й мати ресурс на адаптацію необхідно впоратися з психологічними проблемами щодо реалізації себе в мінливих обставинах сучасності.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу обставин, при яких майбутні випускники закладів вищої освіти повинні зосередитись для пошуку роботи/адаптації на ринку праці у воєнний та поствоєнний часи.

Нова реальність для молоді, зокрема для тих, хто завтра отримає диплом та почне свій трудовий шлях, – життя під час війни. Найпоширеніший наслідок

війни – це стрес та його прояви [2]. Ми не можемо вплинути на появу стресової реакції та негативних думок, але ми можемо контролювати їх, щоб ефективно адаптуватися. Як впоратися з тривалим стресом і почати/продовжувати працювати? Контекст, в якому нам потрібно жити, приймати рішення, працювати – потужний шок й травматичний досвід. Ми переживаємо суміжні кризи й викривлене сприйняття дійсності.

Розглянемо найбільш розповсюджені проблеми з якими можуть стикнутися молоді фахівці [3]. Наша психіка реагує, переживає травматичний досвід, людина емоційна і поведінкові проблеми супроводжують її постійно. Якщо такі прояви довготривалі, інтенсивні, вони будуть впливати на професійне життя.

«Я не розумію, який сенс в тому, що роблю», – такі думки іноді/постійно виникають у молоді. Складно шукати/працювати в умовах війни [4], все здається безглуздістю й не дає сфокусуватись на пошуку роботи (роботі) - це демотивація. Як змусити себе продовжити пошук своєї діяльності? Що робити, якщо мотивація на нулі? Знайдіть для себе точку опори, зосередитись на конструктивних моментах і згадайте, що для вас є цінним, зокрема у роботі (пошуку роботи). У чому ваша професійна діяльність унікальна та корисна для вас. Дорече, це важливо завжди, не лише під час кризових ситуацій.

Під час кризових ситуацій молодь може не відчувати результат своєї діяльності [5], будь то робота чи пошук роботи. Такий стан призводить до апатії. Немає бажання займатися справами, братись за нові. І знову питання: «Як впоратися?» Зафіксуйте для себе точку, розставте акценти, що вже зроблено, окресліть шлях руху вперед. Рухатись треба вперед, хоч і повільно, проте невпинно. Оцінюючи кожен свій крок, відчуйте результат. Проте, сам вибір рухатись своїм шляхом і є результатом.

Але на молоду людину постійно діють відволікаючі фактори, їх безліч. Це розфокусація, при який виникає відчуття надзусиль, які потрібні при виконанні конкретних задач [6], таких як пошук роботи. Цей стан через перенапруження, психіка не витримує і потребує додаткових зусиль (потреба бути в курсі новин) для опрацювання великого потоку інформації, (ми досі перебуваємо у стресі).

У таких умовах спрацьовує функція самозахисту. Це пастка? Ні, потрібно розвантажити психіку. До усвідомлення потоку інформації підходьте структурно. Зараз потік новин настільки швидкоплинний, що спроба встигнути за всім може лише нашкодити. Мозок повинен бути в тонусі, тому зробить паузу для усвідомлення інформації, розподіліть її за часом, споживайте новини за пріоритетами, а не всі разом.

Через стан невизначеності, в якому ми опинились виникає відчуття невпевненості, недостатності у своїх діях. Немає розуміння, що власне буде достатньо і скільки всього треба зробити для власної потреби. Багато з нас

відчувають, що роблять замало зусиль для визначення свого місця в соціумі, або займаються незначними справами. Так відбувається, бо обсяг завдань при працевлаштуванні може значно перевищувати спроможності й попри бажання зробити якомога більше, сил та ресурсів може невистачити. І це нормально.

Важливо знати свою міру, не братись за завдання, які ви не змозі виконати. Визначте для себе той обсяг роботи, який допоможе вам знайти потрібну, головне бажану для вас діяльність у продовж всього життя. Людина завжди робить замало зусиль для визначення свого місця в соціумі, але при цьому майже одразу може відчувати втому. У стресовій ситуації виникає відчуття постійної втоми та виснаженості через хвилеподібність реакцій у мінливих невизначених обставинах сьогодення.

Організм адаптується до нових реальностей й нового ритму, попереджуючі можливий «злам», він подає сигнал «stop» та знижує ресурсомісткість. В цей час ваші біоритми й алгоритми, що працювали раніше, порушено. Важливо у цій ситуації знайти контакт з собою, відчути свій стан та настрій, усвідомити власні емоції. Перш ніж взятись за роботу, перевірте себе, чи маєте зараз на це достатньо ресурсу [7].

Більш як рік ми у стресовій ситуації, наші стресові механізми, і в просторі, і в часі продовжують діяти в такому ж фреймі. Тому і виникає дисбаланс – стан між «давай, фігач невпинно» і «камон, забий на все». На біологічному рівні людина має три базові реакції: завмри, біжи, бийся. З початку війни вони і надалі продовжують діяти. Будуть змінюватимуся фази й сприйняття, контекст, але ця нова реальність буде триватиме ще чимало часу.

Але треба рухатися вперед, потрібно залишатися в контакті з реальністю та дбати про себе, відповідально ставитись до взятих на себе зобов’язань, дотримуватись домовленостей. Не припиняйте спілкування, співбесіди, продовжуйте пошук роботи. Якщо у вас є друзі не відмовляйтеся від їх підтримки й допомоги, річ йде не про базові матеріальні потреби, а про ментальну підтримку. Робіть аналіз проміжних результатів, комунікувати результат потрібно регулярно, ставте перед собою чіткі й невеликі за обсягом завдання.

Висновок. Означене дослідження не охоплює усіх аспектів порушеної проблеми. Нові умови диктують нові виклики, треба кожному з нас навчитися на них реагувати та рухатися далі.

Л і т е р а т у р а

1. Лазіс М.І. Людська активність та її сутність // Актуальні проблеми життєдіяльності людини в сучасному суспільстві: тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 18-20 листопада 2020 р. Миколаїв: Миколаївський

національний аграрний університет, 2020. С. 39-40. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8140.

2. Іваненко В.С. Стресостійкість, як вид психологічної особистості // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості: тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 18-20. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12066.

3. Курепін В.М. Пріоритети державної політики щодо розвитку трудових відносин в умовах воєнного часу на підприємствах аграрного профілю // Незалежність України: права людини та національна безпека: матеріали Другої міжнародної науково – практичної конференції, м. Львів, 20 травня 2022 р. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2022. С. 333-336. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11722.

4. Костюк А.С. Бізнес у воєнний час: як змінилося законодавство // Актуальні проблеми трудових відносин під час воєнного стану : тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 27 квітня 2022 року. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 21-24. URL:https://dspace.mnau.edu.ua /jspui/handle /123456789/11726.

5. Іваненко В.С., Курепін В.М. Управління розвитком персоналу та його конкурентноспроможностю // Актуальні проблеми безпеки життєдіяльності людини в сучасному суспільстві: матеріали Всеукраїнської науково-теоретичної інтернет-конференції, м. Миколаїв, 24 листопада 2021 р. Миколаїв: МНАУ, 2021. С. 104-107. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/j spui/handle/ 123456789/10509.

6. Іваненко В. С. Деякі методи оцінки професійних ризиків // Сучасні підходи до охорони праці в закладах професійної освіти: матеріали Усеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, Біла Церква, 26 жовтня 2022 р. Біла Церква: БІНПО ДЗВО «УМО» НАПН України, 2022. С. 55-59. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12472.

7. Гуменний М.В. Професійне навчання запорука підвищення конкурентоспроможності персоналу на ринку праці // Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу України: 32-ї студентської науково-теоретичної конференції, 18-20 березня 2020р., Миколаїв: МНАУ, 2020. С. 87-90. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7026.

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ДІТЕЙ 3-ГО РОКУ ЖИТТЯ

Маркотенко Т.С. – к.пед.н., доц., tamaramarkotenko@gmail.com
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка
Україна, м. Полтава

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF CHILDREN IN THE 3RD YEAR OF LIFE

Markotenko T. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
tamaramarkotenko@gmail.com
Luhansk Taras Shevchenko National University
Ukraine, Poltava

The article presents the development of a child as a whole, biological and psychosocial being based on a systemic approach - in the interconnection, interdependence of physical, psychological and social components; it is stated that the child's psyche is formed with age and becomes more complicated as a structurally organized dynamic system.

Keywords: *child, early preschool age, physical development, psychosocial development.*

Актуальність дослідження. В законодавчих документах України вік дитини 1-3-х років визначено як один з періодів дошкільного віку, і відповідно дитину, що розвивається у віковому проміжку від одного до трьох років життя, називають дитиною раннього дошкільного віку (І. Бех, А. Богуш, Н. Гавриш, Е.Вільчковський, О. Кононко, Т. Поніманська, І. Рогальська, Т. Танько та ін.).

В Україні напрям розвитку і виховання дітей раннього віку започатковано дослідженнями І. Беха, А. Богуш, Е. Вільчковського, Н. Гавриш, О. Кононко, К. Крутій, Т. Піроженко, І. Рогальської, Т. Поніманської та ін. Проте розвиток дитини 3-го року життя не розглядається у взаємозв'язку фізичної, психологічної і соціальної складових.

Мета дослідження – розкрити розвиток 3-річної дитини на на основі системного підходу – у взаємозв'язку, взаємозалежності фізичної, психологічної і соціальної складових.

Поділяючи підхід психологів (І. Бех, Л. Виготський, Д. Ельконін, О. Кононко, Д. Фельдштейн) щодо дитини як цілісної, біологічної і психосоціальної істоти, розглядаємо її розвиток на основі системного підходу – у взаємозв'язку, взаємозалежності фізичної, психологічної і соціальної складових.

Про *фізичний розвиток* дитини раннього віку свідчать її здоров'я, відсутність відхилень у нервовій діяльності; гармонічність статури, розвиток рухів і рухових якостей (спритність, швидкість, гнучкість, витривалість, сила), наявність потреби у рухах; тренованість серцево-судинної і дихальної систем, фізична працездатність; гарний апетит, невибагливість у їжі [1, С. 21]. Оцінка

фізичного стану малюків базується на розумінні холічності організму дитини у взаємозв'язку його функцій, органів, а тому включає комплекс показників: антропометричних або соматометричних (маса й довжина тіла, обсяг грудної клітки, талії, шкіро-жирової складки); фізіометричних (життєва ємкість легенів, сила кисті); соматоскопічних (розвиток скелета, форма хребта, грудної клітки, ніг і стопи, постава, розвиток мускулатури і підшкірно-жирової клітковини, ступень статевого розвитку, поява і зміну зубів). На основі кількісних даних і якісного аналізу результатів є можливість простежувати динаміку фізичного розвитку дітей у ранньому віці. Розвиток фізичної складової є необхідною передумовою повноцінного психічного розвитку дітей у ранньому віці.

Психосоціальний розвиток дитини 1-3-х років у нашому дослідженні ґрунтується на підходах Л. Виготського, Д. Ельконіна, О. Кононко та ін., розглядаємо його з позицій соціальної ситуації розвитку, провідної діяльності і новоутворень свідомості і особистості як складових, що відтворюють «віково-психологічний портрет» дитини [2, С. 52]. Дані спеціальних досліджень підтверджують дисгармонічність психофізичного становлення дошкільнят : переважання рівня психічного розвитку над фізичним [3, С. 14].

У дослідженнях розвитку дитини раннього віку значна увага приділена аспекту прискореного розвитку дитини (фізична і психічна акселерація). Ознаки фізичної акселерації виявляються вже у ранньому віці: однорічні малюки у середньому вищі за своїх однолітків минулих десятиліть на 5 см і важчі на 1,5 - 2 кг; окостеніння скелета завершується раніше на 1 – 3 роки, а постійні зуби з'являються раніше на 6 – 12 місяців. З фізичною пов'язана психічна акселерація – прискорення психічного розвитку, розвитку інтелекту і здібностей, однак, їх взаємозв'язок є неоднозначним, адже «…певні сторони психічного та соціального розвитку не зазнають прискорення…» [2, С.73].

Психіка дитини формується з віком та ускладнюється як структурно організована динамічна система. Виникають нові психічні якості, нові складні психічні структури внаслідок диференціації наявних структур, виділення окремих функцій і нової їх інтеграції, тобто об'єднання у нове ціле. Процес психічного розвитку йде не від елементів до цілого, а від структурно нижчого до вищого цілого, тобто онтогенез психіки виступає як незворотна послідовність структур, що ускладнюються.

Провідною потребою дитини досліджуваного віку є потреба в спілкуванні, повазі, визнанні самостійності. У 3-4 роки відбувається найбільш складний період взаємин дитини з колективом, у цей час дитина набуває перший досвід спілкування з однолітками. Для цього періоду характерне загострення дитячого егоїзму. У 3-4 роки дитина не вміє прислухатися до думки інших дітей, існує тільки власне «я», а інших дітей малюк сприймає не як самостійні особистості,

а як джерело задоволення потреб (пограти, побігати тощо) свого «я». При цьому дитина не розуміє, що і в інших дітей є власні бажання, малюк не враховує їх. У 3-4 роки у дитини вже з'являються перші друзі, але дружба ця ситуативна, діти часто змінюють свої уподобання. Сьогодні у дитини один друг, а завтра вже не спілкується з ним, дружить з іншим.

Роль дорослого – пояснити дитині елементарні норми і правила, яких слід притримуватися під час взаємодії з оточуючими, не заохочувати прояв дитячого егоїзму, дитина повинна зрозуміти, що вона не єдина в колективі, що в інших дітей можуть бути власні бажання і потреби, які відрізняються від її. Якщо дитина сильно переживає, що вчорашній друг не звертає на неї увагу, слід пояснити малюкові, що навіть нерозлучні друзі не зобов'язані грати тільки один з одним, слід грати з усіма дітьми в групі. У цьому віці лідер в колективі більший авторитет, ніж батьки або вихователі, тому для дитини виходить на перший план бажання, щоб колектив його прийняв і не ігнорував.

Соціалізація дитини як оволодіння суспільним досвідом відбувається паралельно і у взаємозв'язку з індивідуалізацією – набуттям самостійності, відносної автономності, що свідчить про дві лінії соціального розвитку особистості в онтогенезі [2, С. 16], в якому виявляється ставлення дитини до предметного світу, до світу людей і до себе. Як зазначає О.Кононко, особистістю дитина стає тоді, коли вона може певною мірою впливати на своє життя, щось визначати у ньому за власним розсудом, планувати. У ранньому віці дитина здійснює це переважно за допомогою дорослих, оскільки адаптується до впливів соціального середовища. [2, С. 16]. Зміна активності як найважливішого параметру соціального розвитку у соціальній ситуації розвитку свідчить про розвиток особистості [4, С. 244], результатом якої у ранньому віці виступає соціальна компетентність – під нею розуміють «…бажану і відповідну вікову міру, здатність діяти впевнено, почуватися спроможним ефективно взаємодіяти з природним, предметним і соціальним оточенням. Компетентна трирічна дитина діє винахідливо, розумно, конструктивно застосовує власний досвід та допомогу дорослих» [2, С. 5].

Дитина 2-3 віку не відчуває потреби в спілкуванні з однолітками, адже вона не сформувалася. Дорослий виступає для дитини як партнер по грі, зразок для наслідування і задовольняє потреби дитини в доброзичливій формі; однолітки цього не можуть, оскільки самі потребують допомоги в організації партнерських відносин.

Ранній вік є синзетивним для формування навичок взаємодіяти з різними людьми, до засвоєння форм спілкування, ввічливості. Важливим є розвиток вміння домовлятися, оскільки у дитини в цей час формується почуття власності.

Деякі діти цього віку відчувають страхи перед незнайомими людьми і

«новими» ситуаціями спілкування, що виявляється повною мірою в закладі дошкільної освіти. Ці страхи – є однією з причин ускладненої адаптації дитини. Нерідко страх до нових незнайомих людей, безліч незрозумілих ситуацій приводить до того, що дитина стає більш збудлива, ранима, уразлива, плаксива, частіше хворіє тощо. Стрес виснажує захисні сили організму.

Хлопчики 3-5 років уразливіші у плані адаптації, ніж дівчата, у цей період вони більше прив'язані до матері та хворобливіше реагують на розлуку із нею. Для емоційно нерозвинених дітей адаптація навпаки відбувається легко – вони не мають сформованої симпатії до матері.

Характерною рисою для дітей раннього віку є те, що первинний емоційний контакт дитина встановлює з матір'ю, а не з однолітками; чим більш розвинений емоційний зв'язок до матері, тим важче проходить адаптація. На жаль, проблеми адаптації можуть подолати не усі діти. Погана адаптація може спричинити розвиток неврозу в дитини. Якщо адаптація до дитячого садка не відбулася протягом 1 року й більше, це сигнал, що з дитиною в повному обсязі не все гаразд і слід звернутися до спеціаліста.

Так, Т.Д. Величко акцентує увагу на тому, що психічний розвиток дитини від народження до 3 років вражає своєю інтенсивністю (ранній дитячий вік охоплює період від 1 до 3 років) і зазначає, що дитина оволодіває мовленням, прямоходінням, навчається діяти з найпростішими побутовими предметами, виникають перші види діяльності, що мають цілеспрямований, планований характер, значного розвитку досягає спілкування як з дорослими, так і з ровесниками, поведінка дитини спрямовується нею згідно з вимогами дорослих, закріпленими у правилах. На дошкільний вік припадає значна кількість так званих сензитивних періодів, коли певна психічна функція розвивається особливо інтенсивно. Тобто у дошкільному дитинстві закладається фундамент розвитку і психічних процесів, і особистості [5].

У 3-річному віці емоційне спілкування дітей з дорослими у певної групи дітей стає все рідшим, поступаючись місцем ситуативно-дійовому спілкуванню, практичному співробітництву, спільним діям з предметами.

Характерною особливістю дитини 3-річного віку є значна емоційна збудливість, нестриманість і нестійкість її емоцій. Емоції не тільки швидко виникають, а й швидко минають, змінюються на протилежні. Стан радості легко переходить у смуток і навпаки (ще не висохли сльози, а дитина вже безтурботно та весело грається). Дитина афективно реагує на ті події в своєму житті, що обмежують її імпульсивні бажання і прагнення. Проте, у багатьох дітей емоційне спілкування перестає бути провідною діяльністю, воно інтенсивно розвивається, стає мовним та використовується дитиною в предметній діяльності.

До трьох років у дитини проявляється прагнення до самостійності, вона

намагається бути незалежною від батьків. Також малюк вже усвідомлює себе як окрему особистість і вчиться оцінювати свої дії та прогнозувати ситуації.

Дитина від 3-х до 4-х розрізняє стать оточуючих її людей. Робить спроби без допомоги дорослих розділяти ролі в іграх відповідно до статі учасників гри. Хлопчики починають проявляти ініціативу, активність, змагальність. Починають складатися інтереси і ціннісні орієнтації і переваги певних видів діяльності і способів поведінки, характерних для хлопчиків і дівчаток, з'являються перші уявлення про соціальні ролі тата й мами: сюжетно рольова гра «Сім'я».

Трирічні малюки гостро потребують схвалення й похвали дорослих. Найважливішим етапом розвитку та вікової особливістю дитини трьох років є ігровий процес, через який малюк пізнає світ і засвоює інформацію.

Ранній дитячий вік є сенситивним (сприятливим) періодом для розвитку мовлення. На початку другого року життя в активній мові дитини є 10-12 слів, у два роки близько 300 слів, у три роки словник складає 1200-1500 слів. Автономне мовлення зникає. Дитина оволодіває мовленнєвим диханням, засвоює майже всі звуки рідної мови, використовує прості речення з 5-6 слів [6].

Дитина в 3 роки вже спроможна виразити свої бажання. Розвиток мислення надихає малюка на всі можливі авантюри, він не пробує безпосередньо і імпульсивно вирішувати проблему, що виникла (методом спроб і помилок), а спочатку продумує своє рішення. Мовлення дитини розвивається завдяки спілкуванню з дорослими. Малюки повторюють поведінку дорослих: піклуються, жаліють, годують, одягають, вкладають спати ляльку. Діти цього віку люблять коментувати свої дії «Ганнуся вмивається», «Катруся бух-бух» та ін.

З 2-х до 3-х років зростає працездатність дитини, вона вже менше спить та може самостійно гратись та займатись улюбленими справами. Страх самотності ніби врівноважує все наростаюче прагнення дитини до мандрування і досліджування світу. Малюк не лише здобуває емоційний досвід, але й вчиться виражати власні почуття.

Вік 3-4 років – сприятливий період для розвитку наочно-дійового мислення; діти в цьому віці – діячі, а не спостерігачі, тому слід забезпечувати умови для їхньої різноманітної діяльності – обстеження, складання, випробування, конструювання, сортування, імітації тощо.

Наприкінці третього року життя (іноді дещо раніше) діти починають відстоювати своє право на незалежну поведінку ініціативними заявами «Я сам». Це є причиною повного розпаду попередньої соціальної ситуації і появи кризи трьох років, яка зумовлена становленням самосвідомості дитини і проявляється в негативізмі, впертості, непокірності, свавіллі, протесті, деспотизмі. Кризі трьох років також властиве руйнування попередніх стосунків дитини з дорослими, яких вона починає сприймати як носіїв зразків дій і стосунків у

навколишньому світі. Для успішного вирішення кризи батькам дитини потрібно змінити до неї ставлення.

Найкращими педагогами для 3-х річного малюка є його батьки, які у прагненні розвинути особистість, мають дотримуватися ряду принципів домашнього розвивального навчання : сприяти природньому розвитку малюка; враховувати його індивідуальні особливості; гармонічний розвиток дитини передбачає стимулювання п'яти органів чуття, а розвивальне середовище – включати іграшки, посібники, розвивальні матеріали з різноманітних галузей знань; розвивальне середовище має змінюватися: від простого до складного. Найкращим показником правильних дій батьків у навчанні своєї дитини є її задоволення від процесу навчання Якщо батьки заохочують самостійність дитини у правильних межах, то труднощі у взаєминах з нею швидко минають. У результаті подолання кризи трьох років виникають такі важливі психічні новоутворення, як порівняння себе з іншими людьми, прагнення до самостійної діяльності, подібної до діяльності дорослих. Тенденція жити спільним життям із дорослими, діяти, як вони, властива всьому періоду дитинства: малюк, відокремлюючись від дорослого, одночасно встановлює з ним значно глибші взаємини.

На сьогодні психологи сходяться на думці, що попри пластичність дитини раннього віку, що відкриває широкі перспективи для суттєвого збагачення її пізнання, виховання та навчання малюка слід вибудовувати на підгрунті психофізіологічних можливостей дитини.

Висновок. Третій рік життя – важливий етап психічного та фізичного розвитку дитини, інтенсивність темпу психофізичного розвитку порівняно з першим та другим роком дещо уповільнюється, зміцнюється організм дитини, удосконалюється та стабілізується нервова система, розвивається руховий апарат; провідна діяльність дітей цього віку предметно - маніпулятивна гра. З розширенням досвіду, досягненням успіхів у різних видах діяльності, переживанням позитивних та негативних оцінок з боку рідних та інших значимих дорослих у дитини формуються стійкі риси поведінки, почуття гордості (власної гідності) і сорому, особистісне ставлення до оточення – до дітей, дорослих, предметного світу, природи, до самого себе, формуються певні потреби, мотиви діяльності. Це дає підстави називати дитину 3-го року життя особистістю, що росте, розвивається, ускладнюється і удосконалюється.

Література

1. Кононко Е.Л. В мире раннего детства. К.: Радянська школа, 1985. 119 с.

2. Кононко О.Л. Соціально-емоційний розвиток особистості (в дошкільному дитинстві): навч. посіб. для вищ. навч. закладів. К.: Освіта, 1998. 255 с.

3. Джуринська С.М. Особливості фізичного та психічного розвитку дітей дошкільного віку м. Києва: автореф. дис. … к - та мед. наук. Київ, 2008. 18 с.

4. Рогальська І.П. Соціалізація особистості у дошкільному дитинстві: сутність, специфіка, супровід: монографія. К.: Міленіум, 2008. 400 с.

5. Теорія і технологія соціалізації дитини в умовах дошкільного навчального закладу: навч. посібн. Одеса: видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. 206 с.

6. Богуш А.М. Мовленнєвий розвиток дітей від народження до 7 років: монографія. К.: Видавничий Дім «Слово», 2004. 376 с.

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ УВАГИ ТА ЇЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ В ГОСТРІЙ ФАЗІ ІНСУЛЬТУ

Панчук Н.П. – к.психол.н., доц., *nataliapanchuk697@gmail.com*
Олішевська Д.В. – студентка, *psp1b20.olishevska@kpnu.edu.ua*
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Україна, м. Кам'янець-Подільський

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF ATTENTION AND ITS CONCENTRATION IN THE ACUTE PHASE OF STROKE

Panchuk N. – Ph.D. in Psychology, Assistant Professor, *nataliapanchuk697@gmail.com*
Olishevska D. – student, *psp1b20.olishevska@kpnu.edu.ua*
Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University
Ukraine, Kamianets-Podilskyi

The paper analyzes the peculiarities of neurological disorders, cognitive disorders in patients in the acute phase of a stroke. The results of the psychodiagnostic study of the respondents using the following methods are presented: the Montreal cognitive scale, the method for studying concentration of attention and the development of auditory memory. It was found that as a result of a stroke, cognitive impairments arise, from which problems with coordination and motility arise. Rehabilitation after a stroke is important, as the patient has a chance to recover health and continue to live a normal life.

Keywords*: attention, concentration of attention, stroke, cognitive disorders, psychodiagnostics.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що мозкові інсульти є основною проблемою сучасності. Вони посідають провідні місця серед хвороб з високими показниками поширеності, захворюваності, інвалідизації та смертності. Інсульт – гостре порушення мозкового кровообігу, що спричинює ушкодження тканин мозку і розлади його функцій. Коли це відбувається, частина мозку не може отримати потрібні кров і кисень, тому починається смерть його клітин. Інсульт – друга за частотою причина смерті людей в усьому

світі і основна причина довготривалої непрацездатності. Особливий інтерес викликають повторні мозкові катастрофи, а саме, повторні ішемічні інсульти, які складають, за даними різних авторів, від 5 до 31% всіх судинних захворювань головного мозку. Одним із негативних наслідків інсульту є порушення когнітивних навичок людини – здатність чітко мислити, запам'ятовувати інформацію, зосереджувати увагу й висловлювати свої думки та потреби [3].

Мало вивченими залишаються особливості неврологічних порушень, а також дані про поширеність, структуру і динаміку когнітивних порушень у хворих в гострому періоді захворювання. Не менш важливою виступає реабілітація після інсульту, адже працюючи з психологом, логопедом, реабілітологом та іншими спеціалістами, є всі шанси відновити своє здоров'я та продовжувати жити звичайним життям.

Все це є досить вагомим підґрунтям для актуальності дослідження інсульту, зокрема психологічних особливостей уваги у людей в гострій фазі інсульту. Цей психічний процес є надважливим для здорового функціонування інших процесів та організму в цілому. Зазвичай, внаслідок інсульту в першу чергу виникають когнітивні порушення, з яких випливають проблеми з координацією та моторикою. Тому тема дослідження уваги в гострій фазі є надзвичайно важливою та актуальною.

Метою роботи є проведення аналізу психологічних особливостей уваги у людей в гострій фазі інсульту.

Результати. Особливості мнемонічних процесів в інсульті були досліджені рядом вчених, зокрема: П. Червяком [7], М. Поліщук [6], Р. Івановим [2] С. Московко [5], О. Копчак [4] тощо. Інсульт – це гострий стан, під час якого вражаються кровоносні судини головного мозку. 80% інсультів мозку доводяться саме ішемічного типу. Для нього характерна відсутність живлення головного мозку артеріальною судиною. Чим більш площа перекриття судини, тим більш ушкодження мозку. Від обсягу пошкодження залежить стан пацієнта, спосіб та тривалість його відновлення. Вони визначаються механізмом закупорки судини та артерією, яка була закупорена. Інсульт є захворюванням, що впливає на організм в цілому. Людина, яка перенесла інсульт, змушена починати жити спочатку: необхідно знову вчитися рухатися, ходити, говорити. Цьому сприяють також особливості таких хворих: похилий вік, порушення свідомості, уповільнення темпу рухів, порушення координації та тривала знерухомленість, відсутність зорової уваги або випадання полів зору, проблеми спілкування і порушення мови зниження апетиту і почуття спраги, депресія і залежність від оточуючих.

Як зазначає С. Московко, «…необхідність ретельного спостереження за

станом хворого в перші 72 год – кожні 4-6 год має бути свідоцтво про оцінку стану. Також повинні бути передбачені спеціальні форми для медсестринського персоналу» [5]. Разом з тим якщо пацієнт має адекватний стан та усвідомлення, можна проводити обстеження когнітивних процесів.

Нами було проведено діагностику уваги у людей, які пережили інсульт та перебували в його гострій фазі і виявлено, що порушення мнемонічних процесів є досить частими. Вибірка становила кількість 14-ти осіб, віком від 50-ти років, чоловіків та жінок. Були застосовані три методики: Монреальська когнітивна шкала за рекомендацією психолога, методика на дослідження концентрації уваги та на розвиток слухової пам'яті.

Монреальська когнітивна шкала була застосована для загального обстеження. За результатами дослідження в 12 людей з 14, тобто 80%, присутні проблеми з увагою і часто вони йдуть в комплексі з іншими порушеннями.

На наступному етапі ми використали методику на «Дослідження концентрації уваги» (За: В. Волошиною, Л. Долинською, С. Ставицькою) [1]. Це показник для швидкого вимірювання концентрації уваги при когнітивному розладі, який вимірює рівень концентрації та увагу, виконавчі функції, також діагностує координацію рухів, зорово-конструктивні навички та виконавчі функції. Аналіз результатів дослідження показав, що найбільш виразні проблеми були пов'язані із довільною увагою. Досліджуваним було важко сконцентруватись на завданнях, та чітко виконувати послідовність. Середній результат з 14 осіб складав 6 слів з 26, що вказує на низький рівень уваги.

Під час виконання завдань на швидкість переключення уваги, було виявлено дуже низький показник переключення. З 14 досліджуваних 3 осіб відмовились виконувати завдання, 9 мали низький показник переключення і 2 осіб мали середній рівень переключення уваги.

Висновок. Отже, проблема дослідження концентрації уваги та її переключення є досить цікавою та актуальною на даний період часу, адже ця проблема мало досліджувалась і висвітлювалась науковцями. Реабілітація після інсульту це питання, яке виникає у кожного частіше ніж ми можемо собі уявити.

Інсульт – це проблема, яка є досить поширеною серед всього людства, але не на такому ж рівні розвитку знаходиться реабілітація після хвороби, бо багато людей не знають, що це можливо і як саме. Водночас, проведене дослідження не вичерпує багатогранності теоретичних і практичних аспектів проблеми, що вивчалася. Предметом подальших наукових розвідок можуть бути дослідження, що стосуються питань удосконалення змісту корекційно-відновлювального навчання та пошуку нових підходів до підвищення якості життя хворих. Тому подальше дослідження даної теми є важливим, оскільки може кардинально позитивно змінити життя людей.

Література

1. Волошина В.В., Долинська Л.В., Ставицька С.О., Темрук О.В. Загальна психологія: Практикум: навч. посіб. Київ: Каравела, 2005. 280 с.
2. Іванов Р. Відновлення пам'яті та когнітивних функцій після інсульту. 2021. URL: https://neuroflex.ua/blog/memory-and-cognitive-functions-recovery-after-stroke/2
3. Козьолкін О.А., Новікова Л.В. Клініко-нейрофізіологічні особливості у хворих на повторний мозковий ішемічний півкульовий інсульт в гострому періоді захворювання. // Прикарпатський вісник НТШ «Пульс». 2019. №5 (57). С. 22-28.
4. Копчак О.О. Особливості постінсультних когнітивних порушень у пацієнтів з метаболічним синдромом. // Міжнародний неврологічний журнал. 2012. № 3 (49). С. 10-27.
5. Московко С.П. Інсульт. Медична газета «Здоров'я України». Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова. 2020 р. С. 1.
6. Поліщук М.Є. Інсульт. Інформація для всіх, кого це стосується. Видання шосте, перероблене та доповнене. Київ: Видавець Д.В. Гуляєв, 2019. 68 с.
7. Червяк П. І. Медична енциклопедія. Видання третє, доповнене. Київ, Вид. центр «Просвіта», 2012. 1504 с.

THE ROLE OF INTERACTIVE METHODS IN THE STUDY OF PSYCHOLOGICAL DISCIPLINES BY STUDENTS OF THE SPECIALTY «LANGUAGE AND LITERATURE» (POLISH, ENGLISH)

Panchuk N.P. *– Ph.D. in Psychology, Assistant Professor, nataliapanchuk697@gmail.com*
Panchuk S.O. *– student, pol1b21.panchuk@kpnu.edu.ua*
Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University
Ukraine, Kamianets-Podilskyi

The article substantiates the problem of improving the quality of professional training of future specialists in the field of pedagogy. The use of interactive teaching methods in the study of professional psychological disciplines is analyzed. Features of practical training aimed at forming the personality of a specialist who would be competitive on the domestic and European labor market are highlighted. The importance of forming the ability to independently search for solutions to pedagogical tasks, making creative decisions in the conditions of future pedagogical activity is analyzed.

Keywords: *professional training, interactive learning methods, educational and professional activity, professional self-determination.*

The relevance of the study is due to the fact that educational and professional activity, as a leading type of activity, is the main stage of life and professional path and formation of personality, its socialization.

Admission to a higher education institution changes social status, social functions, roles, activities, enhances social development, includes a person in the sphere of social relations and future profession, requires the mobilization of internal

resources, natural inclinations and leads to a reassessment of values. The process of development and value-professional self-determination depends on the level and degree of social activity, self-activity and productivity of the personality oneself.

The purpose of the article is to analyze the psychological features of the use of interactive learning methods during the study of professional psychological disciplines by university students.

The results. Forms of lessons: lectures, conversations, debates, discussions of pedagogical situations, training exercises, introspection, role-playing games, etc. T. Kochubei, A. Ocheretyanyi emphasize the effectiveness of the use of interactive technologies in the formation of life values of students in the course of educational disciplines [3, 4]. In foreign psychology, interactive teaching methods are widely used in working with students. The format of coaching involves the use of interactive methods in the field of feedback-vector orientation. Feedback – in a broad sense – is a feedback in the form of a response, review, i.e. feedback on an action or event [6]. In particular, when a teacher gives a lecture, he or she will always wait for feedback to be found: when students will discuss the presented educational information and ask questions.

Used during lessons a form of group activity, which is determined by L.A. Onufriieva, as a cooperative form of activity during which students can share their goals [2]. In the group form of activity, group members are interdependent, influence each other for a certain period of time, pursue a common goal, they have a sense of belonging, they are involved in the process of interactive communication [5]. The subject of each lesson determined its form.

The main tasks, set by us, are as follows:

1) expansion of students' knowledge on the problem of psychology;

2) subjects' awareness of the coincidence of requirements of the future profession with their life goals and plans;

3) analysis of the main ways of formation of each student's own system of values, in particular, such as: primary socialization in the family; socially organized system of upbringing, education and culture, state-controlled system of ideological influence: the influence of formal and informal groups;

4) awareness of the existing conflict of values in modern society and for each student in particular and its causality with social transformations in Ukraine;

5) identification of each subject's ideas about the meaning of life as the dominant focus of the personality type on the implementation of certain life values;

6) the coincidence of the subjectively conscious meaning and the real direction of the student's life; compliance of the chosen meaning of life, the requirements of the profession to his capabilities and individuality.

We based our practical training on the system-forming factor of self-knowledge as a leading component of integration of psychological knowledge into the

consciousness of the future teacher, on the basis of which there is a transfer of meanings to their own actions and deeds, increased self-activity and, as a consequence, personal growth. Methods of formation and development of teams developed by V. Horbunova, which are based on the principle of axiology of the role approach [1], were important for us when using active teaching methods. After discussing the cycle of pedagogical situations, the task became more difficult to play their specific role. Certain conditions were set, and the respondents took turns playing the role of a teacher, demonstrating their own professional values by their choice. In the course of role-playing games, the subjects had a need to transform the values of the pedagogical profession from the phenomenon of «external» to the phenomenon of «internal», i.e. to become their own, personal. In the process of subsequent discussion questions, students analyzed the actions and behaviour of teachers and students, realized the importance of value orientations, reliance on which allowed to solve the pedagogical task positively and successfully.

Conclusions. Due to the activity of self-knowledge, the personality ceases to be a product of external circumstances and shows the ability to self-creation. Self-creation does not occur through a monotonous volitional effort, but grows out of the forms and content of communication with other people, and is determined by the nature of such communication.

Thus, the students: 1) paid attention to the prior professional values of the teacher and correlated them with their own; 2) reflected on the place and role of the teacher in society, the opportunity to be useful to society; 3) connect the chosen profession with the realization of their own abilities; 4) realized the importance of the teaching profession.

Effective forms of work are psycho-gymnastic exercises and analysis, solution of life and pedagogical situations, which would contribute to the development of positive motivation for future professional activity, to the growth of altruistic orientation of the teacher, to the expansion of cognitive interest in mastering the chosen profession, to shift the emphasis from professional and subject values to personality-oriented.

R e f e r e n c e s

1. Horbunova V.V. Tsinnisno-roliovyi pidkhid u teorii ta praktytsi komandotvorennia [Value-role approach in the theory and practice of team building]. *Naukovi studii iz sotsialnoi ta politychnoi psykholohii – Scientific studies in social and political psychology*, 2014. 34, P.138-150.

2. Onufriieva L.A. Rozvytok profesionalizmu maibutnikh fakhivtsiv sotsionomichnykh profesii: sotsialno-psykholohichnyi vymir [The development of the

professionalism of future specialists of socionomic professions: socio-psychological aspect]. Kyiv : Publisher Bykhun V.Yu., 2020. 320 p.

3. Kochubei T., & Ocheretyanyi A. Formuvannia zhyttievykh tsinnostei studentiv u USA. *Studia Zarządzania i Finansów Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu*. Poznan, 2018. t. 80. nr 3. P. 43–51.

4. Kochubei T., Ocheretyanyi A. Sensitivity of students for formula of living values. *Slovak international scientific journal*, Bratislava, 2017. Vol. 1. № 12. P. 21–24.

5. Onufriieva, L.A. The Psychology of Professional Realization of a Future Specialist's Personality: Theoretical and Methodological Aspect. Monograph. Rzeszów : BonusLiber, 2017. 194 p.

6. Ruth D. Developing feedback for pupil learning : teaching, learning and assessment in schools. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2018. 155 p.

RESEARCH ETHICS IN EDUCATION RESEARCH

Safaa Mashaqbeh – Doctor of Education Sciences, safamashaqbeh@yahoo.com
Faculty of Education Sciences
Danish Refugee council
Jordan

Universities take the lead in establishing a culture of academic integrity and research ethics within their institutions, and work to develop student attitudes towards commitment to academic integrity and research ethics to ensure scientific honesty and preserve the intellectual property rights of others. And that is by issuing ethical charters for learners and researchers and lists of standards for scientific research, and going beyond that, considering adherence to those standards and charters as a requirement for public and higher education institutions and research centers to obtain accreditation and quality certificates, and this increased the confidence of society, governments and financiers in graduate students and their research.

Introduction. Public and higher education institutions have increased interest in research ethics and academic integrity. Because of its importance in building the value system of researchers and future scientists, especially in an environment of scientific openness and technological development that facilitated the exchange of information and data and their transfer between individuals; Which made some learners and researchers invest this advantage in scientific theft, plagiarism of data and information, and academic fraud, intentionally or unintentionally, and hence the increasing interest in spreading awareness of academic integrity and scientific research ethics among university students, especially postgraduate students, Because it directs their behavior in all university and societal contexts (Bel Abbas, 2016).

Universities at the European level have taken measures to ensure academic

integrity and research ethics in their research institutions; Where it has developed many procedures, including establishing specialized committees, appointing advisors, and hiring employees to ensure adherence to academic integrity and research ethics, and has developed training programs and organized its own conferences (Hol&Lerouge, 2020).

Ethics and research. The ethics of scientific research is one of the main concerns in scientific research, and to ensure adherence to these ethics in conducting research, it is necessary for the researcher to imagine in any risk that he takes that he has a set of characteristics, the most important of which are scientific honesty, humility, objectivity, honesty and other characteristics so that he can achieve the quality and value of his research to serve Society development and progress.

Research ethical controls are also among the most important controls that govern the seriousness of research and the scientific and value addition to it, especially in light of the ethical problems that were associated with researchers and unethical practices. It rises when it is married to science and morals are not linked to the person of the researcher only. Science along with honesty is the value of morals that scientists have to communicate to the general public (Tawil, 2017).

And when scientific research occupies an advanced position and becomes an influential factor in the course of individuals and countries, and when the characteristics and quality of scientific research overlap with the interests of the researcher or the bodies supporting the research, or when research touches on sensitive or serious issues related to human rights and living organisms and experiments with them, then there must be ethics. It governs this field and contributes to the development and organization of scientific research by establishing ethical rules and laws that control research and researchers and ensure the conduct of scientific research on the right path, and thus achieve the desired goals (Al-Bazei, 2017).

The concept of research ethics. Beauchamp and Childress (2000) defined research ethics as: the researcher's commitment to four basic principles, including autonomy, beneficence, non-maleficence, and justice.

In addition to the concept of research ethics, it refers to full respect for the rights and dignity of others, whether they are researchers, participants in research. The principles of scientific research ethics generally end with the values of positive action and avoidance of harm, with the necessary considerations for variables, the most important of which are credibility, experience, safety and trust. Considering the feelings of others (Ismail, 2009).

The importance of the scientific research ethics system is increasing because its absence and weakness among researchers leads to dire consequences at the individual level and at the societal level. Many researchers have worked hard to develop scientific research methods and design research tools and their aspirations, but at the same time they neglected the necessary ethical aspect of it. (Al-ajaze 2001).

The criteria for transparency of the researcher, credibility of the results, and the honesty of the researcher are important in the academic community and are very important criteria that determine the value of science and the possibility of successful use of new knowledge (Zukauskas, Vveinhardt and Andriukatiene, 2018).

Therefore, research ethics is part of the continuous process of learning and development in scientific research, as it is an ethical and value process that makes the researcher characterized by ethical specifications.

Rest assumed the four-component model of ethics and describes four basic processes that contribute to ethical behavior: moral sensitivity, moral judgment, moral motivation, and moral judgment. Ethical behavior in a particular situation is based on four basic psychological processes: the ability to make a kind of interpretation of the situation in terms of possible actions that will affect his actions and personal interests and the ability to issue judgment regarding the course of action if it is morally correct, and what he is likely to do in this Attitude, ability to prioritize moral values over personal values when making a decision, perseverance and ego strength to implement skills that enable him to act ethically and overcome obstacles (You and Bebeaa, 2013).

The American Psychological Association has developed ethical standards in research and published them under the title “Ethical Principles in Human Research in Washington in 1973, and among those standards that the researcher must follow are the following (Damas, 2008):

1. Privacy: Some studies expose human privacy that others do not want to know, which makes them not accept participation in the research or experiment. Therefore, these people have the right not to disclose their privacy and preserve the information and not publish it in front of others.

2. Confidentiality: It is the right that the topics being discussed remain anonymous. Two approaches are followed in this regard: The first is that the required topics can be known through a secret code, so that the participants are not required to write their names.

The second collects data and individual answers together so that the researcher presents by taking the average of the answers and not the individual answer and maintaining the confidentiality of the information in the study.

3. Bearing responsibility: The researcher must bear the results of his research, be aware and sensitive to the feelings of others, and preserve their dignity in order to accept others from participating in his research and studies. Hence, the researcher must know the objectives of his research in detail from the beginning, but the participants have the right to know the objectives of the research.

The general ethical principles that work with the program are as follows:

1. Credibility: It is necessary to achieve honesty in all research sciences and to

provide information about data, results and methods of searching for it honestly and to prevent falsification and distortion of data.

2. Objectivity: It should be an objective site within an objective site for scientific research.

3. Researcher Ethics: The researcher must adhere to promises, communication, and agreement between them is the sustainability of ideas and actions.

4. Wisdom: To avoid mistakes, it is important to evaluate carefully, be critical, suggest organizing data, and plan at all stages of the research.

5. Openness: The researcher must be open to ideas, tools, and data sharing. He must have the ability to criticize new ideas.

6. Intellectual property: The researcher must respect patents, copyrights and other proprietary rights, and not use unpublished research data or results without permission. The citation must also be mentioned and thanks and gratitude should be given to those who contribute to the research (Shamoo and Resnik, 2015).

Ethical controls in scientific research. Scientific research is governed by a set of ethical controls that must be available in the researcher and in his research method. These controls are:

1. Ethical controls during research planning: the research plan must not coincide with any other study, and in addition, avoiding that the study may lead to potential harm to other people in any way (Hamash et al., 2020).

2. Ethical controls during information collection: the researcher's awareness of the determinants of his research in terms of shortcomings, the selection of the sample and the control of variables and methods of statistical treatment, that would enhance the external validity of the research and adherence to objective methods when collecting data by verifying the honesty and reliability, and the confidentiality of information collection (Abbas et al. 2015).

3. Ethical controls during information processing: The researcher must investigate the credibility in presenting the research results, and not interfere with the amendment (Muhammad, 2010).

4. Ethical controls in scientific honesty: that scientific honesty accompanies all stages of scientific research; Because originally, the researcher must be honest in performing his research (Hamash et al., 2020).

Conclusion. In this paper we have explore that the dimensions of an ethical research, we also came to learn about the American Psychological Association ethical standards in research. the paper also shows general ethical principles. Through this paper, we also recommend the rise awareness of research ethics committees.

R e f e r e n c e s

1. All European Academies. (2013). «Ethics Education in Science». Statement by the Permanent Working Group on Science and Ethics. www.allea.org/wp-content/uploads/2015/07/Statement_ Ethics_Edu_web_final_2013_10_10.pdf

2. Abu Attia, Siham et al. (2018). Personality and Individual Differences. Dar Al-Fikr: Amman.

3. Al-Bazai, Hessa Hammoud. (2018). Scientific Research Ethics, a suggested formula from the point of view of faculty members at Qassim University, *Journal of the College of Education*, 3(10) 491- 426.

4. Alt, D. (2015). Assessing the contribution of a constructivist learning environment to academic self-efficacy in higher education. *Learning Environments Research, 18* (1), 47-67.

5. Dames, Mustafa. (2008). Scientific Research Methodology in Education and Social Sciences. Dar Ghaida for Publishing and Distribution: Amman.

6. Hamash, Saliliya and Suleiman, Kankara. (2020). Scientific Research Ethics According to Ministerial Resolution No. 933 and the Problematic of Scientific Integrity, 1 (4) 132-145.

7. Sara, R. Jordan,S. (2013). Conceptual Clarification and the Task of Improving Research on Academic Ethics, *J Acad Ethics* (11). 243-256.

8. Schunk, H. and Dibenedetto, K. (2020). Motivation and social cognitive theory Contemporary Educational Psychology 60, 101832.

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ
Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «СУЧАСНА НАУКА: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ» 2023

Відповідальний за випуск Губаревич О.В.
inconferencesyit@gmail.com

Технічний редактор збірника матеріалів конференції Малюк С.В.
Технічний секретар конференції Заіка Д.О.

Статті надруковано в авторській редакції.
Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації,
що наведена в роботах, і залишає за собою право не погоджуватися
з думками авторів щодо розглянутих питань

Articles are published in the author's edition.
The editorial board is not responsible for the accuracy of the information,
that is given in the works, and reserves the right to disagree
with the opinions of the authors on the issues under consideration

Видання Київського інституту залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Підписано до друку 25.04.2023 р.
Ум. друк. арк. 26,3. Обл.-вид. арк. 25,3.
Наклад 100 прим. Зам. № 2225-09/23.

Надруковано в друкарні редакційно-видавничого відділу
Державного університету інфраструктури та технологій.
Свідоцтво про реєстрацію Серія ДК № 6148 від 18.04.2018.
03049, м. Київ-49, вул. І. Огієнка, 19.https://tst.duit.in.ua/