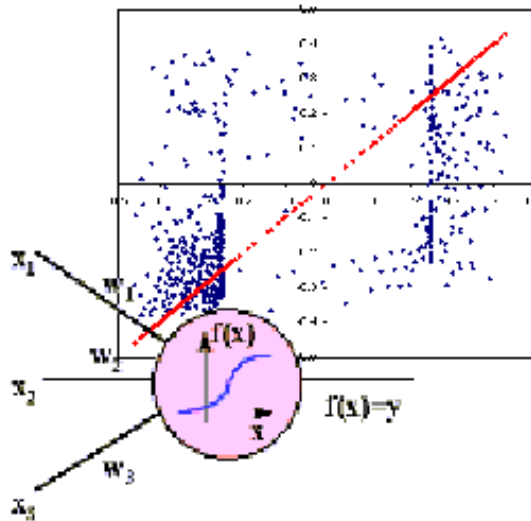


Міністерство освіти і науки України
Національна Академія Наук вищої освіти України
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
Вища технічна школа Трстенік (Сербія)
Факультет інженерної механіки університету Й.Штроссмайера (Хорватія)
Зеленогурський університет (Польща)
"American Jurnal Neural Network and Application" (USA)
Міжнародний університет безперервної освіти (Україна)
Інститут проблем штучного інтелекту НАНУ (Україна)
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (Україна)
ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» (Україна)
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XVIII Міжнародної наукової конференції

«НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТІЗ-2019»

Краматорськ 2019

Міністерство освіти і науки України
Національна Академія Наук вищої освіти України
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
Вища технічна школа Трстенік (Сербія)
Факультет інженерної механіки університету Й.Штроссмайера (Хорватія)
Зеленогурський університет (Польща)
"American Jurnal Neural Network and Application" (USA)
Міжнародний університет безперервної освіти (Україна)
Інститут проблем штучного інтелекту НАНУ (Україна)
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (Україна)
ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» (Україна)
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)

НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТіЗ-2019

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XVIII Міжнародної наукової конференції

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського

Краматорськ 2019

УДК 004.032.26+621(061.3)
Н46

Рецензенти:

Рамазанов С.К., докт.техн.наук, докт.екон.наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

Суботін С. О., докт. техн. наук, професор, Запорізький національний технічний університет

Рекомендовано

вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії
(протокол № 4 від 28.11.2019)

Програмний комітет конференції

Amir Bagheri	Dr.Sc.,Prof. (Department of Electrical Engineering, Sao Paulo State University, Ilha Solteira, Brazil)
Baiyu Chen	Dr.Sc.,Prof. (University of California Berkeley, Berkeley, USA);
Dasic Predrag	Prof., High Technical Mechanical School (Trstenik, Serbia)
Jenek Mariusz	Dr. inz (Polska, Universitet Zielonogorski);
Marušić Vlatko	Dr.Sc.,Prof. (Head of Department of Materials Engineering J.J.Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod,Croatia)
Sandra Poirier	Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);
Yibo Liu	Dr.Sc.,Prof. (Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China);
Ковалевський С.В.	д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);
Марчук В.І.	д.т.н., проф. (ЛНТУ, м.Луцьк, Україна);
Новіков Ф.В.	д.т.н., проф., (ХНЕУ, м.Харків, Україна);
Рамазанов С.К.	д.т.н., проф. (КНУ ім. Шевченко, м.Київ, Україна);
Суботін С.О.	д.т.н., проф. (ЗНУ, м.Запоріжжя, Україна).
Шевченко А.І.	д.т.н., проф. (ІПШ НАНУ, м.Київ, Україна);
Волошин О.І.	головний інженер ПАТ НКМЗ (м.Краматорськ, Україна);
Гігіс В.Б.	к.т.н.,доц., (ДДМА, м.Краматорськ, Україна)
Ковалевська О.С.	к.т.н.,доц., (ДДМА, м.Краматорськ, Україна)

Н46 Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2019: збірник наукових праць XVII Міжнародної наукової конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2019» / за заг. ред. С.В.Ковалевського. - Краматорськ: ДДМА, 2019. – 112 с.

ISBN 978-966-379-964-3

У збірнику праць представлені перспективні теоретичні та практичні розробки в області нейромережних технологій, виконані в 2019 р. науковими школами України і світу. Розглядається можливість застосування нейронних мереж для управління об'єктами в режимі реального часу і особливості нейронного керування динамічними об'єктами. Наводиться ряд розробок по застосуванню нейронних мереж в різних областях практичної і науково-дослідної діяльності та створенню інтелектуальної системи для підвищення швидкості та зниження трудомісткості технологічної підготовки виготовлення нових виробів.

Для наукових працівників широкого профілю та фахівців.

УДК 004.032.26+621(061.3)

ISBN 978-966-379-964-3

©ДДМА, 2019

ЗМІСТ

Стор.

1. **Yibo Liu, Ying Pan** (*College of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China*) MOTION ANALYSIS AND OPTIMIZATION DESIGN OF BACK SUPPORT MECHANISM BASED ON POSE ADJUSTMENT 7
2. **Бирдін В.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ РЕКОНФІГУРОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ 8
3. **Боровий І.Б.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ В РІВНОМІРНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЮВАННЯ НА НЕЙРОМЕРЕЖНОМУ БАЗИСІ. 9
4. **Боровий І.Б., Корчма Д.О., Суязов О.П.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ ЗА КІЛЬКОМА ОЗНАКАМИ 11
5. **Baiyu Chen, Biying Wang** (*College of Engineering, University of California Berkeley, Berkeley, USA*) LOCATION SELECTION OF LOGISTICS CENTER IN E-COMMERCE NETWORK ENVIRONMENTS 14
6. **Balage Don Hiroshan Lakmal, Daisuke Oka, Yoichi Shiraishi, Kazuhiro Motegi** (*Department of Science and Engineering, Graduate School of Science and Technology, Gunma University, Gunma, Japan*) AN EFFECTIVE COMBINATION OF PRE-PROCESSING TECHNIQUE AND DEEP LEARNING ALGORITHM FOR HAMMERING SOUND INSPECTION 15
7. **Vijay Nagandran, Tiagrajah V. Janahiraman, Nooraziah Ahmad** (*Department of Mechanical Engineering, Universiti Tenaga Nasional, Selangor, Malaysia*) MODELING AND OPTIMIZATION OF CARBON STEEL AISI 1045 SURFACE ROUGHNESS IN CNC TURNING BASED ON RESPONSE SURFACE METHODOLOGY AND HEURISTIC OPTIMIZATION ALGORITHMS 16
8. **Wafik Aziz Wassef** (*Department of Computer Engineering, Saskatchewan Institute of Applied Science and Technology, Moose Jaw, Canada*) ARCHITECTURE OF THE EXTENDED-INPUT BINARY NEURAL NETWORK AND APPLICATIONS 17
9. **Вовненко А.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ РЕКОНФІГУРОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ВЕРТИКАЛЬНИХ КРАНОВИХ РЕДУКТОРІВ 19
10. **Gauri Katiyar, Ankita Katiyar, Shabana Mehruz** (*Department of Electrical and Electronics Engineering, ITS Engineering College, India*) OFF-LINE HANDWRITTEN CHARACTER RECOGNITION SYSTEM USING SUPPORT VECTOR MACHINE 20
11. **Gholamhossein Lari, Saeed Ebrahimi** (*Safety and Fire Fighting Organization, Shiraz Municipality, Shiraz, Iran*) IDENTIFICATION OF COMPLIANT CONTACT FORCE PARAMETERS IN MULTIBODY SYSTEMS BASED ON THE NEURAL NETWORK APPROACH RELATED TO MUNICIPAL PROPERTY DAMAGES 21
12. **Гіріс В. Б., Гіріс Т. П.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ОЦІНКА ТРУДОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ДОПОМОГОЮ ОДНОВИМІРНИХ САМООРГАНІЗАЦІЙНИХ КАРТ ОЗНАК 22
13. **Dilip Kumar, Neha Iakhan, Anita Rawat** (*Department of Civil Engineering, Govind Ballabh Pant Engineering College, Pauri, India*) STUDY AND PREDICTION OF LANDSLIDE IN UTTARKASHI, UTTARAKHAND, INDIA USING GIS AND ANN 27
14. **Євдовська Г.А.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) СТВОРЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ 28
15. **Ji Xuehua** (*Business School, Beijing Wuzi University, Beijing, China*) EVALUATION OF EXPRESS SERVICE QUALITY ON CAMPUS 35

16. **Jiaguo Yao, Ying Pan** (*College of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China*) RESEARCH ON DESIGN OF VIBRATION PLATFORM OF MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER AND RELIABILITY OF PLATFORM FRAME 36
17. **Ковалевська О.С., Ковалевський С.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) МЕХАНОСКЛАДАЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ КІНЕМАТИКИ 37
18. **Ковалевський С.В., Ємець В.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗУБООБРОБКИ 42
19. **Ковалевський С.В., Ковалевська О.С.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ДОСВІД ЗМІНУВАННЯ ДЕЯКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ 43
20. **Ковалевський С.В., Кошевой А.О.** (*Українське представництво фірми «Pramet», м.Дніпро*) ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ ФІРМИ «PRAMET». 47
21. **Козлов А.О.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ РЕКОНФІГУРОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА НОМЕНКЛАТУРИ РЕДУКТОРІВ ТИПУ УКМ 48
22. **Корчма Д.О.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ПЛАКУВАННЯ ТОКОПРОВІДНИМИ МАТЕРІАЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ НАВЕДЕНИХ СТРУМІВ І ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ. 50
23. **Кошева Л.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ПРОГНОЗУВАННЯ КОМПЕТЕНТІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СТУДЕНТІВ ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ ПІДГОТОВКИ 53
24. **Le Minh Nhut** (*Department of Thermal Engineering, Faculty of Vehicle and Energy Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Ho Chi Minh, Vietnam*) THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON PERFORMANCE IMPROVEMENT OF SOLAR HOT WATER SYSTEM UNDER REAL WEATHER CONDITIONS AT HO CHI MINH CITY, VIETNAM 55
25. **Le Tien Phong, Do Trung Hai** (*Electrical Faculty, Thai Nguyen University of Technology, Thai Nguyen, Viet Nam*) GRID-CONNECTED CONTROL SYSTEM FOR THREE-PHASE BIDIRECTIONAL DC/AC CONVERTER TO EXPLOIT PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION 56
26. **Ларіонов М.О.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАНОАМПЛІТУДНОГО ВИГЛАЖУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ 57
27. **Ларіонов М.О., Хода Я.А.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ ЗА КІЛЬКОМА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ 60
28. **Mauton Gbededo, Peter Farayibi, Tiamiyu Mohammed** (*Department of Mechatronics Engineering, Bells University of Technology, Ota, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Akure, Nigeria*) EVALUATION OF VALUE STREAM MAPPING APPLICATION IN PASTA MANUFACTURING: A CASE STUDY OF GOLDEN PASTA COMPANY, LAGOS 64
29. **Meisam Mahdavi1, Amir Bagheri** (*Department of Electrical Engineering, Sao Paulo State University, Ilha Solteira, Brazil*) BPSO APPLIED TO TNEP CONSIDERING ADEQUACY CRITERION 66
30. **Mtaita Charles Mtoni** (*Department of Built Environment Engineering, Mbeya University of Science and Technology, Mbeya, Tanzania*) MODELING ASSESSMENT ON TECHNOLOGICAL CHALLENGES FACING SMALL-SCALE GOLD MINERS IN TANZANIA AND HOW ENGINEERING COULD SOLVE THEM 67
31. **Мельников А.Ю., Кадацкий Н.А.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ 69

- ДЛЯ ПРИБЛИЗНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ПОЛЕТА ЯДРА З
УРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ СПОРТСМЕНІВ І ДОДАТКОВИХ ФАКТОРІВ
32. **Німерич М.О.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*)
КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ 75
 33. **Oderhowho Nyorere, Hilary Uguru** (*Agricultural and Bio-Environmental
Engineering Technology Department, School of Engineering, Delta State Polytechnic,
Ozoro, Nigeria*) INSTRUMENTAL TEXTURE PROFILE ANALYSIS (TPA) OF 76
CUCUMBER FRUIT AS INFLUENCED BY ITS PART AND MATURITY STAGE
 34. **Olusoga Olawale Oreoluwa, Fagbemi Olasunkanmi** (*Department of Architecture,
Federal University of Technology, Akure, Nigeria*) HEALTH AND SAFETY 77
MANAGEMENT PRACTICES IN THE BUILDING CONSTRUCTION INDUSTRY
IN AKURE, NIGERIA
 35. **Поставничий А.С.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*)
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ 78
СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ДЕЛАЙ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ
ОДНОЧАСНО
 36. **Sushant Rath, Pinaki Talukdar, Arujun Prasad Singh** (*Flat Rolling Group, R&D
Centre for Iron & Steel, Steel Authority of India Limited, Ranchi, India*) Application of 87
Artificial Neural Network for Flow Stress Modelling of Steel
 37. **Суязов О.П.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) 88
ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ.
 38. **Tereshchenko V.M., Bugaiov A.D.** (*Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Ukraine*) LIFELONG LEARNING AS A METHOD FOR MASTERING BENEFITS 91
OF BIGDATA
 39. **Хода Я.А.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) АКТИВНИЙ 94
КОНТРОЛЬ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕРСТАТУ ЗА
ДОПОМОГОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ.
 40. **Четвержук Т.І., Полінкевич Р.М., Зубовецька Н.Т., Сичук В.А.** (*Луцький
національний технічний університет, Україна*) ЧАСТОТНИЙ АНАЛІЗ БИТТЯ 99
ШПИНДЕЛЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ
МЕРЕЖ
 41. **Atri Deo Tripathi, Asim Ahmad** (*Dept. of Chemistry, College of Engineering,
Teerthanker Mahaveer University, Moradabad, India*) Viscosities of Binary Liquid 110
Mixtures of 1, 2-Dichloroethane with Pyridine, Dimethyl Sulfoxide, Acetone, Furan
and Tetrahydrofuran at 303.15 K
 42. **Дьяченко Ю.Г.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) 111
ОСОБЛИВОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ В ПСЕВДО
ТВЕРДОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

Yibo Liu, Ying Pan (*College of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China*)

MOTION ANALYSIS AND OPTIMIZATION DESIGN OF BACK SUPPORT MECHANISM BASED ON POSE ADJUSTMENT

In order to realize stable and safe operation of multi-mode bed back support mechanism, various angle adjustment mechanisms are studied and analyzed. An angle adjustment mechanism using a guide mechanism is proposed. The function of back support is achieved by using an electric push rod. A model of the back support mechanism was built. Based on the analysis of the geometric relationship and mechanical model of the back support mechanism, the optimal solution of the fixed position of the electric actuator was solved by using MATLAB. Dynamic simulation, performed by SOLIDWORKS Motion, determine the optimal stroke of the electric actuator. Finite element analysis, performed by SOLIDWORKS Simulation, verify the feasibility of the back support mechanism. The simulation results show that using the back support mechanism of the guide rod mechanism reduces the load of the load beam, improves the safety of the back support mechanism, and tabilizes the back support process.

The back support mechanism described in this article is simple in structure, and the core component for realizing the back support is an electric push rod, which is a standard part and has strong interchangeability. By solving the best fixed position of the electric push rod, the load required by the electric push rod, the load beam, and the hinge is greatly reduced, the possibility of material damage is reduced, and the safety of the back support mechanism is improved. And in the process of back support, the angular velocity changes slowly, and the back bed plate assembly is stable. The mechanism meets the requirements of mechanical development, saves materials and has a good application prospect.

СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ РЕКОНФІГУРОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Метою проектування інноваційного комплексу являється створення багатомоделного гнучкого виробництва, здібного витримати конкуренцію на ринку машинобудівної продукції.

Для вибору моделі інноваційного механоскладального комплексу, обрано виробництво відцентрових насосів. Методи отримання заготовок, механообробне обладнання підібрано виходячи з мінімальних потрібних розмірів деталей відцентрових насосів.

Технологічна обробка деталей Вал, виконується на токарних обробних верстатах з функцією фрезерування. Обробний центр дозволяє провести обробку: центрових отворів В8,0, торців валу попередньо і остаточно, точіння контуру чорнового і чистового етапу обробки, фрезерування шпонкових пазів і точіння різьб. Таким чином, обраний центр PUMA 2600L, дозволяє виконати майже всі операції на одному верстаті. Це значно скоротить час на обробку деталей.

Остаточна обробка виконується на круглошліфувальному верстаті з ЧПК JHU-2706CNC. Верстат задовільняє потребуємих розмірам деталей. На верстаті використовується активний контроль.

Для виготовлення корпусних деталей обраний фрезерний обробний центр DHF 8000. Обробний центр дозволяє проводити обробку деталей різної конфігурації з широкого діапазону матеріалів - в тому числі і важкооброблюваних, це забезпечує гнучкість розробленого механоскладального комплексу. Завдяки шпинделя поворотного типу і поворотному столу модель DHF 8000 спроможна виконувати весь спектр операцій механічної обробки: від чорнової до чистової за один установ. Це значно скоротить час на закріплення і розкріплення, транспортування від одного верстату до іншого, перевстановлення деталі, вивірення деталі.

Складальна дільниця оснащується сучасним механізованим обладнанням. Пневматичні гайковерти, пневматичні преса для установки підшипників, місцеві підйомники.

Для переміщення заготовок і готових деталей механоскладальна дільниця оснащена сучасними автоматизованими візками. Автоматизовані візки фірми Toyota дозволяють переміщувати вантажі вагою до 2,5 тон.

Установка деталей до верстату виконується в ручному режимі. Автоматизоване закріплення деталей потребує обладнання вартість якого дуже велика, складного налаштування і виконання постійного позиціонування заготовок відносно роботів, і верстатів. Тому, доцільніше проводити подачу і закріплення деталей в ручному режимі. З урахуванням автоматичних візків працівнику залишається лише слідкувати і при необхідності корегувати візки голосовими командами і подовати деталі до верстату. Це значно скоротить потрібний штат працівників і їх розряд, для такого рода робіт не має потреби у висококваліфікованих працівників.

Оброблені деталі складає робот штабелер фірми TOYOTA. Штабелер має вантажоаідомність до 2,5 тон і висотою підйому до 10 метрів. Робот штабелер забезпечують складування деталей Вал і Кронштейнів.

Таким чином концепція інноваційного механоскладального комплексу складається з використання новітніх багатофункціональних обробних центрів, які забезпечують гнучкість про обробці багатомоделного ряду деталей.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ В РІВНОМІРНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЮВАННЯ НА НЕЙРОМЕРЕЖНОМУ БАЗИСІ.

Підвищення зносостійкості і довговічності деталей сучасних машин нині має велике значення, оскільки скорочується витрата запасних частин і матеріалів на їх виготовлення, знижуються витрати на експлуатацію, підвищується продуктивність праці.

Для підвищення ефективності процесів механічної обробки зростання зносостійкості ріжучого інструменту є актуальним завданням. Підвищення ресурсу працездатності ріжучого інструменту веде до зниження витрат на виготовлення продукції. [1]

Стійкість накладає свої обмеження при виборі режимів різання. Вимушене заниження режимів різання веде до втрати продуктивності виконуваних операцій. Крім цього, підвищення стійкості та формостійкості робочих поверхонь ріжучого інструменту дозволяє поліпшити якість продукції, що випускається і скоротити витрати часу на підналадку в процесі обробки. [2]

Темпи розвитку машинобудування безпосередньо пов'язані із створенням нових матеріалів і з освоєнням нових технологічних процесів. Одним з нових методів обробки представлений нижче.

В основу статі покладений технологічний процес магнітно-імпульсної обробки суть полягає у тому що дією імпульсного магнітного поля в металі відбувається утворення нової структури, характеристики якої залежать від величини напруженості магнітного поля. Структура зміцненого шару відрізняється високою дисперсністю і поліпшеними експлуатаційними характеристиками. [3]

Одним з недоліків цього методу є те що дорброякісні структури утворюються лише на поверхні обробленого матеріалу. Для вирішення цієї проблеми був розроблений попередній експеримент.

На (Рисунку 1) наведена схема експерименту. На даній схемі видно що твердосплавна пластина знаходиться між двома магнітами, це дозволяє магнітним полям наведеними цими постійними магнітами безперешкодно проходити через пластину, також до пластини приєднані два джерела які з'єднані з генератором резонансних частот.

Суть даного експерименту полягає у тому що при проходженні постійного магнітного поля через твердосплавну пластину у кристалічній решітці матеріалу відбувається самоорганізація доменів даної кристалічної решітки, а додаткова обробка резонансними частотами імовірно допомагає очистити оброблювальний матеріал від злочісних включень.

Одним з сучасних методів аналізу отриманих даних є аналіз за допомогою рекурентних нейронних мереж.

Данні мережі мають такі характеристики:

- У кожного з'єднання є свою вагу, він же пріоритет.
- Вузли поділяються на два типи, вступні вузли і вузли приховані.
- Інформація в рекурентной нейронної мережі передається не тільки по прямій, шар за шаром, а й між самими нейронами.

- Важливою відмінною рисою рекуррентної нейронної мережі є наявність так званої «області уваги», коли машині можна задати певні фрагменти даних, що вимагають посиленої обробки

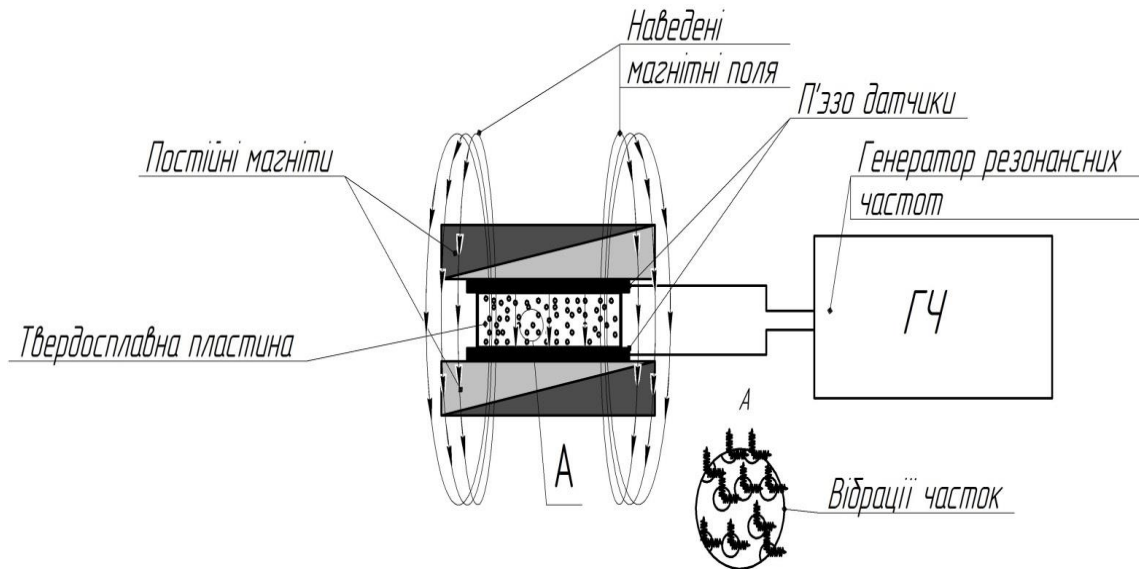


Рисунок 1- Схема експерименту.

При проведенні повномасштабного експерименту буде оброблено декілька десятків зразків на різні режимах обробки. Після зняття спектрограм зразків є можливість проаналізувати дані в програмному продукті «NeroPro» завдяки чому з ми можемо скорегувати і знайти оптимальні режими обробки даним методом.

ВИСНОВОК

У статті представлений метод мікровібраційної обробки в постійному магнітному полі твердосплавних пластин. Під керівництвом наукового керівника попередні експерименти виявили перспективність цього методу, та для отримання більш точних даних необхідно проводити повномасштабний експеримент з подальшим аналізом отриманих з застосуванням нейронних мереж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Скоробогатов В.К., Веселов С.А. (УГТУ, г. Ухта, РФ) МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН
2. Н. С. Хомич, УП«Полимаг», Ю. Г. Алексеев, УП«Технопарк БНТУ«Метолит», В.С.НИСС,БНТУ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ
3. Водин Д. В. Магнитно-импульсная обработка как перспективный метод повышения износостойкости металлорежущего инструмента [Текст] // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2015 г.). — СПб.

МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ ЗА КІЛЬКОМА ОЗНАКАМИ

Дефект - кожна окрема невідповідність товару встановленим вимогам, тобто локальне або поширене порушення структури, зовнішнього вигляду матеріалів і готових виробів; природна вада товарів, а також що з'явився при використанні сировини, технологічній обробці, упаковці, транспортуванні або зберіганні. Це можуть бути діри, тріщини, плями, раковини, забруднення, порушення структури матеріалу або готового виробу і так далі.

Дефекти характеризуються як явні, критичні, значні, малозначні, усувні, неусувні, дрібні і великі, місцеві і поширені.

Для забезпечення конкурентоспроможності продукції, що випускається, необхідно забезпечити її якість і надійність при оптимальних витратах. Зайві витрати на додаткові випробування, технологічні, інспекційні і контрольні операції підвищують собівартість виробів у виробництві і збільшують ціну, знижуючи конкурентоспроможність продукції на ринку

Саме тому в сучасних умовах ставиться питання про вибір оптимальної стратегії контролю, покликаної забезпечити підвищення якості і надійності продукції, що випускається, при оптимізації витрат.

ПРОБЛЕМАТИКА

При виборі оптимальної стратегії контролю необхідно вирішити завдання надійної діагностики і локалізації максимальної кількості потенційних дефектів при мінімальних витратах. Критерієм успішно вибраної і реалізованої стратегії контролю є, як правило, вартість проведення ремонтів в процесі виробництва. Враховуючи вимоги замовників, що постійно підвищуються, по збільшенню термінів гарантійного обслуговування, вибрана стратегія контролю повинна забезпечувати також і надійність виробів, що випускаються, що оцінюється за вартістю проведення ремонтів в гарантійний період[1]

Розрізняють два основних види дефектів:

1. Явні дефекти - це дефекти, для виявлення яких в нормативній документації, обов'язковій для цього виду контролю, передбачені відповідні правила, методи і засоби. Зазвичай вони визначаються візуальним методом - шляхом огляду виробу і встановлення місць розташування, кількості і розміру дефектів.

2. Приховані дефекти не виявляються звичайними методами. У виробах з металів - це внутрішні порожнечі: раковини, тріщини; у деревині - сучковатість і гнилизна.[1]

Значний дефект істотно впливає на використання товару за призначенням і) на його довговічність, але не є критичним. Наприклад, утворення нагари на свічці запалення бензинового двигуна легкового автомобіля - значний дефект, оскільки свідчить про несправність двигуна і обумовлює зниження його ресурсу.[1]

Метою завдань акустичної діагностики цього класу є визначення за допомогою вібраційних або шумових сигналів, в якому з декількох можливих станів знаходиться досліджуваний об'єкт або якому з декількох можливих об'єктів належить цей акустичний сигнал

Відмітимо також систему акустичної діагностики, призначену для виділення і аналізу серії послідовних імпульсів (вимірюються амплітуди, тривалість, часи появи імпульсів),

обумовлених зіткненням деталей ряду машин і механізмів. Основний принцип діагностики інженерних споруд і конструкцій полягає в пасивному зборі інформації з безлічі звукових (і ультразвукових) датчиків, її локалізації і обробці для подальшого визначення зони і міри зносу конструкції

АЕ є наслідком переміщень середовища, що дозволяє використати її для діагностики процесів і матеріалів. Наприклад, кількісно АЕ - критерій цілісності матеріалу, який визначається звуковим випромінюванням матеріалу при контрольному його вантаженні. Ефект акустичної емісії може використовуватися для виявлення утворення внутрішніх дефектів на початковій стадії руйнування конструкції. Він же може бути використаний для визначення міри сейсмічної небезпеки геологічних порід, при цьому емісію можна викликати штучно.

Віброакустична обробка відноситься до традиційної акустичної обробки але дослідники втрачають можливість проведення акустичної діагностики не лише на одній, але й на багатьох частотах.

У цієї методики діагностики і своя проблематика: це проблема контакту досліджуваної поверхні з вимірювальним пристроєм для покращення контакту використовують різноманітні змащувальні провідники але це не дає потрібного ефекту. Тому лише на великій кількості партії деталей можливо рандомізувати похибку вимірювання деталей.[3]

Контроль за кількісною ознакою реалізується шляхом вимірювання значень ознаки якості виробів, що входять у вибірку, і перевірки гіпотез щодо параметрів розподілу ознаки якості в партії (в генеральній сукупності виробів), які гарантують умови, при яких рівень дефектності в партії не перевищить заданого значення.

При контролі за кількісною ознакою контролер повинен виконати наступні операції:

1. За допомогою засобів вимірювань зафіксувати значення контрольованого параметра X_i ;
2. Знайти вибіркове середнє арифметичне значення $X_{ср}$;
3. Оцінити його відхилення Q від номінального значення або від двох значень заданих обмежень (верхньої T_v або нижньої T_n);
4. Отримані значення Q порівняти із заздалегідь встановленими контрольними нормативами і за результатами цього порівняння прийняти рішення за контрольованою партією продукції (прийняти або забракувати її).

При контролі за кількісною ознакою для перевірки відповідної гіпотези використовуються безпосередньо самі результати вимірювання шляхом обчислення деяких статистик (функцій випадкових результатів вимірювань) і порівняння їх з допустимими значеннями.[3]

Так, перевага контролю за кількісною ознакою полягає в тому, що він більш інформативний і тому вимагає меншого обсягу вибірки. Однак такий контроль дорожчий, оскільки для нього необхідні такі технічні засоби, які дозволяють отримувати досить точні фактичні значення контрольованого параметра. Крім того, для статистичного регулювання при контролі за кількісною ознакою необхідні (іноді складні) обчислення, пов'язані з визначенням статистичних характеристик.

За допомогою віброакустичної діагностики та використанням методу контролю за кількісною ознакою було зроблено розподілення всього об'єму виробів на дві партії : основну и контрольну, знято кількісні параметри кожної одиниці виробу. Тобто отримані

вхідні данні для подальшого розподілення за кількісними ознаками та встановлення обмежень контролю якості виробів. Віброакустична діагностика дозволяє отримати широкий частотний спектр, завдяки чому отримуються всі параметри властиві об'єкту дослідження (виробу) одночасно й виявлено взаємозв'язок частотних спектрів і геометричних, фізико-механічних властивостей, а також акустичного сигналу і характеру частотного спектру. Було отримано частотні спектри основної та контрольної партій. Була використана система перетворення сигналів АЦП та прототип авторської установки для зняття спектрів з виробу з подальшим програмною обробкою отриманих результатів.

Оцінювати відхилення розмірів виробу та його частотного спектру проведено у програмному забезпеченні NeuroPro 0.25, тобто була використана програма для створення нейромережі, за її допомогою отримані результати обробки частотних спектрів обох партій виробів, де відокремлені основні параметри спектру, які описують потрібні геометричні розміри, та створена модель для подальшого використання з метою її перевірки контрольно партією. Таким чином отримуємо модель для вібродіагностики певного об'єкта, без додаткових витрат часу та ресурсів.[4]

Висновки: Всі технологічні пристрої орієнтовані на мале коло завдань, тому використання непрямого виміру шорсткості, розміру, властивостей через частотний спектр, має місце бути вимір одних параметрів через інші, який свого часу є продуктом взаємодії зі складним об'єктом. Цим є діагностика об'єктів, але ніхто не проводив виявлення конфігурації на основі непрямих вимірювань, які володіють високою динамічністю, швидкістю.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Техническая диагностика и неразрушающий контроль №2, 2018* Бобров В. Т., Самокрутов А. А., Шевалдыкин В. Г. (2014) *Состояние и тенденции развития акустических (ультразвуковых) методов, средств и технологий неразрушающего контроля и технической диагностики. Территория NDT, 2, 24–27.*
2. *Техническая диагностика и неразрушающий контроль №2, 2018* Ермолов И. Н. (2004) *Достижения в теоретических вопросах ультразвуковой дефектоскопии, задачи и перспективы. Дефектоскопия, 10, 13–48*
3. Журавлев Ю.И., Гуревич И.Б. Распознавание образов и анализ изображений // Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн 2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Радио и связь, 1990. С. 149–190
4. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. 270 с.
5. Воронцов К.В. Лекции по методам оценивания и выбора моделей. 2007. URL: [www.ccas. ru/voron/download/Modeling.pdf](http://www.ccas.ru/voron/download/Modeling.pdf).

Baiyu Chen, Biying Wang (*College of Engineering, University of California Berkeley, Berkeley, USA*)

LOCATION SELECTION OF LOGISTICS CENTER IN E-COMMERCE NETWORK ENVIRONMENTS

The site selection of logistics center is a very complicated and enormous system problem. Each site selection method and model is based on a certain premise and hypothesis. The site selection decision of distribution center has an important influence on the whole logistics system operation. A good location of urban logistics sites is important for optimizing the logistics network, and improving the urban traffic conditions, and level of logistics services. Motivated by this, in this paper, based on the research of sixteen cities in southeastern China and neural network algorithms, we proposed a logistics center location selection algorithm. Our method considers the six important concepts reflecting the performance index of the city logistics, such as city location quotient, market prosperity degree, proportion of freight volume, urban centrality, per capita gross domestic product (GDP), and population size. Our method conducts the nested fuzzy analytic hierarchy process (AHP), and then investigates the total ranking of the single order hierarchy to select suitable logistics centers.

Concerning the microscopic problem of site selection of multi-area urban logistics center. We present a perspective for consideration that embeds the fuzzy analytic hierarchy process in a more comprehensive manner in this paper. Combining the expert advices, the pairwise judgment matrixes all passed the consistency check, which has verified the rationality of the matrix [81-83], at the same time the pairwise comparison of factors has largely reduced the error brought by the Delphin expert consultation method. The site selection of logistics center is a very complicated and enormous system problem. Each site selection method and model is based on a certain premise and hypothesis. The site selection decision of distribution center has an important influence on the whole logistics system operation. Therefore, only the correct site selection can maximize the effectiveness of the distribution center and meet the demands of consumers, so as to achieve the maximum economic and social benefits.

Balage Don Hiroshan Lakmal, Daisuke Oka, Yoichi Shiraishi, Kazuhiro Motegi (*Department of Science and Engineering, Graduate School of Science and Technology, Gunma University, Gunma, Japan*)

AN EFFECTIVE COMBINATION OF PRE-PROCESSING TECHNIQUE AND DEEP LEARNING ALGORITHM FOR HAMMERING SOUND INSPECTION

This paper deals with the identification problem of defective products of door strikers installed in automobiles based on their hammering sounds. The difference of the hammering sounds between defective and acceptable products is very small and each sound signal has a unique pattern. The capabilities of conventional human sensory tests are not enough to identify such differences between these two classes. Hence it is suggested to apply deep learning algorithms (DLA) as per the versatility and feature extraction power. Usually, some kinds of pre-processing are adopted before the application of DLA in order to increase the accuracy of inspection as well as to reduce the training and the application time of DLA. In this paper, the combinations of five kinds of pre-processing techniques and three types of DLAs are applied to the actual hammering sounds inspection of door strikers. Especially in two types of DLAs, the sound data have been evaluated as images. The evaluation results show that the combination of the wavelet analysis and the Convolutional Neural Network (CNN) only attained the 100% accuracy of inspection with great response time. The wavelet analysis and the CNN are independently attain the high performances comparing with others and it is likely that they are useful in this kind of hammering sound inspections.

This paper deals with the problem what combinations of pre-processes and deep learning algorithms give the best performances by using the actual hammering sound inspection problem. Five kinds of such pre-processes as Short Term Energy Analysis, Wavelet Analysis, Cross-Correlation, Fast Fourier Transform and Discrete Walsh-Hadamard Transform are adopted. As deep learning algorithms, Feed Forward Network, Stacked Auto Encoder, and Convolutional Neural Network are used. The experimental results show that only the combination of Wavelet Analysis and Convolutional Neural Network attains 100% accuracy against three datasets consisting of actual hammering sounds. Moreover, it is concluded that Convolutional Neural Network attains the highest accuracy among deep learning algorithms and also Wavelet Analysis is the best among pre-processes. As future work, the detailed processes inside of deep learning algorithms should be analyzed, the incremental learning should be researched and the hammering sound inspection system implementing the obtained best combination is should be in practical use as soon as possible. Moreover, it is expected that other DLA application areas of the combinations dealt with in this paper would be investigated.

Vijay Nagandran, Tiagrajah V. Janahiraman, Nooraziah Ahmad (*Department of Mechanical Engineering, Universiti Tenaga Nasional, Selangor, Malaysia*)

MODELING AND OPTIMIZATION OF CARBON STEEL AISI 1045 SURFACE ROUGHNESS IN CNC TURNING BASED ON RESPONSE SURFACE METHODOLOGY AND HEURISTIC OPTIMIZATION ALGORITHMS

Surface roughness or surface quality is considered to be one of the most crucial requirement of a machined part since it directly influences the mechanical properties of the part. However, the traditional method of choosing cutting parameters' values to obtain a good surface finish has its own disadvantages. Therefore, an experimental study has been conducted to develop a suitable mathematical model and pair it with an optimization technique that able to produce low surface roughness of carbon steel AISI 1045. Response surface methodology (RSM) is used to develop the mathematical model whereas three types of heuristic optimization methods namely Genetics Algorithm (GA), Particle Swarm Optimization (PSO) and Simulated Annealing (SA) employed to optimize the model and find the optimal cutting parameters' values. A brief comparison of the three optimization methods has been made to study their performance to the developed model. Experimental results indicate that the proposed modeling technique and PSO are quite efficient in determining optimal cutting parameters for CNC turning of carbon steel AISI 1045.

In this paper, experiment was conducted to develop a RSM model that able to predict surface roughness of carbon steel AISI 1045. From the model evaluation and ANOVA output, it was found out that the model able to predict surface roughness in terms of cutting parameters quite well. The model was then optimized with three types of heuristic optimization methods using MATLAB to compare the output and performance of them. After the optimization, it is concluded that:- (i) PSO and GA generally performed well and better than SA by producing lower surface roughness. (ii) PSO converges and produces output at faster rate compared to GA & SA. Therefore, from this study, it is known that PSO is a better heuristic optimization method than GA & SA. However, this study posses certain limitations where all three optimization methods employ random starting points and may produce different output each time and the obtained simulation results need to be verified by machining with the obtained values to determine the accuracy of the optimization output.

Wafik Aziz Wassef (*Department of Computer Engineering, Saskatchewan Institute of Applied Science and Technology, Moose Jaw, Canada*)

ARCHITECTURE OF THE EXTENDED-INPUT BINARY NEURAL NETWORK AND APPLICATIONS

The proposed architecture of a binary artificial neural network is inspired by the structure and function of the major parts of the brain. Consequently it is divided into an input module that resemble the sensory (stimuli) area and an output module similar to the motor (responses) area. These two modules are single layer feed forward neural networks and have fixed weights to transform input patterns into a simple code and then to convert this code back to output patterns. All possible input and output patterns are stored in the weights of these two modules. Each output pattern can be produced by a single neuron of the output module asserted high. Similarly each input pattern produces a single input module neuron at binary 1. The training of this neural network is confined to connecting one output neuron of the input module at binary 1 that represents a code for the input pattern and one input neuron of the output module that produces the desired associated output pattern. Thus fast and accurate association between input and output pattern pairs can be achieved. These connections can be implemented by a crossbar switch. This crossbar switch acts similar to the thalamus in the brain which is considered to be a relay center. The role of the crossbar switch is generalized to an electric field in the gap between input and output modules and it is postulated that this field may be considered as a bridge between the brain and mental states. The input module encoder is preceded by the extended input circuit which ensures that the inverse of the input matrix exists and at the same time to make the derivation of this inverse of any order a simple task. This circuit mimics the processing function of the region in the brain that process input signals before sending them to the sensory region. Some applications of this neural network are: logical relations, mathematical operations, as a memory device and for pattern association. The number of input neurons can be increased (increased dimensionality) by multiplexing those inputs and using latches and multi-input AND gates. It is concluded that by emulating the major structures of the brain using artificial neural networks the performance of these networks can be enhanced greatly by increasing their speed, increasing their memory capacities and by performing a wide range of applications.

The proposed architecture of a neural network is inspired by the structure and function of the brain. Although it is impossible to duplicate (or understand) the great complexity of the brain as a whole yet it is very useful and instructive to imitate some of the

brains structures. Thus the input signal is processed first by the extended input circuit then sent to the input module to be converted to a simple code. The output module receives this simple code after it is properly diverted to its proper inputs by a crossbar switch. These two modules have fixed weights that can be deduced directly due to the use of the extended input circuit. It is shown that the nonzero weights of the input module take only two values, +1 and -1, similar to the excitatory and inhibitory synapses in biological neural networks. The only two values of weights reduce the almost infinite range of continuous and unknown weights between input and output neurons usually calculated by error criteria such as cost functions and by iteration techniques. The direct connection between input and output modules using a single connection by the crossbar switch for each pair of input and output patterns speeds up the response of the network and ensures that the output pattern is produced accurately. The capacity of this neural network when used as a memory device, (with an original n input neurons), is 2^n a much greater capacity than other neural networks used for pattern association.

The training process of the present neural network is not a process of adjusting the synaptic connections among all neuron in the network but rather by turning on and off the transistors of the crossbar switch which connects and disconnects the output neurons of the input module and the input neurons of the output module. Thus the process of training becomes much more accurate and faster. The present neural network is used in several applications such as: pattern association and as a memory device. It can also be used to generate periodic functions and also for logical and mathematical operations such as conditional logic, addition, subtraction and multiplication.

The number of original inputs (the dimensionality) of this neural network may be increased significantly by multiplexing the original inputs and using latches and multi-input AND gates between input module and the crossbar switch. The role of the crossbar switch is generalized by postulating the presence of an electric field which mediates between input (stimuli) and output (responses) regions of the brain. Consequently the brain is viewed as the input and output neural networks that transform input stimuli into simple codes and then convert back these codes to output responses. The mind on the other hand is the global field that selects the response which is appropriate to match each of the input stimuli.

СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ РЕКОНФІГУРОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ВЕРТИКАЛЬНИХ КРАНОВИХ РЕДУКТОРІВ

Цілю проектування інноваційного механоскладального комплексу являється створення багатомоделіного гнучкого виробництва, здібного витримати конкуренцію на ринку машинобудівної продукції. Для вибору моделі інноваційного механоскладального комплексу, обраний вузол представник редуктор вертикально крановий. Методи отримання заготовок, механообробне обладнання підбрано виходячи з мінімальних потрібних габаритних розмірів деталей редуктора.

Деталлями представниками обрані деталі Вал-шестерня і Корпус. Обраний метод отримання заготовок для деталі Вал-шестерня – штампування, заготовка для деталі Корпус використовується – зварна. Заготівельний процес отримання корпусної заготовки, виконується за допомогою роботів. Робот зварювальник виконує функції різання і зварювання металевих листів. Технологічна обробка деталей Вал-шестерня, виконується на вертикальному обробному центрі PUMA VT900. Обробний центр PUMA VT900 дозволяє провести обробку: чорнового і чистового точіння, фрезерування шліців і нарізання різьби. Обробний центр замінює одразу декілька металообробних верстатів, що в свою чергу значно скорочує допоміжний час обробки деталей. Для обробки корпусної деталі обраний багатофункціональний фрезерний обробний центр VC 630/5AX. Обробний центр дозволяє провести фрезерування, свердління, зенкування. Обробний центр дозволяє провести повну обробку деталей корпус за одну операцію.

Як інструмент використовується сучасний інструмент фірми TaeguTec. Компанія TaeguTec має широкий асортимент високоточного твердосплавного інструменту, широкої лінійки змінних твердосплавних пластин, а також унікальних і інноваційних різальних інструментів для металообробки. Інструмент дозволяє скоротити технологічний час обробки деталей, за рахунок підвищення режимів різання. Також, інструмент TaeguTec має більший час зносу, це зменшую витрати на інструмент.

Транспортування деталей виконується автоматичними візками. Автоматизовані візки доцільніше використовувати, замість конвеєрних ліній і рельсового транспорту. Візки забезпечують необхідну вантажопідйомність для виробництва. Установка деталей до верстату виконується в ручному режимі. Використання автоматизованого завантаження, закріплення заготовок не доцільно як технічно так і економічно. Для автоматизованої подачі і закріплення деталей до верстату, необхідно з дуже великою точністю позиціонувати деталі відносно маніпуляторів. Крупні габарити корпусних деталей ускладнюють роботу в автоматичному режимі. Складування деталей виконується роботом штабелером. Робот штабелер забезпечує необхідну вантажопідйомність для складування деталей. Розглянуто застосування комп'ютерних інтегрованих технологій і гнучких виробничих процесів в інноваційному механоскладальному виробництві. Складальна дільниця оснащена сучасними складальними стендами. Складальні стенди оснащені: електричними гайковертами, електричними пресами для установки підшипників, пристосуваннями для орієнтації і закріплення деталей, місцевими підйомниками.

Висновок: концепція інноваційного механоскладального комплексу складається з використання новітніх багатофункціональних обробних центрів, які забезпечують гнучкість виробництва при обробці багатомоделіного ряду редукторів. Така модель механоскладального виробництва підвищує конкурентоспроможність виробництва з постійним зниженням собівартості продукції за рахунок концентрації технологічних операцій проводячи обробку деталей на одному верстаті, зменшення технологічного парку верстатів і продуктивне використання робочого простору дільниць, скорочення часу виготовлення деталей за рахунок

підвищення автоматизації виробничого процесу, ефективного інструменту і оснащення, ефективного транспортування і складування деталей в автоматичному режимі, всі ці фактори значно скорочують собівартість продукції і підвищують конкурентоспроможність на ринку.

Gauri Katiyar, Ankita Katiyar, Shabana Mehfuz (*Department of Electrical and Electronics Engineering, ITS Engineering College, India*)

OFF-LINE HANDWRITTEN CHARACTER RECOGNITION SYSTEM USING SUPPORT VECTOR MACHINE

Selection of classifiers and feature extraction methods has a prime role in achieving best possible classification accuracy in character recognition system. Issues of character recognition system related to choice of classifiers and feature extraction methods can be resolved through these objectives. In this proposed work an efficient Support Vector Machine based off-line handwritten character recognition system has been developed. The experiments have been performed using well known standard database acquired from CEDAR, also seven different approaches of feature extraction techniques have been proposed to construct the final feature vector. It is evident from the experimental results that the performance of Support Vector Machine outperforms other state of art techniques reported in literature.

Support Vector Machines are one of the most effective methods used in the field of pattern recognition. The method described in this paper makes use of the preprocessing methods such as binarization, slant correction, smoothing and noise removal, and normalization to make the process of classification easier and more exact. Seven approaches of feature extraction namely, box method, diagonal distance method, mean and gradient operation, standard deviation, centre of gravity and edge detection have been used to develop an efficient off-line character recognition system using Support Vector Machine. The results shown in Table 3 clearly illustrate the higher performance of the proposed method in the task of recognition of handwritten characters within the dataset used. The proposed method outperforms most state of the art methods examined in the paper for capital letters with an accuracy of 95.74%. The method also performs quite well for lower case alphabets with an accuracy of 92.19% and numeric digits with an accuracy of 97.16%. The timing analysis also shows that the method proposed is fast and efficient while being fairly accurate at the same time. The superior performance of SVM is due to superior generalisation ability of support vector machine in high dimensional space.

Gholamhossein Lari, Saeed Ebrahimi (*Safety and Fire Fighting Organization, Shiraz Municipality, Shiraz, Iran*)

IDENTIFICATION OF COMPLIANT CONTACT FORCE PARAMETERS IN MULTIBODY SYSTEMS BASED ON THE NEURAL NETWORK APPROACH RELATED TO MUNICIPAL PROPERTY DAMAGES

In this paper, a new approach for identification of the compliant contact parameters model in multibody systems simulation using a neural network algorithm is presented. Based on the training and testing the network for some input and output data sets, a general framework is established for identification of these parameters. For this purpose, first, the literature devoted to the identification of contact parameters using analytical approaches and methods based on the neural network is reviewed in brief. Next, the proposed approach is outlined. Finally, considering a classical example of contact of two bodies, the proposed approach is applied for verification of the obtained results.

In this paper, we proposed an algorithm for identification of compliant contact parameters in multibody systems based on the neural network approach. Specifically, we focused here on the identification of the penetration exponent and hysteresis damping coefficient in the contact force formula. First, an FEM model of the contact model of a rigid sphere and a rigid rod was created. This example was simulated for 150 different input sets. The results obtained from these simulations were used to evaluate the real values of penetration exponent and hysteresis damping coefficients (outputs) corresponding to the input sets. Then, a neural network was trained using these inputs and outputs. In the next step, the already trained network was served to identify the value of the unknown variables for new input sets. The obtained results confirmed that the trained network can be used as a reliable tool for identification of contact parameters provided that enough number of input data sets with suitable variety is used in the training step.

ОЦІНКА ТРУДОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ДОПОМОГОЮ ОДНОВИМІРНИХ САМООРГАНІЗАЦІЙНИХ КАРТ ОЗНАК

Сучасні економічні умови господарювання пред'являють підвищені вимоги до рівня професійного розвитку персоналу та, особливо, робочих (верстатників). Вони повинні володіти різнобічними технічними і науковими знаннями, умінням ініціативно діяти; мати розвинуте почуття відповідальності; повинні бути готовими до освоєння нових видів продукції, технології, обладнання, професії і місця роботи, тобто наблизитися за своїм розвитком, загальною і професійною освітою до технічного фахівця. Таким чином, управління професійним розвитком верстатників є одним з пріоритетних напрямків, що забезпечують успішну виробничо-господарську та економічну діяльність машинобудівного підприємства [1, 2].

Значимість оцінки персоналу в управлінні професійним розвитком, полягає в тому, що вона є інформаційною підтримкою прийняття більшості управлінських рішень. При цьому точність і об'єктивність результатів оцінки багато в чому залежить від методики її проведення, а саме, збору і обробки інформаційних даних, які є характеристиками (критеріями оцінки) персоналу. При цьому необхідно зазначити, що загальноприйняті на даний час методики оцінки мають такі недоліки як трудомісткість, яка пов'язана з широкою номенклатурою факторів оцінки персоналу (особливо в умовах великих підприємств), складність формалізації процесу формування шкали оцінки критеріїв, достовірність отримання очікуваних результатів оцінки.

Метою даної роботи є дослідження можливості застосування одновимірних самоорганізаційних карт ознак в оцінці професійного розвитку верстатників машинобудівного підприємства.

Формування системи критеріїв оцінки рівня професійного розвитку верстатників (табл. 1) здійснювалося виходячи з того, що розвиток персоналу є процесом постійного накопичення знань і умінь, пов'язаних з професійним навчанням і практичною діяльністю [3].

Як видно з табл. 1, всі змінні представляються дійсними невід'ємними числами.

Значення змінної X1 «Рівень освіти» кодуються в зростаючому порядку зазначених вище освітніх рівнів, досягнуті станочником, від «Середнього» до «Вищої».

Значення змінної X2 «Кваліфікаційний розряд» відповідають розрядам, присвоєним верстатнику.

Змінна X3 «Сертифікат кваліфікації» визначає наявність (значення «1») або відсутність (значення «0») у верстатника чинного кваліфікаційного сертифіката.

Таблиця 1

Система критеріїв оцінки професійного розвитку верстатників

Угрупування		Критерії	Код змінної	Одиниця виміру	Діапазон зміни	Тип змінної
характеризують обсяг накопичених	прямі	Рівень освіти	X1	бал	1 ... 6	цілочисельна
		Кваліфікаційний розряд	X2	бал	1 ... 6	цілочисельна
		Сертифікат кваліфікації	X3	-	0/1	бінарна
		Суміжні професії	X4	шт.	≥ 0	цілочисельна
		Підвищення кваліфікації	X5	шт.	≥ 0	цілочисельна
	непрямі	Стаж роботи	X6	рік	1 ... 50	цілочисельна

		Професійний статус	X7	шт.	≥ 0	цілочисельна
Критерії, що характеризують ефективність використання накопичених знань		Середній розряд робіт	X8	бал	1 ... 6	безперервна
		Якість праці	X9	шт.	≥ 0	цілочисельна
		Обсяг виконаних робіт	X10	година	0 ... 3000	безперервна
		Табельний час	X11	година	0 ... 3000	цілочисельна

Змінна X4 «Суміжні професії» показує, скількома додатковими професіями володіє верстатник крім основної.

Змінна X5 «Підвищення кваліфікації» вказує кількість завершених станочником освітніх програм за звітний період.

Змінна X6 «Стаж роботи» показує загальний стаж роботи верстатника за фахом. При цьому не розглядаються верстатники, які пропрацювали менше одного року за фахом. Верхня межа зміни змінної прийнята рівною 50, однак при необхідності може бути скоригована.

Змінна X7 «Професійний статус» визначає сумарну кількість професійних відзнак та нагород верстатника, отриманих за час трудової діяльності. Сюди включається і його положення в колективі, яке піддається фактичному підтвердженню (наприклад, наставництво, керівництво бригадою і ін.).

Значення змінної X8 «Середній розряд робіт» показує складність виконаних станочником завдань в аналізованому періоді. Очевидно, що змінна X8 не може бути більше шести, що відповідає максимальному розряду в машинобудуванні і приймає дробові значення.

Змінна X9 «Якість праці» визначає загальна кількість випадків браку, допущеного станочником в аналізованому періоді.

Змінна X10 «Обсяг виконаних робіт» вказує кількість нормо-годин, зданих станочником в аналізованому періоді. Оскільки зазвичай нарахування заробітної плати здійснюється на підставі цього показника, то його значення наводиться з підвищеною точністю – до сотих часток години. Або ж розрахунок проводиться в хвиликах.

Змінна X11 «Табельний час» показує обсяг присутності верстатника на підприємстві. Вона не вимагає такої точності, як змінна X10, і задається в годинах.

Верхні межі факторів X10 і X11 задані теоретично, виходячи з кількості днів у році. Щоб отримати правильні кордонів цих факторів, так само як і факторів X4 - X6 і X9, можна на основі аналізу сукупності конкретних даних, що підлягають обробці.

Зростання всіх змінних, за винятком X9 «Якість праці», має підвищувати оцінку рівня індивідуального професійного розвитку верстатника. І, навпаки, велике значення змінної X9 (обсяг браку) має впливати на оцінку негативно.

Таким чином, сукупність змінних X1 - X11 утворює інформаційний потік, що забезпечує процес оцінки рівня індивідуального професійного розвитку верстатників.

Розгляд окремих критеріїв оцінки професійного розвитку як деякої цілісної системи дозволяє сформулювати поняття «професійного образу верстатника», що представляє собою цілісну сукупність сформованих в процесі навчання і трудової діяльності ознак, що характеризує обсяг накопичення і практичного використання знань і визначає рівень професійного розвитку верстатника. Таке уявлення верстатників як об'єктів, які можуть бути віднесені до тих чи інших образів, дозволяє сформулювати завдання оцінки професійного розвитку верстатників як задачу розпізнавання образів, де під образами розуміється деяке кінцеве число рівнів професійного розвитку.

Одним з найбільш вдалих засобів вирішення завдань розпізнавання образів є нейронні мережі.

Відсутність цільового показника рівня індивідуального професійного розвитку верстатників призводить до необхідності використання принципу самонавчання нейронної мережі (або навчання «без вчителя»). Цей підхід реалізується в класі нейронних мереж – мережах природної класифікації, що формуються в результаті некерованого самонавчання на основі аналізу запропонованого масиву інформації. Однією з найбільш успішних нейромережових парадигм, що використовують концепцію навчання «без вчителя», є самоорганізаційні мапи Кохонена (мережі Кохонена).

Для апробації запропонованого підходу до оцінки рівня професійного розвитку верстатників були використані дані про верстатниках механоскладального цеху ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (НКМЗ), м Краматорськ, Україна, на основі яких побудована одномірна мережа Кохонена. На ПАТ НКМЗ шкалою вимірювання професійних якостей верстатників служать присвоєні їм розряди. В обраному підрозділі підприємства працюють верстатники другого, третього, четвертого і п'ятого розрядів. Тому для уточнення розподілу верстатників пропонується розподілити їх теж за чотирма рівнями індивідуального професійного розвитку.

На входи мережі (сигнали $x_1...x_{11}$) подаються характеристики верстатників. Найбільше значення виходу (сигнали $y_1...y_4$) одного з нейронів вказує на його перемогу і відповідно на те, що верстатник відноситься до рівня, за який відповідає збуджений нейрон.

В [4, 5] доведено, що в разі одновимірної решітки, алгоритм навчання Кохонена сходиться до єдиного стану після проходження ним етапу самоорганізації. Тобто отримане рішення по оцінці верстатників є єдиним. Однак при цьому заздалегідь не відомо, які нейрони відповідають за які рівні професійного розвитку. Ідентифікація нейронів з точки зору рівнів професійного розвитку повинна проводитися шляхом аналізу розподілу характеристик верстатників по нейронам і тестування мережі. Нейрони мережі є ядрами класів, координати яких записані в вагових коефіцієнтах нейронів. Кожен ваговий коефіцієнт налаштовується на середнє значення тієї характеристики верстатника, яка через нього подається. Тому значення цих вагових коефіцієнтів відповідають значенням показників «середнього» верстатника даного рівня. У табл. 2 наведені координати ядер в реальному масштабі даних.

Аналіз векторів вагових коефіцієнтів нейронів показує, що нейрони впорядковані по зростанню якості об'єктів, на які вони реагують. Це твердження ілюструють характеристики векторів, наведені в табл. 3.

Таблиця 2

Координати ядер класів

Номер нейрона	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	1,56	2	0	0,31	0,31	10,4	0	2,58	0,13	844,3	1008,3
2	1,20	3,4	0	0,93	0	26,9	0,07	3,06	0,27	909,0	865,3
3	4,33	3	0,50	0,42	1	10,1	0,42	3,20	0,17	1031,8	1139,7
4	1,50	3,9	0,43	0,11	0,36	26,2	0,93	3,38	0,18	1739,5	1471,9

Таблиця 3

Характеристики векторів вагових коефіцієнтів нейронів

Номер нейрона	Довжина вектору	Кількість максимумів
1	0,393488	1
2	0,719249	2
3	0,786558	3
4	0,999181	5

Довжина вектору обчислювалася за такою формулою:

$$L = \sqrt{\sum_{i=1}^{11} x_i^2 - x_9^2}, \forall i \neq 9, \quad (1)$$

де x_i – значення i -ої характеристики верстатника.

Змінна X_9 (обсяг браку) віднімалася із загальної довжини.

Третій стовпець таблиці показує, якою кількістю максимальних значень вагових коефіцієнтів серед інших нейронів володіє даний нейрон. Для змінної X_9 (обсяг браку) вибиралося мінімальне значення.

Накладення застосовуваного на підприємстві методу оцінки кваліфікації верстатників (розряд верстатників – змінна X_2) дозволяє зробити висновок, що перший нейрон збуджується на верстатників з найбільш низькою кваліфікацією, а четвертий – з найбільш високою. З огляду на властивість топологічної впорядкованості мережі, порядкові номери нейронів відповідають рівням професійного розвитку верстатників, упорядкованих за зростанням.

Одним з наочних способів відображення результатів роботи мережі Кохонена є бульбашкова діаграма. На рис. 1 представлена бульбашкова діаграма, що ілюструє зростання середнього розряду (змінна X_8) виконаних робіт верстатникам від нейрона до нейрона. Крім значення одного з ознак нейрона, бульбашкова діаграма також показує кількість прикладів (верстатників), що потрапили в нейрон (числа на бульбашках на рис. 1). Причому розмір бульбашок пропорційний цієї кількості.

Також для перевірки відповідності рівня професійного розвитку рівню нейрона необхідно протестувати мережу, подавши на її вхід верстатників з відомим рівнем кваліфікації, тобто позначити нейрони. Як мітки були запропоновані верстатники, представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Мітки для тестування мережі Кохонена

Мітка	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
Кращий	6	5	1	3	2	45	2	4,5	0	2520	1774
Найгірший	1	2	0	0	0	2	0	2,1	2	305	275
Середній	1,93	3,23	0,25	0,38	0,38	20,04	0,46	3,10	0,18	1242	1183

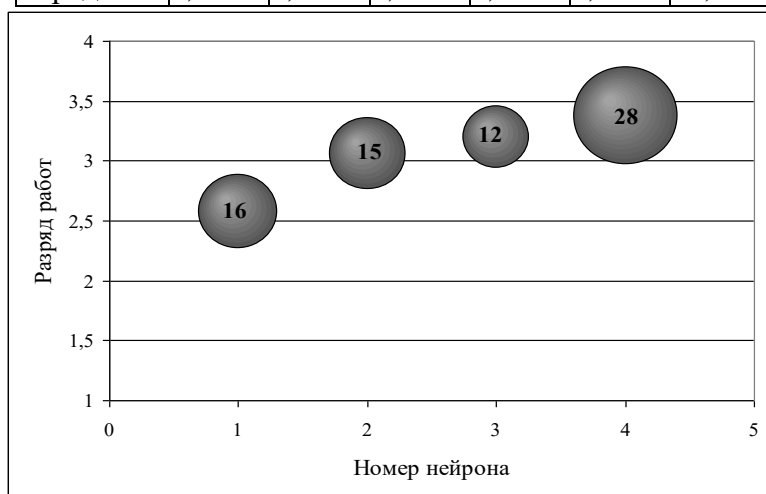


Рис. 1. Бульбашкова діаграма для мережі Кохонена

Мітка «Кращий» задає гіпотетичного кращого верстатника, характеристики якого дорівнюють максимальним значенням в навчальній вибірці (для змінної X_9 – «Обсяг браку» задано мінімальне значення). Відповідно мітка «Найгірший» задає верстатника з мінімальними характеристиками (максимальною для браку). Мітка «Середній» задає верстатника з усередненими характеристиками верстатників цеху. В результаті подачі обраних міток на вхід карти, на «Кращого» верстатника збудився четвертий нейрон, на

«Гіршого» – перший, а на «Середнього» – третій. Таким чином, тестування мережі характерними мітками підтверджує зазначену вище відповідність нейронів і рівнів розвитку.

Вивчення розподілу по нейронам реальних верстатників також підтверджує розподіл рівнів по нейронам.

ВИСНОВКИ

Нейромережева система оцінки персоналу сприяє її вдосконаленню, а саме:

– зниженню трудомісткості і тривалості даної процедури, що дозволяє скоротити терміни і підвищити ефективність прийнятих комерційних і управлінських рішень, більш раціонально здійснювати організацію виробництва;

– підвищення об'єктивності отриманих результатів оцінки за рахунок використання принципу навчання «без вчителя».

Застосування одновимірної самоорганізаційної мапи ознак дозволяє розділити верстатників на будь-яке задане число рівнів професійного розвитку. Збільшення числа рівнів дозволяє уточнити вихідну оцінку професіоналізму. Розподіл верстатників за кількістю рівнів, яке дорівнює кількості застосовуваних розрядів, дає можливість порівняти результати двох альтернативних способів оцінки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Суков Г. С. *Управление развитием персонала на машиностроительном заводе. Теория и практика: [монография]* / Г. С. Суков, И. Я. Тупик; под ред. В. М. Данюка. – К.: КНЕУ, 2008. – 232 с.
2. Еськов А. Л. *Мотивационный механизм в системе производственного менеджмента: проблемы и решения: [монография]* / А. Л. Еськов; НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти. – Донецк : [б. и.], 2005. – 390 с.
3. Гитис, Т. П. *Интеллектуальные методы управления персоналом предприятия: монография* / Т. П. Гитис, В. Б. Гитис. – Краматорск: ДГМА, 2014. – 140 с.
4. Anil K. J. *Artificial Neural Networks: A Tutorial* / K. J. Anil, Mao Jianchang, K. M. Mohiuddin // *Computer*. – Vol. 29. – № 3. – 1996. – P. 31-44.
5. Forte J. C. *Convergence of stochastic algorithm: From the Kushner and Clark theorem to the Lyapunov functional* / J. C. Forte, G. Pages // *Advances in Applied Probability*. – Vol. 28. – 1996. – P. 1072-1094.

Dilip Kumar, Neha lakhwan, Anita Rawat (*Department of Civil Engineering, Govind Ballabh Pant Engineering College, Pauri, India*)

STUDY AND PREDICTION OF LANDSLIDE IN UTTARKASHI, UTTARAKHAND, INDIA USING GIS AND ANN

Landslide is defined as a slow to rapid downward movement of instable rock and debris masses under the action of gravity. Landslides are one of the major natural hazards that account for hundreds of lives besides enormous damage to properties and blocking the communication links every year. The area chosen in the present study is Uttarkashi district of Uttarakhand, suffering from frequent landslides every year. Present study focused on the possible factors that are responsible for the landslide in hilly regions of Uttarakashi, Uttarakhand. In present study we used the already existing topographical maps, satellite imageries and field work. Integrated them together using GIS and soft computing to create a database that will generate the output for the future use for prediction of susceptibility of landslide. The main aim of present study is to integrate the result of our study with spatial data, soil parameters, land inventory and used the output as a user friendly application using GIS which could predict the future susceptibility of region to landslide and% contribution of each factor for the same. In this study, layers are evaluated with the help of stability studies used to produce landslide susceptibility map by Artificial Neural Network (ANN). ArcGIS 9.3, ERDAS and Excel software have been used for zonation, and statistical analysis respectively. Database of this information layer is used to train, test, and validate the ANN model. A three-layered ANN with an input layer, two hidden layers, and one output layer is found to be optimal. Finally, an overlay analysis will be carried out by evaluating the layers obtained according to their accepted coefficient in final model.. Efficiency of the application will be calculated by the help of previously acquired data of the study area at different places and then the reliability of the application will be judged.

The study has to led the determination of factors on the basis of past studies and determination of weightage for the chosen six factors namely soil depth, soil texture, rock type, height, slope and land cover. It has led us to understand the application of probabilistic approach and its success in the work. With the further advancement in such type of study, we could interpret results for future from past records, if the site is inaccessible, or the test results are erroneous. Here we have used the already existing topographical maps, satellite imageries and field work integrating them together using GIS and ANN MODEL to create a database that has generated the output for the future use. The result of present study with spatial data, soil parameters, land inventory and presented by a landslide hazard zonation map and a user friendly application using GIS that could predict the future susceptibility of region to landslide and percentage contribution of each factor for the same. The reliability of ANN is high over other methods. Largely this study emphasize on the lucid presentation of result for laymen.

СТВОРЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ

Для контролю деталей вузлу повідні АЗК по одинці і в складеному вигляді пропонується використовувати акустичний метод з зняттям частотної характеристики і побудовою нейронної мережі. Для побудови нейронної мережі необхідно виміряти всі розміри деталі, провести акустичну діагностику з зняттям частотних характеристик і отриманні данні внести в програму NeuroPro. В програмі будується нейрона мережа деталі представника, після чого починається навчання нейронної мережі. Нейрона мережа навчається співвідносити отриманні частотні характеристики з даними деталі представника, складеному вузлу.

По розробленій методиці був проведений експеримент.

Для проведення експерименту використовувалися 8 болтів М8. Всі розміри болтів були виміряні, після вимірювання болти наживили на гайки.

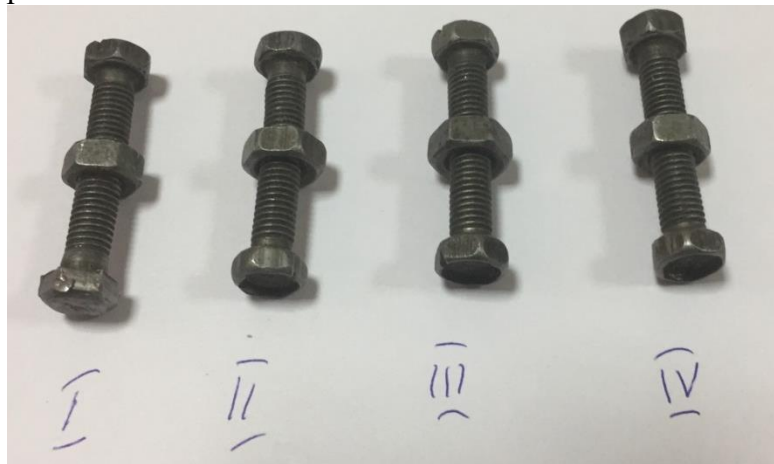


Рисунок 5.1. – Болти складені.



Рисунок 5.2. – Пристрій для акустичної діагностики зусилля затиску.

Таким чином було отримано 4 складені вузли. Для отримання частотних характеристик вузлів використовується спеціальний пристрій з двома датчиками, датчики приєднані до комп'ютера. Один датчик працює на прийом другий посилає постійний сигнал на частоті білого шуму. Кожен вузол болтів був змінений загвинчуванням болтів до гайки на 10° . Замірювання проводилося з загвинчуванням болтів в таких позиціях: 0° , 10° , 20° . Отриманні данні обробляються і заносяться до таблиці Excel.



Рисунок 5.3. – Під'єднання датчику для подачі сигналу
Для створення сигналу використовується програма Audio SweepGen.

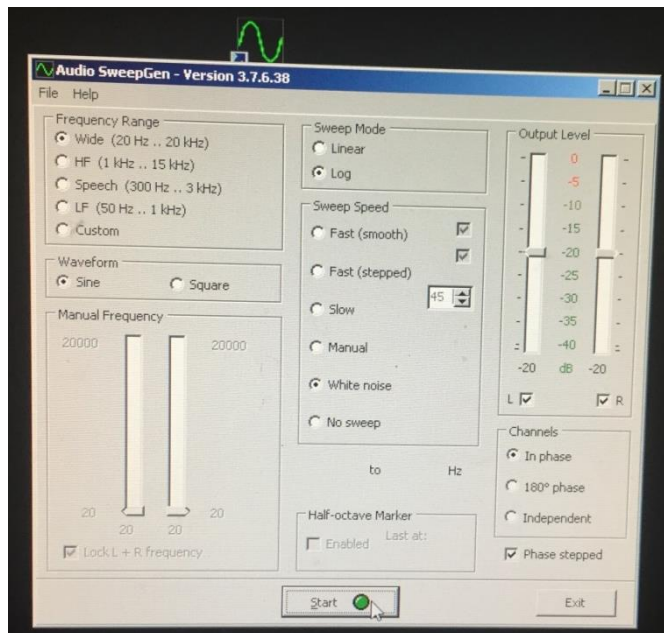


Рисунок 5.4. – Налаштування програми Audio SweepGen.
Для зняття частотної характеристики використовується програма Spectrum Analyser



Рисунок 5.5. – Зняття акустичної спектрограми.

Отриманні дані частотних спектрів вносяться до таблиці рисунок 5.6. Після обробки даних, файл підготовлюється до роботи у програмі NegroPro. Транспоновані файли збережені у форматі DBF.

P1		Hz																P					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Hz	Q	R	S	T				
Hz	s_0	s1-2_H	s3-4_H	s5-6_H	s7-8_H	s1-2_1	s3-4_1	s5-6_1	s7-8_1	s1-2_2	s3-4_2	s5-6_2	s7-8_2		s_0	s1-2_H	s3-4_H	s5-6_H	s7-8_H				
2	0	-29,68	-29,66	-29,65	-29,7	-29,7	-29,66	-29,68	-29,62	-29,65	-29,65	-29,67	-29,65	-29,42	0	-29,68	-29,66	-29,65	-29,7				
3	172,3	-29,68	-29,66	-29,64	-29,7	-29,7	-29,66	-29,68	-29,62	-29,65	-29,66	-29,67	-29,65	-29,42	172,3	-29,68	-29,66	-29,64	-29,7				
4	344,5	-94,22	-93,4	-95,01	-92,32	-91,76	-91,37	-91	-91,44	-94,84	-86,24	-96,54	-91,44	-90,06	344,5	-94,22	-93,4	-95,01	-92,32				
5	516,8	-95,04	-96,24	-98,15	-98,03	-96,6	-94,65	-95,14	-95,56	-97,57	-86,76	-97,23	-97,45	-87,15	516,8	-95,04	-96,24	-98,15	-98,03				
6	689,1	-97,9	-97,94	-98,3	-100,3	-98,49	-93,73	-95	-97,22	-99,15	-91,47	-99,29	-97,92	-87,05	689,1	-97,9	-97,94	-98,3	-100,3				
7	861,3	-99,48	-99,33	-99,93	-99,88	-98,43	-96,57	-93,09	-94,91	-99,35	-94,35	-99,86	-98,77	-92,37	861,3	-99,48	-99,33	-99,93	-99,88				
8	1033,6	-98,68	-99,85	-100,57	-99,99	-100,06	-98,81	-95,55	-96,77	-99,3	-95,71	-100,66	-99,36	-99,38	1033,6	-98,68	-99,85	-100,57	-99,99				
9	1205,9	-98,97	-100,14	-100,11	-100,39	-99,88	-99,79	-99,29	-98,63	-100,22	-95,88	-100,66	-100,52	-96,09	1205,9	-98,97	-100,14	-100,11	-100,39				
10	1378,1	-100,23	-100,97	-99,72	-99,94	-99,27	-101,06	-100,02	-99,09	-99,92	-98,8	-99,66	-100,09	-98,59	1378,1	-100,23	-100,97	-99,72	-99,94				
11	1550,4	-100,76	-100,56	-100,26	-101,66	-100,46	-100,04	-101,35	-100,19	-99,97	-99,96	-100,85	-100,3	-94,71	1550,4	-100,76	-100,56	-100,26	-101,66				
12	1722,7	-100,91	-100,98	-101,12	-100,72	-100,46	-99,9	-100,37	-99,48	-100,52	-100,1	-101,21	-100,98	-91,95	1722,7	-100,91	-100,98	-101,12	-100,72				
13	1894,9	-101,29	-100,08	-101	-100,61	-100,68	-100,34	-100,31	-99,11	-99,51	-99,91	-100,04	-100,56	-94,75	1894,9	-101,29	-100,08	-101	-100,61				
14	2067,2	-101,77	-98,28	-100,41	-100,07	-100,42	-100,09	-100,75	-97,57	-95,58	-99,71	-93,2	-100,79	-87,6	2067,2	-101,77	-98,28	-100,41	-100,07				
15	2239,5	-102,16	-93,96	-99,18	-99,73	-98,25	-101,23	-100,14	-91,28	-90,65	-99,83	-88,83	-98,12	-84,04	2239,5	-102,16	-93,96	-99,18	-99,73				
16	2411,7	-101,59	-88,68	-97	-100,25	-94,54	-100,25	-100,05	-81,92	-90,62	-99,31	-89,2	-93,18	-85,29	2411,7	-101,59	-88,68	-97	-100,25				
17	2584	-102,12	-87,29	-96,63	-99,81	-87,46	-100,48	-98,34	-78,55	-94,34	-99,89	-91,51	-91,39	-88,62	2584	-102,12	-87,29	-96,63	-99,81				
18	2756,3	-101,7	-90,66	-97,82	-98,97	-84,57	-100,53	-96,27	-82,96	-96,93	-98,89	-94,13	-93,55	-89,07	2756,3	-101,7	-90,66	-97,82	-98,97				
19	2928,5	-102,22	-93,87	-99,54	-99,75	-87,68	-101,66	-93,88	-89,38	-98,4	-98,84	-95,68	-97,51	-90,37	2928,5	-102,22	-93,87	-99,54	-99,75				
20	3100,8	-102,24	-96,85	-99,3	-99,2	-93,14	-101,74	-86,8	-94,1	-98,66	-99,39	-96,04	-97,45	-91,7	3100,8	-102,24	-96,85	-99,3	-99,2				
21	3273	-101,21	-97,27	-99,2	-99,34	-95,75	-100,15	-82,13	-95,87	-98,98	-99,72	-94,58	-97,04	-92,96	3273	-101,21	-97,27	-99,2	-99,34				
22	3445,3	-101,77	-96,85	-99,26	-99,85	-98,09	-100,11	-85,77	-96,8	-99,65	-99,07	-93,75	-96,51	-94,19	3445,3	-101,77	-96,85	-99,26	-99,85				
23	3617,6	-101,9	-95,17	-99,28	-100,02	-98,95	-98,9	-93,59	-98,29	-98,98	-97,66	-93,02	-96,39	-96,5	3617,6	-101,9	-95,17	-99,28	-100,02				
24	3789,8	-101,59	-95,63	-100,03	-100,44	-97,09	-98,77	-96,95	-99,51	-98,73	-96,75	-92,75	-97,82	-97,33	3789,8	-101,59	-95,63	-100,03	-100,44				
25	3962,1	-102,04	-96,61	-100,46	-99,56	-96,48	-98,09	-98,51	-99,57	-97,55	-95,87	-92,68	-97,07	-97,05	3962,1	-102,04	-96,61	-100,46	-99,56				
26	4134,4	-102,41	-95,94	-100,56	-98,41	-96,63	-98,18	-98,55	-99,73	-96,4	-96,02	-92,37	-97,2	-97,83	4134,4	-102,41	-95,94	-100,56	-98,41				
27	4306,6	-102,8	-94,81	-100,54	-97,67	-98,16	-99,28	-97,78	-100,66	-96,27	-95,73	-92,14	-96,42	-99,11	4306,6	-102,8	-94,81	-100,54	-97,67				
28	4478,9	-101,74	-93,29	-100,02	-93,46	-98,85	-98,48	-96,87	-100,64	-95,18	-96,17	-91,63	-95,97	-99,56	4478,9	-101,74	-93,29	-100,02	-93,46				
29	4651,2	-102,45	-93,93	-99,87	-90,96	-99,68	-98,06	-96,86	-101,57	-95,44	-97,67	-91,5	-96,61	-100,45	4651,2	-102,45	-93,93	-99,87	-90,96				
30	4823,4	-101,87	-97,72	-98,94	-92,4	-99,23	-96,27	-94,29	-100,43	-96,08	-95,74	-91,69	-96,89	-99,1	4823,4	-101,87	-97,72	-98,94	-92,4				

Рисунок 5.6. – Отриманні дані частотного спектру

DY19		P													
DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB		
1	x117	x118	x119	x120	x121	x122	x123	x124	x125	x126	x127	x128	P		
2	-103,01	-103,31	-103,77	-104,72	-104,92	-105,71	-107,58	-109,48	-111,04	-110,79	-111,97	-120,33	0		
3	-103,3	-103,99	-103,51	-103,91	-105,45	-105,28	-106,61	-108,24	-110,13	-111,82	-112,42	-119,82	0		
4	-103,31	-103,03	-104,01	-104,83	-105,26	-106,53	-108,79	-109,01	-110,61	-111,44	-112,22	-120,05	0		
5	-102,71	-102,93	-102,91	-103,04	-103,39	-103,55	-105,47	-108,5	-109,92	-110,66	-111,96	-120,92	0		
6	-102,25	-102,84	-103,38	-104,15	-105,38	-106,08	-107,37	-108,91	-109,13	-110,73	-111,96	-118,69	1		
7	-101,13	-102,45	-103,72	-105,09	-106,63	-106,36	-107,68	-108,8	-109,4	-110,89	-112,08	-119,46	1		
8	-102,57	-103,64	-103,91	-103,84	-105,47	-106,61	-107,42	-108,5	-109,81	-110,39	-111,38	-120,03	1		
9	-103,1	-103,66	-103,53	-104,38	-105,25	-107,02	-107,85	-109,47	-110,13	-111,48	-111,8	-118,68	1		
10	-102,64	-103,48	-104,2	-104,68	-105,54	-106,77	-108,7	-109,25	-109,53	-110,65	-111,88	-121,01	2		
11	-101,16	-102,77	-104,13	-105,19	-105,44	-106,26	-107,39	-108,85	-110,5	-110,9	-112,11	-119,88	2		
12	-102,08	-103,71	-104,43	-103,91	-104,66	-105,78	-107,78	-108,7	-110,76	-110,85	-111,54	-119,54	2		
13	-104,02	-105,24	-104,7	-104,23	-105,39	-106,75	-108,01	-108,5	-110,73	-111,08	-112,04	-119,6	2		
14															

Рисунок 5.7. – Транспонований файл для побудови нейроної мережі.

	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH
1	x52	x53	x54	x55	x56	x57	x58
2	-99,89	-98,07	-95,03	-94,16	-96,15	-98,02	-99,22
3	-98,54	-98,23	-98,88	-99,01	-98,25	-98,13	-98,33
4	-101,68	-101,9	-102,03	-101,18	-100,8	-101,79	-102,01
5	-96,18	-94,96	-93,23	-90,96	-88,91	-87,11	-87,51
6	-97,58	-97,54	-98,1	-98,97	-99,51	-98,33	-97,82
7	-100,2	-100,37	-100,42	-99,62	-99,74	-100,06	-100,65
8	-95,37	-94,59	-94,92	-94,02	-93,31	-94,67	-96,72
9	-102,2	-102,53	-101,57	-102,68	-102,15	-102,25	-101,73
10	-98,27	-98,55	-98,36	-100,1	-101,39	-101,74	-101,65
11	-98,12	-98,25	-99,12	-100,49	-101,21	-101,71	-101,6
12	-100,68	-101,93	-101,25	-100,81	-101,39	-101,65	-101,83
13	-101,36	-102,1	-102,08	-102,8	-102,68	-101,91	-102,16

Рисунок 5.8. – Значимості частоти x52, x58.

Після навчання нейрона мережа поділила отриманні вхідні данні рисунок 5.8. значимості частоти x52, x58 основна частота на яку йде контролююча затяжка під кутами: 0° , 10° , 20° . Після навчання нейрона мережа чітко поділяє затяжку гвинтів вузла по категоріям. Достатньо мати 2 фільтра частот які б контролювали ці дві частоти. Таким чином по частотній характеристиці можливо визначати розміри з точністю до 0,03 мм.

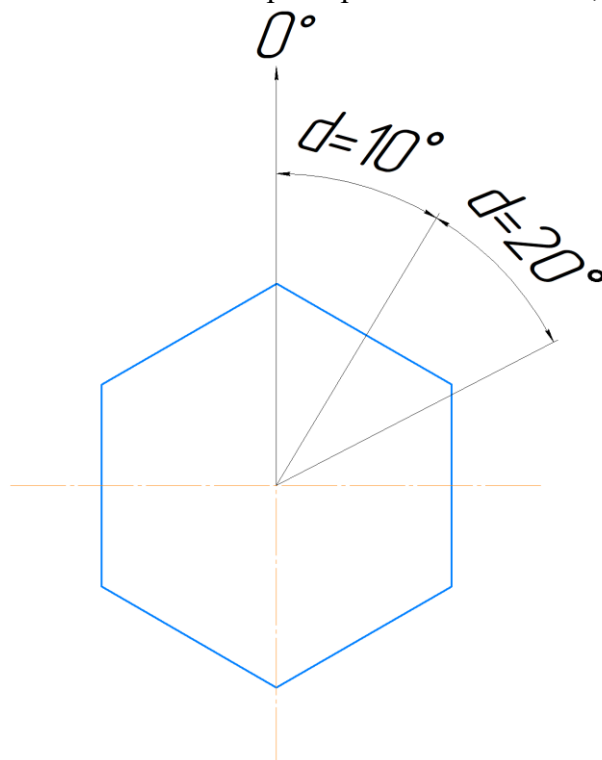


Рисунок 5.9. – Схема затяжки болтів на кути 0° , 10° , 20° .

Вербальний опис вузлу:

Поля бази даних (вихідні симптоми):

X52

X58

Поля бази даних (кінцеві синдроми):

P

Передобробка вхідних полів БД для подачі мережі:

$$X52 = (X52 - 98,785) / 3,414997$$

$$X58 = (X58 - 94,83501) / 7,325001$$

Функціональні перетворювачі:

$$\text{Сигмоїда1}(A) = A / (0,1 + |A|)$$

Синдроми 1-го рівня:

$$\text{Синдром 1}_1 = \text{Сигмоїда1}(-X52 + 0,7242469 * X58 - 0,08202159)$$

$$\text{Синдром 1}_2 = \text{Сигмоїда1}(X52 - 0,7271721 * X58 + 0,08119417)$$

$$\text{Синдром 1}_3 = \text{Сигмоїда1}(-X52 + 0,7217082 * X58 - 0,0831995)$$

$$\text{Синдром 1}_4 = \text{Сигмоїда1}(0,3791681 * X58)$$

$$\text{Синдром 1}_5 = \text{Сигмоїда1}(X52 - 0,3553772 * X58 + 0,5645317)$$

$$\text{Синдром 1}_6 = \text{Сигмоїда1}(-X52 + 0,3767371 * X58 - 0,541944)$$

$$\text{Синдром 1}_7 = \text{Сигмоїда1}(X58 + 1)$$

$$\text{Синдром 1}_8 = \text{Сигмоїда1}(-X52 - 0,2016536 * X58)$$

$$\text{Синдром 1}_9 = \text{Сигмоїда1}(-X52)$$

$$\text{Синдром 1}_{10} = \text{Сигмоїда1}(-0,7135977 * X58 - 0,6515552)$$

$$\text{Синдром 1}_{11} = \text{Сигмоїда1}(-X52 - X58 - 0,8611292)$$

$$\text{Синдром 1}_{12} = \text{Сигмоїда1}(X52 - X58 + 0,09941051)$$

Кінцеві синдроми:

$$P = - \text{Синдром1}_1 + \text{Синдром1}_2 - \text{Синдром1}_3 - \text{Синдром1}_4 - \text{Синдром1}_5 + \text{Синдром1}_6 - \text{Синдром1}_7 - \text{Синдром1}_8 - 0,3120861 * \text{Синдром1}_9 + \text{Синдром1}_{10} + \text{Синдром1}_{11} - \text{Синдром1}_{12} + 1$$

Постобробка кінцевих синдромів:

$$P = ((P * 2) + 2) / 2$$

Основною умовою надійної роботи різьбового з'єднання являється створення необхідного зусилля і моменту його затяжки, які для відповідальних різьбових з'єднань повинен обов'язково вказуватися в технічних вимогах складального креслення вузлу або механізму. В загальному випадку момент затяжки (обертаючий момент, який прикладається до ключу) рівний сумі моментів тертя безпосередньо в різьбі і моменту часу тертя опорної поверхні гайки або болта і визначається по наступній формулі:

$$M = Q \cdot \left[\frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\beta - p') + \frac{D_\tau}{2} f_T \right];$$

Де:

– d_2 , середній діаметр різьби;

– β , кут підйому різьби;

– p' , кут тертя в різьбі, який дорівнює: $p' = \text{arctg} f_p'$, де f_p' , приведений коефіцієнт

тертя в різьбі, дорівнює $f_p' = \frac{f_p}{\cos^2 \alpha}$; α – кут профілю різьби, f_p – коефіцієнт тертя різьби;

$-D_T$ – приведений радіус дії сил тертя на опорній поверхні гайки, який дорівнює:
 $D_T = \frac{2}{3} \cdot \frac{D^3 - d_0^3}{D^2 - d_0^2}$, де D і d_0 – зовнішній і внутрішній діаметри опорної кільцевої поверхні гайки або головки болта;
 $-f_T$, коефіцієнт тертя на опорній поверхні гайки або головки болта.

Для кріпильних елементів з метричною різьбою, який має кут профілю 60 град формула для розрахунку моменту затяжки приймає наступний вигляд:

$$M = Q \cdot (0,16P + 0,58 d_2 f_p) + Q \frac{D_T}{2} f_T;$$

Де:

– Q , зусилля затяжки;

– P , шаг різьби.

Коефіцієнт тертя в різьби і на опорній поверхні залежать від виду покриття кріпильних елементів і наявність мастила при складанні. При цьому їх величина вагається:

– для f_p , від $0,64_{-0,08}^{+0,12}$ при оксидному покритті і складанні з змащуванням у вигляді машинного масла з добавкою 20% дисульфиду молібдену;

– для f_T , від $0,34_{-0,14}^{+0,09}$ при оксидному покритті і складанні без змащування, до $0,06_{-0,02}^{+0,01}$ при кадмійовому покритті і складанні зі змащуванням у вигляді машинного масла з добавкою 20% дисульфиду молібдену.

При цьому мінімальна величина моменту затяжки повинна забезпечувати щільність стику різьбових елементів (наприклад, болта і гайки, або шпильки і гайки), а максимальна величина не повинна перевищувати міцність різьбового з'єднання. Тому при розрахунку величини моменту затяжки різьбового з'єднання кріпильних деталей виготовлених деталей:

– із вуглецевих сталей приймається $\sigma_{зат} = (0,6 - 0,7) \cdot \sigma_T$, де σ_T – межа плинності матеріалу болта або шпильки;

– із легованих сталей приймається $\sigma_{зат} = (0,6 - 0,7) \cdot \sigma_T$.

При затяжці різьбового з'єднання шляхом додатку зовнішнього крутного моменту в стрижні болта, внаслідок впливу двох силових факторів (Q і M), виникає складний навантажений стан, яка характеризується величиною нормальних σ і дотичних τ навантажень відношення між величиною яких в зоні пружних деформаціях визначається наступною залежністю:

$$\frac{\sigma}{\tau} = 2 \frac{d_{cp}}{d_1} \cdot tg(\beta - p').$$

При цьому зусилля затяжки з урахуванням напруженого стану болта визначається по наступній формулі:

$$Q = \frac{\sigma_{зат} F}{\sqrt{1 + 0,75 \left[d_{cp} \frac{F}{W_p} tg(\beta - p') \right]^2}};$$

Де:

– F , площа перерізу болта;

– W_p , полярний момент інерції.

Метод складання різьбових з'єднань шляхом додатку зовнішнього крутячого моменту простий і універсальний, оскільки дозволяє використовувати традиційний інструмент і оснащення для ручної, механізованої і автоматизованого складання, забезпечує при цьому

необхідної продуктивністю процесу. Основним його недоліком являється виникнення в процесі затяжки в болті напружень кручення, які знижують несучу спроможність різьбового з'єднання.

Дану методику можливо використовувати для контролю затяжки різьбових з'єднань, діагностики деталей за геометричними ознаками, фізичними властивостями, дефектами. Для цього необхідно збільшення вхідних даних для навчання нейронної мережі. При достатній виборці деталей з різними дефектами нейронна мережа за акустично-частотними характеристиками зможе поділяти деталі на групи годних і не годних за різними ознаками.

Висновок: в 5 розділі розглянуті сучасні методи акустичної діагностики деталей. Показані результати експерименту акустичної діагностики складених вузлів з побудовою нейронної мережі. Експеримент показав, що побудова нейронної мережі деталей і складеного вузлу дозволить майже миттєво виявляти дефектні вироби, невірні розміри та інші чинники браку за ознаками акустично-частотної характеристики з точністю до 0,03 мм. За даною методикою можливо проводити контроль вузлів по геометричним ознакам, фізичним властивостям та іншими чинниками.

Ji Xuehua (*Business School, Beijing Wuzi University, Beijing, China*)

EVALUATION OF EXPRESS SERVICE QUALITY ON CAMPUS

To satisfy individual needs of customers. The thesis analyses factors that affecting the quality of campus express mail service, in order to find out the best solution. On the foundation of the reality of campus express delivery, The Service Quality (SERVQUAL) and LSQ model applies to an index system with 20 indexes, Using questionnaires and factor analysis, the quality of campus express delivery is evaluated in three dimensions. With the index system, using fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) to determine the index weight of campus express delivery, the result shows that there is still room for improvement in the quality of campus services. Suggestions are proposed to against existing roblems and improve the overall quality of campus express delivery.

From school' view, school as the interested representation of school customer, it not only carries out the integration and management of resources, but also takes on the responsibility of timely feedback and meets the basic needs of clients. Of course, the school should participate in the process of solving the problem of campus services and adopt active measures. From consumer's perspective, as a service object of campus express, teachers and students should respect courier. They should produce certification as much as possible while picking up the courier, the way would effectively avoid the misconduct and improve the efficiency. However, when personal rights are threatened, they should dare to complain to courier company or school management department.

Nowadays, the research on express delivery services mainly focuses on the macroscopic aspect and locks of systematic thinking. So this paper based on SERVQUAL and LSQ evaluation system, campus express service quality model is evaluated by Factor Analysis and Fuzzy Analytic Hierarchy. From the analysis, there is still room for improvement. The improvement of school express service depends on the deep cooperation among express delivery companies, school, teachers and students, as well as adopts scientific management methods. However, the result may be affected by the limited number of questionnaires. Can add the size of the survey to let the analysis more dependable and credible.

Jianguo Yao, Ying Pan (*College of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China*)

RESEARCH ON DESIGN OF VIBRATION PLATFORM OF MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER AND RELIABILITY OF PLATFORM FRAME

With the continuous development and improvement of modern transportation systems, the demand for transport equipment has been increasing day by day, and low-voltage electrical appliances have become an indispensable part of transport equipment. In the railroad highway navigation and transportation, strong vibration, impact and natural mechanical environment have become one of the important factors affecting the stable, reliable and safe operation of electrical equipment. Molded case circuit breakers generally study their performance index under static conditions, and there are few researches on them under dynamic vibration environment. Therefore, the vibration platform test of molded case circuit breakers is established here to fill in the dynamic test of low-voltage electrical apparatus. The blank space. In addition, in order to ensure the stability and longevity of the overall framework of the designed platform, the reliability of the established test platform framework is analyzed on the basis of ansys analysis, and it is concluded that the established platform framework can guarantee the dynamic testing under vibration. The overall stability will not cause vibration damage to the frame.

This paper mainly studies the reliability of circuit breaker under dynamic load, establishes corresponding vibration test system, and analyzes the structural static and dynamic characteristics of the mechanical arm of the three-way stretching mechanism. A mechanical analysis method for the failure of low-voltage circuit breakers under vibration excitation is presented. The mechanical characteristics model of low-voltage circuit breakers is established. The characteristics of the response of low-voltage circuit breakers under vibration excitation are analyzed. This method can be used to obtain the low-voltage circuit breakers subjected to simple harmonics. Under the excitation (sinusoidal vibration) load, the vibration response and characteristics of the internal moving contact are analyzed. The sinusoidal excitation test and the random excitation vibration test were performed for the 3VT8 molded case circuit breaker and the 3WT8 frame circuit breaker.

In this paper, the design of the moulded case circuitbreaker vibration test platform is firstly implemented modularly, and the main components and the designed structure are introduced. The feasibility of the platform construction is well explained. In addition, based on the analysis of the finite element, the reliability of the experimental framework of the platform was studied, and the deformation and natural frequency of the frame were analyzed. Finally, the results that meet the experimental requirements were obtained. The accuracy of the experiment and the safety of the equipment structure were also obtained.

МЕХАНОСКЛАДАЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ КІНЕМАТИКИ

Зараз відбувається перехід від розрізнених фірм до єдиної мережі великих і дрібних компаній, з'єднаних електронною мережею на основі інтернету, які здійснюють тісну взаємодію в області технологій, контролю якості продукції, планування інновацій [1-3]. Така особливість п'ятого технологічного укладу робить актуальним подальше інтенсивне створення наукоємної продукції в умовах наукомісткого виробництва, яке спирається на досягнення в галузі мікроелектроніки, інформатики, біотехнології, генної інженерії, використання нових видів енергії, матеріалів і т.п. Зароджуються ознаки шостого технологічного укладу, який можна визначити як уклад перспективних технологій, здатні змінити технологічне і соціальний розвиток людства. У зв'язку з цим важливо мати уявлення про особливості виробничих систем, які б відповідали вимогам технологічної та конструктивної гнучкості при вкрай обмежених матеріальних і енергетичних ресурсах.

У роботах [1,2] представлені математичні моделі процесів зміни технологічних укладів. Автори цих робіт припустили, що технології, що утворюють ядро четвертого технологічного укладу, повинні, увійти до складу галузевої структури нового типу, але зазнавши суттєвих змін. При цьому, необхідно уникнути формування галузевої структури промисловості змішаного типу, що характеризується співіснуванням галузевих кластерів, які обслуговують відтворення елементів відмираючих видів діяльності в промисловості відповідно до [1].

З цих позицій створення традиційних виробництв на основі механоосборочних цехів традиційної компоновки, спирається на обладнання традиційної компоновки і організаційні системи, що забезпечують їх ефективну експлуатацію. А процеси зміни технологічних укладів можна описати, в загальному вигляді, сигмоїдальна функціями виду

$$G(t) = \sum_i^n \frac{K_i}{(1+e^{a_i t + b_i})} + c_i, \quad (1)$$

де: K_i, a_i, b_i, c_i – коефіцієнти, що визначають інтенсивність зміни x технологічних укладів.

Комунікативні зв'язки рівнянь (1) відображають нейромережеву побудову моделі динаміки еволюції технологічних укладів. Така нейромережева організація математичної моделі відображає особливості розвитку технологічних укладів і їх устремління до зростання самоорганізації технологічних систем в еволюціонує технологічному укладі. Це може означати, що перспективні технологічні системи повинні відрізнятися многосв'язанністю, зонами нечутливості і нелінійності, цілісністю і ієрархічністю.

Вдосконалення виробничо-технологічних систем є найважливішою складовою освоєння випуску нової продукції, здатної конкурувати на машинобудівному ринку тривалий період часу. Проблеми, пов'язані з використанням обладнання, що сформувало ці виробничі потужності, представляються нам спільними і викликані тим, що традиційні технологічні системи обробки матеріалів наблизилися до своєї технологічної межі і практично повністю вичерпали свої ресурси і можливості для значного підвищення техніко-економічних показників.

Наслідком викладеного вище підходу є перелік ознак перспективних технологічних систем:

- адаптивність,
- великий діапазон регулювання,
- швидкодія,

- гнучкість,
- мініатюризація,
- багатофункціональність,
- модульність,
- здатність виконувати інтелектуальні обчислення,
- здатність набувати багато форм,
- точність.

Функціональні можливості і вартість визначають розходження між виробничими системами, що реконфігуруються, традиційними автоматичними лініями і ГВС. У той час як автоматичні лінії та ГВС установлені в повних функціональних можливостях, реконфігуруючі виробничі системи змінюють здатності та функціональні можливості протягом довгого часу, оскільки система реагує на ринкові обставини, що змінюються.

Таким чином, системи, що реконфігуруються, відрізняються від існуючих систем своєю здатністю до змін. Головною перевагою є можливість мати саме задану гнучкість під продукцію, що виготовляється. Для виробників також дуже вигідним є і той факт, що при своїй здатності до гнучкості, РВС значно дешевші, ніж існуючі гнучкі системи. Це пов'язано з використанням більш дешевого обладнання.

Гнучкі системи та машини створюються з усіма можливими функціональними можливостями, бо виробник верстатів заздалегідь не знає область використання обробляючого центру, чим створює основні витрати, тим самим забезпечуючи загальне припущення, що ГВС спроможний виробити будь-який виріб (у межах заданого сімейства), у будь-якому поєднанні деталей і у будь-якій послідовності. Цей підхід збільшує вартість, тому що це вимагає паралельної системної структури для ГВС, що використовує потужні обробні центри загального призначення з дуже великим журналом інструментів і багаторазових наборів інструментів, що є дуже дорогим рішенням.

Виконання всіх цих умов в найбільшій ступінь є обладнання і пристроїв, заснованих на механізмах паралельної структури (МПС) [4-6]. Застосування мобільних верстатів з використанням механізмів вимагає забезпечення складного характеру управління їх виконавчими ланками, які базуються на принципово нових методах і способах контролю та діагностики нового обладнання, технологічних процесів і продукції. А впровадження мобільних верстатів забезпечує:

- зміну структури виробничого середовища за рахунок зміни компонування обладнання, організації робочого простору, транспортування;
- зміну властивостей компонентів довкілля;
- зниження інформаційної ентропії середовища;
- зміну енергетичної насиченості середовища;
- зміну інформаційної насиченості середовища;
- зміну інтелектуальних властивостей середовища.

Цей перелік базується на розробці операцій технологічного, енергетичного, інформаційного та комунікаційного забезпечення виробництва.

На відміну від мобільних роботів, тут під робочим середовищем слід розуміти середовище оброблюваної деталі або виробу, що збирається. Як відомо, для процесів обробки заготовок деталей і складання машин потрібна точність рухів виконавчого механізму. Еталонна модель також вимагає високої точності реалізації (у межах 1-2 мкм). У цьому полягає відмінність робіт з досліджень мобільних адаптивних роботів і робіт з досліджень в області створення мобільних інтелектуальних верстатів з МПС. Звичайно, такий рівень автономності мобільних верстатів є найвищим. Виконання всіх цих умов в найбільшій ступінь є обладнання і пристроїв, заснованих на механізмах паралельної структури (МПС) [4-6]. Це підтверджує динамічний аналіз стрижневої конструкції МПС. Розрахункові схеми елементарних механізмів паралельної структури як систем з кінцевим числом ступенів свободи засновані на описі положення мас при коливаннях конструкції, які описуються лінійними і кутовими переміщеннями. Під дією прикладеної до стрижневій

конструкції періодичного навантаження $H(t)$ вона здійснює коливання, а конструкція розглядається як система з кінцевим числом ступенів свободи.

Динамічні переміщення $y_j(t)$ мас m_j при коливаннях системи з кінцевим числом ступенів свободи відносно їх положення рівноваги викликають реакції R_j , які залежать від діючих сил $H_i(t)$, податливостей δ_j і відповідають рівнянням (2):

$$\begin{aligned} b_{1n}(\omega^2) + b_{1(n-1)}(\omega^2)^{n-1} + \dots + b_{11}\omega^2 + b_{10} &= 0 \\ b_{2n}(\omega^2) + b_{2(n-1)}(\omega^2)^{n-1} + \dots + b_{21}\omega^2 + b_{20} &= 0 \\ b_{3n}(\omega^2) + b_{3(n-1)}(\omega^2)^{n-1} + \dots + b_{31}\omega^2 + b_{30} &= 0 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots & \\ b_{mn}(\omega^2) + b_{m(n-1)}(\omega^2)^{n-1} + \dots + b_{m1}\omega^2 + b_{m0} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Ці рівняння є частотними рівняннями вільних коливаннях системи з кінцевим числом ступенів свободи.

Оскільки положення системи, від якого відраховуються переміщення, що виникають при коливаннях, є становищем стійкої рівноваги, то все коріння цих рівнянь є дійсним і позитивним. Цим доводиться, що будь-яка система з кінцевим числом ступенів свободи має свій частотний спектр, за яким може ідентифікуватися будь-яке положення або траєкторія руху ланок механізмів паралельної структури. З цього висновку доводиться, що рішеннями рівняння є частотний спектр власних коливань стрижневої конструкції технологічного обладнання. Створення еталонної моделі для управління такими системами технологічного обладнання може бути виконано на основі розробленого авторами алгоритму побудови еталонних моделей за допомогою глибоких нейронних мереж в режимі реального часу. Такий висновок надає можливість формувати виробничі технологічні комплекси на основі реконфігурованих верстатних систем з механізмами паралельної структури для широкого спектра розв'язуваних завдань, до яких в першу чергу відносяться створення реконфігурованих виробництв.

Відомо [7], що впорядкованість систем $U(t)$ сприяє підвищенню їх ефективності $G(t)$.

$$G(t) = |\sum_j \sum_i p_{ij} \cdot \log(p_{ij})| \rightarrow \min,$$

де: p_{ij} - ймовірність стану, при якому i -й елемент технологічної системи виконує i -у технологічну функцію.

ГПС МО (верстати-роботи з МПС) призначені для виконання механічної обробки деталей, які відразу ж надходять на зборку в ГПС СБ України. Організацію руху потоків деталей і складальних одиниць забезпечує розподілена інформаційна інтелектуальна система, яка використовує математичний апарат глибоких нейронних мереж [8]. Для досягнення необхідної точності технологічного обладнання паралельної кінематики в структурі інтелектуальної інформаційної системи передбачено створення еталонних моделей, компенсуючих похибки технологічних систем.

Верстат з МПС повинен уявляти собою складну динамічну систему, що володіє властивістю гомеостатичності, тобто здатністю зберігати рівноважний стан в умовах внутрішніх і зовнішніх впливів. Тому, побудова ідентифікаційної моделі оптимального управління складними рухами верстата з МПС має такі особливості:

- об'єкт управління являє собою гомеостатичну систему, в якій виходи одних елементів є входами інших;
- рівновага виробничої системи має бути збережено за умови її функціонування;
- змінюючи параметри такої системи (довжини штанг) можна досягти стану гомеостатичної рівноваги, що означає моделювання різних якісних станів системи.

У загальному вигляді модель гомеостатичної рівноваги описується системою рівнянь (4.13), що має такий вигляд:

$$\begin{cases} X_1 = F(X_2, X_3, \dots, X_n) \\ X_2 = F(X_1, X_3, \dots, X_n) \\ \Lambda \\ X_n = F(X_1, X_2, \dots, X_{n-1}), \end{cases} \quad (3)$$

де X_1, X_2, \dots, X_n - параметри системи.

З рівнянь (3) можна зробити висновок про те, що кожна із змінних X_i стає як «виходом», так і «входом» системи - все залежить від постановки завдання дослідження.

Гомеостатична модель побудована на основі прогнозних значень показників довжин штанг з урахуванням значущості кожного з них. Метою побудови гомеостатичної моделі в нейромережному логічному базисі є визначення зміни відгуку в результаті зміни одного або декількох чинників - довжин штанг. Реалізація гомеостатичної моделі здійснювалася за допомогою програми MathLab.

В результаті тестування навчених модулів гомеостатичної системи на базі ідентифікаційних моделей максимальна відносна похибка рішення прикладів тестової вибірки склала:

- для модуля розрахунку точності позиціонування платформи верстата- з МПС - 0,8%;
- для модуля розрахунку швидкості переміщень робочого органу верстата з МПС - 6,1%;
- для модуля розрахунку продуктивності верстата з МПС похибка становить - 2,4%.

Ідентифікаційна модель гомеостатичного стану МПС може бути використана для управління по еталонній моделі для виявлення можливих резервів з метою підвищення точності відпрацювання траєкторії руху виконавчої ланки МПС.

Кожен елемент технологічної системи складається з обладнання, яке монтується з окремих уніфікованих елементів - актуаторов, що з'єднуються в стійкі фермоподібні конфігурації з програмно-змінними довжинами сторін [8-10]. Виконавчими ланками є виконавчі каретки (К1 ... К9). Об'єднані в системи механізмів, наприклад, за схемою тріглайда, такі системи здатні виконувати як обробні функції, так і складальні роботи. Ця конфігурація є перспективним варіантом вдосконалення технологічних систем. Різниця видів технологічних операцій залежить від робочих інструментів, які автоматично можуть встановлюватися на інструментальній каретці.

Функції транспортування напівфабрикатів між робочими позиціями РП1 ... рп9, можуть виконувати тужавіння, що встановлюються в тих же інструментальних каретках за допомогою швидкозмінних пристроїв.

Економія площі, займаної виробничими ділянками, що складаються з збірно-розбірних технологічних обробних, контролюючих і транспортних машин паралельної структури, може бути ще більшою, якщо компонування обладнання технологічної системи розглядати не в площині 2d, а в обсязі 3d, коли напівфабрикати можуть переміщатися на рівні вгору за допомогою тріглайда подвійної висоти. Крім основних технологічних функцій вони призначені для виконання підйомно-транспортних переміщень напівфабрикатів.

Таким чином, запропонована концепція схем розміщення обладнання з МПС надає можливість максимально використовувати виробничі площі при забезпеченні конструктивної і технологічної гнучкості за рахунок збірно-розбірних елементів технологічної системи. При цьому досягається максимальна впорядкованість виробничого простору. Запропонований підхід до комплексної діагностики конфігурації механізмів паралельної структури на основі частотних спектрів власних коливань об'єктів управління

дозволить забезпечувати досягнення необхідної якості управління складними технологічними комплексами в умовах реконфігурації виробництва.

Література.

1. Селиванов С. Г., Паньшина О. Ю. Математическое моделирование процесса смены технологических укладов в инноватике // *Инновации*. 2006. № 4 (91). С. 46–49.
2. Чухно А. А. Модернізація економіки та економічна теорія // *Економіка України*. 2012. № 10. С. 24–33.
3. Глазьев С. Ю., Львов Д. С., Фетисов Г. Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. — М.: Наука, 1992. — 207 с.
4. Кузнецов Ю. М. Світові тенденції і перспективи розвитку верстатобудування в Україні // "Проблеми фізико-математичної і технічної освіти і науки України в контексті євроінтеграції". - К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2007. – с.45...55.
5. Струтинський В. Б. Теоретичний аналіз жорсткості шестикоординатного механізму паралельної структури / В. Б. Струтинський, А. М. Кириченко // *Вісник Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”*. Серія „Машинобудування”. – 2009. – № 57. – С. 198–207.
6. Струтинський С. В. Визначення основних конструктивних параметрів сферичних опорних вузлів просторового механізму методом Монте-Карло / С. В. Струтинський // *Машинознавство*. – 2007. – № 5. – С. 37–43.
7. Ковалевский С. В. Принцип упорядоченности в технологии машиностроения // *Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем*. Краматорск, 1996. Вып. 6. С. 128–135.
8. Kovalevska O. S. Application of acoustic analysis in control systems of robotic machine tools / O. S. Kovalevska, S. V. Kovalevskyu // *Науковий журнал «Радіоелектроніка, інформатика, управління», «Radio Electronics, Computer Science, Control»*. – 2018. – № 2 (45). – С. 51–59.
9. Applications of neural networks for exactness of treatment on machine-tools with parallel kinematics / S. Kovalevskyu, O. Kovalevska, M. Lutovac, R Cvejic, V. Serifi // *Applied Mechanics and Materials– Trans Tech Publications, Switzerland*, 2016. – Vol. 830. – P. 88–93.
10. Рыбак Л. А., Ержков В. В., Чичварин А. В. Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры. -: ФИЗМТЛИТ, 2011.—148 с.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗУБООБРОБКИ

Зубчаті колеса та інші деталі з зубчатими поверхнями працюють в умовах високих швидкостей обертання, високої температури робочого тіла, різних типах зносу робочих поверхонь. Однією з основних проблем зубчатих поверхонь є створення зміцнюючого шару з необхідною якістю.

Аналіз і зіставлення способів і методів, які є найбільш близькими аналогами способу, дозволили сформувавши відмінні ознаки пропонованого рішення, основним з яких є те, що на робочі поверхні деталі методом двох зубчатих коліс, до одного з них приєднується високовольтний струм який дозволяє зміцнити поверхню і збільшити працездатність. Найбільш ефективними, поряд з традиційно застосовуваними технологіями є технології, спрямовані на зміцнення виробів в поєднанні зі зменшенням витрат енергії, що витрачається на їх формування.

Для зубчатих коліс, які є об'єктом дослідження, застосовують інструментальний матеріал Р6М5. Вироби з таких сплавів не тільки міцні, але також мають червоностійкість і гарячу твердість, мають в'язкість. Вони, незважаючи на схильність до обезуглероживанню, гарантують відносно тривалий термін експлуатації в складі деталей обладнання.

Основні властивості металу подібної марки – це: підвищена в'язкість, хороший рівень опору зносу, прийнятна ступінь шліфування, термопластичність. Вона використовується для деталей та інструментів, які працюють з ударними навантаженнями. Ще одна відмінна особливість сталі Р6М5 – цей метал прекрасно тримає заточку. Маючи такі властивості, вольфрам-молібденовий матеріал підходить для насичення та зміцнення зубчатих коліс.

Основні вимоги, які пред'являються до зміцнюючого шару наступні: щільність і суцільність покриття, низька пористість, висока когезія, адгезія з поверхнею металевої підкладки, формування дрібно-дисперсної структури сплаву олова, висока втомну міцність, одно-мірність покриття по товщині і досить висока чистота його поверхні.

Недоліком методів, які використовуються є низька якість поверхні зміцнюючого шару, що змушує наносити цей шар із припуском під подальшу механічну обробку. У свою чергу фізико-механічні властивості шару змінюються по глибині і при знятті припуску не відповідають технічним вимогам.

Для вирішення цих проблем розглядаються комбінований метод нанесення покриттів. При розгляді комбінованого методу нанесення зміцнюючих покриттів, аналізується адгезія між молекулами всередині вольфрамо-молібденового зубчатого колеса і дифузія в зоні контакту.

Вольфрамо-молібденове зубчате колесо отримувало обертання від сталевий зубчатої заготовки. Для початку переносу матеріалу зусилля притискання зубчатого колеса необхідно було зменшити. При обертанні зубчате колесо вібрає, тим самим утворює зазор. В ньому виникає невеличка іскра, яка іонізує молекули вольфраму і переносить їх на сталеву зубчатую заготовку.

Висновок: Запропонований спосіб нанесення зміцнюючих покриттів на зубчаті поверхні дозволяє здешевити собівартість нанесення зміцнюючого матеріалу у порівнянні з відомими способами. Ефект досягається за рахунок зниження енергетичних витрат, підвищення якості наносного шару, суміщення операції оброблення та нанесення покриття на верстатах з паралельною кінематикою, тим саме виключаючи витрати на транспортування до термічного цеху й витрат.

ДОСВІД ЗМІНУВАННЯ ДЕЯКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ

До багатьох матеріалів пред'являються високі вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей - зносостійкості, міцності, теплостійкості, в'язкості, руйнування [1,2,3]. Одним із способів підвищення працездатності інструменту є зміцнення об'ємною термічною обробкою [4]. Але, оскільки термообробка на максимальну твердість і зносостійкість призводить до зниження в'язкості і тріщиностійкості ріжучої частини інструменту, проблема підвищення в'язкості руйнування інструменту є актуальною [5,6]. Таки процеси зміцнення спрямовані на матеріал тонкого поверхневого шару робочої частини інструменту і засновані або на безпосередньому контактному впливі, або використовують ефекти імпульсного впливу будь-якої природи, при якому вплив набуває властивостей скін-ефекту [7]. Що стосується зміни фізико-механічних властивостей по всьому об'єму виробу, то це може бути досягнуто зміною структури матеріалу по всьому об'єму виробу шляхом термічної обробки (загартування), кріогенної обробки (загартування з наступною обробкою холодом).

Об'ємне зміцнення при термічній обробці досягає ефекту тому, що рівномірний вплив теплового потоку на весь обсяг інструментального матеріалу робить таку об'ємну обробку і об'ємне зміцнення можливим. Однак, рівномірність впливу теплового потоку вимагає витрат часу для вирівнювання температурного градієнта в обсязі матеріалу.

В роботі показана можливість використання в якості рівномірного потоку для впливу на обсяг матеріалу магнітного поля, утвореного потужними постійними магнітами. Процес впливу на обсяг матеріалу експериментальних зразків полягав в тому, що вплив рівномірного магнітного потоку, що пронизує зразок, ініціюється в результаті резонансних коливань зразка, викликаних широкосмуговим впливом рівній амплітуди за допомогою генератора «білого шуму» і п'єзовипромінювача. Принципова схема установки представлена на рис.1.

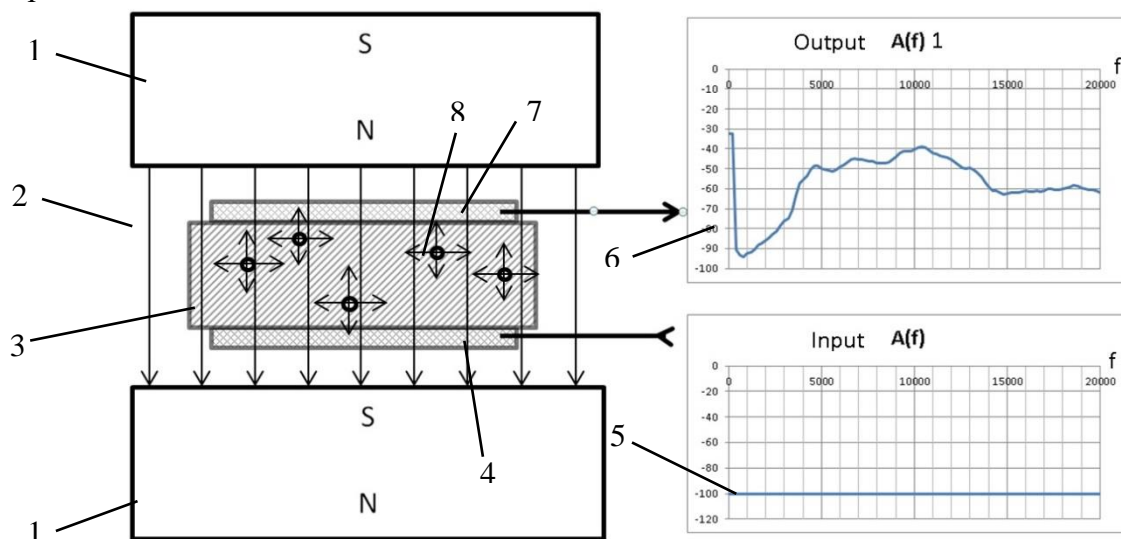


Рисунок 1 – Принципова схема експериментальної установки: 1-неодимові магніти, 2 - рівномірний магнітний потік, 3 - експериментальний зразок, 4 - п'єзовипромінювач, 5 - частотний спектр генератора «білого шуму», 6 - частотний спектр власних коливань зразка в магнітному полі, 7 - п'єзодатчик, 8 - активуються елементи експериментального зразка.

Можливість отримання позитивного ефекту позитивної зміни фізико-механічних властивостей матеріалу експериментальних зразків заснована на наступних положеннях.

Відомо, що модуль пружності E і щільність матеріалу зразка ρ пов'язані з резонансною частотою f_0 зразків наступною залежністю [8]:

$$f_0 = K_f \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (1)$$

де K_f - коефіцієнт, що залежить від розмірів зразка.

В роботі [9] зазначається, що для кубічних кристалів, аналоги яких є в матеріалах твердих сплавів, застосовуваних при виробництві ріжучих непереточуваних пластин характерні 3 типи пружних деформацій і, відповідно, 3 незалежні пружні константи:

$$C_{\alpha\beta} = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial^2 E}{\partial \eta_\alpha \partial \eta_\beta} \Big|_{\eta=0},$$

де α, β – індекси, що показують типи пружних деформацій в елементі зразка; V_0 обсяг елемента зразка; η_α, η_β деформації в різних напрямках системи декартових координат.

Слід враховувати об'ємний характер вібрацій (деформацій) при резонансі кожного елемента обсягу матеріалу. Отже, виявлення ефекту об'ємного впливу на фізико-механічні властивості експериментального зразка можна зробити на основі оцінки резонансної частоти експериментального зразка і її зміни в процесі впливу на цей зразок. Для цього використана залежність, запропонована в роботі [10]:

$$E = 1,64 \cdot m \cdot L^3 \cdot f^2 / d^4, \quad (2)$$

де m – маса зразка, L - довжина зразка, d – діаметр зразка.

На основі цих вихідних умов визначення резонансної частоти експериментального зразка, поміщеного в рівномірний магнітне поле і підданого резонансним вібраціям за допомогою п'єзовипромінювач виконано на основі частотного спектру власних коливань зразка в магнітному полі відповідно до залежностями (3)

$$f_0 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \cdot A_{1i}(f_i)}{\sum_{i=1}^n A_i(f_{1i})}, \quad (3)$$

$$A_{1i} = A_i - A_{0i},$$

де A_{0i} – амплітуди i -ої ступені частотного спектра апаратної частини експериментального стенду при відсутності збудливого сигналу генератора «білого шуму»; A_i – амплітуди i -ої ступені частотного спектра зразка, встановленого в зону рівномірно магнітного поля експериментального стенду і порушеної сигналом генератора «білого шуму» за допомогою п'єзоелемента, що є частиною експериментального стенду; A_{1i} – власні амплітуди i -ої ступені частотного спектра порушеної зразка, поміщеного в рівномірний магнітне поле.

Вибір п'єзоелементів в якості випромінювача і датчика обумовлений можливостями реєстрації електричних потенціалів при вібраціях в широкому діапазоні частоті в межах 10 Гц – 20 кГц. [11-14].

Результати експериментальних досліджень.

1. Обробка дюралюмінієвого зразка: до вібраційної обробки в рівномірному магнітному полі твердість зразка діаметром 15 мм і висотою 8 мм складає $60 \div 80$ НВ; після вібраційної обробки протягом 20 хв. твердість зразка склала $208 \div 212$ НВ.

2. Обробка мідного зразка: до вібраційної обробки в постійному магнітному полі твердість зразка діаметром 20 мм і висотою 5 мм становить $60 \div 100$ НВ; після вібраційної обробки протягом 20 хв. твердість зразка склала $220 \div 222$ НВ.

3. Обробка непереточуваної пластини ріжучого інструменту з твердого сплаву Т15К6. Випробування пластин при токарній обробці партії деталей $\varnothing 95,5$ мм зі сталі 40Х при подачі 0,5 мм / об і швидкості різання 150 м / хв розмірний знос пластин Т15К6 зменшився на 40-42%. Це є аргументом на користь вібраційного резонансної обробки ріжучих пластин в рівномірному магнітному полі.

4. Обробка непереточуваної пластини ріжучого інструменту з твердого сплаву ВК8. Випробування обробки сірого чавуну різцями з твердого сплаву ВК8 твердістю 200-220 НВ при точінні зразка глибиною різання 1,8 мм з подачею 0,2 мм / об і швидкістю різання 114 м / хв знос пластин з ВК8 знизився на 32-37%. Показано, що зі збільшенням тривалості такої обробки приріст її ефективності падає. Крім того, процес зміни властивостей матеріалів триває після вібраційного резонансної обробки в рівномірному магнітному полі протягом наступних 3-5 діб. Зміна цих властивостей підпорядковується експонентний характер і для різних матеріалів має різну постійну часу.

Обробка зразків матеріалів, вміщених в рівномірний магнітне поле, резонансними полічастотних вібраціями з нано-розмірної амплітудою в межах 20-80 нм., Дозволяє змінювати показники в'язкості матеріалу, модуля пружності матеріалу і твердості зразків матеріалу в бік поліпшення експлуатаційних властивостей виробів з цих матеріалів. Нанорозмірні амплітуди власних коливань об'єктів складної форми в енергетичних полях, до яких можна віднести рівномірні магнітні поля, можуть виконувати корекцію фізико-механічних властивостей матеріалів таких об'єктів з метою досягнення їх ідентичності або додання строго заданих властивостей.

Дослідження такого впливу може бути розширено на ряд матеріалів, їх атомно-кристалічних структур, діапазонів магнітних потоків, частотних діапазонів і оцінок отриманих фізико-механічних показників оброблених таким чином матеріалів.

Література

1. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т.Н.Лоладзе – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
2. Технологические процессы повышения работоспособности металлорежущего инструмента / А. С. Верещака, В. В. Высоцкий, Б. Я. Мокрицкий, П. А. Саблин ; под общ. ред. А. С. Верещаки. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. -208 с.
- 3.Скрынченко Ю.М. Работоспособность и свойства инструментальных сталей / Ю.М.Скрынченко, Л.А.Позняк – К.: Наукова думка, 1979. – 168 с.
- 4.Кремнев Л.С. Особенности разрушения инструментальных материалов / Л.С.Кремнев // Металловедение и термическая обработка материалов. – 1994. - №4. – С.17-22.
- 5.Геллер Ю.А. Инструментальные стали / Ю.А.Геллер – м.: Металлургия, 1983. – 527 с.
- 6.Самотугин С.С. Плазменное упрочнение инструментальных материалов / С.С.Самотугин, Л.К.Лещинский – Донецк: Новый мир, 2002. – 338 с.
7. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. «Техническая электродинамика» – М.: «Радио и связь», 2000. – 536 с.
- 8.Ступин В.А. Определение упругих констант металлов ультразвуковым резонансным методом: Препринт. НИИАР-18(664). – М.:ЦНИИАтоминформ, 1985. – 16 с.
- 9.ElaStic: A tool for calculating second-order elastic constants from first principles / R. Golesorkhtabar [et al.] // Computer Physics Communications. — 2013. — Vol. 184, № 8. — P. 1861–1873.
10. ГОСТ 25095–82. Сплавы твердые спеченные. Метод определения модуля продольной упругости. М.: Изд-во стандартов, 1983. 7 с.
11. Kovalevskyy S. V. Acoustic Monitoring with Neural Network Diagnostics / S. V. Kovalevskyy, O. S. Kovalevska // American Journal of Neural Networks and Applications. – 2015. – Vol. 1, No. 2. – P. 39-42. – doi: 10.11648/j.ajna.20150102.12

12. Діагностика технологічних систем і виробів машинобудування (з використанням нейромережевого підходу) : монографія / С. В. Ковалевський, О. С. Ковалевська, Є. О. Коржов, А. О. Кошевой ; за заг. ред. д.т.н., проф. С. В. Ковалевського. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 186 с.
13. Kovalevska O. S. Application of acoustic analysis in control systems of robotic machine tools / O. S. Kovalevska, S. V. Kovalevskyu // Науковий журнал «Радіоелектроніка, інформатика, управління», «Radio Electronics, Computer Science, Control». – 2018. – № 2 (45). – С. 51–59.
14. Kovalevsky S. Acoustic diagnostics of lever mechanisms with subsequent processing of data on neural networks / S. Kovalevskyu, O. Kovalevska, R. Turmanidze // New technologies, development and application. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2019 I. Karabegović (Ed.): NT 2018, LNNS 42, pp. 202–210.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ ФІРМИ «PRAMET».

Основна ідея - вплив на технологічну систему перш за все за рахунок зміцнення технологічного інструменту. В результаті: підвищення стійкості і зниження зносу інструменту, підвищення економічної точності досягнення операційних розмірів, підвищення швидкості обробки, інтенсифікація процесу, зменшення витрат на придбання нового інструменту, підвищення продуктивності процесу поряд зі зниженням енергетичних витрат, скорочення собівартості готової продукції, конкурентоспроможна ціна на ринку.

Інтегровані технології сприяють підвищенню якості інструменту. Особливий інтерес в цьому напрямку представляють способи енергетичного впливу на робочі поверхні виробів. Процес підвищення зносостійкості технологічного інструменту веде до підвищення продуктивності, точності, інтенсифікації процесів і зниження собівартості, як наслідок - конкурентоспроможна ціна на ринку продукції. Необхідне подальше вдосконалення процесів на основі підвищення стійкості технологічного інструменту за рахунок зменшення зносу, що виникає внаслідок термічного і силового впливу на матеріал інструменту на етапах операції зміни форми і розмірів заготовок. Тому завдання вирішення проблеми підвищення зносостійкості робочої поверхні технологічного інструменту шляхом його зміцнення на основі впливу високовольтних електричних розрядів є актуальною.

Рішення завдання пошуку додаткових ресурсів з метою підвищення стійкості ріжучих інструментів для металообробки залишається актуальним незважаючи на значні успіхи в цьому напрямку [8-10]. Також, з'являються нові металеві матеріали, обробка яких вимагає оптимізації на змінених граничних умовах. Інтенсивно розвиваються інтегровані технології модифікації властивостей ріжучих пластин за рахунок послідовного здійснення різних за своєю фізичної сутності методів впливу на їх робочу поверхню. Вони потребують розширення спектра дієвих енергетичних джерел різної природи. Тому метою представленої роботи є створення та дослідження методу зменшення зносу ріжучого інструменту на основі використання ефекту впливу високовольтного електричного розряду на його робочу поверхню.

Об'єктом дослідження обрані експериментальні зразки, представлені комплектом змінних ріжучих пластин фірми Pramet ADMX 070202SR-M, ADMX 070204SR-M, ADMX 070208SR-M, ADMX 070220SR-M в кількості 30 шт. Оцінка акустичних спектрів, що виникають в пластинах завдяки впливу «білого шуму», проводилася їх амплітудно-частотними характеристиками (АЧХ). Джерелом «білого шуму» є п'єзоелектричний випромінювач, що порушується широкосмуговим генератором з нормованим сигналом. Дослідження впливу високовольтних розрядів відбувається на основі оцінки взаємозв'язків амплітуд частотних ступенів спектрів амплітудно-частотних характеристик і ознак змін ріжучих пластин за допомогою пакетів прикладних програм: «Frequency analyzer», «Wavetool», «Visual analyzer». Для оцінки ознак зносу використано піксельний уявлення, при цьому світловий діапазон розподілу кольорів перетворений з допомогою карт Кохонена в пакеті програми «Photoshop CS Extended».

Підтвердження існування взаємозв'язку змін властивостей ріжучих пластин від впливу на них високовольтного розряду з акустичними спектрами їх же власних коливань складалося в застосуванні вимірювань АЧХ до і після розрядної обробки ріжучих частин пластин обробки даних з використанням кластерного аналізу. Це дозволило проводити ранжування зіставлення ознак зносу пластин на постійній довжині шляху різання зразків до і після розрядної обробки з прогнозованими за даними АЧХ ознаками їх зносу.

СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ РЕКОНФІГУРОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА НОМЕНКЛАТУРИ РЕДУКТОРІВ ТИПУ УКМ

При проектуванні інноваційного механоскладального комплексу, необхідно опиратися на сучасні тенденції виробництва. Для підвищення конкурентоспроможності на ринку, проектується механоскладальний комплекс, який здатний випускати багатомоделний ряд продукції за допомогою сучасних обробних центрів. Для підвищення автоматизації і гнучкості, виробництва повинне відповідати спроможністю виробляти багатомоделний ряд продукції, також мати змогу виробляти вироби різної конфігурації і розмірного ряду.

Для розробки інноваційного механоскладального комплексу обраний вузол редуктору УКМ-400. Деталі представники шестерня і корпус. Опираючись на мінімальні потребуючі габаритні розміри деталей представників були обрані механообробні верстати, метод отримання заготовок, транспортування деталей.

Обраний метод отримання заготовок для деталі представника корпус - поковка на молотах. Технологічна обробка деталей шестерня виконується на токарно-карусельному обробному центрі VTS 1620M. Обробний центр VTS 1620M має функції фрезерування, таким чином на обробному центрі можливо проводити операції точіння, фрезерування, свердління. Обробка деталі корпус також виконується на обробному центрі VTS 1620M. А, саме фрезерування площин, розточування, свердління і нарізання різьби. Використовується інструмент фірми TaeguTec. TaeguTec Ltd - світовий лідер у виробництві металорізального інструменту і оснастки. Виробництво твердосплавних порошків і індустріальної продукції.

Таким чином обробка деталей шестерня і корпус виконуються на одному верстаті, це дозволяє скоротити необхідну кількість різновидів верстатів і поєднати декілька верстатів (операцій в одну операцію поділену на переходи). Концентрація операцій на одному верстаті призводить до скорочення допоміжного часу обробки деталі. Також, з скороченням верстатів скорочується необхідний склад верстатників. Ці фактори значно зменшують собівартість продукції, що в свою чергу підвищує конкурентоспроможність розробляє мого механоскладального комплексу.

На дільниці використовується автоматизована система інструментального оснащення (АСІО). АСІО забезпечує швидку заміну зношеного інструменту або інструменту який вийшов з ладу.

В роботі розглянута сучасна роботизована транспортно-складська система. Для переміщення деталей використовуються автоматизовані роботи буксири. Роботи буксири дозволяють в автоматичному режимі переміщувати деталі від верстату до складальної дільниці, тобто після обробки деталі корпус робот буксир їде до верстату і чекає на завантаження, робочий завантажую оброблену деталь на робот буксир консольним краном, після завантаження робот буксир сам відвозить деталь до складальної дільниці. Оснащення такими роботами буксирами дозволяє вивести транспортну систему на новий рівень. Всі перевезки по дільниці можливо виконувати з їх допомогою в автоматичному режимі. Також на дільниці установлений робот штабелем для складування готових деталей.

На дільниці з випуску деталі представника шестерня для транспортування деталей використовуються роботи штабелери. Роботи штабелери забезпечують автоматизований підвіз заготовок зі складу до верстатів, від верстатів до складальної дільниці. Завантаження заготовок на складі виконується в автоматичному режимі за допомогою роботів маніпуляторів.

Складальна дільниця оснащена складальними стендами. Стенди оснащені: стандартним інструментом, пневматичними гайковертами, пневматичними пресами для установки підшипників, місцевими підйомниками.

Висновок: концепція механоскладального комплексу з випуску редукторів складається з використання сучасного обладнання, оснащення і інструменту. Багатофункціональні обробні центри VTS 1620M, дозволяють виконувати обробку деталей шестерня і корпус на одній операції з поділенням на переходи. Таким, чином допоміжний час на встановлення, закріплення, вивірення і транспортування деталей від верстату до верстату виключається, це значно скоротить загальний час обробки деталей. Використання сучасного інструменту дають змогу підвищити режими різання обробки деталей, підвищенні режими різання значно скоротять технологічний час обробки деталей. Всі ці фактори зменшують собівартість продукції і підвищують конкурентоспроможність на ринку.

Корчма Д.О. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

ПЛАКУВАННЯ ТОКОПРОВІДНИМИ МАТЕРІАЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ НАВЕДЕНИХ СТРУМІВ І ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.

Мета статті: обґрунтування способу плакування токопровідними матеріалами з використанням ефекту уніполярного двигуна, й впровадження нейросітьових технологій в знаходження оптимальних параметрів функціонування приладу й режимів обробки.

Метод плакування - нанесення на поверхню металевих листів, плит, дроту, труб тонкого шару ін. металу або сплаву термомеханическим способом.

Одним з головних напрямків використання методу плакування є створення виробів з металу з поліпшеними електротехнічними характеристиками. Плакирована алюмінієм сталь має кращу в порівнянні з базовим металом провідність і здатність до пайки, зберігаючи при цьому всі свої характеристики.

В якості захисного покриття плакування застосовують при виробництві матеріалів для стінових панелей і дахів, кухонного посуду, масляних радіаторів, контактів електротехнічних приладів в машинобудуванні і багато чого іншого.

Переваги:

- висока швидкість,
- за допомогою технології можна плакувати сталі з особливими фізико-хімічними властивостями.

Недоліки:

- теоретичний шкоду від хвиль;
- необхідність допуску до роботи тільки висококваліфікованих;
- дуже велика енергоємність процесу;
- неможливість автоматизації процесу зварювання.

Плакування потребує підготовки поверхонь перед нанесенням матеріалу, а також чіткої наладки обладнання. Тому що у разі неточного настроювання всіх факторів нерівність плакування несе на собі вібраційне навантаження й починає руйнуватися.

У дослідженні було виявлено що новий пристрій повинен володіти іншими властивостями:

- енергозберігаючими властивостями;
- відсутність приводу;
- адаптивність;
- відносна простота конструкції;
- можливість нанесення будь яких струмопровідячих матеріалів.

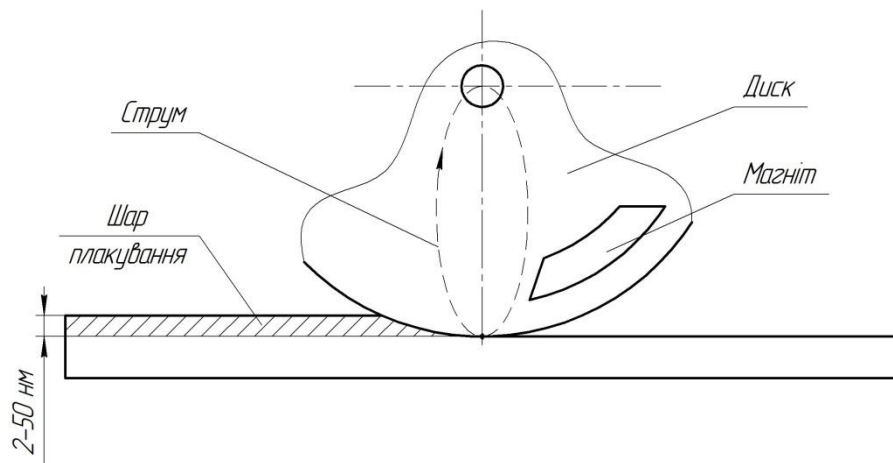


Рисунок 1 – Принципова схема

На основі принципової схеми може бути створена гамм - розмірний ряд уніполярних інструментів зі змінними токопровідними дисками де диск і являє собою технологічний інструмент котрий витрачається по мірі нанесення плакованих покриттів із різноманітних матеріалів диску.

Ці інструменти використовують енергію наведеного струму в токопровідних дисках, контактна точка знаходиться на вході диску з зони рівномірного магнітного поля, обертання диску в постійному магнітному полі може створювати технологічний струм для виконання плакування.

У дослідженнях було виявлено чим вища швидкість обертання диску у магнітному полі тим покриття стає більш стабільним й максимально рівномірним з урахуванням часу обробки та частоти обертання.

Перевагою методу, є нанесення найтонших шарів нанопокриття від 2 до 50 нм.

Сила струму котра використовується таким способом плакування 3-5 А, однак щільність струму у точці контакту в десятки або сотні разів перевищує це значення.

Також у дослідженні використовується обробка даних за допомогою найросітьових технологій.

Завдання побудови прогнозуючих моделей динамічних об'єктів на основі нейронних мереж набуває все більшої актуальності як в теоретичному, так і в прикладному плані. Одним з ефективних підходів до вирішення цієї задачі є застосування нейронних мереж Кохонена, на основі яких будується нейро-регресійна модель динамічного об'єкта. Класичний алгоритм, запропонований Кохоненом і використаний надалі в роботах Simula O., Alhonemi E., Hollmen J., використовує, як правило, двомірні (рідше тривимірні) прямокутні і гексагональ- рещітку.

Особливість технологічного проектування полягає в тому, що атрибути альтернатив можуть мати нечисловий характер, наприклад «оброблюваний матеріал», «інструментальний матеріал», «вид обробки» та ін. Властива технологічним завданням нечіткість вихідних даних, пов'язана з недостатньою вивченістю фізичних процесів, що відбуваються у технологічному середовищі, призводить до невизначеності відповідних математичних моделей.

У зв'язку з цим є 2 способи використання нейронної системи:

1. Пошук оптимальних й конструктивних параметрів, такі як розмір диску, кут нахилу магнітів або точка нахилу інструменту в процесі обробки.
2. Можливості пошуку оптимальних режимів обробки й якості покриття.

У дослідженні використовується експериментальна база проведених досліджень, оброблюваний зразок з декількома оброблюваними шийками та обладнання токарний верстат.

Це дозволить знайти й дослідити різноманітні варіанти технічних можливостей приладу, й вибрати з них найкращі технологічні рішення.

Висновок: в результаті застосування енергії наведених струмів в токопроводящем інструменті й використання неросітьових технологій для знаходження оптимуму технологічних рішень дозволяє розширити технологічні можливості операцій виготовлення відповідальних деталей володіють підвищеними експлуатаційними властивостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Исследование механизмов формирования упорядоченности рабочих поверхностей деталей машин / С. В. Ковалевский, И. Н. Стародубцев // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2012.
2. Степанова Т. Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие / Т. Ю. Степанова – Иваново: Иван. гос. хим.-техн. ун-т. – 2009.
3. Михайлюк А.И., Житару Р.П. Электронная обработка материалов. – 2008.
4. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с
5. Надольский В.О., Дудкина Н.Г., Яковлев С.А., Наумичев С.Б., Павлов А.В. Технологии электромеханической обработки и её новые варианты // Материалы межд. практ. конф. "Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов оборудования и металлоконструкций". – Санкт-Петербург: СПГПУ. – 2007
6. Фаустова К. И. Нейронные сети: применение сегодня и перспективы развития // Территория науки. 2017. № 4. С. 83–87.

ПРОГНОЗУВАННЯ КОМПЕТЕНТІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СТУДЕНТІВ ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ ПІДГОТОВКИ

В процесі формування фахівця найважливіше значення мають виховна діяльність й психолого-педагогічна підтримка розвитку особистості. Саме ці складові особистісної підсистеми моделі процесу підготовки фахівця дозволяють реалізувати у нього аспекти, позначені нами в моделі діяльності: переліки сфер, об'єктів, видів професійної діяльності, розв'язуваних завдань і необхідних компетенцій.

Система формованих цінностей є визначальною умовою досягнення необхідних професійних якостей майбутнього фахівця (рис.1).

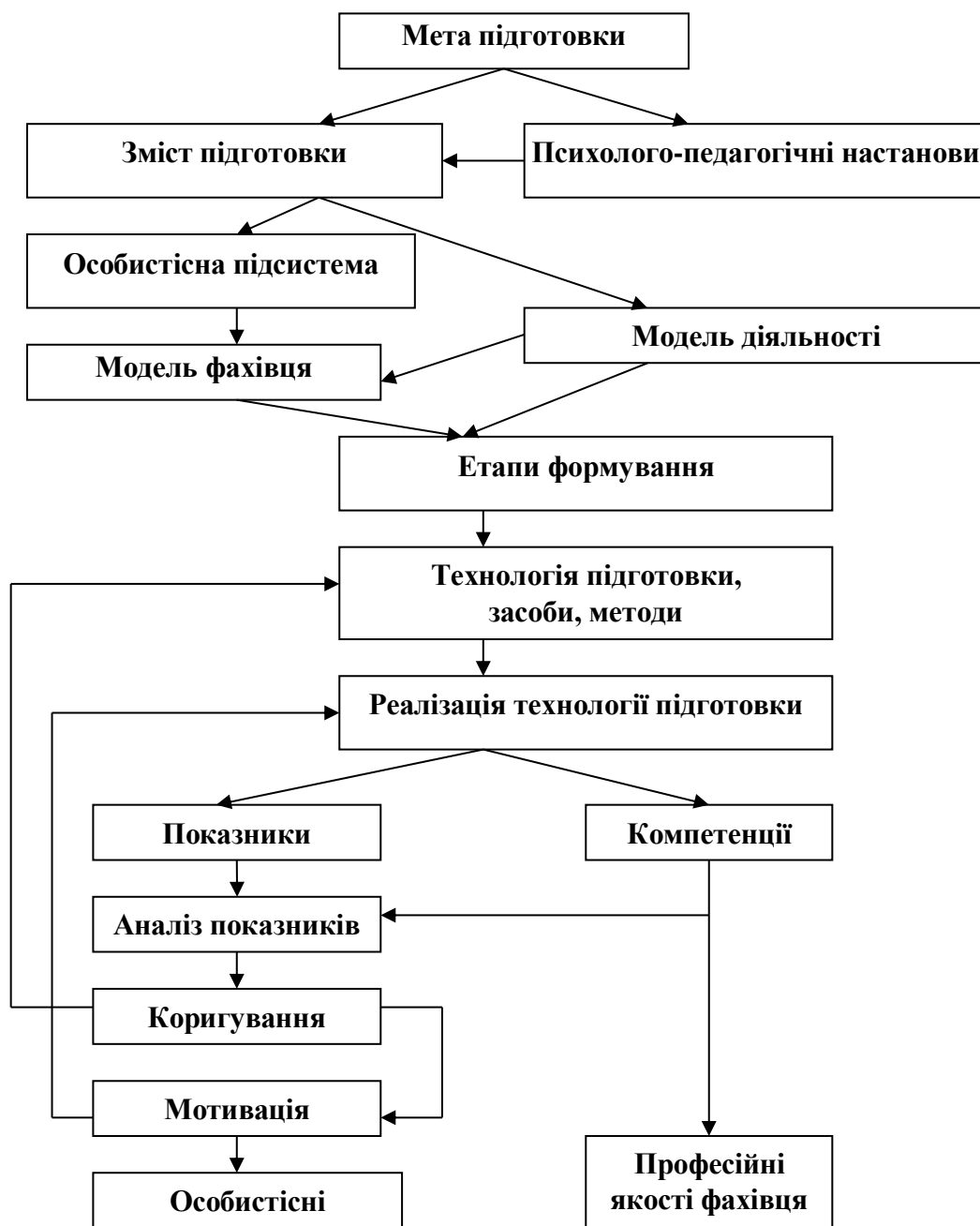


Рисунок 1 - Модель процесу підготовки фахівця з використанням нейромережного базису

В ідеальному випадку концептуальна модель припускає адаптивне формування етапів процесу підготовки фахівця до умов освітнього процесу, що впливає на змістовні параметри навчання, що, безсумнівно, визначає таку складову моделі системи особистісних якостей, як ступінь реалізації цілей. Одночасно формується система компетенцій фахівця, технології навчання, засоби й методи їх досягнень. Кожна з представлених складових концептуальної моделі компетенцій є комплексною, що припускає значну самостійну роботу студента. Тут слід зазначити особливу важливість узгодження вимог до компетенцій, яке повинно здійснюватися на початковому етапі їхніх формувань. Але, більш важливим є визначення кількісних оцінок взаємозв'язку факторів, що є впливовими, з метою використання їх для оптимального управління процесом досягнення певних компетенцій майбутніх фахівців. Такий підхід залишається актуальним для будь-якої фахової спрямованості освітнього процесу у вищих навчальних закладах. Тому, математичне моделювання об'єктів є необхідним і, часто, єдино можливим засобом дослідження і застосування в практичних цілях знань про особливості модельованих об'єктів.

Дослідження що для нейромережних моделей адекватність і точність досягаються за умови формування навчальної і тестової вибірки, виходячи з досягнення задовільної точності при максимальному обсязі тестової вибірки. Тому, мінімум сумарної похибки при 30% частці тестовій множини свідчить про високу ймовірність впізнання моделі. Мінімум сумарної похибки моделі на тестовому базисі повинен відповідати умові $S \rightarrow \min; p \rightarrow \max$. Застосовуючи таке правило можна забезпечити точність і адекватність нейромережної моделі, ґрунтуючись на оптимальних навчальному і тестовому кортежах.

В результаті діагностики двох узагальнених стійких мотивів особистості – мотиву прагнення до успіху й мотиву попередження невдач, більш 60 % опитаних, що займаються в експериментальному режимі, мають сформований мотив досягнення успіху і до 10 % – мотив попередження невдач. У контрольних групах нижчий відсоток опитаних із мотивацією досягнення успіху – біля 25 %, до 30 %, мотивованих на невдачу.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Підготовка фахівців, як система педагогічних технологій, впливає на формування мотиву досягнення успіху. Тому, велике значення має виявлення методів управління комплексом особистісних якостей студентів в групі підготовки фахівців через побудову та використання адекватних нейромережних моделей. Оцінювання ступеня досягнення результатів з формування необхідних компетенцій веде до необхідності своєчасної корекції технології освітньої діяльності. І тільки достатня мотивація, заснована на духовному, соціальному й фізичному вихованні (вихованні культури) та на потребах особистості студента (модель особистості студента) дозволяє дійсно сформувані такі професійні якості фахівця, які дозволять у комплексі забезпечити відповідність підготовленого фахівця через його професійну діяльність.

Le Minh Nhut (*Department of Thermal Engineering, Faculty of Vehicle and Energy Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Ho Chi Minh, Vietnam*)

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON PERFORMANCE
IMPROVEMENT OF SOLAR HOT WATER SYSTEM UNDER REAL WEATHER
CONDITIONS AT HO CHI MINH CITY, VIETNAM

This paper presents the results of theoretical and experimental investigation to determine the optimal flow rate of collector loop to improve the performance of a solar hot water system under real weather conditions at Ho Chi Minh City, Vietnam. The optimal flow rate of flat-plate collector loop is researched based on the relationship between the useful heat gain of the flat plate collectors and the electricity consumption of the collector pump. The result of the simulation and experiment shows that the optimal flow rate was determined at the value of 0.132 (kg/s). Besides, the effects of various parameters such as initial water temperature of storage tank, flat plate collector area and volume of storage tank are investigated. Furthermore, the validation of simulation and experiment results of the progress of the water temperature in the storage tank is also evaluated. This paper proposes a constant mass flow strategy for a collector loop, a Matlab programs is written and developed based on a simplified mathematical model to determine the optimal flow rate of collector of solar hot water system under real weather conditions at Ho Chi Minh City, Vietnam. The optimal flow rate is obtained at the value of 0.132 (kg/s) (7.92 (l/m)) and is recommended for using in the flat plate collector loop of the solar hot water system in weather conditions of South Vietnam. Besides, the study results also show that the thermal performance is strongly affects by the various parameters such as initial water temperature of storage tank, flat plate collector area and volume of storage tank.

Le Tien Phong, Do Trung Hai (*Electrical Faculty, Thai Nguyen University of Technology, Thai Nguyen, Viet Nam*)

GRID-CONNECTED CONTROL SYSTEM FOR THREE-PHASE BIDIRECTIONAL DC/AC CONVERTER TO EXPLOIT PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION

A grid-connected control system is proposed in this paper to regulate three-phase bidirectional DC/AC converters in distribution grid exploiting photovoltaic power generation and not having energy storage at the DC side. To interact power flow at two its sides, stabilize voltage at the DCbus and synchronize with the grid, it includes an inner current controller and an outer voltage controller in a cascaded structure. Using small signal modeling and information about voltage at the point of common coupling and DCbus, control parameters for controllers are determined to balance power between photovoltaic system side and grid side. Simulation results show that the grid-connected control system helps the three-phase bidirectional DC/AC converter meet all requirements very well due to the balance of power at its sides to hold voltage at DC side at a fixed value, grid synchronization and low harmonic distortion total for current and voltage waveforms. They also represents the capability to exploit maximum available power of photovoltaic power generation under any operational condition. This paper builds a grid-connected control system for a three-phase bidirectional DC/AC converter to exploit PVg. By combining IB-AVC method for a DC/DC boost converter and the grid-connected control system for the bidirectional DC/AC converter, power flow goes through the power circuit of this converter in two directions to charge the capacitor at DCbus or generate power from PVg into the grid. Parameters for voltage and current controllers are determined by using parameters of power circuit to create a stable operation for DC/DC and DC/AC converters. The grid-connected control system has two control cascaded loops (outer voltage loop, inner current loop) using information provided by a PLL to hold voltage at DCbus at a fixed value, balance power at two sides of the bidirectional DC/AC converter and synchronize to the grid under any operational condition. Simulation results showed that the designed control system adapted to execute all requirements for a grid-connected system. It helped to exploit power at MPP at any value of (G, T) and generate it to the grid, provide low value of THD for voltage and current waves at PCC. Because of being mainly affected by G, this paper only simulated at a scenario of G and a fixed value of T but simulation results could show that current amplitude also changed with the change of G while voltage amplitude was held at a fixed value (peak value is 400V). Moreover, output current and voltage waves were always in sine form. These results prove the correctness of the designed control system and can apply it under real condition.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАНОАМПЛИТУДНОГО ВИГЛАЖУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Метою роботи є розробка інструмента та утворення нано шару наробочіх поверхонь деталей машин щоб призвести до підвищення як продуктивності обробки так її якості, яка забезпечує довгу та якісну експлуатацію деталей машин. Застосування та використання нейронно мережного моделювання щоб виявити дефекти зразків.

Вданий час, саме широке застосування нейронних мереж. Використовується в Google, коли вишукаєте фото або в камерах телефонів, коли воно визначає положення вашого обличчя. Використовуються для вирішення складних завдань, які вимагають аналітичних обчислень подібних тим, що робить людський мозок. Найпоширенішими застосуваннями нейронних мереж є:

Класифікація – розподіл даних по параметрах. Наприклад, на вхід дається набір людей і потрібно вирішити, кому з них давати кредит, а кому ні. Цю роботу може зробити нейронна мережа, аналізуючи таку інформацію як: вік, платоспроможність, кредитна історія і тд.

Передбачення - можливість передбачити наступний крок. Наприклад, рости чи падіння акцій, ситуація на фондовому ринку.

Нейронні мережі (штучна нейронна мережа) – це система сполучених і взаємодіючих між собою простих процесорів (штучних нейронів). Так і процесори зазвичай досить прості (особливо в порівнянні з процесорами, використовуваними в персональних комп'ютерах). Кожен процесор подібної мережі має справу тільки з сигналами, які він періодично отримує, і сигналами, які він періодично посилає іншим процесорам. І, тим не менше, будучи з'єднаними в досить велику мережу з керованим взаємодією, ці процесори разом здатні виконувати досить складні завдання, оскільки нейронні мережі навчаються в процесі роботи.[7,8]

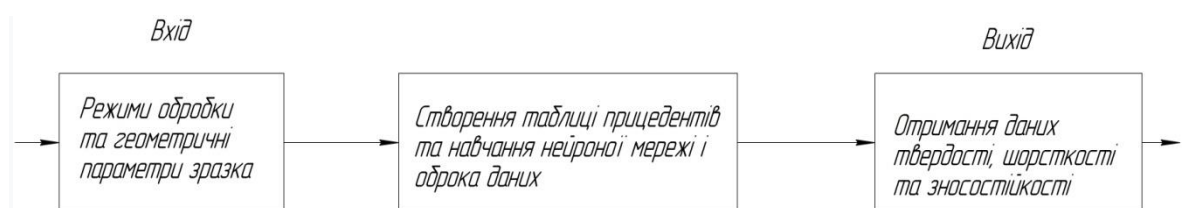


Схема 1 – Введення необхідних даних та отримання показників

Термін «наношар» є збірним і використовується для позначення великої групи протяжних двовимірних і квазидвомерних нанооб'єктів різної фізико-хімічної природи, від мембран ліпосом і клітин до графена і чеськ УЄК шаруватих подвійних гідроксидів. Нанослой в мікроелектроніці зазвичай являє собою суцільну плівку завтовшки від одиниць до декількох десятків нанометрів, що отримується методами електронно-променевого та лазерного випаровування, магнетронного напилення, молекулярно-променевої епітаксії. Наявність суцільного нанометрового шару, що розділяє шари феромагнетика істотно більшої товщини, принципово важливо для реалізації ефектів тунельного і гігантського магнітоопору.[2,3]

Освіта нано розмірних монослоїв є ключовим елементом технології синтезу нано структур методом молекулярного нашарування, в основі якого лежить хімічну взаємодію функціональних груп на поверхні матеріалу-підкладки з парами підводяться з зовні активних реагентів з утворенням стійкої плівки (нано шарами) продуктів реакції. Для здійснення пошарового нанесення необхідно, щоб утворюється продукт також містив активні атоми або функціональні групи, здатні реагувати з напругою, що підводиться реагентом з утворенням необхідного з'єднання. Метод дозволяє створювати багато шарові нано покриття на поверхнях складної форми і окремих частинках.[4-6]

Метод молекулярного нашарування має багато спільного з синтезом само збирається моно шарів (self-assembled monolayer, SAM), в якому хемосорбція компонентів на поверхні твердої фази супроводжується їх самоорганізацією, яка через деякий час призводить до утворення кристало графічна упорядкованих структур адсорбата на поверхні. Споріднені з ними нано шарами амфіфільних компонентів, що формуються за методом Ленгмюра-Блоджетт на поверхні рідин з подальшим перенесенням на тверду поверхню, від різняться відсамо збирається моно шарів менш міцним зв'язуванням нано шарами з поверхнею підкладки, зазвичай заснованому на фізичної адсорбції. Використовуючи функціоналізованих наночастинки, можна створювати з них багато шарові структури і без участі підкладки. Так, наприклад, створивши моно шарнано частинок золота на кордоні розділу води і толуолу, можна з одного боку приєднати до нього шар гідро фільних часток телуридукадмію, а з іншого – моно шар гідро фобізованих нано частинок срібла.[2-4]

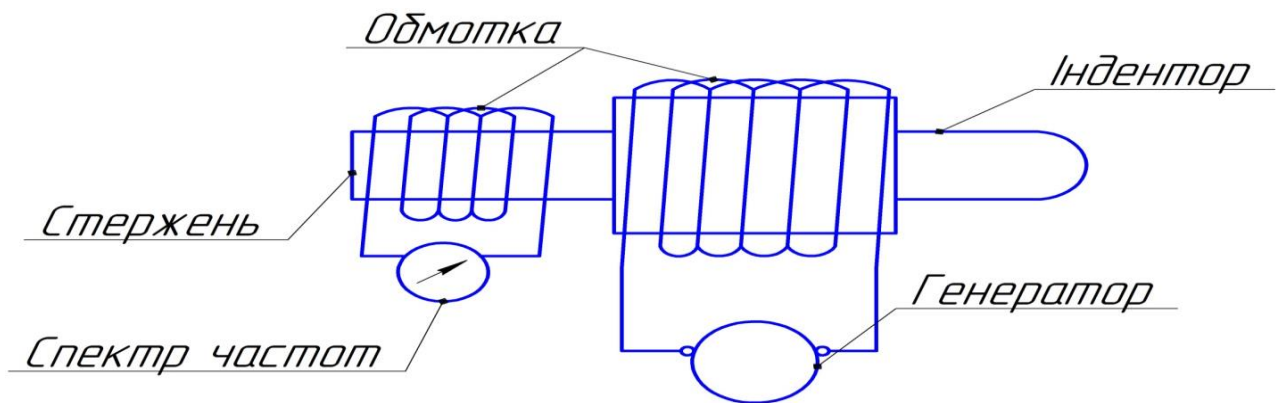


Рис 1 – Зображена схема розташування елементів інструмента

Розглянемо теоретичні підходи до формування нано структурного стану матеріалу поверхневого шару. Вигладжування, являє собою метод обробно-зміцнюючої обробки деталей поверхневим зміщенням дислокації зерен. Завдяки генератору резонансних частот який приєднаний до інструмента утворюється електромагнітне поле, завдяки електромагнітному полю інструмент вібрує а індентор резонує та оброблює поверхню коловими рухами поверхневі шари деталі а також змішуванням поверхневого шару деталі і утворення середнього шару який називається нано шар.

Нано структур і вигладжування сферичним індентором керується п'ятьма технологічними параметрами: силою вигладжування, подачею, швидкістю ковзання, радіусом і кількістю робочих ходів інструменту, також швидкістю обертів індентора. Вплив технологічних параметрів на навантаження поверхневого шару узагальнено інтегральними параметрами: контактним тиском, шару тертя і кратністю навантаження елементарних обсягів деформованого матеріалу визначається як відношення довжини зони контакту до величини подачі індентора інструменту.[4,6]

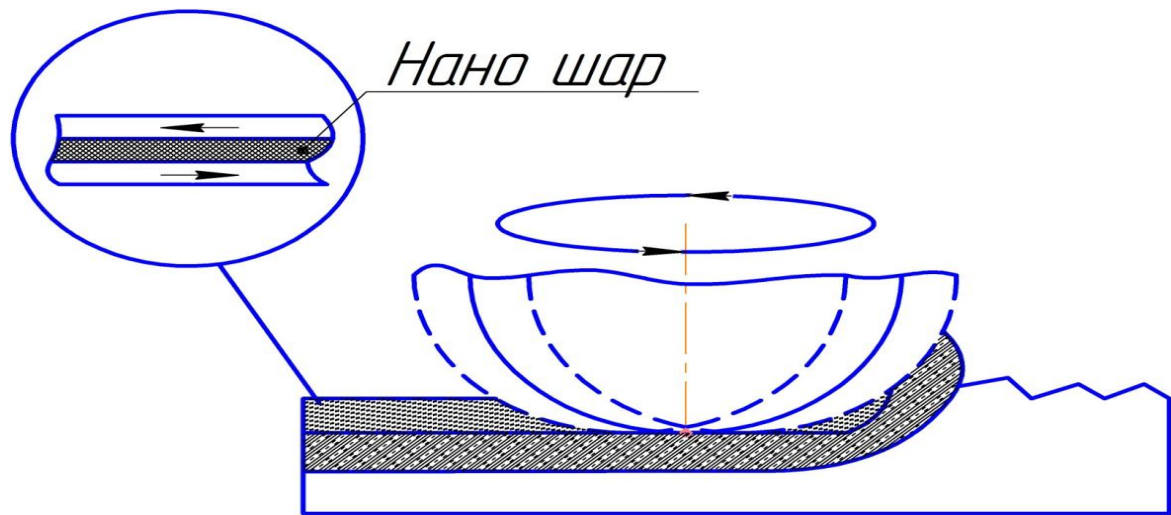


Рис.2 – Схема утворення нано шару.

Висновки

Представлений в роботі пристрій який дозволяє оброблювати поверхневий шар деталей машин утворюючи наношар. Нано шар дає змогу підвищення як продуктивності обробки так її якості, яка забезпечує довгу та якісну експлуатацію деталей машин. Застосування нейронної мережі дозволяє поліпшити якість роботи та дозволяє про рахувати можливі дефекти на зразках деталей машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Губанов В.Ф. *Вигладжування: якість, технології та інструменти: Монографія.* - М.: Видавничий дім Академії природознавства. 2013. - 70 с.
2. Губанов В.Ф. *Модернізована технологія обробно-зміцнюючої обробки вигладжуванням // Автоматизація та сучасні технології.* - 2012. - № 2. - С. 10-12
3. Толстой В.П. *Реакции ионного наслаивания. Применение в нанотехнологии. // Успехи химии.* 2006. Т. 75, №2. С. 183–199.
4. Gandhi D.D., Lane M., Zhou Yu et al. *Annealing-induced interfacial toughening using a molecular nanolayer // Nature.* 2007. V. 447. P. 299–302.
5. Малыгин А. А. *Химическая сборка твердых тел методом молекулярного наслаивания // Соросовский образовательный журнал.* 1998. №7. С. 58–64.
6. Wang Bo et al. *Stepwise interfacial self-assembly of nanoparticles via specific DNA pairing // Chem. Phys.* 2007. V. 9. P. 6313.
7. Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е. *Глубокое обучение.* — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.
8. Горбань А. Н., Дунин-Барковский В. Л. и др. *Нейроинформатика.* Новосибирск: Наука, 1998.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ ЗА КІЛЬКОМА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ

Резонансний метод вимірювання пружних властивостей матеріалів заснований на тому, що якщо осцилююча сила, амплітуда якої фіксована, а частота може змінюватися, прикладена до механічної системи, то амплітуда виниклих коливань проходить через максимум при частоті, званої резонансною частотою системи. Значення цієї резонансної частоти залежить від пружних властивостей системи, а ширина резонансного піку дає міру наявних дисипативних сил. Якщо вжиті відповідні заходи, щоб виключити зовнішнє демпфірування, що викликається опором ваздуха, втратами в опорах і т.д., то цим методом можна визначити як внутрішнє тертя, так і пружні постійні зразка. Вимірювання можуть бути виконані за допомогою поздовжніх, вигинистих і крутильних коливань при частотах від декількох Гц до декількох МГц. Метод може бути успішно застосований в тому випадку, коли демпфірування настільки велике, що вільні точні загасають занадто швидко, щоб можна було провести точні вимірювання; проте, метод не є зручний для зразків з дуже малим внутрішнім тертям, так як резонансний пік стає при цьому занадто гострим для точної роботи [1,2].

Для проведення експерименту необхідно підготувати партію зразків кількістю 100 шт. У якості зразків використовується деталь типу шайба, яка має шість геометричних параметрів які приведені на рисунку 1.

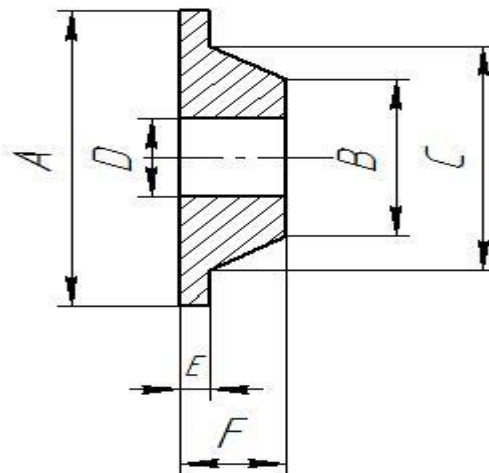


Рис.1 – Деталь типу шайба

Для того щоб виявити розміри зразків необхідно у хаотичному порядку розділити партію на дві частини. За допомогою штангенциркулю знімаємо геометричні показники деталей типу шайб, складаємо таблицю у програмному продукті Microsoft Excel (рис 2).

A	B	C	D	E	F
48,33	30,35	16,27	7,70	1,73	8,97
46,95	30,78	15,63	8,08	2,51	10,04
47,90	28,90	14,80	7,91	1,90	9,41
47,91	27,48	14,69	7,66	1,96	8,50
46,92	30,37	15,44	7,70	2,08	9,55
46,90	29,21	14,75	7,94	2,39	10,01
47,84	31,66	16,24	8,44	1,73	9,45
46,95	30,59	15,81	7,94	2,39	10,01
48,63	29,59	13,70	8,13	2,17	9,97
47,89	29,41	14,73	7,83	1,90	9,81
48,34	31,57	15,43	7,68	2,81	11,17
48,00	28,89	16,09	7,94	2,30	8,91
46,79	30,72	16,06	8,11	2,48	10,06
48,52	28,26	14,47	7,95	2,03	9,53
47,02	29,50	15,65	18,05	2,51	9,75
48,40	32,07	16,43	8,00	1,82	10,11
47,51	29,30	15,55	7,89	1,97	9,12
48,69	27,72	17,15	8,15	2,20	8,50
48,31	28,84	15,93	8,10	2,06	9,22
47,81	31,01	16,45	7,60	1,61	9,49
46,71	32,80	15,51	8,00	3,05	11,60
47,85	29,78	15,70	7,96	1,91	8,95
47,38	31,20	15,60	8,02	1,69	9,22
47,84	32,33	17,83	8,00	1,81	8,82
47,74	30,40	17,35	8,21	1,59	9,43
46,92	31,18	15,42	7,90	2,38	10,06
47,43	29,85	14,97	8,14	1,54	8,24
46,90	31,75	15,64	8,09	2,29	10,30
48,48	30,41	17,19	8,02	2,34	9,07
47,36	30,14	16,22	8,07	1,99	8,67
46,88	31,00	16,20	7,98	2,31	9,97
47,76	28,84	15,92	7,96	2,25	9,35
46,89	28,91	14,42	8,03	1,74	9,38
48,16	29,91	13,65	7,96	1,53	9,44

Рис. 2

На базі цієї схеми будемо використовувати таке обладнання та з'єднане у наступній послідовності. До ПК підключаємо генератор через який проходить білий шум і поступає до установки. Завдяки якій сигнал передається на резонатор який в свою чергу пропускає сигнал через зразок на приймач. Для приймача та резонатора використовуємо п'єзо елемент (Схема.1). Сигнал поступає на приймач частот та поступає на ПК де в програмі Spectrum Analyser показується спектр. Робоча установка у дії показана на рисунку 3.

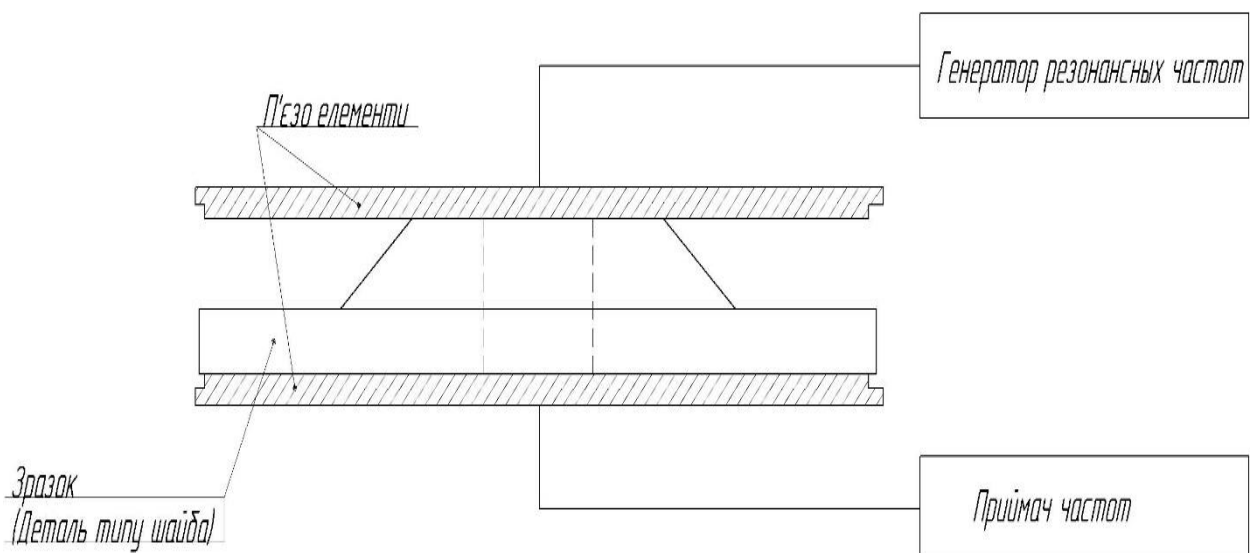


Схема.1

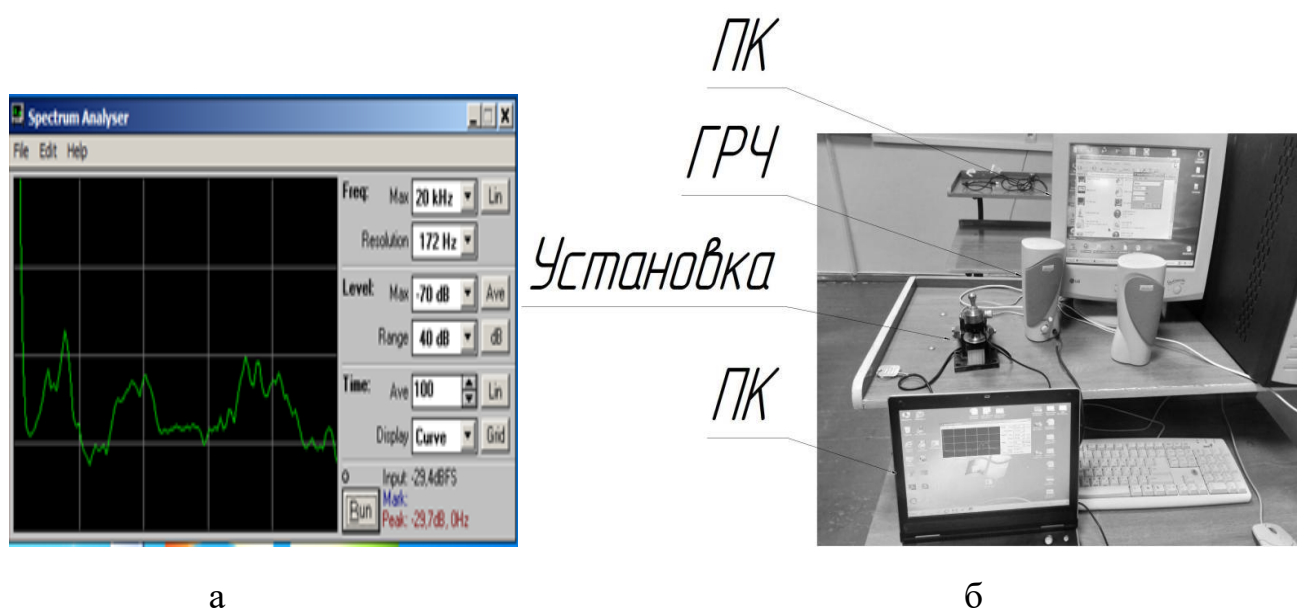


Рис.3 – Спектр частот зразка (а) установка у дії та (б)

Данні які були зняті з установки переносяться у таблицю MicrosoftExcel, та після чого створили таблицю прецедентів для обробки даних в NeuroPro.

	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ
1	21705,5	21748,5	21791,6	21834,7	21877,7	21920,8	21963,9	22006,9	22050	A	B	C	D	E	F
2	-99,4	-99,28	-99,7	-100,62	-100,14	-100,88	-100,77	-100,58	-107,03	48,33	30,35	16,27	7,70	1,73	8,97
3	-100,91	-101,07	-100,32	-100,45	-99,78	-100,25	-101,15	-101,48	-108,25	46,95	30,78	15,63	8,08	2,51	10,04
4	-100,14	-100,08	-100,39	-100,79	-101,36	-100,74	-100,67	-100,86	-107,75	47,90	28,90	14,80	7,91	1,90	9,41
5	-99,97	-100,25	-100,29	-100,25	-100,87	-101,22	-100,49	-100,27	-107,55	47,91	27,48	14,69	7,66	1,96	8,50
6	-100,81	-101,11	-100,44	-100,73	-100,95	-100,32	-100,36	-100,08	-106,68	46,92	30,37	15,44	7,70	2,08	9,55
7	-100,52	-99,9	-99,94	-99,65	-99,88	-100,68	-100,95	-100,58	-107,77	46,90	29,21	14,75	7,94	2,39	10,01
8	-101,65	-100,48	-100,09	-100,29	-99,59	-99,76	-100,12	-100,72	-107,55	47,84	31,66	16,24	8,44	1,73	9,45
9	-100,69	-100,6	-100,35	-101,27	-100,74	-100,69	-100,4	-100,22	-106,82	46,95	30,59	15,81	7,94	2,39	10,01
10	-100,02	-100,55	-101,35	-100,6	-100,25	-100,27	-100,01	-100,44	-107,88	48,63	29,59	13,70	8,13	2,17	9,97
11	-99,79	-99,89	-99,91	-99,98	-100,76	-100,41	-99,93	-99,73	-107,8	47,89	29,41	14,73	7,83	1,90	9,81
12	-99,72	-100,03	-100,1	-99,78	-99,37	-100,55	-100,69	-100,51	-107,04	48,34	31,57	15,43	7,68	2,81	11,17
13	-100,9	-100,61	-100,57	-100,72	-99,85	-99,95	-99,62	-100,45	-107,63	48,00	28,89	16,09	7,94	2,30	8,91
14	-99,59	-100,3	-100,18	-100,73	-100,66	-101,15	-99,92	-99,65	-106,95	46,79	30,72	16,06	8,11	2,48	10,06
15	-98,8	-100,53	-101,52	-101,2	-100,69	-100,4	-100,25	-100,72	-107,7	48,52	28,26	14,47	7,95	2,03	9,53
16	-100,63	-100,53	-101,05	-100,61	-100,7	-100,61	-99,52	-99,95	-107,85	47,02	29,50	15,65	18,05	2,51	9,75
17	-97,81	-95,43	-95,88	-98,75	-100,19	-100,54	-100,72	-100,46	-107,19	48,40	32,07	16,43	8,00	1,82	10,11
18	-100,11	-100,76	-100,74	-100,83	-100,24	-100,21	-100,43	-99,65	-106,29	47,51	29,30	15,55	7,89	1,97	9,12
19	-101,26	-100,62	-99,72	-100,17	-101,28	-100,57	-100,14	-101,45	-108,48	48,69	27,72	17,15	8,15	2,20	8,50
20	-100,13	-100,66	-101,31	-100,59	-99,54	-100,28	-100,64	-100,07	-107,18	48,31	28,84	15,93	8,10	2,06	9,22
21	-99,45	-99,95	-100,96	-100,61	-99,5	-99,3	-100,69	-100,76	-108,31	47,81	31,01	16,45	7,60	1,61	9,49
22	-100,28	-100,24	-100,6	-100,6	-101,01	-101,18	-100,21	-99,76	-106,75	46,71	32,80	15,51	8,00	3,05	11,60
23	-100,15	-99,81	-99,92	-100,53	-100,94	-100,84	-100,99	-100,61	-107,37	47,85	29,78	15,70	7,96	1,91	8,95
24	-99,73	-99,88	-99,99	-100,05	-99,89	-101,01	-100,8	-100,69	-106,96	47,38	31,20	15,60	8,02	1,69	9,22
25	-100,55	-99,69	-100,52	-101,31	-100,59	-100,7	-100,17	-100,2	-107,33	47,84	32,33	17,83	8,00	1,81	8,82
26	-99,99	-99,79	-100,06	-99,8	-99,25	-100,66	-100,82	-99,93	-106,6	47,74	30,40	17,35	8,21	1,59	9,43

Рис.4 – Таблиця прецедентів

В програмному продукті NeuroPro навчається нейро мережа на основі таблиці прецедентів. На основі новченої нейрон мережі беремо тестову виборку та порівнюємо з обробленими даними в NeuroPro и тим самим виявляється брак у партії рис 5.

№	A	Прогноз сети	Ошибка	B	Прогноз сети	Ошибка	C	Прогноз сети	Ошибка
33	48,4	48,44065	-0,04065476	29,9	30,23416	-0,3341556	15,5	14,71071	0,7892933
34	48	47,79962	0,2003784	27,4	28,02312	-0,6231209	13,4	14,00104	-0,6010405
35	48	47,5041	0,4958954	30,8	31,06613	-0,2661297	16,8	16,07674	0,7232617
36	46,6	46,11515	0,4848457	30,4	29,80076	0,5992378	10,1	10,78918	-0,6891836
37	47,9	48,43053	-0,5305306	30	29,36971	0,6302948	11	11,87178	-0,8717775
38	48,2	47,55003	0,649974	31,4	32,0303	-0,6302963	15,6	16,22936	-0,6293567
39	46,96	47,60071	-0,6407118	30,88	30,7799	0,1001042	15,72	15,36464	0,3553636
40	48,32	48,665	-0,3449971	29,99	30,35273	-0,3627317	14,25	14,53494	-0,2849436
41	47,97	48,49156	-0,521558	31,76	32,28649	-0,5264876	17	16,98048	0,01951981
42	48,61	48,91718	-0,3071791	30,4	30,88914	-0,489143	14,6	15,44905	-0,849048
43	48,92	48,25619	0,6638126	30,17	29,51523	0,6547717	15,96	15,20192	0,7780786
44	48,3	47,66975	0,6302536	31,12	31,63974	-0,5197381	16,58	15,7285	0,8514968
		Правильно:	44 (100%)		Правильно:	44 (100%)		Правильно:	44 (100%)
		Неправильно:	0 (0%)		Неправильно:	0 (0%)		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	44		Всего:	44		Всего:	44
		Ср.ошибка:	0,4025835		Ср.ошибка:	0,4577485		Ср.ошибка:	0,5733256

Рис.5 Тестування
Висновки

Результатами експериментальних досліджень доведено можливість безконтактного контролю виробів за кількома кількісними ознаками одночасно; Кількість контрольованих ознак не обмежена; Для одночасного контролю безлічі розмірів виробів досить мати нейрон мережеву модель, узгоджену з вимогою максимальної точності розмірів; НМ може мати надлишкову ємність, що дозволяє мати одночасно різні види виробів і їх контролю; Створена НМ дозволяє в режимі реального часу прогнозувати значення декількох кількісних ознак незалежно від їх природи; Скорочення нейро-подібних елементів моделі дозволяє підвищити її швидкодню, але знизити точність прогнозу; Практичне застосування НМ може бути реалізовано на основі мікропроцесорної техніки і може представляти промисловий зразок системи безконтактного контролю декількох розмірів одночасно.

Література

1. Шахмаев Н.М. Фізика. М.: Вища. шк., 1977. Ч. 2: Коливання і хвилі. Оптика. Будова атома.
2. Альтшулер С.А., Козирев Б.М. Електронний парамагнітний резонанс. М.: Наука, 1972.
3. Елементарний підручник фізики / Под ред. Г.С. Ландсберга. М.: Наука, 1971. Т. 2: Електрика і магнетизм.
4. Вертхейм Г. ефект мессбауера. М.: Мир, 1966.

Mauton Gbededo, Peter Farayibi, Tihamiyu Mohammed (*Department of Mechatronics Engineering, Bells University of Technology, Ota, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Akure, Nigeria*)

EVALUATION OF VALUE STREAM MAPPING APPLICATION IN PASTA MANUFACTURING: A CASE STUDY OF GOLDEN PASTA COMPANY, LAGOS

Over the years manufacturing industries faced persistent increase in global competition to the extent that most industries find it difficult to make profits. This unfavorable trend in global competition coupled with high costs of production were responsible for the new trend in business. In order to survive in today's fiercely competitive market, and remain profitable while producing at a lower cost, many manufacturing outfits started thinking on the best way to eliminate wastes through the lean methodology. This work evaluated the application of lean approach of wastes elimination through the application of Value Stream Mapping (VSM) techniques. The manufacturing operations of Fava Long Goods 3 (FLG3) production line of Golden Pasta Company (GPC) was carefully understudied. Data collected from the company's Enterprise Resource Planning system (ERP) and shop floor including feedback from the customers were analysed and evaluated. The results of the evaluation of these data were used to derive the Value Stream Mapping parameters for the developing the current state map and exposure of pasta manufacturing activities that accumulated to wastes generation. A Kaizen Blitz, a lean improvement workshop was held at the workplace where improvement suggestions were made towards the elimination of the wastes. The improvement suggestions were approved and implemented using a series of Value Stream Mapping techniques such as 5S, Kanban pull system, Supermarket pull system, Single Minute Exchange of Die (SMED), Kaizen idea sheet, Lean implementation tracking sheet and root-cause analysis to remove all the identified wastes. The results of the lean implementation showed that Production Lead Time (PLT) was massively reduced from 34.4 hours to 5.04 hours with a 85.3% waste reduction. A practical approach of implementing the value stream mapping, using Microsoft Visio 2016 software was suggested. An actual cost savings of N158, 515,200 was realised after third quarter (nine months) of lean implementation between September 2016 and June 2017. This was revealed in the Financial Statements of Accounts approved by the General Manager/Director of the Golden Pasta Company. This work evaluated the implementation of value stream mapping techniques, a lean manufacturing principle for the elimination of wastes along pasta manufacturing company in Nigeria as revealed in this case study. The Current State manufacturing processes for a single Production Line FLG3 was thoroughly understudied, data from Golden Pasta

Company, Enterprise Resource Planning (ERP) system and shop floor were collated and analysed and the Current State Value Stream Map was developed using Microsoft Visio, 2016 software. The Value-Added and Non-Value Added activities, which were the actual wastes of manufacturing, were clearly spotted along the Supplier Loop, Processing loop, Packaging loop and Customer loop of the Current State Map. A Kaizen Blitz method, which constituted, series of brainstorming sessions were carried out on the four loops. At the end of the Kaizen Blitz events, recommended Improvement suggestions were implemented to eliminate the Non-Value Added activities which accumulated to wastes. The proposed Future State Map was equally drawn implemented and evaluated to determine the performance of the Value Stream Mapping techniques in Pasta manufacturing. A set of objectives and targets were established along the four loops using the Future State Map. The results of performance evaluation against targets revealed that Value Stream Mapping techniques successfully reduced Production Lead Time (PLT) of Fava Long Goods 3 Spaghetti Production Line from 34.4 hours (1.43 days) to just 5.04 hours with a 85.3% in waste reduction. The cost savings of N158, 515,200 was realized after 9 months of lean implementation as revealed in the financial statements of accounts for FLG3 production line, which was sighted in the conversion cost report of June 4th, 2017 released from the Accounts Department.

Meisam Mahdavi¹, Amir Bagheri (*Department of Electrical Engineering, Sao Paulo State University, Ilha Solteira, Brazil*)

BPSO APPLIED TO TNEP CONSIDERING ADEQUACY CRITERION

Different methods have been proposed to solve the static transmission network expansion planning (STNEP) problem up to now. But in all of these studies, loading of transmission lines has not been studied using binary particle swarm optimization (BPSO) algorithm. BPSO is a good optimization method to solve nonlinear large-scale problems with discrete variables like STNEP. Thus, in this paper, STNEP problem is being studied considering network adequacy criterion using BPSO. The goal of this paper is obtaining a configuration for network expansion with lowest expansion cost and a specific adequacy. The proposed idea has been tested on the Garvers network. The results show that the network will possess maximum efficiency economically.

By including the network adequacy criterion in the fitness function of STNEP problem, an optimized arrangement is acquired for the network expansion using binary particle swarm optimization algorithm that is proportional to a specified adequacy rate. This arrangement possesses a proper adequacy for feeding the load with a respectively lower cost. The obtained conclusions from adequacy-cost curve show that a more robust network with respect to lines overloading has not been obtained for more expansion cost (indeed, adding more new lines to the network). Finally, using the expansion cost index on the adequacy, an optimized plan is acquired with respectively lower expansion cost, according to a specified adequacy.

Mtaita Charles Mtoni (*Department of Built Environment Engineering, Mbeya University of Science and Technology, Mbeya, Tanzania*)

MODELING ASSESSMENT ON TECHNOLOGICAL CHALLENGES FACING SMALL-SCALE GOLD MINERS IN TANZANIA AND HOW ENGINEERING COULD SOLVE THEM

This paper aims on assessing the effects associated to the challenges facing small-scale miners in Tanzania. Small scale mining in Tanzania is characterized by low productivity which is mainly a result of application of rudimentary and inappropriate technology which in turn impact on capacities to generate income. The choice of technology among small scale miners is largely influenced by the lack of capital. In order to get gold, small scale miners typically have to excavate the earth and extract gold rich ores, pull the ores from the pits, carry them to the crushing machine, crush them, sieve the sand and lastly extract gold from the sand by using mercury. Each of the stages mentioned above involve a ton of technological challenges which, if solved could improve productivity and subsequently the lives of small scale miners in the country. However, this study focuses on the costs of that economic growth in gold production over small-scale miners. It is estimated that in the early 1990s, Small-Scale Mining in gold accommodated around 400,000 people in Tanzania. Due to a lack of hard data, this study was based on mostly qualitative fieldwork in Chunya district, Mbeya region, Tanzania. The research investigates how technological challenges can affect small-scale gold miner's livelihood, focusing on those who depend, or have depended only on small-scale mining activities.

The formulated analysis has shown a strong relationship between the challenges facing small scale gold miners and effects occurring in small-scale mining activities such as hazards, low production, low per capital income and poor National economy. Also risk that human health is encountered.

Under present technological conditions productivity, gold recovery and yields continue to be low and income remains at subsistence level. This hinders re-capitalization and advancement of mining operations and keeps small-scale miners in a vicious cycle of poverty. A major problem restraining access to technology by small-scale miners is lack of finance and appropriate information about where and how to procure equipment. In addition, there are few companies specialized in small scale mining equipment. There is a need to improve technological capacities. As it can be observed, processes involved in gold mining are modular and highly non-mechanized. Efforts should be made, especially in the miniaturization of large scale mining equipment into small and affordable to the

majority of small scale miners. Efforts should be made to introduce small and affordable machines that can combine two or more processes thus increase efficiency. Surveys and mapping areas as well as zones with gold should be provided to small scale miners which will reduce their wild-hunting for gold, which is uneconomical. Essentially, there is a need to create technologies that are more productive, flexible, affordable, reliable, acceptable, and simpler and cheaper that can foster the development of local competitive small to medium-scale enterprises. Access to technology can also be facilitated by the establishment of communal centers, where centralized equipment and services could be provided to small-scale miners at discounted prices or through payment in kind. All small scale mining activities should be registered and given sticker under supervision of professional mining engineer or recognized mining engineer as per ministry of energy and mineral resource requirement or mining engineers' registration body which currently does not exist yet. No small scale miner should be allowed to conduct mining activities without having stamp or certificate of professional mining engineer or recognized mining engineer.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРИБЛИЗНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ПОЛЕТА ЯДРА З УРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ СПОРТСМЕНІВ І ДОДАТКОВИХ ФАКТОРІВ

В физической культуре и спорте нейронные сети используются для анализа и прогнозирования показателей физической подготовленности спортсменов, а также результатов спортивных соревнований. Эффективность использования нейронных сетей объясняется возможностью моделирования физиологических процессов в организме человека, носящих нелинейный характер, а также способностью нейронных сетей к самообучению [1-2].

Согласно [3], дальность полета ядра L зависит от трех основных величин: начальной скорости V_0 , с которой ядро выталкивается; угла к горизонту θ_0 , под которым ядро выталкивается; высоты над землей H_0 , на которой ядро покидает руку. Для проведения расчетов по формулам из [3] была создана информационная система – приложение [4-5], позволяющее провести моделирование толкания ядра с места и определить оптимальное сочетание показателей для определенного ядра. Однако очевидно, что описание спортивной техники исключительно уравнениями механики может не учитывать ряд факторов, которые, являясь малозначимыми для абсолютных значений результатов, могут оказать серьезное влияние на относительные показатели.

Целью работы является поиск примеров, показывающих возможности применения нейросетевого моделирования для приблизительного нахождения показателей спортсмена-метателя ядра.

В [6] приводятся данные о характеристиках ряда спортсменов (возраст, рост, масса тела, используемый метод метания), а также их спортивные результаты (начальная скорость полета ядра, угол метания, высота отрыва от руки и расстояние полета).

Name	Distance [m]	v_0 [m/s]	α_0 [°]	H_0 [m]
Cantwell	22.03	14.0	37.8	2.29
Majewski	21.91	13.8	39.3	2.43
Bartels	21.37	14.0	33.6	2.12
Hoffa	21.28	14.0	34.4	2.06
Nelson	21.11	14.1	32.9	2.05
Lyzhin	20.98	13.6	39.2	2.22
Mikhnevich	20.74	13.4	37.7	2.43
Vodovnik	20.50	13.7	33.1	2.25

Рисунок 1 – Данные об атлетах

С математической точки зрения здесь можно сформулировать две задачи прогнозирования:

- по имеющимся данным о возрасте, росте, массе тела атлета, а также характеристиках полета ядра определить дальность этого полета;
- по имеющимся данным о возрасте, росте, массе тела атлета, а также дальности полета ядра определить оптимальное сочетание характеристиках полета – начальной скорости, угле и высоте отрыва.

Поставленные задачи решены методами искусственных нейронных сетей в [7-8], однако там не было учтено, что, во-первых, помимо перечисленных факторов, имеются также «Length of glide [m] – длина скачка» и «Foot distance in power position [m] – дистанция ног в позиции отталкивания», а во-вторых, у мужчин и женщин отличаются не только

показатели, но и перечень факторов (рис. 2). Кроме того, при использовании другой техники метания («Rotational – поворот»), вместо «Length of glide [m]» появляется «Length in flight phase [m] – расстояние проходящее спортсменом в фазе полета (безопорная)», а вместо «Foot distance in power position [m]» – «Length of spatial relocation in power position [m] – длина разворота ног в фазе отталкивания»

Name	Distance	Length of glide	Foot Distance in power position
	[m]	[m]	[m]
Vili	20.44	0.89	1.19
Kleinert	20.20	1.00	1.03
Gong	19.89	0.85	1.23
Mikhnevich	19.66	0.88	1.08
Avdeeva	19.66	0.99	0.91
Carter	18.96	0.99	1.14
Li	18.76	0.84	1.25
Gonzalez	18.74	1.02	1.08

Рисунок 2 – Данные об атлетах женского пола

Выделим пять задач, каждая из которых по имеющимся данным о возрасте, росте, массе тела атлета и другим характеристиках должна определить дальность полета ядра, однако перечень характеристик в каждом случае будет разным.

1. Рассматриваются все мужчины с характеристиками «Скорость-угол-высота» и без деления на используемую технику метания (фактически модель из [000]).

2. Рассматриваются все мужчины с характеристиками «Скорость-угол-высота» и без деления на используемую технику метания, но с добавлением новых параметров пройденного ядром расстояния разгона спортсменом.

3. Рассматриваются все женщины без деления на используемую технику метания с характеристиками пройденного ядром расстояния.

4. Рассматриваются мужчины с техникой метания «Glide» с характеристиками «Скорость-угол-высота» и параметрами пройденного ядром расстояния.

5. Рассматриваются мужчины и женщины с техникой метания «Glide» с характеристиками пройденного ядром расстояния.

Для каждой задачи подготовим данные по примеру рис. 3.

Таблица 1 – Поставленные задачи

№	Пол	Техника	Скорость-угол-высота	Length of glide	Foot distance in power position	Length in flight phase	Length of spatial relocation in power position
1	Муж.	Любая	+	–	–	–	–
2	Муж.	Любая	+	+	+	+	+
3	Жен.	Любая	–	+	+	–	–
4	Муж.	Glide	+	+	+	–	–
5	Все	Glide	–	+	+	–	–

Name	Technique	Sex	Age [years]	Height [m]	Weight [kg]	Length of glide [m]	Foot distance in power position [m]	Distance [m]
Majewski	Glide	m	27	2,04	132	0,91	1,28	21,91
Bartels	Glide	m	31	1,87	135	0,87	1,29	21,37
Mikhnevich	Glide	m	33	2,02	127	0,92	1,17	20,74
Vili	Glide	w	24	1,96	120	0,89	1,19	20,44
Kleinert	Glide	w	33	1,9	90	1	1,03	20,2
Gong	Glide	w	20	1,8	85	0,85	1,23	19,89
Mikhnevich	Glide	w	27	1,8	85	0,88	1,08	19,66
Carter	Glide	w	23	1,75	95	0,99	1,14	18,96
Meiju	Glide	w	29	1,74	80	0,84	1,25	18,76
Gonzalez	Glide	w	31	1,79	75	1,02	1,08	18,74

Рисунок 3 – Подготовленные данные (пример пятой задачи)

В качестве модели нейронной сети во всех случаях выберем двухслойный персептрон. Оценка предпочтительного числа нейронов в скрытом слое проведем, используя известное неравенство [9-11], и величину скрытого слоя примем равным 3 нейронам для всех задач. Тип активационной функции – сигмоида. Обучение сети проводится методом обратного распространения ошибок. Расчет был проведен в среде Deductor Studio [12]. Результаты представлены на рис. 4-8.

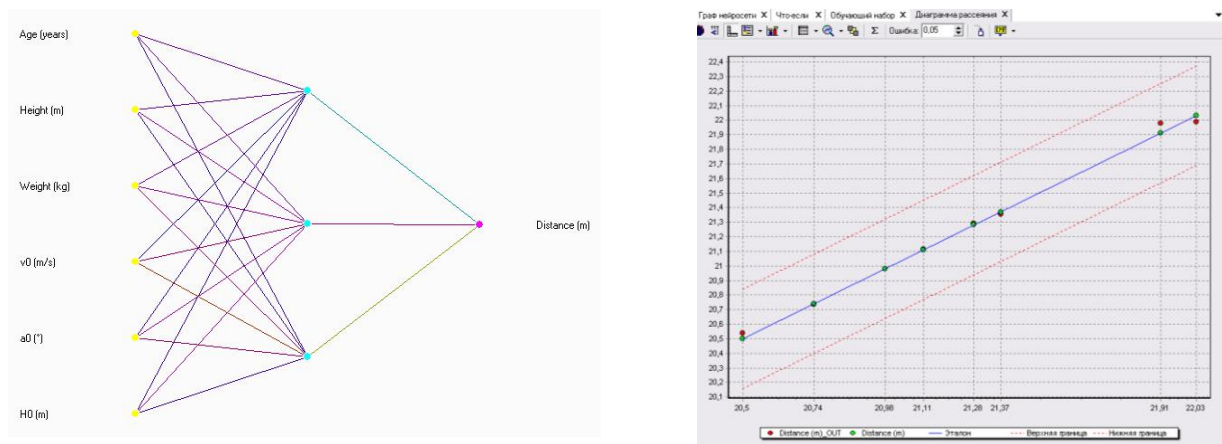


Рисунок 4 – Граф и диаграмма рассеяния нейронной сети MLP-6-3-1 (задача 1)

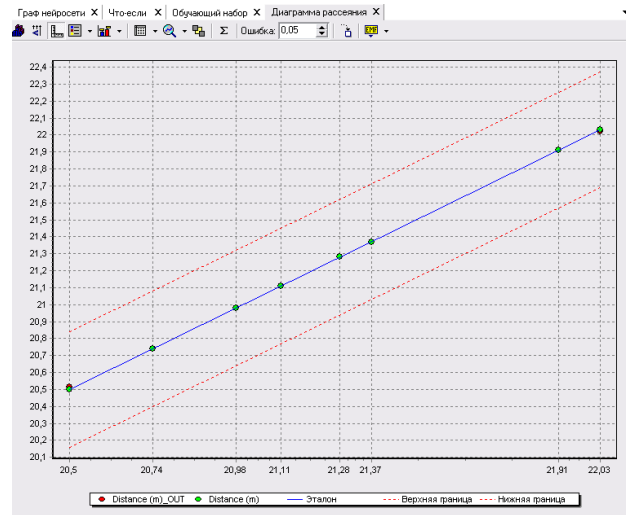
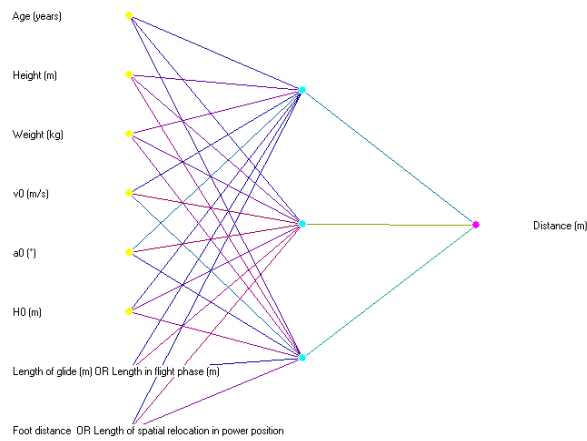


Рисунок 5 – Граф и диаграмма рассеяния нейронной сети MLP-8-3-1 (задача 2)

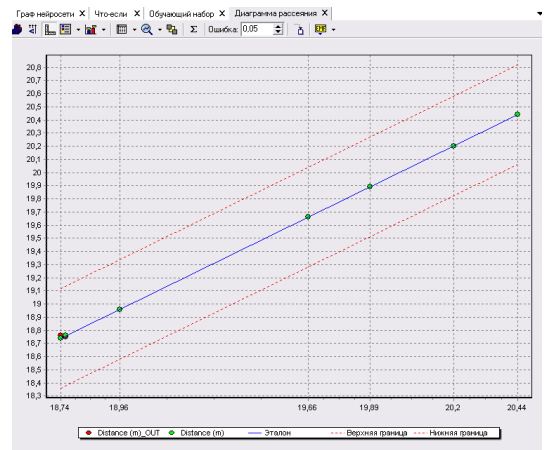
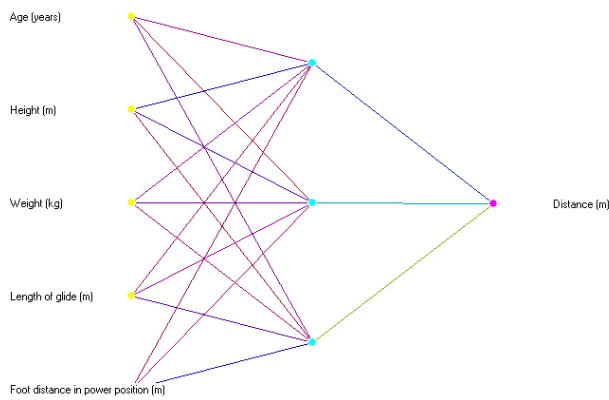


Рисунок 6 – Граф и диаграмма рассеяния нейронной сети MLP-5-3-1 (задача 3)

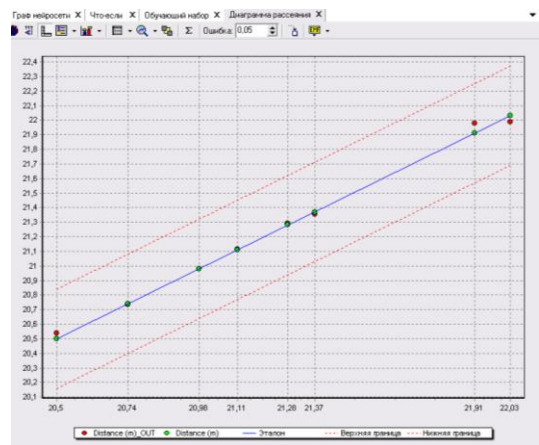
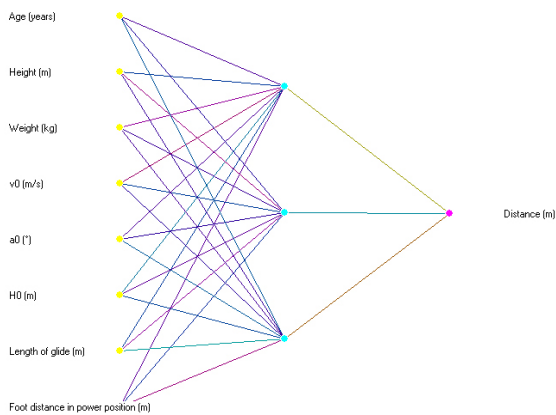


Рисунок 7 – Граф и диаграмма рассеяния нейронной сети MLP-8-3-1-Glide (задача 4)

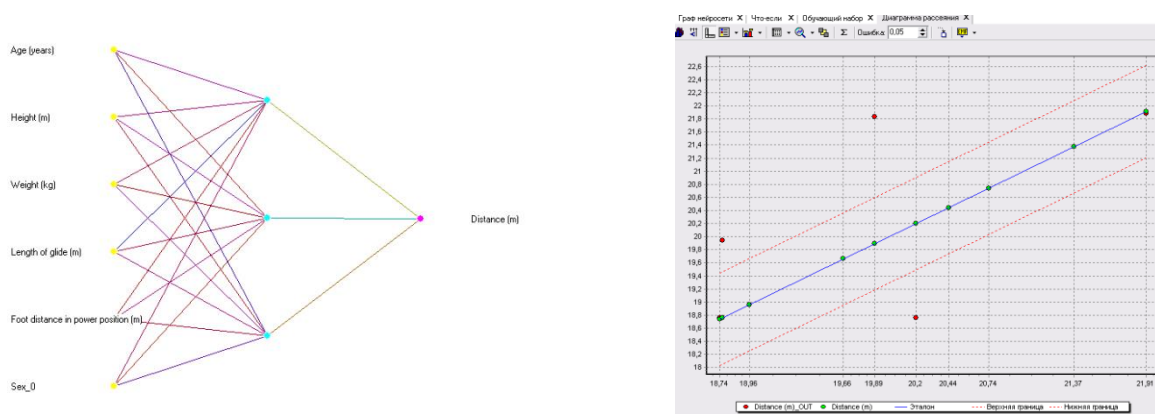


Рисунок 8 – Граф и диаграмма рассеяния нейронной сети MLP-6-3-1-Glide (задача 5)

Средние точности (средние ошибки – отклонения) всех расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 2 – Точность каждого расчета

Задача	Пол	Техника	Средняя точность [м]	Средняя точность [%]
1	Муж.	Любая	0,004632	0,0216%
2	Муж.	Любая	0,003464	0,0163%
3	Жен.	Любая	0,003627	0,0192%
4	Муж.	Glide	0,375513	1,7144%
5	Все	Glide	0,682436	3,3280%

Можно сделать вывод, что модели, учитывающие все характеристики толкания ядра (№2 и №3), показывают немного более высокую точность расчетов, чем модель, основанная только на характеристиках «Скорость-угол-высота» (№1). В то же время закономерности, определяющие дальность броска у мужчин и женщин, различны, что доказывает модель №5. Значительная величина ошибки в модели №4 объясняется малым числом примеров для обучения сети.

ВЫВОДЫ

Использование аппарата искусственных нейронных сетей при расчете показателей спортсмена-метателя ядра может позволить по имеющимся данным о возрасте, росте, массе тела атлета, а также характеристикам полета ядра определить дальность этого полета. Проведенный сравнительный анализ нескольких моделей позволил сформулировать определенные выводы относительно точности их расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касюк С.Т. Использование нейронных сетей для анализа и прогнозирования данных в физической культуре и спорте / С.Т. Касюк, Е.М Вахтомова. – Научно-теоретический журнал «Ученые записки». – 2013. – № 12 (106). – С.72-77
2. Крутиков А.К. Прогнозирование спортивных результатов в индивидуальных видах спорта с помощью обобщенно-регрессионной нейронной сети / А.К. Крутиков // Молодой ученый. – 2018. – №12. — С. 22-26. — URL: <https://moluch.ru/archive/198/48884/>
3. Тугевич В.Н. Теория спортивных метаний / В.Н. Тугевич. – Москва, 1956. – 310 с.
4. Кадацкий Н.А. Приблизительное нахождение показателей спортсмена-метателя при помощи математического моделирования толкания ядра и программного обеспечения собственной разработки / А.Ю. Мельников А.Ю., Н.А. Кадацкий // Молодежь в науке: Новые аргументы: Сборник научных работ VIII-го Международного молодежного конкурса (Россия, г. Липецк, 30 марта 2018 г.). Часть I / Отв. ред. А.В. Горбенко. – Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2018. – С.66-70.

5. Kadatsky N.A. *On the use of mathematical modeling for the approximate finding of indicators athlete core thrower* / O.Yu Melnykov., N.A.Kadatsky // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Universum View 6»*. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. – С.293-294.
6. Wilko Schaa. *Biomechanical Analysis of the Shot Put at the 2009 IAAF World Championships in Athletics* / Schaa Wilko. – *New Studies in Athletics*, № 3-4, 2010. – С.9-21. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/265661202>
7. Мельников А.Ю. *О возможностях применения нейросетевого моделирования для приблизительного нахождения показателей спортсмена-метателя ядра* / А.Ю. Мельников, Н.А. Кадацкий // *Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2018: збірник наукових праць всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2018»* / за заг. ред. С.В.Ковалевського – Краматорськ: ДДМА, 2018. – С. 75-79.
8. Мельников А.Ю. *Разработка информационной системы для приблизительного нахождения показателей спортсмена-метателя при помощи математического моделирования толкания ядра и применения нейросетевых технологий* / А.Ю. Мельников, Н.А. Кадацкий // *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: Збірник наукових праць*. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – №2 (46). – С.145-149.
9. Каллан Р. *Основные концепции нейронных сетей* / Р. Каллан. – М.: «Вильямс», 2001. – 288 с.
10. Хайкин, Саймон. *Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ.* – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
11. Ковалевский С.В. *Создание и применение нейронных сетей для решения прикладных задач: Учебно-методическое пособие для студентов специальности «Интеллектуальные системы принятия решений»* / С.В. Коалевский, В.Б. Гитис. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 75 с.
12. *BaseGroup Labs: официальный сайт*. – URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (23.11.2019)

КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Метою проектування інноваційного механоскладального комплексу являється створення багатономенклатурного гнучкого виробництва, здібного витримати конкуренцію на ринку машинобудівної продукції.

Для вибору моделі інноваційного механоскладального комплексу, обраний вузол представник редуктор кантувачів товстостілового стану. Методи отримання заготовок, механообробне обладнання підібрано виходячи з мінімальних потрібних габаритних розмірів деталей редуктора.

Були обрані деталі представники Колесо зубчате і Корпус. Обраний метод отримання заготовок для деталі Колесо зубчате – відливка, заготовка для деталі Корпус використовується – зварна. Для зняття внутрішніх навантажень в зварних швах використовується вібраційна обробка. В роботі проведений аналіз вібраційних установок електричних, пневматичних і гідравлічних.

Технологічна обробка деталей Колесо зубчате, виконується на токарно-карусельному обробному центрі VTS 1620M. Обробний центр VTS 1620M дозволяє провести обробку: чорнового і чистового точіння, використовуючи спеціальний шліфувальний інструмент шліфувати внутрішню поверхню колеса зубчатого, фрезерування шпонкового пазу і нарізання різьби. Обробний центр замінює одразу декілька верстатів, що значно скорочує допоміжний час обробки, а застосувавши сучасний інструмент стає можливо підвищити режими різання при обробці деталей, що значно скоротить технологічний час виготовлення.

Для обробки корпусної деталі обраний багатофункціональний фрезерний обробний центр DNM 6700. Обробний центр дозволяє провести фрезерування контуру деталі, свердління, зенкування, фрезерування пазу. Таким чином всі операції по обробці деталі Корпус виконуються на одному верстаті.

Використовується сучасний інструмент фірми ISCAR Компанія ISCAR є лідируючим виробником широкого асортименту високоточного твердосплавного інструменту, широкої лінійки змінних твердосплавних пластин, а також унікальних і інноваційних різальних інструментів для металообробки. Асортимент високоякісної продукції Iscar становить понад 80 000 найменувань

Для транспортування деталей обрані автоматичні візки. Автоматичні візки мають ряд переваг перед стаціонарними конвеєрами, рельсовим транспортом. Рельсовий транспорт займає простір для магістрального проїзду, потребує постійного огляду, заміну зношених рельсів, вагони теж потребують огляду і профілактичних робіт, слабою ланкою в них є колісні пари. Колісні пари швидко зношуються і потребують частої заміни. При зносі колісних пар і рейок часто вагони сходять з рейок, це може привести до травмування робочих і зупинці виробничого процесу поки не відремонтують вагонетку і рейки. Теж, стосується і конвеєрних ліній.

Для складування деталей після обробки застосовується робот штабелер. Робот штабелер дозволяє в автоматичному режимі складувати деталі. Робот штабелер має вантажопідйомність до 2 тон і підйомом вантажів до 9 метрів.

Складальна дільниця оснащена сучасними складальними стендами. Складальні стенди оснащені: гідравлічними пресами для установки підшипників, електричними гайковертами, місцевими підйомниками, пристосуваннями для орієнтації деталей.

Висновок: концепція інноваційного механоскладального комплексу складається з використання новітніх багатофункціональних обробних центрів, які забезпечують гнучкість виробництва при обробці багатономенклатурного ряду редукторів.

Oderhowho Nyorere, Hilary Uguru (*Agricultural and Bio-Environmental Engineering Technology Department, School of Engineering, Delta State Polytechnic, Ozoro, Nigeria*)

INSTRUMENTAL TEXTURE PROFILE ANALYSIS (TPA) OF CUCUMBER FRUIT AS INFLUENCED BY ITS PART AND MATURITY STAGE

Instrumental texture profile analysis (TPA) of Nandini cucumber fruit, was measured as a function of its parts (stalk, mid and blossom), and maturity stages. These textural parameters; hardness, springiness, adhesiveness, gumminess, stringiness, fracturability, and chewiness of the fruit were measured; over a course of four maturity stages, 6, 9, 12 and 15 Days after Peak Anthesis (DAPA). The texture profile analysis was done by using the Warner-Bratzler shear force (WBS) method, and the results showed that maturity stage and fruit part significantly ($P \leq 0.05$) influenced all the textural parameters evaluated. Over the course of maturation, all the parameters investigated were found to increase. During maturation, the stalk, mid and blossom hardness increased by 25, 26 and 32% respectively; springiness increased by 6.4, 7.7 and 6.2 % in the stalk, mid and blossom; gumminess increased by 57.7, 57.4 and 42.2% in the stalk, mid and blossom; chewiness increased by 60.5, 63.1 and 47% in the stalk, mid and blossom; fracturability increased from 89.13 to 118.29, 82.76 to 110.7 and 62.28 to 90.12 N in the stalk, mid and blossom; adhesiveness increased from 9.14 to 13.2, 8.49 to 12.27 and 7.15 to 9.83 Ns in the stalk, mid and blossom; lastly, stringiness increased from 20.05 to 21.61, 19.46 to 20.81 and 19.06 to 19.79 mm in the stalk, mid and blossom. The results showed significant correlation of all the parameters investigated with maturation and fruit part.

The results of the study showed that the fruit part and maturity stage significantly influenced all the textural qualities of the *Nandini* cucumber fruit. The results indicated that the fruit hardness, springiness, gumminess, stringiness, fracturability, adhesiveness and chewiness decreased from the stalk part of the fruit to the blossom part. All the parameters studied increased with increase in maturation for 6 DAPA to 15 DAPA; and strong correlation ($\geq \bar{r}$ 0.90) was established between the TPA parameters and maturity stage.

HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT PRACTICES IN THE BUILDING CONSTRUCTION INDUSTRY IN AKURE, NIGERIA

Health and safety of construction workers on building construction sites in Nigeria have become necessary as a result of the hazardous nature of the practice. It is noteworthy to mention that accidents of any kind are bound to happen on these sites resulting into injuries that are sometimes fatal to site workers. Nevertheless, an evaluation of the health and safety management practices put in place by building contractors in the construction industry in Nigeria is the main thrust of this study. This paper discusses the different sources of accidents on construction sites. It also investigates the current state and adherence to health and safety practice in Nigeria. 110 questionnaires were used to extract information from respondents within the Akure metropolis. The safety precautions put in place by contractors for their site workers was also probed. Issues such as the post-accident treatment of site workers were also investigated. Data collected were analysed using descriptive statistics. The study found that construction workers are left to protect themselves in the line of duty and are largely responsible for any occurrence of accidents. As a result, a lot needs to be done to ensure the health and safety of site workers. Recommendations were made on possible solutions yearning for strict actions to be taken against defaulters by the respective site inspectors. Accidents are unavoidable occurrences on construction site all over the world with a lot of research done on mitigating it from source.

The regular practice of safety known to building contractors within the study area is basically provision of personal protective equipment. This is seen from literature as not the only means of mitigating construction site accidents with education and provision of safety signs seeming another possible way out. This paper has carefully examined health and safety management practices in Akure. Professionals in the building industry also compete for and undertake building construction work. It can be observed that the small scale construction industries operate within the confines of their budget because they lack the resources to perform at a high level of health and safety performance. These constraints as regards budgets also tend to prevent such industries from doing a thorough accident reporting. Health and Safety issues are almost never factored in their bidding at the tendering stage thus, making it very difficult in earmarking funds to cater for the events of accidents. Employment of site workers which is predominately casual or daily pay basis provides the building contractor a safe haven when accidents occur. Without employment letters as well as decent contract document which can serve as a legal means of demanding for their rights, these workers are left to cater for themselves and left defenseless. There is also risk of job loss to site workers within the small scale companies when they try to complain or report accident cases. It can also be seen that few construction companies have a decent level of safety practices captured in their company policies. With the increasing number of small scale construction companies, a lot still needs to be done in mitigating accident causations as the life of construction site workers matter. An area of further study will be to investigate the enforcement of such safety policies whenever there is an unfortunate occurrence of accidents and also seek to build up affordable health and safety practices in small scale enterprises. To ensure the smooth running as well as timely delivery of building projects, all parties – clients, project managers, Architects, contractors, sub-contractors and artisans must see health and safety as a fundamental issue.

The issue of life and its importance must be a key element within the policies of the stakeholders within the industry. Building plans should not be approved without detailed health and safety documents indicating protective equipment provided by companies. Also construction sites where work is carried out must be sealed when there are no provision of safety equipment. At the University level, health and safety issues should be included in the curriculum for both undergraduate and postgraduate levels so that they know its importance at the early stages of their training.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ДЕЛАЙ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ ОДНОЧАСНО

Для неруйнівного контролю застосовуються методи, засновані на різних фізичних законах і явищах. наприклад:

- голографічний метод, який заснований на реєстрації відмінності голограм доброякісних і дефектних ділянок контрольованих об'єктів. Їх відмінність обумовлена збільшенням деформацій в дефектних зонах в порівнянні з доброякісними при механічному навантаженні виробів. Метод застосовується для неруйнівного контролю клейових конструкцій [25, 26] з'єднань обшивок з корпусами охолоджуваних лопаток, виробів з композиційних матеріалів [26] і т. П. Його переваги - безконтактність і виключення сканування, а недоліки - необхідність механічного навантаження виробів, висока вартість і складність апаратури;

- радіохвильові методи, які використовують взаємодію СВЧ радіовипромінювання з матеріалами контрольованих виробів [26]. Ці методи застосовуються для НК виробів з діелектричних і напівпровідникових матеріалів і дозволяють виявляти порушення суцільності, сторонні вклучення, структурні неоднорідності. Їх недоліки - неможливість виявлення дефектів під металевими шарами, значні розміри і маса апаратури, труднощі контролю в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва з великою номенклатурою виробів;

- теплові методи, засновані на спостереженні змін температурне рельєфу на поверхні контрольованого об'єкта, що викликаються дефект [26]. Способи індикації цього рельєфу різні. Найбільш зручні безконтактні прилади, що реєструють інфрачервоне випромінювання (радіометри, тепловізори). Зокрема, методи застосовують для контролю багат шарових конструкцій - зі зменшенням теплопровідності матеріалу зовнішнього шару виробу чутливість вимірювального пристрою збільшується. Недоліки теплових методів - вплив на ре-зультати контролю коефіцієнта відбиття інфрачервоного випромінювання, складність і висока вартість апаратури, яка використовується, труднощі її користування в умовах виробництва з широкою номенклатурою виробів;

- радіаційні методи, які широко застосовують для виявлення порожнеч, пористості, сторонніх вклучень, (наприклад - дефектів стільникових блоків, визначення орієнтації волокон в армованих пластиках і т.п.) [26,27]. При контролі використовують в основному довгохвильове рентгенівське випромінювання. Цікавими можливостями контролю композиційних полімерних матеріалів має рентгенівська обчислювальна Томографія [28], однак і вона мало ефективна для виявлення, наприклад, основних дефектів клейових з'єднань [28]. Для контролю виробів з легких матеріалів (пластики і т.п.), особливо при їх поєднанні з металами, при-мінють нейтронографії [27].

Однак, досить перспективним з точки зору наукового дослідження властивостей і можливостей стає розділ акустичних методів неруйнівного контролю та діагностики виробів машинобудування.

Акустичні методи засновані на взаємодії з контрольованим виробом пружних коливань і хвиль широкого діапазону частот [27]. Наприклад, для неруйнівного контролю багат шарових конструкцій ці методи використовуються найбільш широко. Основними з них є низькочастотне методи, ультразвуковий метод проходження і, в меншій степені, ревербераційний і акустико-топографічний, хоча можливості їх розкриті далеко не повністю. Очевидно, основна проблема полягає в методології і застосовується математичному апараті для обробки даних акустичних сигналів.

Серед методів акустичного контролю виділяють: активні - використовуючи випромінювання і прийом акустичних сигналів, і пасивні - засновані тільки на прийомі акустичних сигналів.

До активних методів акустичного контролю відносяться: метод проходження пружних хвиль (тіньовий); тимчасової тіньової метод; дзеркально-тіньовий метод; луна-метод; луна-дзеркальний метод; луна-наскрізний метод; ультразвуковий луна-метод; дельта-метод; ревербераційний метод; локальний метод вільних коливань; інтегральний метод вільних коливань; локальний резонансний метод; інтегральний резонансний метод;

Метод проходження пружних хвиль (тіньової) застосовують для НК клеївих вузлів [28] і виробів з композиційних матеріалів. Він дозволяє виявляти зони з під'єднанням, порожнечі, пористість, розшарування і інші подібні дефекти. Для контролю зазвичай використовують механізовані установки із записом результатів. Тимчасової його варіант, в якому ознакою дефекту служить зміна часу проходження акустичного імпульсу, використовують в основному для контролю будівельних матеріалів - вогнестійких цегли, бетону і т.п. [28]. Загальний недолік тіньового методу, який істотно обмежує область його застосування - необхідність двостороннього доступу до контролюваного виробу. Метод заснований на ослабленні проходять ультразвукових хвиль при наявності всередині деталі дефектів.

Вібраційно-діагностичний метод полягає в тому, що аналізуються параметри вібрації якої-небудь деталі або вузла, що знаходиться в робочому режимі за допомогою приймачів контактного типу.

Шумо-діагностичний метод передбачає вивчення спектру шумів працюючого виробу за допомогою мікрофонних приймачів. І по зраді-вам в спектрі шумів цілого виробу судять про якість складових його елементів. За частотному ознакою всі розглянуті методи можна раз-ділити на низькочастотні (до 20 КГц) і високочастотні або ультразвукові (понад 20 КГц).

Акустико-емісійний метод заснований на реєстрації пружних хвиль, що виникають в процесі перебудови внутрішньої структури твердих тіл. Акустична емісія з'являється при пластичної деформації, при розвитку дефектів, наприклад при утворенні тріщин, при фазових перетвореннях, пов'язаних зі зміною кристалічної решітки, при різанні металів. Фізичним механізмом акустичної емісії є рух в речовині дислокацій і їх скупчень. Нерівномірність, уривчастість дислокаційних процесів, пов'язаних з відривом дислокацій від точок закріплення, гальмуванням їх у перешкод, виникненням і знищенням окремих дислокацій, є причиною, яка зумовлює вивчення хвиль напруги. Тому акустична емісія має вибуховий характер, являє собою потік імпульсів; тривалість імпульсу може складати 10-8 10-4с, енергія окремого імпульсу від 10-9 до 10-5 Дж. Це відповідає коливанням поверхні зразка в межах 10-11-10-4 мм. Іноді ці сигнали досить сильні і можуть сприйматися на слух (наприклад -2 - «крик олова» при його деформації). Сигнали акустичної емісії, поширюючись до поверхні зразка, зазнають суцше недержавні зміни внаслідок дисперсії швидкості звуку, трансформації типів хвиль при відображенні, переломленні, загасання і т.д .. Якщо інтервал між окремими актами випромінювання менше часу загасання акустичної емісії має характер безперервного випромінювання, як правило нестационарного. Така акустична емісія називається безперервної або суцільною. Якщо час загасання сигналу і час перехідних процесів в зразку менше проміжку часу між випромінюваними імпульсами, акустична емісія сприймається у вигляді послідовності імпульсів і називається дискретною або імпульсною. Дискретна акустична емісія має місце при утворенні тріщин. Безперервна - процесі різання металу. Частотний спектр сигналів акустичної емісії широкий від чутних частот до десятків і сотень МГц. Сигнали акустичної емісії приймають на по-поверхні зразка за допомогою контактних датчиків або безконтактними оптичними віброметр. більшості методів до зразка прикладають механічне напруження. Сигнали акустичної емісії реєструються в процесі зростання або зменшення прикладеного до зразка зовнішнього механічного навантаження. При цьому концентрації напружень поблизу дефектів викликають локальне пластичне деформування і поява симптомів акустичної емісії. Обсяг області пластичної деформації залежить від розмірів дефекту та величини прикладеної напруги.

Основними параметрами сигналів акустичної емісії є:

- загальне число імпульсів дискретної акустичної емісії за досліджуємо проміжок часу;
- число перевищень сигналом акустичної емісії встановленого рівня за винятком проміжку часу;
- інтенсивність акустичної емісії або число перевищень сигналом акустичної емісії встановленого рівня за одиницю часу;

Методи акустичної емісії використовуються для раннього розпізнавання тріщин при випробуваннях матеріалів на міцність, для виявлення дефектів в стадії їх зародження, для локації дефектів і вивчення кінетики розвитку тріщин в зварних швах і ін.. При повторному напрузі емісія не виникає аж до досягнення максимальної напруги попереднього циклу.

Метод інтерференційних і поверхневих хвиль застосовується для шаруватих матеріалів і заснований на зв'язку амплітуд поверхневої ультразвукової хвилі, і пройшла з одного контрольованого шару в інший через контактну зону. Зниження міцності контакту в результаті втомного руйнування відзначається по зменшенню амплітуди прийнятої хвилі

5.2. Експериментальна частина

Для контролю деталей вузлу редуктору, болтових з'єднань редуктору, фізичних властивостей деталей пропонується використовувати акустичний метод з зняттям частотної характеристики і побудовою нейронної мережі..

Для експерименту використовуються набір болтів М8. Проводиться вимірювання лінійних розмірів болтів, данні заносяться до таблиці 5.1.

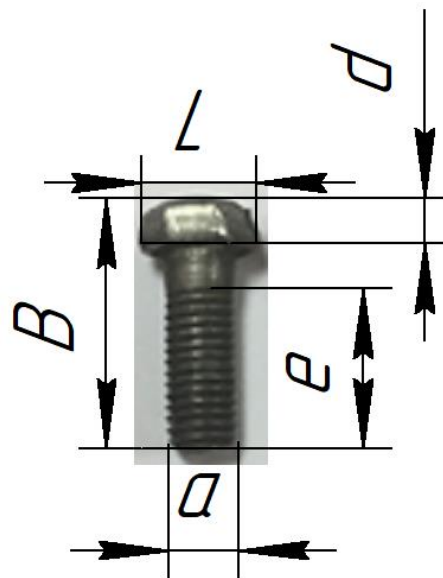


Рисунок 5.1. – Деталь представник.

Таблиця 5.1. – Лінійні розміри болтів М8 (мм).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	7,6	7,6	7,7	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8
B	25,3	26	25,3	25,6	26,2	27,2	25,4	27	26,2	25,6
L	12	12	11,9	12,1	12,1	11,7	12,1	12,2	12	12
d	5,5	5	5,4	5,1	5,5	5,2	5,2	5,2	5	5,4
e	18	17,5	18,2	16,4	17	16,2	17,6	18	17,6	15,7

Після вимірювання болтів М8 необхідно зняти частотні характеристики з кожного болта за допомогою спеціальної установки під'єднаної до комп'ютера.



Рисунок 5.2. – Експериментальні болти М8.



Рисунок 5.3 – Установка для зняття частотної характеристики

На рисунку 5.3. зображений пристрій для зняття акустичних частотних характеристик. В пристрій встановлюється болт М8, з обох боків болта знаходяться датчики, один датчик подає сигнал через болт, другий датчик фіксує отриманий сигнал болта. Отриманні данні передаються до комп'ютера. Частотні характеристики знімаються за допомогою програмного забезпечення Spectrum Analyser.

Сигнал на болти подається фіксований з однаковою частотою (частота сигналу – білий шум). Для генерації частоти використовується комп'ютер з програмним забезпеченням Audio SweepGen. Комп'ютер підключається до пристрою через буфер колонок (Рисунок 5.4.).

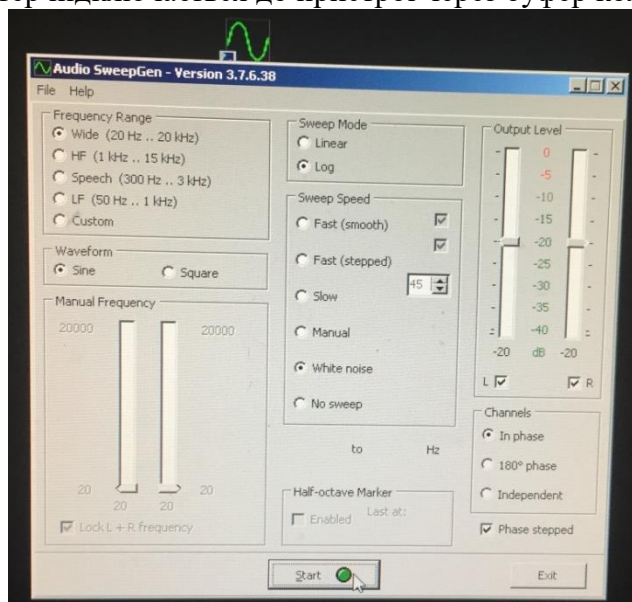


Рисунок 5.4. – Налаштування програми Audio SweepGen.



Рисунок 5.5 – Під'єднання датчику для подачі сигналу
Отримані дані вносяться до таблиць Excel. Після обробки даних, файл підготовлюється до роботи у програмі NeroPro. Транспонований файл зберігається у форматі DBF.

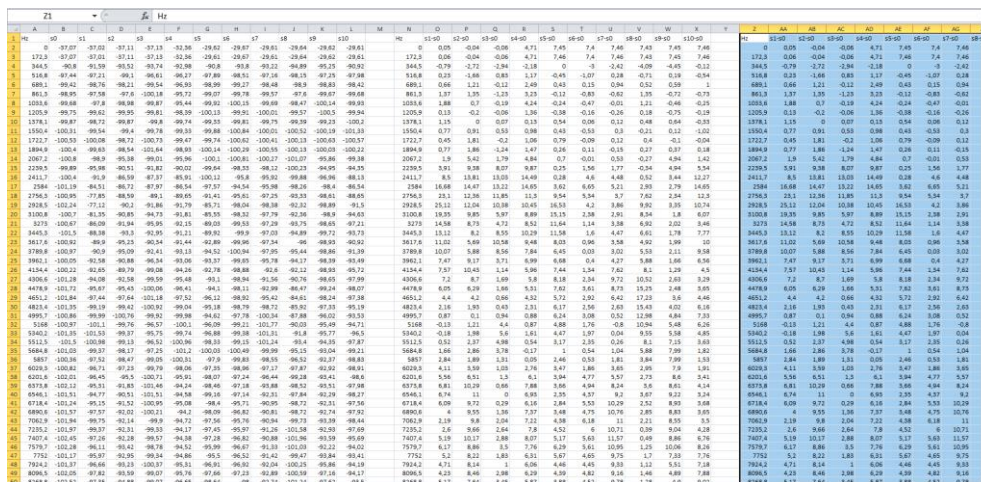


Рисунок 5.6. – Отриманні дані частотної характеристики болтів М8.

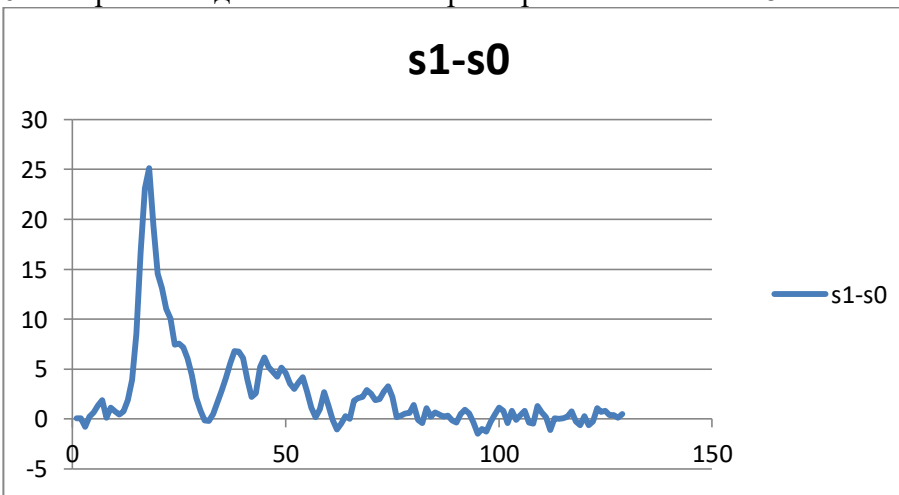


Рисунок 5.7. – Графік частотної характеристики болту S1.

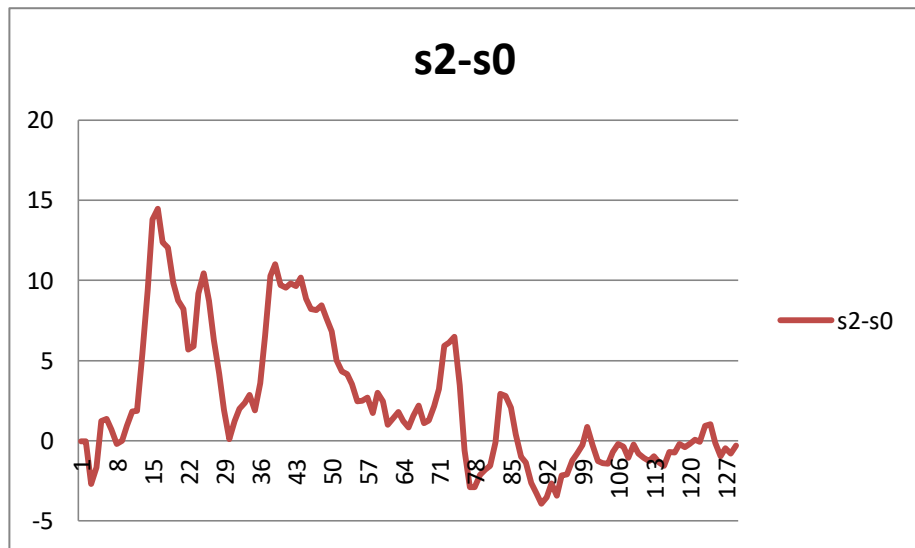


Рисунок 5.8. – Графік частотної характеристики болту S2.

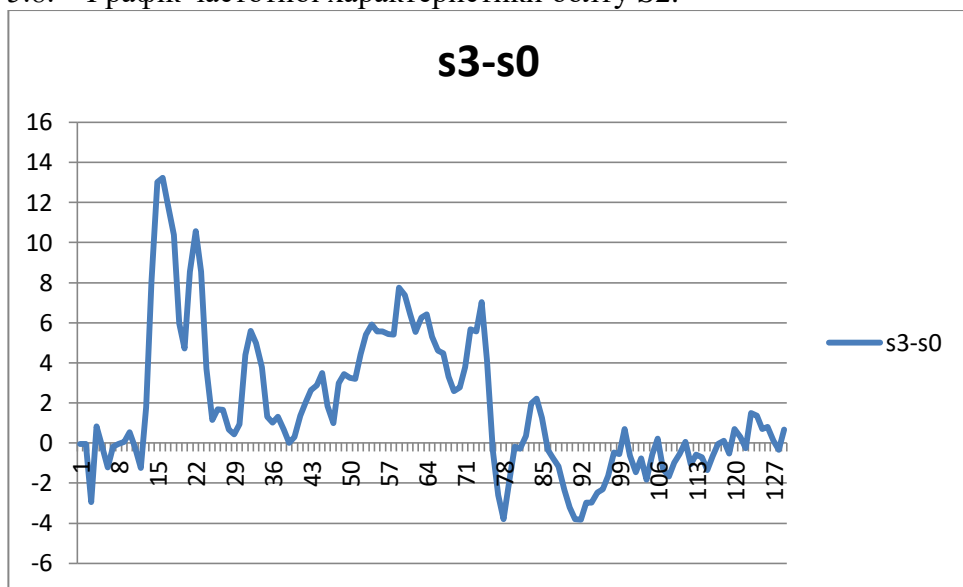


Рисунок 5.9. – Графік частотної характеристики болту S3.

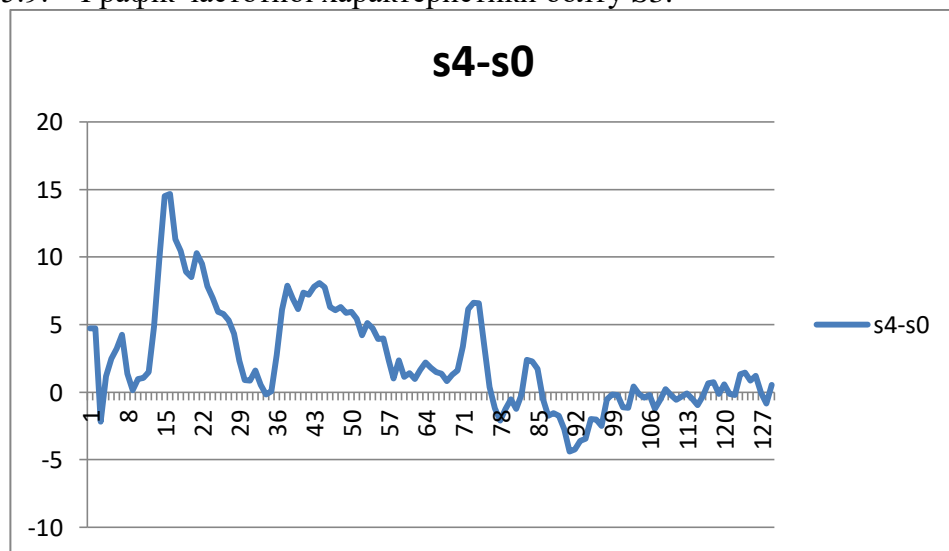


Рисунок 5.10. – Графік частотної характеристики болту S4.

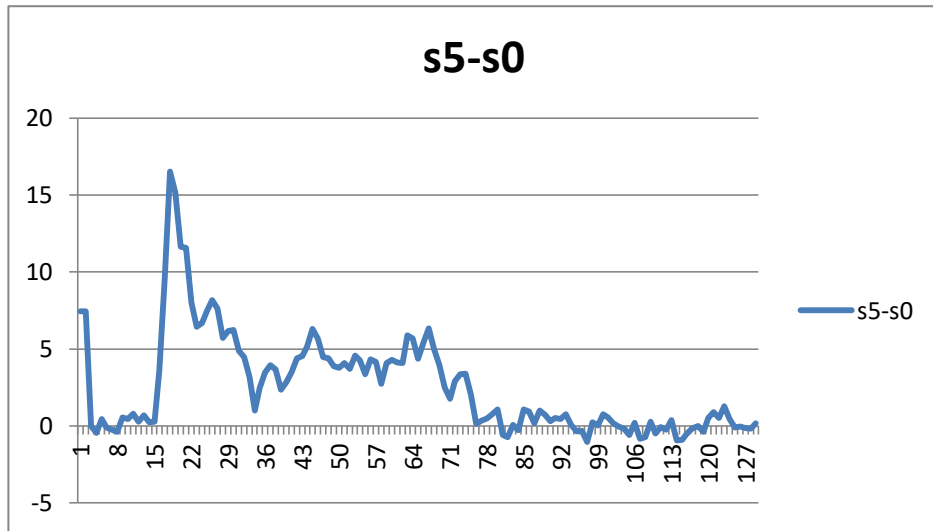


Рисунок 5.11. – Графік частотної характеристики болту S5.

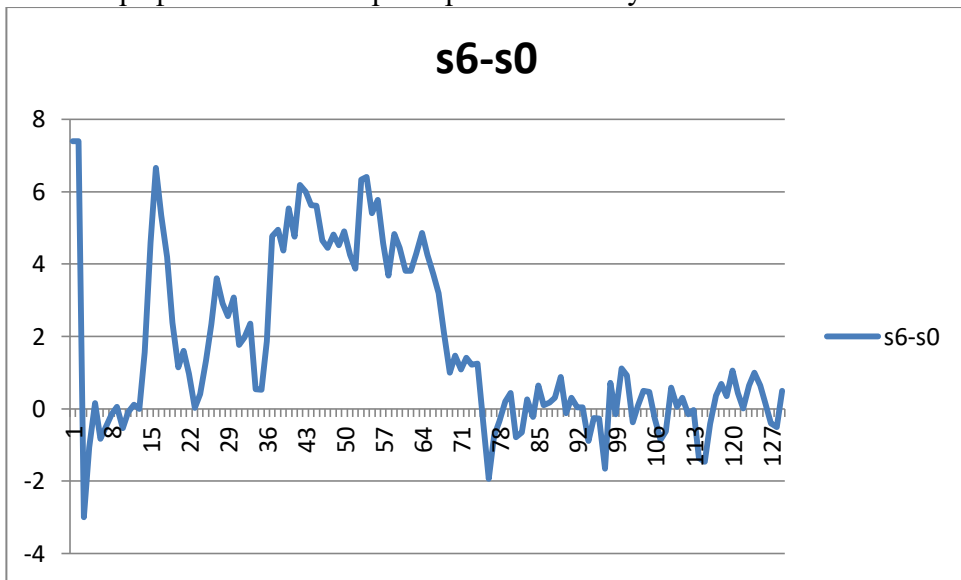


Рисунок 5.12. – Графік частотної характеристики болту S6.

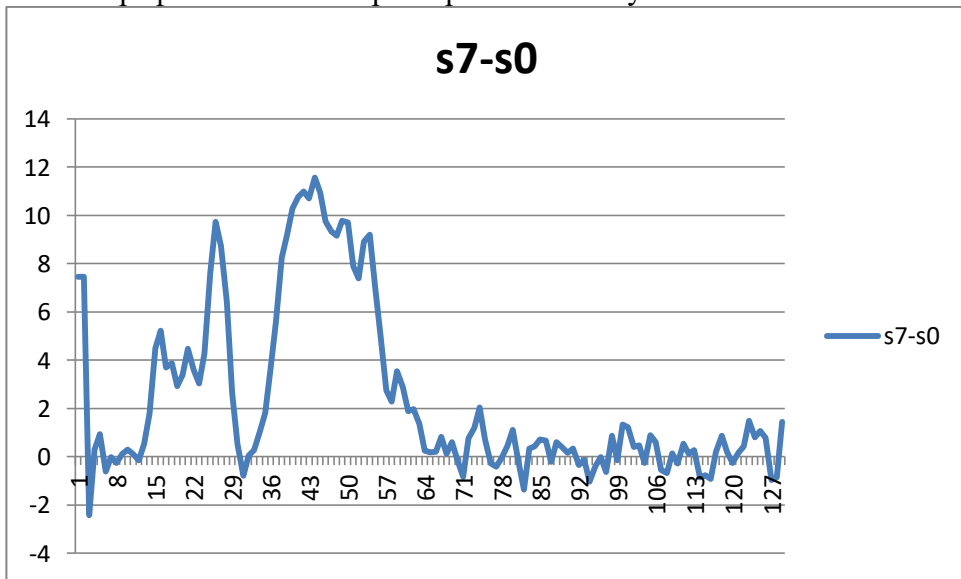


Рисунок 5.13. – Графік частотної характеристики болту S7.

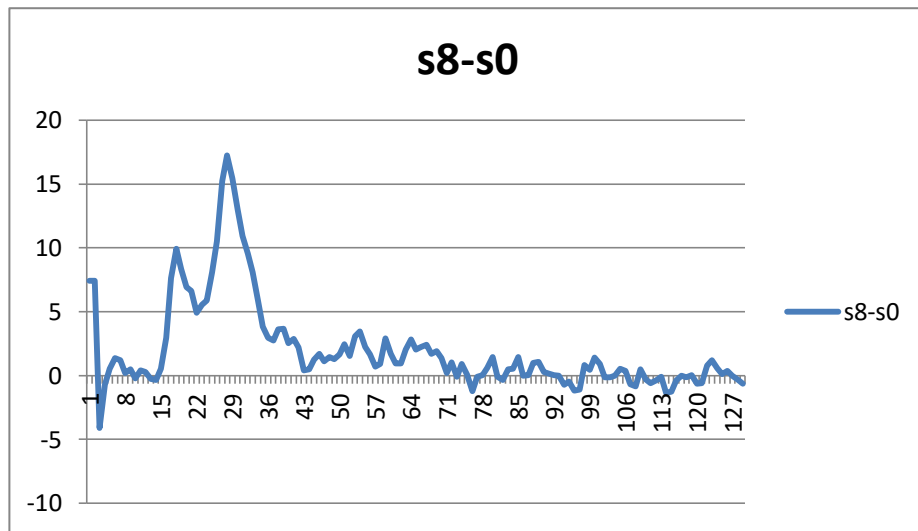


Рисунок 5.14. – Графік частотної характеристики болту S8.

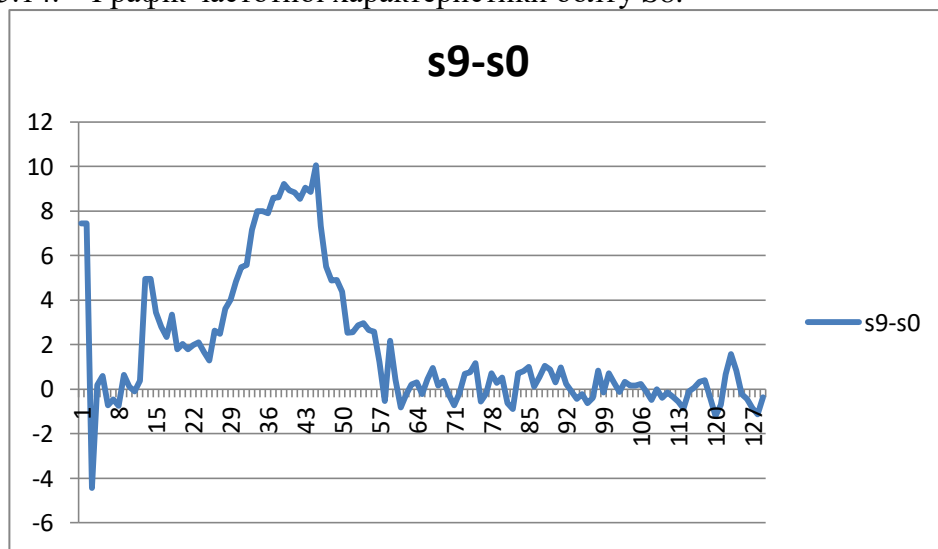


Рисунок 5.15. – Графік частотної характеристики болту S9.

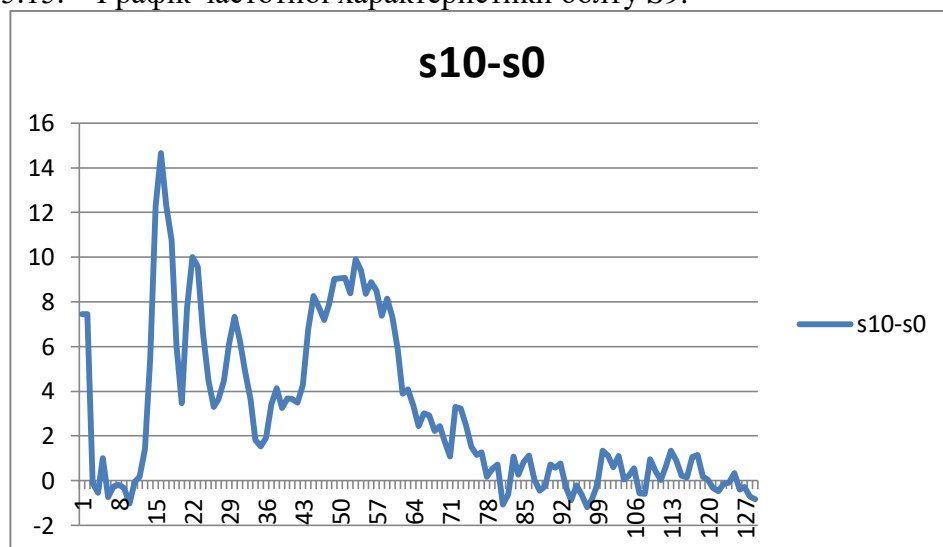


Рисунок 5.16. – Графік частотної характеристики болту S10.

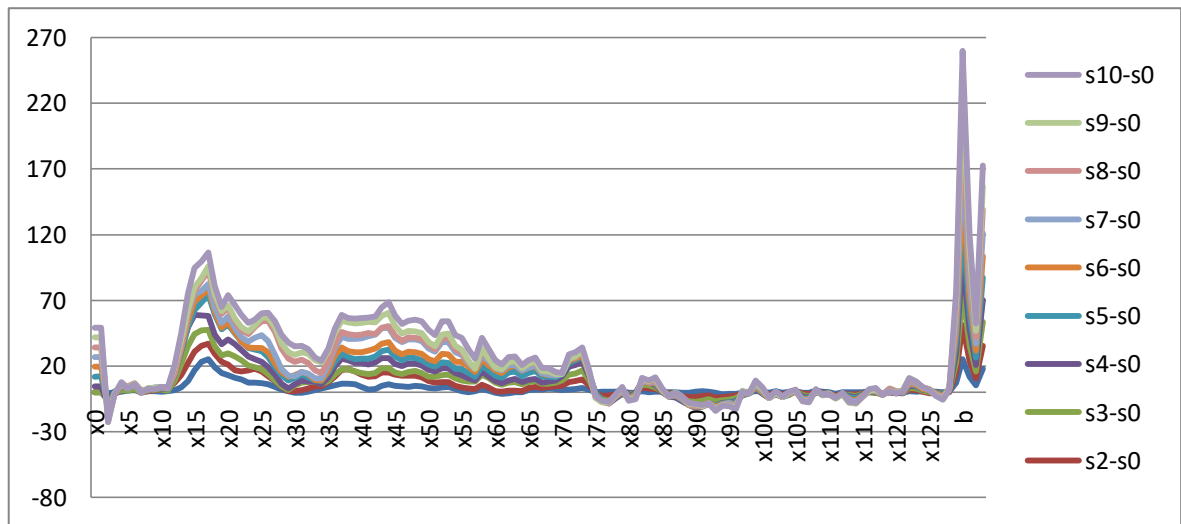


Рисунок 5.17. – Загальний графік частотної характеристики болтів М8.

В програмі NeroPro будується нейрона мережа деталі представника, починається навчання нейронної мережі. Нейрона мережа навчається співвідносити отриманні частотні характеристики з геометричними даними деталі представника болт М8. Нейрона мереже чітко відрізняє геометричні болтів М8 по отриманим акустично частотним характеристикам. Таким чином наведена вище методика дозволяє проводити діагностику деталей по геометричним ознакам з точністю до 0,03мм.

Дану методику можливо використовувати для діагностики деталей за геометричними ознаками, фізичними властивостями, дефектами. Для цього необхідно збільшення вхідних даних для навчання нероної мережі. При достатній виборці деталей з різними дефектами нейрона мережа за акустично частотними характеристиками зможе поділяти деталі на групи годних і не годних за різними ознаками.

Висновок: в 5 розділі розглянуті сучасні методи діагностики деталей. Показані результати експерименту акустичної діагностики деталей з побудовою нейронної мережі. Експеримент показав що побудова нейронної мережі деталей дозволяє майже миттєво визначати геометричні розміри деталей за ознаками акустично частотної характеристики з точністю до 0,03мм. За даною методикою можливо проводити контроль деталей по геометричним ознакам, фізичним властивостям та іншими чинниками.

Sushant Rath, Pinaki Talukdar, Arujun Prasad Singh (*Flat Rolling Group, R&D Centre for Iron & Steel, Steel Authority of India Limited, Ranchi, India*)

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR FLOW STRESS MODELLING OF STEEL

The hot rolling mills of steel plants are in the process of transformation from manual operation to artificial intelligence (AI) based automatic operations. Most of the mill input parameters required by the automation system are recorded from different sensors installed in the mill except the flow stress of rolled material. Generally a semi-empirical equation is used that correlate flow stress with strain, strain rate and temperature during rolling. The coefficients and exponents of the empirical equations are calculated from experimental data with parameter estimation techniques. This paper discusses the application of artificial neural network (ANN) for calculation of flow stress of material from experimental data. Experiments were conducted in a dynamic thermo-mechanical simulator to measure flow stress of steel at different strain, strain rate and temperature. The experimental data was used to calculate coefficients of empirical equations using multivariable optimization techniques. The data was also used to formulate an ANN model using feed forward network. The ANN model was trained with backpropagation algorithm. The ANN method is found to be more accurate than the semi-empirical equations for correlating the flow stress with strain, strain rate and temperature.

Hot rolling is an important process in a steel plant. The operators of hot rolling mills decide draft and speed schedule of the mill using their expertise and experience. A transformation is under progress in rolling mills to replace the manual operation with artificial intelligence (AI) based operation. Online mathematical models, data-driven models and hybrid models are being formulated to calculate mill parameters accurately. However, all these models require accurate and reliable data. Most of the input parameters like material temperature, strip width, roll gap, speed, roll force, torque required for model based operation are recorded from mill sensors. However, flow stress of steel, which is an important input parameter cannot be measured online because no such sensor is available at present which can measure flow stress online during rolling process.

The traditional semi-empirical equation based models for calculation of flow stress of material at different strain, strain rate and temperature have been replaced by ANN based model. The model is more accurate than the semi-empirical equation based models. It is also found that there is close match between the calculated flow stress at different strain, strain rate and temperature.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ.

Математичне моделювання об'єктів є необхідною і, найчастіше, єдиним можливим засобом вивчення і застосування в практичних цілях знань про особливості модельованих об'єктів. Центральним поняттям теорії математичного моделювання є поняття адекватності [1,2,3].

Аргументована перевірка адекватності забезпечує отримання хороших і практичних результатів великого значення.

Адекватність математичної моделі - це відповідність результатів обчислювального експерименту поведінки реального об'єкта. Це відповідність має оцінюватися з точки зору цілей дослідження. Тому можливі різні підходи до оцінки адекватності різних моделей. Щоб з'ясувати це відповідність для процесів, які характеризуються вимірними величинами - параметрами, необхідно порівняти параметри моделі і оригіналу при однакових умовах.

Питання про необхідну і достатню ступеня відповідності об'єкта - оригіналу або адекватності моделі є одним з найважливіших в області методології моделювання, і відповідь на це питання характеризує ефективність моделювання, яка відображає практичну Корисність моделі. Отже, тільки відповідні параметри повинні порівнюватися один з одним і тільки в тій області функціонування об'єкта, в якій передбачається дослідити.

Щоб перевірити адекватність математичної моделі реальному процесу, необхідно порівняти значення, які спостерігаються в ході експерименту, з передбаченнями моделі з певними параметрами процесу[4,6].

При моделюванні дослідник завжди повинен прагнути до найбільш повного і точного відтворення в моделі властивостей і характеристик об'єкта. Наслідком цього є збільшення складності моделі, яке проявляється в кількості змінних, кількості розглянутих зв'язків і впливів, а також в підвищенні вимог до точності вихідних даних. З математичної точки зору, найкраще поєднання повноти-точності створюваної моделі, з одного боку, і простоти, з іншого, майже ніколи не вдається через формалізації і неоднозначності більшості факторів, які слід брати до уваги. Вирішальним фактором ефективності є математичний апарат. У той же час найкращу якість або ефективність будь-якої моделі досягається як розумний компроміс між близькістю моделі до оригіналу (адекватність) і простотою, яка забезпечує можливість і зручність використання моделі за прямим призначенням, і Надмірна точність моделі на практиці не менш шкідлива, ніж її незавершеність [5].

На основі аналізу виконуваних кафедрою академії робіт, зроблено припущення про необхідність створення універсального засобу, яке б дозволило фіксувати положення робочих органів технологічного обладнання. При цьому обважування рухомих частин технологічного обладнання різними датчиками може привести до зниження надійності системи управління і зниження комфортності робочого місця, потрібно використовувати уніфікацію при якій інструмент залишиться один і той же, але буде давати більше інформації про різні процеси, використання універсального датчика, але навченого розуміти отримувану інформацію.

Вирішити це технічне протиріччя, яке є фактором який ініціює творче, креативне рішення виниклих завдань. Зокрема при вивченні курсу діагностики та спецкурсу висунута ідея про взаємозв'язок форми провідника акустичного сигналу і характеру частотного спектра, також виявлено взаємозв'язок частотних спектрів і геометричних, фізико-механічних властивостей. Тому пакетне отримання інформації про об'єкт і цілеспрямоване посилення умов існування відкривають перед дослідником завдання постійного моніторингу. Треба щоб був проміжний елемент який активує систему, якщо немає додаткового проміжного елемента, то може не проявлятися позитивна роль запропонованого варіанту.

Якщо є порушення рівноваги (балансу) за допомогою об'єкта або поля, то виконання цієї роботи стає «легше». Роль вібрації як родинного об'єкту і при цьому ці вібрації є

джерелом додаткової інформації, амплітуда і частота вібрації будуть викликати різні спектри, і чим більше факторів взаємодії, складніше сигнал, тим більше інформації буде, чим вище порушується частота спектра, тим вище ефективність висунутої ідеї. Але різномірність сигналів шкодить, а однорідність перетворюється в єдине ціле, одне що дозволяє розбити на фрагменти частотний спектр - резонансна частота кожного елементу об'єкта. [7]

Звукова діагностика: з білого шуму народжується максимум інформації, оскільки проявляється ефект розкладання звуку, котрий дозволяє виділяти елементи конфігурації провідника. Для розпізнавання провідника збирається набір статистики частотних спектрів елементів складного об'єкта.

МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Всі технологічні пристрої орієнтовані на мале коло завдань, тому використання непрямого виміру шорсткості, розміру, властивостей через частотний спектр, має місце бути вимір одних параметрів через інші, який свого часу є продуктом взаємодії зі складним об'єктом. Є діагностика об'єктів, але ніхто не проводив виявлення конфігурації на основі непрямих вимірювань, які володіють високою динамічністю, швидкодією. Це комбінований метод, в якому об'єкт може знаходитися як у взаємодії з полем, так і у взаємодії з силовим полем, дозволяє вирішити задачу ідентифікації конфігурації провідника поміщеного в магнітне поле; магнітне поле тим сильніше, чим швидше в ньому пересувається об'єкт.[8]

Була взята ідея створення інструменту, за допомогою якого виникає можливість отримання широкого спектру даних за об'єктом, а саме: властивостей, форми, місце розташування у просторі, але без перевантаження технологічної системи багатьма датчиками та іншими пристроями для знання даних з інструмента. Для цього використані можливості віброакустичної обробки та звукової діагностики. Було взято програмне забезпечення з перетворення аналогового сигналу у цифровий за допомогою АЦП та його аналогу у звуковій карті ПК. Подається високочастотний широкосмуговий сигнал, наприклад «білий шум», відокремлюються частотні сигнали системи й отримується сигнал самого об'єкта, з подальшим відокремленням основних від другорядних параметрів об'єкта потрібних для визначення форми, розташування або властивостей саме його.

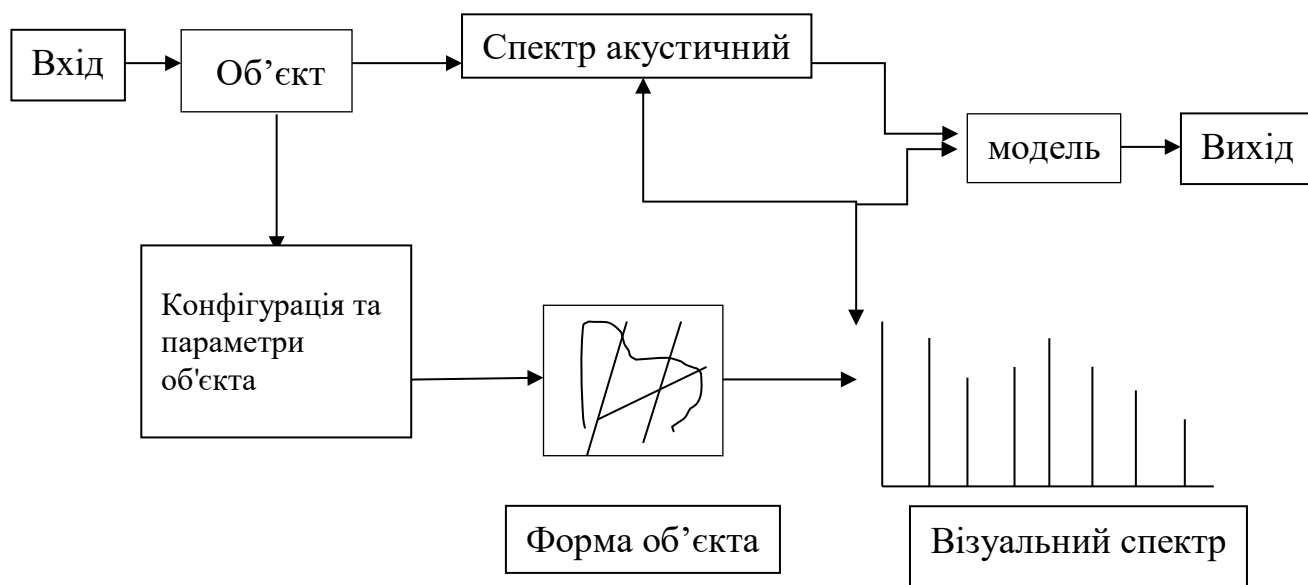


Рис. 1 - схема створення навчальної моделі

Віброакустична обробка відноситься до традиційної акустичної обробки але дослідники втрачають можливість проведення акустичної діагностики не лише на одній, але й на багатьох частотах. Таким чином виконано аналіз властивостей об'єкту та його форми, й отримано частотний спектр та конфігурацію у вигляді графіка розподілення спектра. Наступною ланкою потрібно перевести отриманий акустичний спектр в візуальний варіант для подальшої обробки й отримання потрібних ознак та властивостей з метою

створення моделі. За допомогою програмного забезпечення ,а саме програми NeuroPro 0.25, була створена нейромережа для обробки частотного спектру та виявлення й отсіву потрібних головних параметрів об'єкту для створення навчальної моделі . Завдяки створеній моделі виконується навчання та збір статистичної інформації для подальшого використання у виявлені форми , властивостей та розташування оброблюваного об'єкту з інакшими власними параметрами.[9,10]

ВИСНОВКИ

У статті було розглянуто можливість створення нового актуального інструменту для отримання широкого спектру даних (форма,властивості,розташування у просторі) за об'єктом обробки й отримання працюючої моделі збору статистичних даних для подальшого створення статистичної бази даних .

ЛІТЕРАТУРА

1. Basaran Filik U.,Kurban M. A New Approach for the Short-Term Load Forecasting with Autoregressive and Artificial Neural Network Models // International Journal of Computational Intelligence Research. 2007, No.3. P. 66 – 71.
2. Kovalevska O. S. Application of acoustic analysis in control systems of robotic machine tools / O. S. Kovalevska, S. V. Kovalevskyy // Науковий журнал «Радіоелектроніка, інформатика, управління», «Radio Electronics, Computer Science, Control». – 2018. – № 2 (45). – С. 51–59.
3. Kovalevskyy S. Acoustic diagnostics of lever mechanisms with subsequent processing of data on neural networks / S. Kovalevskyy, O. Kovalevska, R. Turmanidze // New technologies, development and application. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2019 I. Karabegović (Ed.): NT 2018, LNNS 42, pp. 202–210.
4. Konovalova, I.O., Berkovich, Yu.A., Erohin, A.N., ets. (2016), “Optimization of the LED lighting system vitamins space greenhouse”, *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina*, Vol. 50, no. 3, pp. 17–22.
5. Кононюк А. Е. Обобщенная теория моделирования. Начала. К.1.Ч.1 :“Освіта України”, 2012. - 602 с.
6. Kovalevskyy S. Resource optimization with systemic design of robotized technological equipment / S. Kovalevskyy, O. Kovalevska // World Convention on Robots, Autonomous Vehicles and Deep Learning 10-11 September 2018, Singapore. – 2018. – P. 50. – DOI: 10.4172/2168-9695-C3-0216th
7. Горбань, А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере / А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. - Н. : Наука, 1996. - 276 с.
8. Диагностика технических устройств / [Г.А.Бигус, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин]. – М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана,2014 – 615 с.
9. Техническая диагностика и неразрушающий контроль №2, 2018 Бобров В. Т., Самокрутов А. А., Шевалдыкин В. Г. (2014) Состояние и тенденции развития акустических (ультразвуковых) методов, средств и технологий неразрушающего контроля и технической диагностики. *Территория NDT*, **2**, 24–27.
10. Техническая диагностика и неразрушающий контроль №2, 2018 Ермолов И. Н. (2004) Достижения в теоретических вопросах ультразвуковой дефектоскопии, задачи и перспективы. *Дефектоскопия*, **10**, 13–48.

LIFELONG LEARNING AS A METHOD FOR MASTERING BENEFITS OF BIGDATA

Dateness. The paper considers the application of one of the effective methods to solving problems in the field of BigData - Lifelong Learning. A lot of useful information is hidden in the BigData context in form of e.g. rapidly changing trends, user preferences, market sentiment, however there exist certain difficulties for extracting this information from the BigData. The difficulties in extracting information from the BigData are related to its problems - so-called 4V problems: Volume, Velocity, Variety, Veracity [1]. Therefore the development of effective solutions to the aforementioned problems is crucial and requires new approaches that would maximize the use of useful information from the BigData.

The main characteristics of the BigData in the thesis are considered next: a data volume growth, processing speed, diversity and reliability.

In a BigData context the growth in the **Volume** aspect means a growth amount of data in the horizontal direction - a growth the signs in data, and the vertical direction - the growth of the amount of data itself. With the growth of the amount of data, spending time for its processing growth also [5].

The **Velocity** is a characteristic which describes how fast data arrives at a place of its storage and processing. The processing speed is related to the relevance of the data. For example weather data, traffic conditions on city roads, etc. have a limited application time and it is important to extract information from them timely [6].

The **Variety** means the heterogeneity of the input data — the variability of the data sources, the heterogeneity of the data types — text, sound, image, etc., noise and pollution of the data [1]. The importance of diversity in a business context can't be overestimated [8].

In view of the difficulties associated with the volume, velocity and variety of BigData the problem of their **Veracity**, a characteristic indicating how accurate and truthful data is, has become a sufficiently recognized problem to be talked about [4, 7].

Solving the problems of extracting useful information from BigData. One of the tools for analysis problems in a BigData context is Machine Learning (ML). Most of the classical ML algorithms are arranged in a way that the knowledge is gained during training remains unchanged in the model, Fig.1. However the model will not be effective in applications which work with the BigData considering the difficulties are announced above.

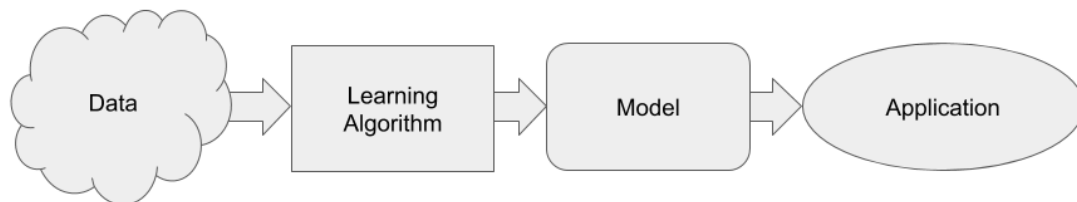


Fig.1.

In a BigData context the data can be modified and supplemented. There is a need for evolutionary ML methods that can expand and change their model continuously in time without loss of quality. Following the example of teaching a person, the more a person knows the faster he can learn more. There is a need to preserve acquired knowledge and reuse it to obtain new knowledge, Fig.2. This characteristic is endowed methods so-called Lifelong Learning(LL), first is mentioned in [9].

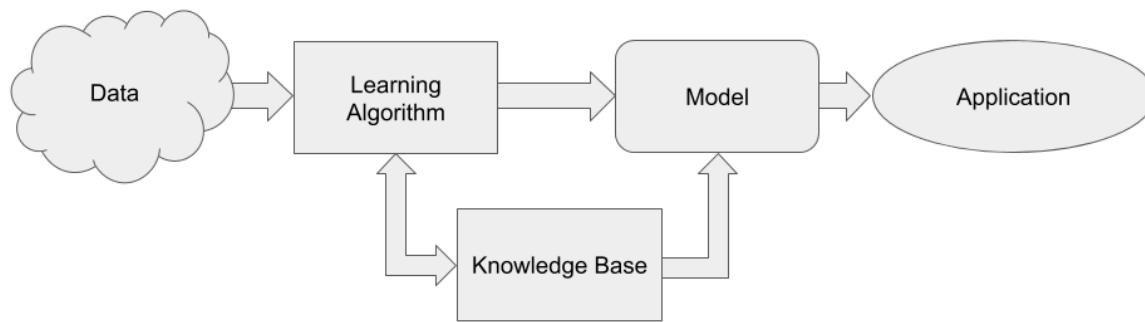


Fig.2.

Brief introduction into the LL and its differences from the existing ML paradigms. The main principles of the LL system must follow the next statements, the system is capable to detect new tasks, studying them, obtaining new knowledge from them, accumulating this knowledge in the knowledge base and using the accumulated knowledge for further tasks.

Considering the existing ML paradigms that only partially satisfy the above definition, it can be presented the following list with a brief description of the differences from the LL system [16].

Transfer Learning - uses the experience gained in the original task for the target task and differs from the LL as follows:

- The continuous learning process is not supported. No accumulation of new knowledge
- The learning process is unidirectional. Only from the source task to the target one
- The source task and target task should be very similar. Such tasks are usually chosen by humans.
- New tasks are not discovered by the system independently

Multi-task Learning - teaches several interconnected tasks at the same time and differs from the LL as follows:

- Does not accumulate new knowledge
- Does not discover new tasks

Online Learning - training data is delivered in a continuous manner like a stream and the trained model is able to improve its performance by the received data. The differences from the LL:

- Can not retrain in different tasks
- Does not discover new tasks

Reinforcement Learning - an artificial agent performs all the actions in its personally trained by trial and error manner. The differences from the LL:

- Support just one domain
- Does not accumulate knowledge for future tasks

Meta Learning - created to learn a new task on a small number of training data, using the model trained on many other similar tasks and differs from the LL by the next items:

- Tasks must be from similar distributions

As it can be seen from the list, there is no a single ML paradigm fully satisfies all the principles of the LL, however even partial usage can tackle the problems of Big Data.

The application of Lifelong Learning to solve problems of extracting data from BigData. The following are methods to solve the problems associated with extracting useful information from BigData.

LL methods for solving the **Volume** problem are mainly applicable for solving the horizontal scaling problem since they can reuse the knowledge that has already been studied, which will be the basis for studying new knowledge from new data on an expanded set of features [12, 13].

The solution of the **Velocity** problem by LL methods is to process streaming data on the analogy with Online Learning systems - training the model on incoming data, but preserving existing knowledge [12, 13].

To address the **Variety** problem LL systems demonstrate the inspiring results of processing data from different domains [10, 11, 14], what gives reason to believe for a solution of this problem with continued research in this area.

When solving the **Veracity** problem by LL algorithms it becomes obvious that the problem is especially dangerous due to reuse of erroneous knowledge to obtain new ones. There are attempts to deal with this problem [12, 15] however it is clear that this problem requires more in-depth research.

CONCLUSION

Although at the moment there are enough unresolved problems, like technological ones: the drift of the concept, catastrophic forgetting; so and conceptual: the correctness and applicability of acquired knowledge, for the further conclusion of new ones; it is possible to say that LL methods should be considered as suitable methods for mastering the advantages of BigData.

REFERENCES

1. A. L'Heureux, K. Grolinger, H. F. Elyamany, M. A. M. Capretz / "Machine Learning With Big Data: Challenges and Approaches", IEEE Access(vol. 5), 2017, pp. 7776.
2. M. T. Khan, M. Durrani, S. Khalid, and F. Aziz, "Lifelong aspect extraction from big data: Knowledge engineering" Complex Adapt. Syst. Model., vol. 4, no. 1, pp. 1–15, 2016.
3. D. L. Silver, Q. Yang, and L. Li, "Lifelong machine learning systems: Beyond learning algorithms" in Proc. AAAI Spring Symp., 2013, pp. 49–55.
4. T. Lukoianova, V. L. Rubin, Veracity Roadmap: Is Big Data Objective, Truthful and Credible? // Advances In Classification Research Online, 2014, Conference Proceeding
5. Aslam S. (2018). Twitter by the Numbers: Stats, Demographics & Fun Facts; [Online] Available from: <https://www.omnicoreagency.com/twitter-statistics>
6. Mohamed N, Al-Jaroodi J, "Real-time big data analytics: Applications and challenges," High Performance Computing & Simulation (HPCS), 2014 International Conference on, vol., no., 2014. pp. 305,310.
7. Jing Gao, Qi Li, Bo Zhao, Wei Fan, Jiawei Han, (2016) "Towards Veracity Challenge in Big Data", [Online] Available from: <https://cse.buffalo.edu/~jing/talks.htm>
8. NewVantage Partners LLC, (2016) "Big Data Executive Survey 2016", [Online] Available from: <http://newvantage.com/wp-content/uploads/2016/01/Big-Data-Executive-Survey-2016-Findings-FINAL.pdf>
9. Sebastian Thrun and Tom M. Mitchell, (1995). Lifelong Robot Learning. In: L. Steels, editors, The Biology and Technology of Intelligent Autonomous Agents, vol 144. Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-79629-6_7. 39
10. T Mitchell, W Cohen, E Hruschka, P Talukdar, J Betteridge, A Carlson, B Dalvi, M Gardner, B Kisiel, J Krishnamurthy, N Lao, K Mazaitis, T Mohamed, N Nakashole, E Platanios, A Ritter, M Samadi, B Settles, R Wang, D Wijaya, A Gupta, X Chen, A Saparov, M Greaves, and J Welling. Never-Ending Learning. In AAAI, 2015.
11. Haitham Bou Ammar, Eric Eaton, Jose Marcio Luna, and Paul Ruvolo. Autonomous Cross-Domain Knowledge Transfer in Lifelong Policy Gradient Reinforcement Learning. In AAAI, 2015a.
12. Zhiyuan Chen and Bing Liu. Topic Modeling using Topics from Many Domains, Lifelong Learning and Big Data. In ICML, pages 703–711, 2014a.
13. Zhiyuan Chen and Bing Liu. Mining Topics in Documents : Standing on the Shoulders of Big Data. In KDD, pages 1116–1125, 2014b.
14. Shuai Wang, Zhiyuan Chen, and Bing Liu. Mining Aspect-Specific Opinion using a Holistic Lifelong Topic Model. In WWW, 2016.
15. Zhiyuan Chen, Nianzu Ma, and Bing Liu. Lifelong Learning for Sentiment Classification. In ACL, pages 750–756, 2015.
16. Zhiyuan Chen and Bing Liu. Lifelong Machine Learning: Second Edition. doi 10.2200/S00832ED1V01Y201802AIM037

Хо́да Я.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

АКТИВНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕРСТАТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ.

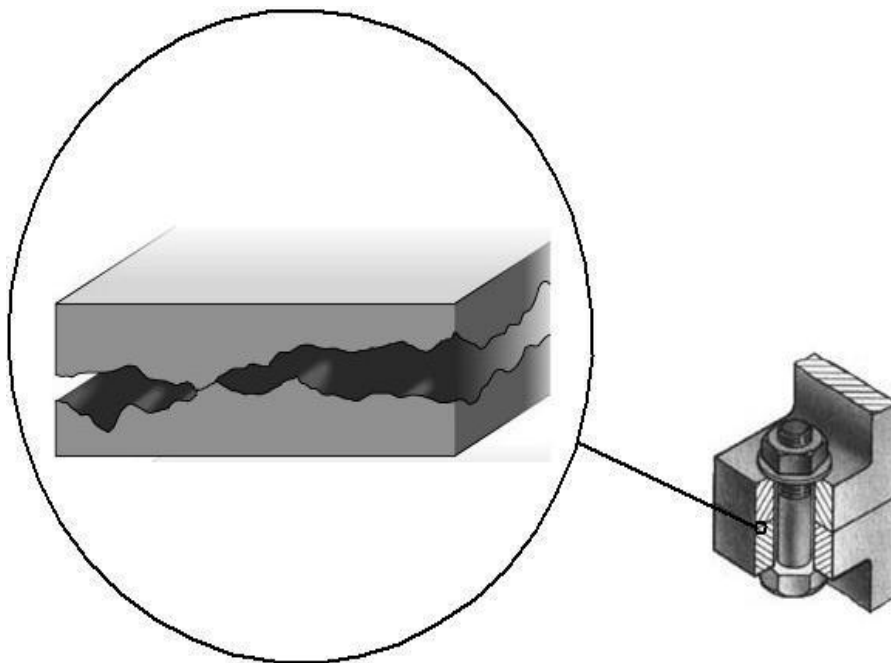
Незважаючи на велику різноманітність і кількість методів контролю закріплення пристосувань на обладнанні спостерігається різного ступеня зношення поверхні сполучення, як обладнання, так і самого пристосування. Це свідчить про те, що хоч як би не відбувався контроль і за яким методом не здійснювався - стабільність закріплення і знос неминучий.

Існує велика різноманітність пристосувань. Всі вони призначені для різних видів робіт при різних умовах. Виходячи з цього можна точно сказати, що всі вони будуть відрізнятися за хімічним складом і структурою з'єднуються тілами. Тобто одні будуть твердіше інших і навпаки.

Розробка теми дослідження включає обсяг робіт - аналіз яких показав що існують ознаки ідеї в роботах: [1,2,3,4,5,6,7,8].

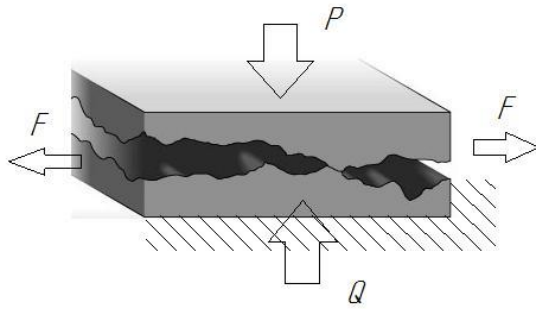
Головна перевага в тому що не відбувається руйнування контролю на всіх етапах механічного процесу впливає на надійність закріплення особливо у змінюючихся умовах.

У багаторазовому збільшенні видно, що як і притаманне будь-якому тілу на поверхні є мікро нерівності, які мають свій довільний профіль (Рисунок1).



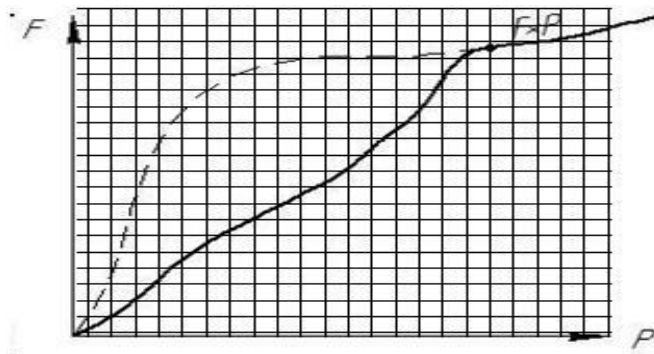
. Рис. 1. Мікронерівності

Коли поверхні різних тіл стикаються, то відбувається накладення микронеровностей. В дію вступають сили такі як: сила тертя, сила опору, сила стискання, більш наглядно зображено на рисунку 2.



Сили впливу на контакт мікронерівностей. Рис. 2

Ці сили можуть дуже сильно і по різному впливати на місця контакту. Опираючись на вище наведені матеріалу дослідження, витікає висновок, що саме завдяки діагностики є можливість контролювати стан вершин гребенів мікронерівностей, як показано на рисунку 3. Існує сила стискаюча та змінюча. Якщо P невелика то і F теж буде не велика та через мікронерівності вона не дорівнює 0.



Залежність F від P . Рис.3

Ділянка між основною лінію та пунктирною це ділянка невизначеності.

Ділянка невизначеності характеризується якістю обробки поверхні та вносить невизначеність у якість закріплення. Це все дуже важливо для виробів яких мають тонку оболонку і для деталей з малою жорсткістю.

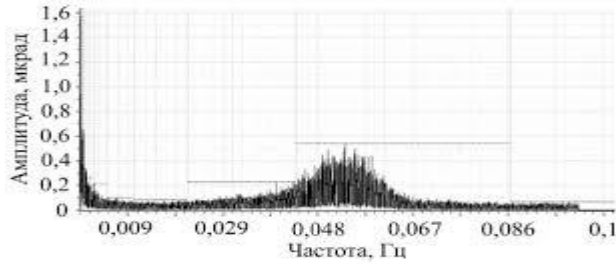
В ідеалі мікро нерівності повинні спрягатись по профілю і повторювати один одного, але цього досягти неможливо. Тому невизначеність залежить від того як щільно притискаються поверхні мікронерівностей, якщо щільніше притискається тим краще проходить звук, а також зменшується ризик на розсіювання звуку.

Методика діагностики. Контакт по різному проводить, по різному розсіює при передачі сигналу з однієї частини в іншу, з'являється спектр. Та раз з'являється спектр то ми можемо судити о якості закріплення. Якщо поганий стик то існує розсіювання, яке характеризується дисперсією, рисунок 4.

Розраховується за формулою –

$$D_{cp} = \frac{\sqrt{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}}{n}$$

Де X – Відхил; n - кількість



Дисперсія. Рис. 4

Із цього слідує що середнє значення дисперсії це мірила закріплення, а саме той невизначеності яка була показана вище. Та також можемо діагностувати як оброблена поверхня з якою якістю і т.д.

Діагностика частоти спектру пропускної здібності контактної поверхні затискання дозволяє діагностувати надійність закріплення.

Експериментальна схема буде виглядати таким чином рисунок 5.

Від генератора стандартного сигналу, який передає сигнал на випромінювач (п'єзоелемент). Випромінювач прикріплений до об'єкту 1 та приймач до об'єкту 2. Після приймача сигнал передається на розрахунок дисперсії частоти спектру.

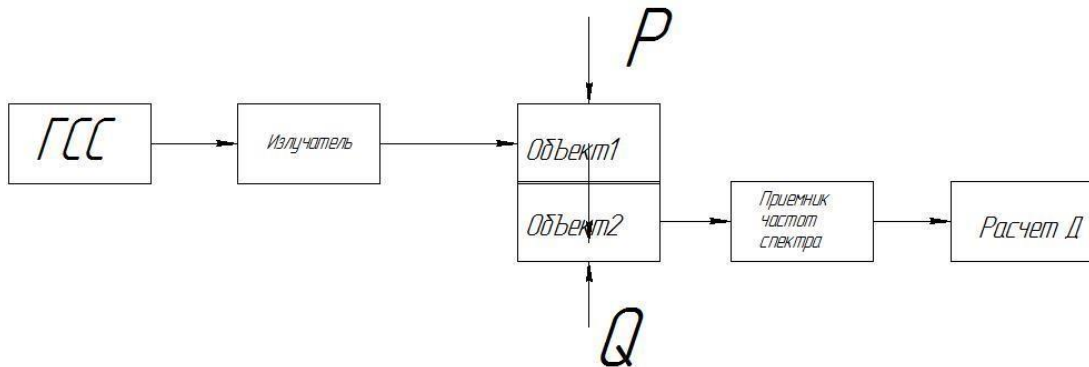


Рисунок 5. Схема експериментальної установки

Так як застосовується активний контроль закріплення об'єктів. Діагностується якість закріплення як при неробочому так і в робочому стані. Знімається спектри з вимкненого стану та створюється таблиця прецедентів так і в робочому стані.

Далі документ переводиться оформлювати DBF. Після чого запускається програма Нейропро. Нейропро відкриваємо документ DBF. Навчаємо нейромережу рис 6.

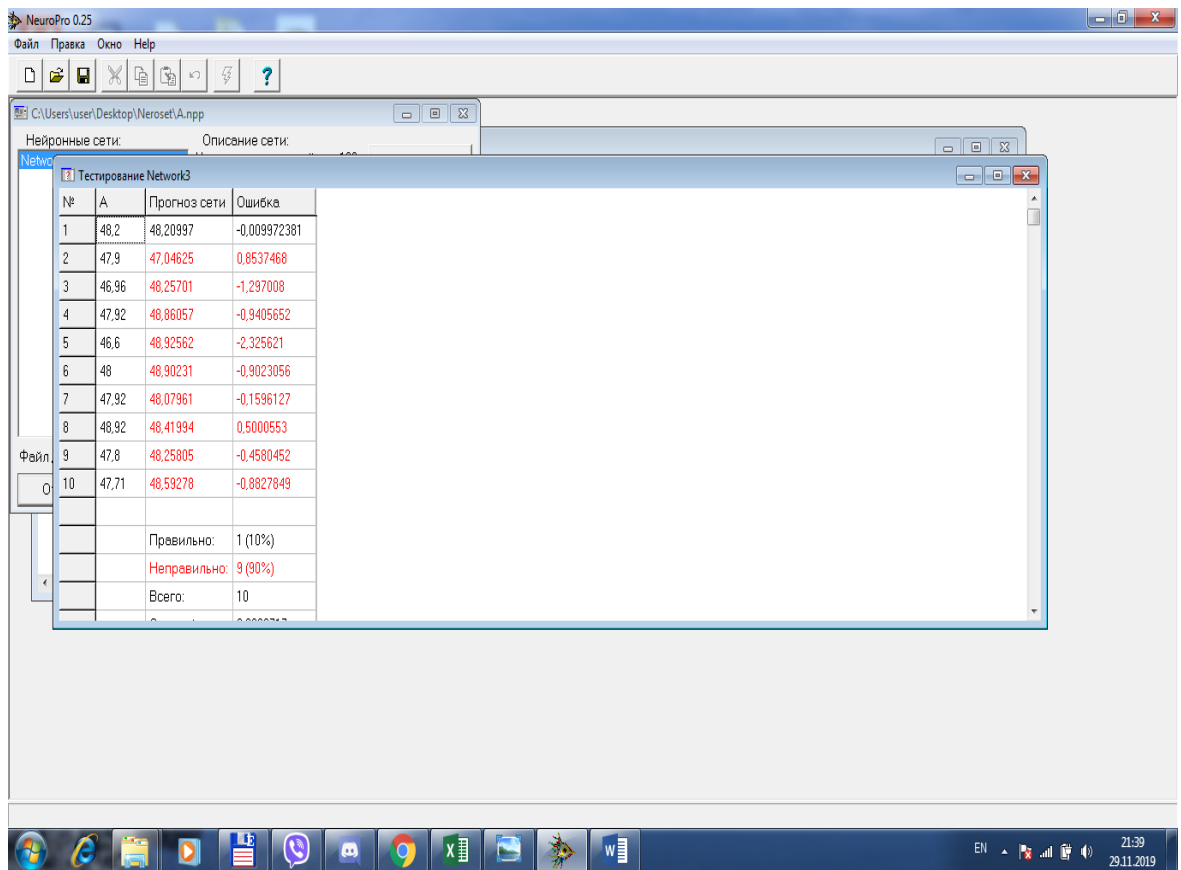


Рис.6 Порівняння даних

Нейромережа - вид нейронної мережі, в якій сигнали поширюються в одному напрямку, починаючи від вхідного шару нейронів, через приховані шари до вихідного шару і на вихідних нейронах отримується результат опрацювання сигналу. В мережах такого виду немає зворотніх зв'язків. Протилежним видом нейронних мереж із зворотніми зв'язками є рекурентні нейронні мережі. Прикладом нейронної мережі прямого поширення є перцептрон Розенблатта, від якого і беруть свій початок нейромережі прямого розповсюдження. В літературі часто термін перцептрон, багатошаровий перцептрон та нейромережа прямого поширення застосовуються синонімічно [1]. Власне, між різними видами перцептронів спільне одне — вони усі є нейромережами з прямим поширенням сигналу, різняться в основному кількістю шарів, функцією активації та методом навчання.

Та по завершенню навчання системи данні виводяться у таблицю та порівнюються. На основі цього робляться висновки про якість затискання об'єкту.

ВИСНОВОКИ

Розроблен метод контролю кріплення елементів, шляхом діагностування поверхні мікронерівностей . В результаті цього досягається точність позиціонування оснащення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалевський С.В. Акустическая диагностика качества сборки многоболтовых

соединений / С.В. Ковалевський, Р.Ю. Кулик // «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії – Краматорськ: ДДМА, 2016.

2. Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Євсюков Є.Ю., Кошовий А.О. Нейросетевое прогнозирование стойкости упрочненных режущих пластин/ Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Євсюков Є.Ю., Кошевой А.О. // «Нейросетевые технологии и их применение НСтП2014» сборник научных трудов - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.56.

3. Ковалевський С.В. Застосування нейромережевого моделювання для діагностики якості складання виробів машинобудування / С.В. Ковалевський, Р.Ю. Кулик // «Нейромережні технології та їх застосування» збірник наукових праць всеукраїнської науково-технологічної конференції з міжнародною участю – Краматорськ: ДДМА, 2016.

4. А.Л. Назолін Оцінка можливості виявлення дефектів статора турбогенератора по спектру вібраакустичного сигналу. “Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2017 Том 83 №4”

ЧАСТОТНИЙ АНАЛІЗ БИТТЯ ШПИНДЕЛЯ МЕТАЛОРИЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Точність обертання шпинделів, поряд із твердістю, температурною стабільністю і динамічними властивостями шпиндельного вузла, у значній мірі визначає точність і продуктивність верстата в цілому.

Основними джерелами биття центрувальної шийки шпинделя, і биття осі обертання шпинделі є: ексцентриситет поверхні шийки шпинделя і отвору підшипника до вимірювальної поверхні (до шийки шпинделя чи циліндричної поверхні оправки, встановленої в конічному отворі шпинделя; некруглість і хвилястість поверхні шийки; бічне биття по поверхні шийки; некруглість і хвилястість поверхні підшипника. Величина биття шпинделя визначається спільною дією цих похибок, що виявляються з різними амплітудою, частотою і фазою. Складна взаємодія деталей підшипника під час його обертання і неминуче їхнє проковзування при роботі, дають підставу розглядати биття шпинделя як стаціонарний випадковий процес.

На величину похибки форми (некруглість) і на шорсткість поверхні виробів типу тіл обертання вирішальний вплив, робить сукупний вплив усіх складових биття шпинделя, частота ω яких не дорівнює частоті ω_n обертання шпинделя. Складова биття шпинделя з частотою $\omega = \omega_n$ має визначальне значення для точності обробки виробів на фрезерних і зубошліфувальних верстатах, а також на верстатах з автоматичною зміною інструмента. Амплітуда складової биття з частотою $\omega = \omega_n$, як правило, дорівнює 80-90% усієї величини биття; тому вона має вирішальне значення при перевірці верстата по таких параметрах, як биття пояски шпинделя, биття конічного отвору шпинделя і т.п.

Між биттям шпинделя і биттям осі обертання шпинделя немає однозначної відповідності. Це зв'язано в першу чергу з тим, що у підшипниках, на яких монтуються шпинделі, немає прямого зв'язку між некруглістю ΔR опорних поверхонь шпинделя й ексцентриситетом e підшипників щодо їхніх отворів.

Виміри, проведені на великій групі металорізальних верстатів, у тому числі які знаходяться в експлуатації, показали, що кореляційний зв'язок між биттям шпинделя і биттям осі (H) обертання шпинделя відсутнє. Це вказує на необхідність (при оцінці якості шпиндельних вузлів верстатів) роздільного визначення биття H_{cp} шпинделя і биття H осі обертання шпинделя.

Метою роботи є розроблення і застосування методики частотного аналізу шпиндельного вузла верстата за допомогою вивчення можливості навчання мережі Байеса методом комп'ютерного моделювання ситуацій «дефект – ознака».

Приведена нижче методика частотного аналізу биття шпинделя дозволяє вирішити цю задачу.

Запис биття шпинделя може виконуватися за допомогою контактних чи безконтактних датчиків, з'єднаних підсилювачем і записуючим пристроєм. Отримана крива розбивається на рівні інтервали, число яких кратне числу n оборотів шпинделя, зроблених при записі биття. Сукупність ординат точок поділу являє собою дискретно задану функцію $y(t)$ биття шпинделя, де незалежна змінна t являє собою час або кут повороту.

Виділення періодичної складової випадкової функції $y(t)$ можна здійснити за допомогою її спектрального розкладання. Одним з методів оцінки спектральної щільності стаціонарного випадкового процесу є безпосереднє застосування перетворення Фур'є до реалізації випадкового процесу. Якщо реалізація $y(t)$ задана на інтервалі часу $(0, T)$, то оцінка спектральної щільності обчислюється по формулі:

$$\tilde{S}(\omega) = \frac{1}{T} \cdot \frac{1}{\pi} \left[\int_0^T y(t) e^{i\omega t} dt \right]^2. \quad (1)$$

Практично формули для обчислення спектральної щільності по дискретно заданій (числом N точок) функції $y(t)$ має вигляд:

$$S(\omega) = \frac{T}{4\pi} [u^2(\omega) + v^2(\omega)] \quad (2)$$

$$\text{де } u(\omega) = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{N-1} y(k) \cos(\omega k T / N); \quad v(\omega) = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{N-1} y(k) \sin(\omega k T / N).$$

Результати обробки запису биття шпинделя верстата, виконаної по формулі (2), показані на рис. 1. Як видно, поряд з биттям, обумовленим ексцентриситетом, з частотою ω_n виділена складова биття, яка обумовлена хвилястістю поверхонь підшипника і рівна $0,45\omega_n$, що добре збігається з теоретичним значенням частоти обертання досліджуваного підшипника $\omega_c = 0,44810 \cdot \omega_n$. Отримані дані вказують також і на те, що точність форми поверхонь підшипника була високою.

Для спрощення аналізу замінимо перетворення Фур'є розкладанням у ряд Фур'є. Це можливо, тому що домінуючі похибки підшипника (овальність, огранювання) виявляються з частотою, кратній частоті ω_n , а швидкість приблизно дорівнює половині швидкості обертання шпинделя. Розкладання в ряд Фур'є для функції $y(t)$ у цьому випадку запишеться:

$$y = a_0 + \sum_{k=1}^N (a_m \cos k\varphi + b_m \sin k\varphi), \quad (3)$$

де $\varphi = 2\pi m / N$, а m – порядковий номер гармоніки.

Коефіцієнти ряду Фур'є обчислюються по формулах:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y_k; \\ a_m &= \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N y_k \cos(2\pi mk / N); \\ b_m &= \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N y_k \sin(2\pi mk / N); \end{aligned} \quad (4)$$

$$C_m = \sqrt{a_m^2 + b_m^2}.$$

$$C(\omega) = \sqrt{v^2(\omega) + u^2(\omega)}, \text{ мкм.} \quad (5)$$

Проведемо аналіз кривої биття шпинделя з використанням аналізу Фур'є, для цього в лабораторії металорізальних верстатів кафедри прикладної механіки Луцького національного технічного університету зроблено запис биття шпинделя верстата.

Найбільш прості виміри точності обертання шпинделя, що проводяться при стандартних випробуваннях верстатів на геометричну точність, пов'язані з оцінкою радіального й осевого биття за допомогою індикатора.

Для виміру биття при робочому обертанні застосовують безконтактні перетворювачі (індуктивні, ємнісні, фотоелектричні та ін.). При цьому вимірювальною базою служить, як правило, точна оправка (циліндрична чи сферична), яка встановлена в конус шпинделя. При фотоелектричних методах виміру замість оправки може використовуватися точне сферичне чи циліндричне дзеркало.

Обробка запису биття шпинделя по формулах (3) і (4) розраховується за допомогою комп'ютера в модулі DPF.pas програмі CORREL, який написаний для дискретного Фур'є перетворення (ДПФ) – в середовищі Borland Delphi 7.

Крім визначення коефіцієнтів розкладання в ряд Фур'є передбачене обчислення ординат U_1, U_2, U_3, U_{1+3} кривих биття і розмахів H_1, H_2, H_3, H биття цих кривих. Криві биття являють собою суми гармонік розкладання кривої биття в ряд Фур'є, складені за наступним правилом. Перша складова биття являє собою суму всіх гармонік з частотами $\omega < \omega_n$; кількісна характеристика цієї складової – розмах H_1 . Ця складова значною мірою визначає шорсткість поверхні оброблюваної деталі. Друга складова – гармоніка з частотою $\omega = \omega_n$; кількісна характеристика – розмах H_2 . Третя складова – сума всіх гармонік, частоти яких $\omega > \omega_n$; кількісна характеристика с розмах H_3 . Ця складова впливає на круглість деталі. Відновлена крива биття осі обертання шпинделя являє собою суму всіх гармонік спектра биття шпинделя, частоти яких $\omega \neq \omega_n$; її ординати $y_1 + y_3 = y - y_2$. Розмах H відновленої кривої биття являє собою узагальнену характеристику точності обертання шпинделя. Розмах H_1 – це узагальнена характеристика впливу похибок комплексу тіл кочення на точність обертання шпинделя. Розмах H_2 являє собою подвоєний приведений ексцентриситет. Розмах H_3 – це узагальнена характеристика впливу похибок форми доріжок кочення на точність обертання шпинделя, оскільки в цій області частоти зсуву осі обертання шпинделя обумовлені переважно обертанням внутрішнього кільця підшипника. Результати аналізу кривої биття по еталону наведені на вкладці «ДПФур'є» інтерфейсу програми CORREL (рис. 1).

Експериментальний ряд $y(k)$ биття (розмах H) і розмах H_2 коливань з частотою ω_n одного оберту. Коливання з частотою ω_n відбуваються з амплітудою $A=2,24$ мкм і характеризують чисте биття шпинделя. Це можна бачити в таблиці коефіцієнтів ряду для гармоніки №10, період якої – 12 точок. Бачимо також з графіку «Дискретний спектр Фур'є», що спектр має 4 яскраво відокремлених частоти (гармоніки) №№: 10, 20, 30 і 40, що відповідають коливанням з частотами $\omega_n, \omega_n/2, \omega_n/3$ і $\omega_n/4$. Це низькочастотні складові визначають при обробленні поверхні деталі відповідно: ексцентричність ($A=2,243$ мкм), еліпсність ($A = 1,029$ мкм), огранку 3 ($A = 0,5$ мкм) і огранку 4 ($A=0,25$ мкм).

Сумарний вплив цих складових наведений на рис 2. Бачимо, що ці коливання практично співпадають з розмахом $H-A_0$.

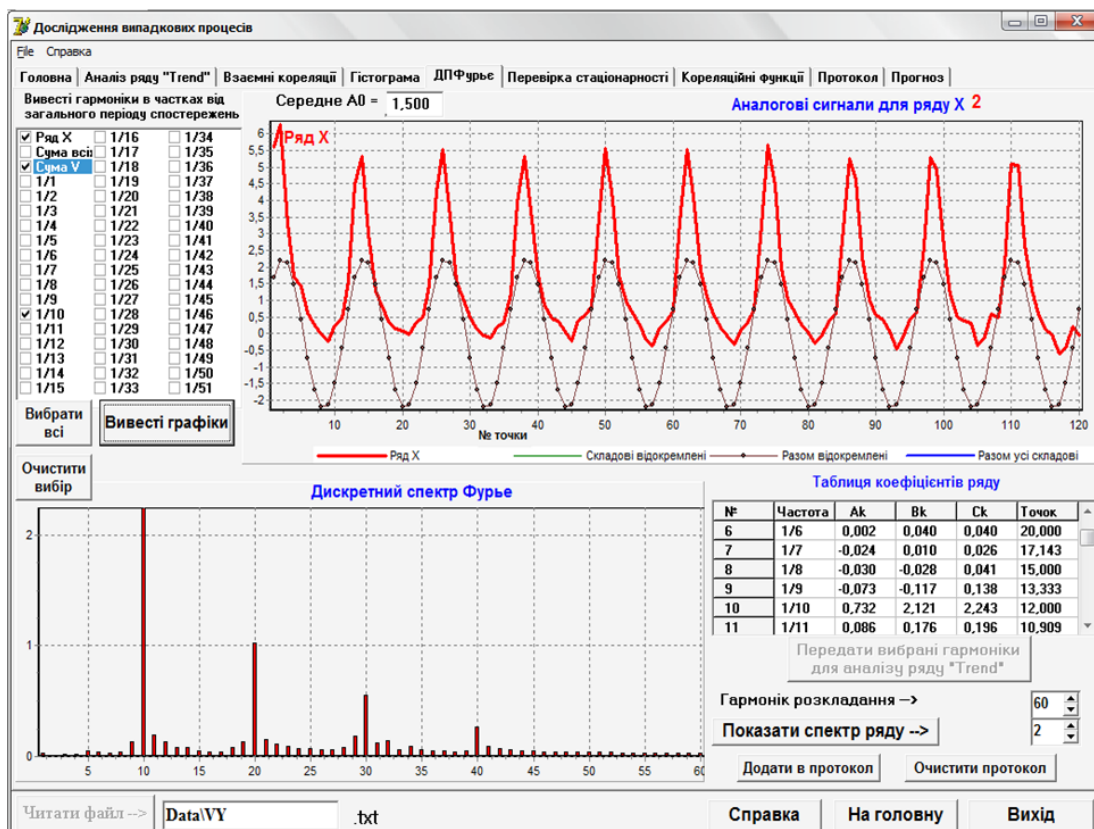


Рис. 1. Вкладка «ДПФур'є» програми CORREL; експериментальний ряд y_k биття і розмах H_2 (подвоєний приведений ексцентриситет) коливань з частотою ω_n одного оберту

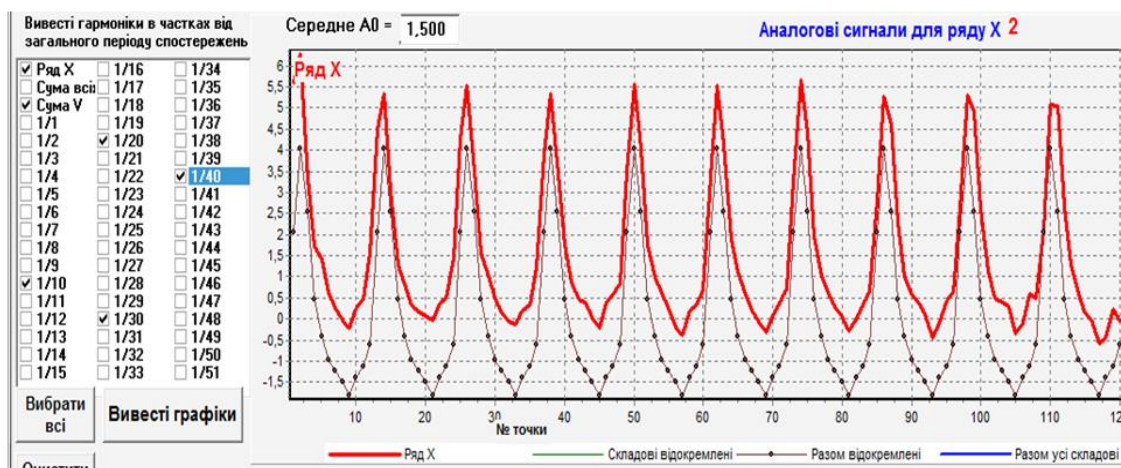


Рис 2. Сумарний вплив складових з частотами $\omega_n, 2\omega_n, 3\omega_n$ і $4\omega_n$

Вплив доріжок і тіл кочення (частоти $\omega_i < \omega_n$, розмах H_3) наведений на рис. 3, сумарне значення цього розмаху складає приблизно $H_3 = 0,6 \dots 0,7$ мкм. Форму цієї кривої надано на нижньому графіку рис. 3.

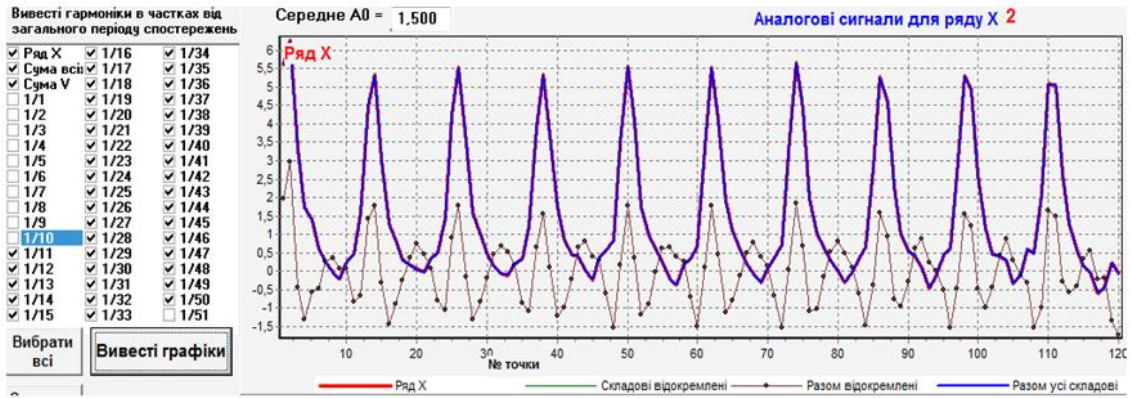


Рис. 3. Вплив доріжок і тіл кочення (частоти $\omega_i < \omega_n$, розмах H_3)

Сума всіх гармонік з частотами $\omega_i > \omega_n$ – розмах H_1 наведено на рис. 4. Сумарне значення цього розмаху складає приблизно $H_1 = 4,5$ мкм. Ця складова значною мірою визначає шорсткість поверхні оброблюваної деталі.

Розмах H відновленої кривої биття $\omega_i \neq \omega_n$ наданий на рис. 5 і являє собою узагальнену характеристику точності обертання шпинделя, $H = 4,8$ мкм.

Проведений дискретний Фур'є – аналіз кривої биття шпинделя дозволяє приблизно діагностувати по частотах якість збирання шпиндельного вузла і вплив окремих елементів технологічної системи на точність і якість обробки при повздовжньому точінні. Результуючі параметри цього аналізу надані у табличній формі (табл. 1).

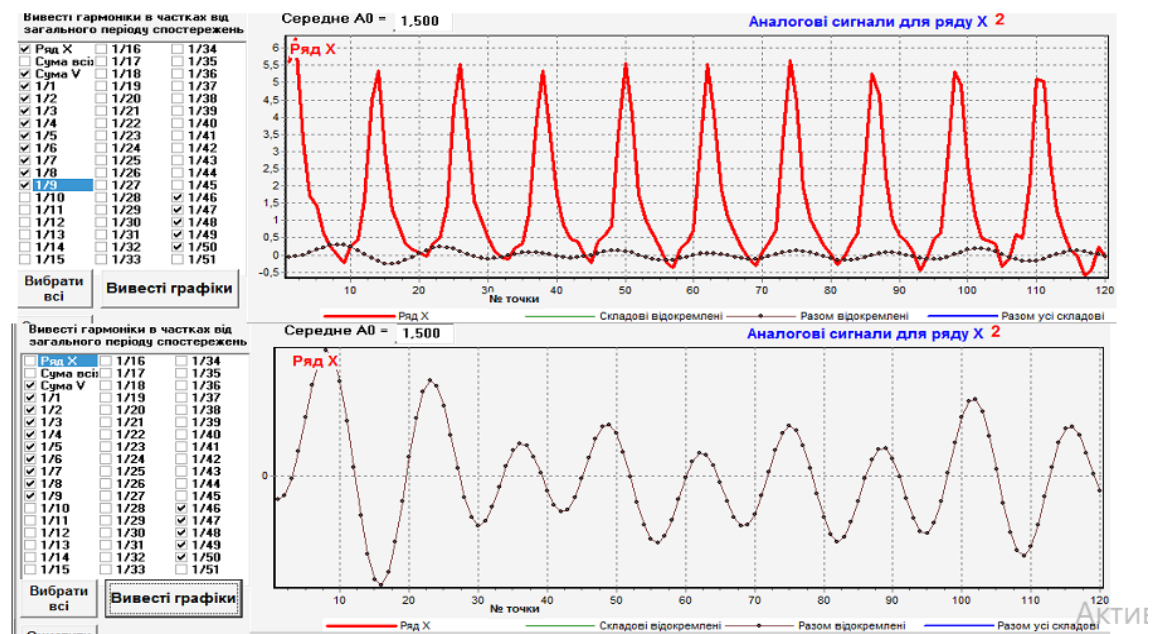


Рис. 4. Сума всіх гармонік з частотами $\omega_i > \omega_n$ – розмах H_1

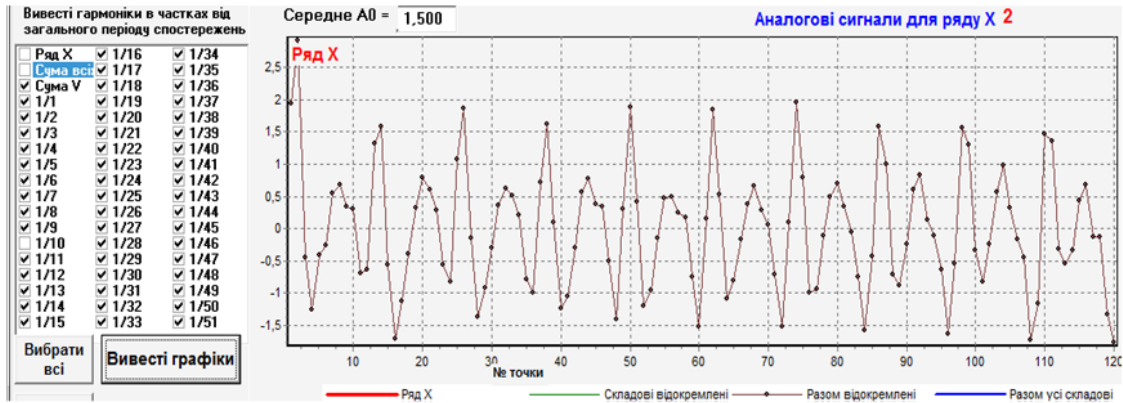


Рис. 5. Розмах H відновленої кривої биття $\omega_i \neq \omega_n$

Дискретний Фур'є – аналіз дозволяє прийняти діагностичні ознаки (симптоми) 1-7, які наведені в табл. 1. Перевищення значень розмахів слугує для діагностування відповідних елементів системи.

Таблиця 1

Результуючі параметри частотного аналізу кривої u_k биття шпинделя

№	Параметр	Назва	Частоти	Значення, мкм	Вплив на точність і якість обробки, і їх джерела
1	Розмах	Score_y	Всі	7,5	Всі параметри
2	Розмах H	Score_H	$\omega_i \neq \omega_n$	4,8	Точність обертання: всі джерела без неспіввісності осі шпинделя і заготовки
3	Розмах H_1	Score_H1	$\omega_i > \omega_n$	4,5	Шорсткість і хвилястість: тіла кочення, привід, доріжки кочення
4	Розмах H_2	Score_H2	$\omega_i = \omega_n$	2,24	Биття: неспіввісність осі шпинделя і заготовки
5	Розмах H_3	Score_H3	$\omega_i < \omega_n$	0,6...0,7	Хвилястість: доріжки кочення підшипників, сепаратори, супорт
6	Розмах H_4 №№ 1+2+3+4	Score_H4	$2\omega_n+3\omega_n+4\omega_n$	1,2	Хвилястість: похибки доріжок кочення
7	Розмах H_5 без №№ 1, 2, 3 і 4	Score_H5	$y-\omega_n-2\omega_n-3\omega_n-4\omega_n$	3,3	Шорсткість: вплив приводу, супорт

Похибка форми у поперечному перерізі деталі виражається в параметрах огранки, некруглості і шорсткості. Причинами цих відхилень від ідеальної окружності є відносні вібрації шпинделя з заготовкою та інструменту (різця) із супортною групою. Напрямок вібрацій – перпендикулярний до осі обертання шпинделя. Отже діагностичними ознаками будуть відхилення форми від ідеальної окружності у поперечному перерізі деталі.

При цьому внутрішніми джерелами похибок шпиндельної групи є вказані на рис. 6 (особливості назв елементів пов'язані з вимогами програми VnetMaster побудови і аналізу мереж Байеса) елементи: дефект сепараторів, нерівність доріжок кочення підшипників і нерівномірність тіл кочення 1-3 (separat_1, paths_2, rollers_3); незбалансованість шпинделя 4 з патроном і заготовкою і не співвісність його установчих баз (spindle_4). Зовнішні джерела: привід шпинделя (drive_5) і супорт з інструментом (support_6).

Слід зауважити, що окремі частоти коливань можуть викликатися різними причинами, тому задача діагностики в цій постановці є багатоваріантною, неформальною і невизначеною. Зв'язок по частотах можливих причин (діагнозів) з діагностичними ознаками (симптомами) зображений на рис. 6.

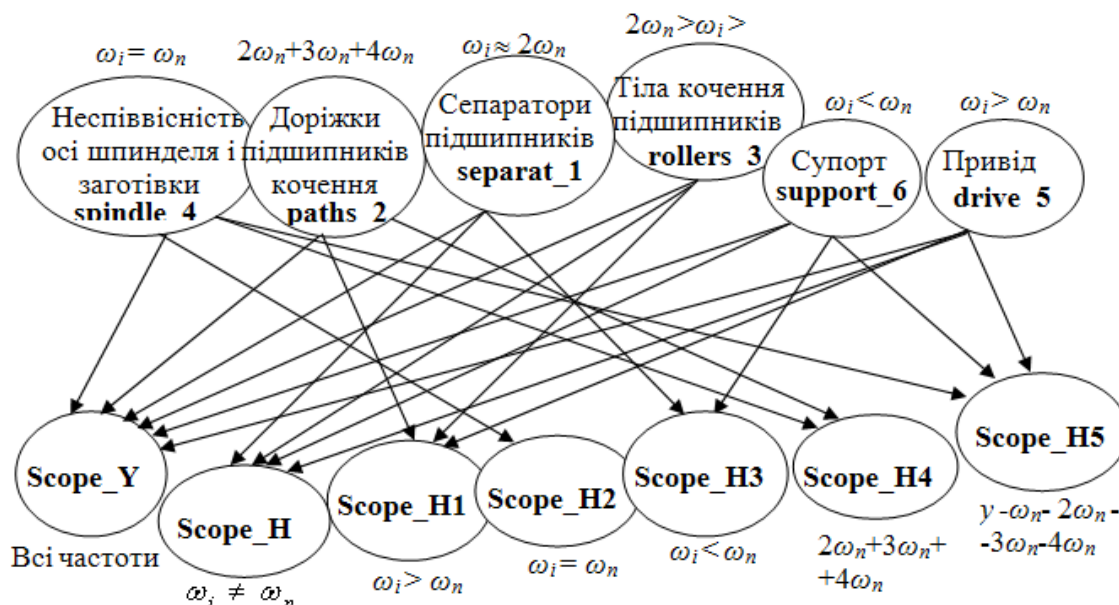


Рис. 6. Схема зв'язків по частотах можливих джерел (діагнозів) з діагностичними ознаками (симптомами)

На схемі наведені зв'язки можливих діагнозів із симптомами, що дає змогу визначати найбільш значущі впливи елементів токарного верстата на похибку оброблення при різних частотах обертання шпинделя.

Для комп'ютерного аналізу зручніше представити цей зв'язок у вигляді матриці інцидентності (табл. 2), де «1» означає зв'язок, «0» – відсутність зв'язку.

Таблиця 2

Матриця зв'язків джерел можливих похибок з діагностичними ознаками

Діагностичні ознаки	Джерела можливих похибок					
	separat_1	paths_2	rollers_3	spindle_4	drive_5	support_6
Scope_Y	1	1	1	1	1	1
Scope_H	1	0	1	0	1	1
Scope_H1	0	1	1	0	1	0
Scope_H2	0	0	0	1	0	0
Scope_H3	1	0	0	0	0	1
Scope_H4	0	1	0	1	0	0
Scope_H5	0	0	0	1	1	1

Як можна бачити з попереднього аналізу зв'язок по частотах можливих джерел (діагнозів) з діагностичними ознаками (симптомами) не однозначний. Окремі діагностичні ознаки (симптоми) можуть викликатися групою джерел. Так, наприклад, перевищення розмаху Scope_H1 з частотами $\omega_i > \omega_n$, який є причиною появи надмірних шорсткості і хвилястості, може викликатися одночасно похибками доріжок кочення підшипників (paths_2), нерівномірністю тіл кочення (rollers_3) і вібраціями з боку приводу (drive_5). Це обумовлює також і можливий зв'язок в мережі Байєса між окремими розмахами. Тобто

структуру оптимальної МЕРЕЖІ БАЙЕСА не можна передбачити заздалегідь без її побудови.

Матрицю навчання мережі зазвичай отримують з низки спостережень за об'єктом діагностики в роботі. При цьому фіксуються стани симптомів і відповідні їм діагнози. Але це потребує в нашому випадку довготривалих спостережень, трудомістких процесів розбирання і збирання вузлів шпindelної групи. Тобто мережу можна буде все ж таки навчити ціною значних зусиль, але до того часу, коли верстат фізично, або морально застаріє. До того ж процеси розбирання і збирання порушують вихідний стан об'єкту діагностики, тобто втрачається таке поняття як ексклюзивність чи неповторність об'єкту.

В даній роботі пропонується навчання мережі Байеса шляхом математичного моделювання дефектів. Для навчання мережі Байеса обрана відповідна градація станів вершин цієї мережі:

- для середніх амплітуд два стани: Small – менше (не перевищують допустимих), Large – більше (перевищують допустимі значення);
- для розмахів три стани: Well – нормально (нижче зони ризику), Alarm – тривога (в зоні ризику, але в допуску), Badly – погано (за межами допуску) .

На першому етапі записується крива биття точного вузла чи нового верстата, чи відновленого верстата після його обслуговування (див. рис. 1). Дискретний спектр Фур'є цього коливального процесу будемо рахувати еталонним.

Потім з врахуванням встановлених зв'язків (табл. 2 і рис. 6) на еталонну криву биття накладаємо збурення по амплітудах відповідно відокремлених розмахів (рис. 6) з імітацією шуму експерименту.

Для реалізації цієї методики, тобто генерації і навчання мережі Байеса, був дописаний додатковий модуль NetB.pas програми Cogtel в середовищі Borland Delphi 7. Вкладка «Навчання мережі Байеса» програми Cogtel показана на рис. 7.

Межа Badly розмахів встановлюється налаштуванням «Запас zR по розмахах, %». При цьому розмах RBadly (Максимум) = REталон(1+zR/100).

Межа Alarm розмахів встановлюється налаштуванням Riz «Зона ризику, %». При цьому розмах RAlarm (Danger) = RBadly (1-Riz/100).

Таким чином, якщо при генерації кроку навчання відповідний розмах $R > R_{Badly}$, то в комірку «Таблиці навчання мережі» для цього розмаху записується «Badly», $R_{Alarm} \leq R \leq R_{Badly}$ – «Alarm» і якщо $R \leq R_{Alarm}$ – «Well».

Аналогічно для середніх амплітуд. Межа Aсер_max відповідних діапазонів розмахів встановлюється налаштуванням Riz «Зона ризику, %», $A_{сер_max} = A_{сер_Еталон} (1 + Riz/100)$.

Якщо генероване $A_{сер_генероване} \leq A_{сер_max}$ то в комірку «Таблиці навчання мережі» для джерела коливальних записується «Small», якщо $A_{сер_генероване} > A_{сер_max}$ – «Large».

Налаштування dA «Перевищення амплітуд від еталону при генерації, %» слугує для встановлення рівня амплітудних збурень. При цьому по кожній генерованій амплітуді дається приріст $\Delta A_i = A_i \cdot (dA/2 + A_{ie})$, де – шум експерименту, параметри якого задаються генератором випадкових псевдо- нормальних чисел $N(A, S)$ з параметрами A і S, де A – середнє значення, S – середнє квадратичне відхилення Гаусового шуму, мкм. Величина $N(A, S)$ змінюється на кожному кроці для кожної генерованої амплітуди.

Для роботи програми завантажується текстовий файл з даними за вказаним шляхом (в нашому випадку Data\VY.txt). При цьому робиться активною вкладка «Навчання мережі Байеса».

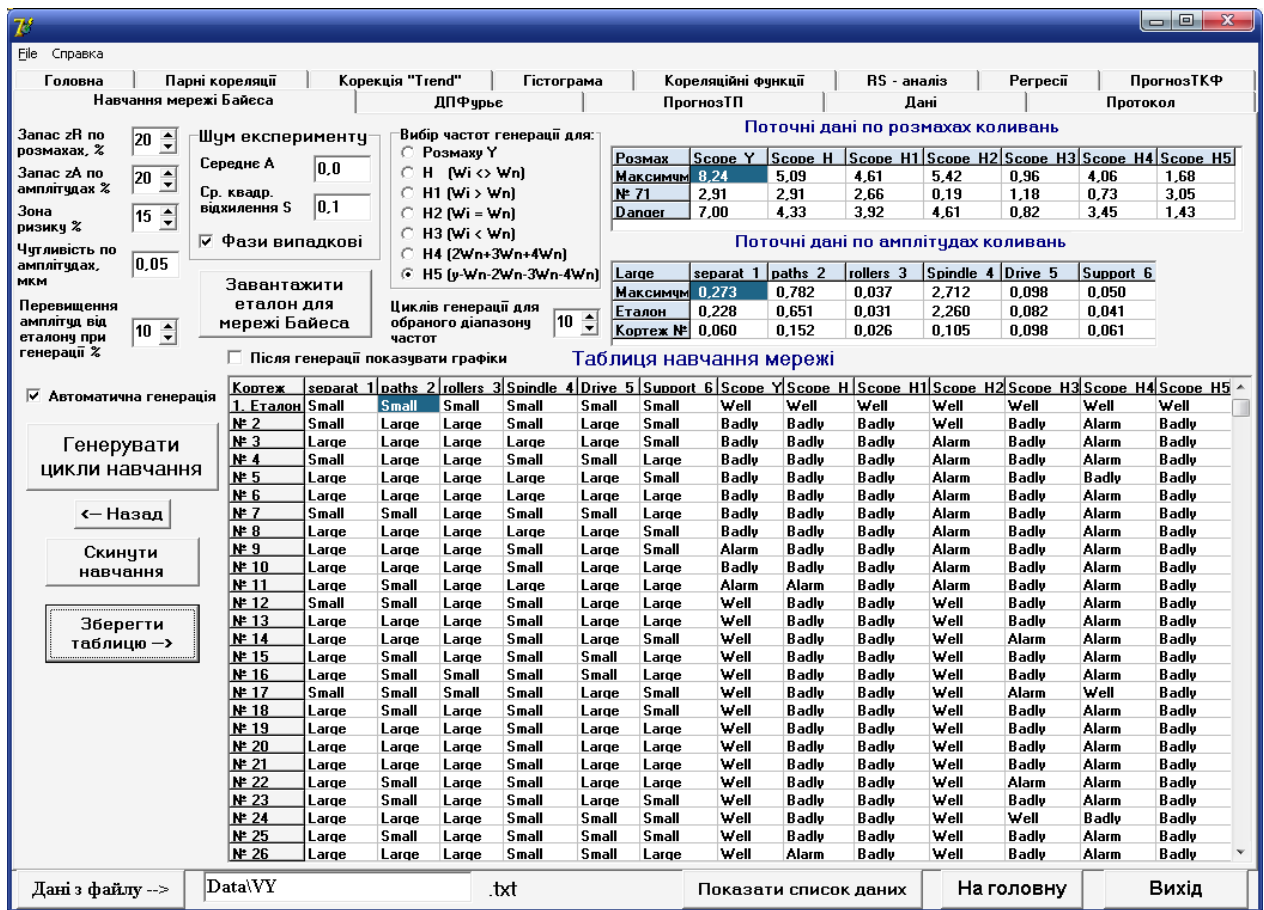


Рис. 7. Вкладка «Навчання мережі Байєса» програми CORREL

Далі встановлюються налаштування програми, які згруповані у вікнах вкладки у верхньому лівому куту. Налаштування, які вже встановлені за замовченням гарантують адекватне навчання.

Наступним кроком треба завантажити в «Таблицю навчання мережі» еталонний ряд (клікнути кнопкою «Завантажити еталон для мережі Байєса»). При цьому заповнюються граничні значення амплітуд і розмахів у відповідні таблиці, а також перша стрічка «Таблиці навчання мережі», де, як для еталону, в комірках джерел заносяться «Small», а в комірках розмахів – «Well».

В компоненті «Вибір частот генерації для:» можна вибрати відповідний діапазон розмахів коливань, для якого буде згенеровано кілька циклів (вказано в налаштуванні «Циклів генерації для обраного діапазону частот», в нашому випадку 10). Це означає, що в «Таблицю навчання мережі» буде занесене 10 рядків зі станами вузлів мережі Байєса.

Генерація мережі можлива у трьох варіантах:

1) покрокове для обраного діапазону розмахів в налаштуванні «Вибір частот генерації для:», якщо скинутий прапорець з «Автоматична генерація», а число циклів генерацій встановлено 1;

2) цикл для обраного діапазону розмахів в налаштуванні «Вибір частот генерації для:», якщо скинутий прапорець з «Автоматична генерація», а число циклів генерацій встановлено більше 1;

3) автоматична генерація таблиці по всіх діапазонах розмахів з встановленим числом циклів для кожного діапазону, для цього треба встановити прапорець «Автоматична генерація», а число циклів генерацій встановити будь яке.

При генерації по першому варіанту передбачено автоматичний перехід на вкладку «ДПФур'є», де для вибраних режимів показується дискретний спектр Фур'є і графічне

представлення розкладання (рис. 4). Для цього треба встановити прапорець «Після генерації показувати графік».

Програма дозволяє видаляти генеровану таблицю як по рядках кнопкою «Назад», так і повністю кнопкою «Скинути навчання».

Заповнена таблиця зберігається у форматі .xls командою «Зберегти таблицю». Бажано для зберігання назначати каталог «..\BaesNet», але це не принципово.

Для генерації таблиці навчання було обрано режими: «Автоматична генерація», число циклів генерації 10. Інші налаштування прийняті за замовчуванням (рис. 7).

По генерованій таблиці програмою BNetMaster була побудована оптимальна структура Мережі Байеса (рис. 8).

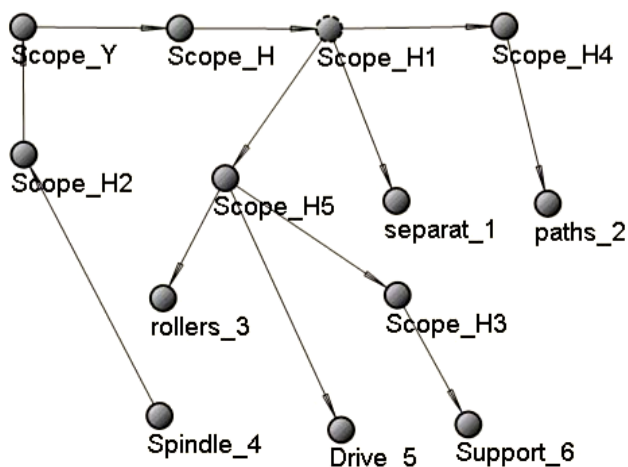


Рис. 8. Побудована оптимальна структура мережі Байеса діагностування шпindelної групи верстата

Структура мережі будується, як і передбачалося, на основі попереднього аналізу зв'язків по частотах можливих джерел (діагнозів) з діагностичними ознаками (симптомами).

Як можна бачити з попереднього аналізу (рис. 6 і табл. .2), зв'язок по частотах можливих джерел (діагнозів) з діагностичними ознаками (симптомами) в цієї БМ не однозначний. Тобто причинно-наслідкові зв'язки в цій структурі є як прямі від симптому до діагнозу, так і зворотні. Мають місце також зв'язки між симптомами (розмахами). Це в принципі не суперечить структурі взаємодій, які наведені на рис. 4.8.

За побудованою структурою мережі Байеса було проведено діагностування для 3 випадків проявлення діагностичних ознак (симптомів).

Результати розрахунку показують, що ймовірності перевищення допустимих розмахів коливань в цілому невеликі, але є сенс звернути увагу на привід (drive_5), як на джерело дефекту з найбільш високою ймовірністю $p_{Large}=0,359$. Діагностування ініціювалася, як вершина Scope_H5 в стані «Badly», цьому стану вершині було надано ймовірність $p_{Badly} = 1$. Інші стани цих вершин мають ймовірності $p_{Well} = 0$, $p_{Alarm} = 0$. Це означає, що зафіксовано небезпечний рівень розмаху коливань H5 з частотами $\omega_i = \gamma - \omega_n - 2\omega_n - 3\omega_n - 4\omega_n$, що викликають підвищену шорсткість і неперіодичну хвилястість від низькочастотних коливань супорту.

Результати розрахунку показали, що ймовірності перевищення допустимих розмахів коливань досить великі для Scope_H4 ($p_{Badly} = 0,5$) і Scope_H5 ($p_{Badly} = 0,556$). є сенс звернути увагу на стан підшипників, а саме їх сепараторів (separat_1, $p_{Large}=0,6$), як на джерело з найбільш високою ймовірністю дефектів $p_{Large}=0,359$, а також доріжок кочення (paths_2, $p_{Large}=0,454$). Досить висока також ймовірність впливу вібрацій з боку приводу (drive_5, $p_{Large}=0,467$).

ВИСНОВКИ

1. Розроблено методику і програмний модуль частотного аналізу биття шпинделя.
2. Розроблена модель діагностики причин відхилення форми при повздовжньому точінні і встановлені зв'язки похибок форми з параметрами шпиндельної групи верстата.
3. На основі проведеного Фур'є – аналізу кривої биття шпинделя встановлені діагностичні ознаки похибок форми при повздовжньому точінні і зв'язки по частотах між джерелами похибок і діагностичними ознаками.
4. Розроблено методику і програмний модуль навчання мережі Байєса для діагностики шпиндельної групи металорізального верстата.
5. Проведено побудову, навчання і аналіз мережі Байєса для діагностування шпиндельної вузла верстата.
6. З використанням розробленої мережі Байєса проведено діагностику дефектів шпиндельної групи для трьох випадків встановлення діагностичних ознак.
7. Проведений аналіз результатів діагностування дозволяє вважати отримані результати достовірними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Базров Б.М. *Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / Б.М.Базров - М.: Машиностроение, 2005. 736 с.*
2. Давиденко В.І. *Застосування різних методів оцінювання взаємозв'язку між факторами при побудові мереж Байєса [Текст] / Давиденко В.І., Трофименко Д.В., Свердел К.О. // Системний аналіз та інформаційні технології: сб. наук. праць по матеріалам XII міжнар. наук.-прак. конф.. – К:НТУУ "КПІ", 2010. – 448 с.*
3. Данильченко Ю.М. *Динамический анализ механической колебательной системы «шпиндельный узел» металлорежущего станка. / Ю.М. Данильченко, А.И. Петришин // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування, 2012. – №3 (64) – С.27-34.*
4. Кудинов В.А. *Автоколебания при низких и высоких частотах (устойчивость движений) при резании / В.А.Кудинов // Станки и инструмент. – 1997. – № 2. – С. 16-22.*
Пуш А.В., Зверев И.А. *Шпиндельные узлы. Проектирование и исследование / А.В. Пуш, И.А. Зверев. – М.: изд. «Станкин», 2000. – 197 с.*
5. Friedman N. *The Bayesian structural EM algorithm / Friedman N. // Fourteenth conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI'98), Madison, Wisconsin, (USA), 24 – 26 July, 1998. – SF. : Morgan Kaufmann, 1998. – P. 129-138.*
6. Jouffe L. *New search strategies for learning Bayesian networks / Jouffe L. and Munteanu P. // Proc. of tenth international symposium on applied stochastic models and data analysis (ASMDA 2001). – Compiègne (France). 12 – 15 June 2001. – Vol. 2. – P. 591-596.*
7. Cao, Y. *A general method for the modeling of spindle-bearing system. / Y. Cao, Y. Altintas // Journal of Mechanical Desin. ASME 2004. – vol. 126. – pp. 1089-1104*

Atri Deo Tripathi, Asim Ahmad (*Dept. of Chemistry, College of Engineering, Teerthanker Mahaveer University, Moradabad, India*)

VISCOSITIES OF BINARY LIQUID MIXTURES OF 1, 2-DICHLOROETHANE WITH PYRIDINE, DIMETHYL SULFOXIDE, ACETONE, FURAN AND TETRAHYDROFURAN AT 303.15 K

Kinematic Viscosities, at $T=303.15\text{K}$, have been measured for binary liquid mixtures of 1, 2-dichloroethane with pyridine, dimethyl sulfoxide (DMSO), acetone, furan and tetrahydrofuran (THF). The values of η have been fitted in appropriate equations using a least squares method. The values of the quantity $\Delta \eta$, which refer to the deviations of the experimental values of the dynamic viscosities of the mixtures from the mole fraction mixture law values, have been calculated. Further analysis has indicated that McAllister's approach correlates η of the investigated mixtures all over the entire composition range to a appreciably high degree of accuracy.

In conclusion, we note that the viscosity data show that binary liquid mixtures of $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ with pyridine, dimethyl -sulfoxide, acetone, furan and tetrahydrofuran show specific interaction between components. The complex formation between DMSO and $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ are believed to be stronger than those between $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ – acetone. The slightly negative values of Δv dichloroethane-acetone system show that acetone forms molecular complexes with dichloroethane, whereas this value is positive with dimethyl sulfoxide showing that dichloroethane forms strong adducts with DMSO. The specific interaction is expected to be hydrogen bond formation between the hydrogen of 1,2- dichloroethane and proton acceptor groups. The positive values of Δv for the system dichloroethane-pyridine undoubtedly indicates a strong hydrogen bond formation between lone pair electrons on N atom of pyridine and H atom of dichloroethane. Also there is a possibility of formation of charge transfer complexes via $\text{Cl}-\pi$ –electron interaction between dichloroethane and pyridine is believed to be present. Viscosity data also shows that the large negative values of Δv for dichloromethane-furan can be accredited to the high proportion of contributions to Δv on account of the dispersion, dipolar and induction forces over those caused by specific interactions between the components. The ether oxygen in furan is a weak proton acceptor and forms hydrogen bond with $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$. However, owing to the presence of double bonds in the ring, the oxygen becomes less basic, and therefore possibility of hydrogen bonding is much reduced, resulting large negative values of Δv . THF is saturated molecule and the values of Δv for the $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ -tetrahydrofuran system is positive, which indicates strong specific interactions. On the other hand, the complexation between $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ with acetone, DMSO, THF or pyridine can be attributed to the formation of strong hydrogen bonds between the hydrogen atom of $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ and the lone-pair electrons on the oxygen or nitrogen atom of acetone, DMSO, THF or pyridine.

ОСОБЛИВОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ В ПСЕВДО ТВЕРДОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

При охолодженні з температури аустенізації конструкційних і легованих сталей у сипучому графіті можливі мимовільні структурно-фазові перетворення, які дозволяють одержати необхідний рівень властивостей без енерговитрат у процесі охолодження [1]. Ці перетворення можуть заощаджувати енерговитрати в машинобудуванні при термічній обробці виробів, однак умови формування мимовільних перетворень мало вивчені. Для з'ясування природи цього явища потрібні відомості про структурно-фазові перетворення при безперервному охолодженні в сипучому графіті зразків зі сталей, а також перетворення в них при ізотермічних витримках у процесі охолодження. Необхідно враховувати, що сипучий графіт на відміну від рідких і газоподібних середовищ є псевдотвердим податливим середовищем, що забезпечує більш рівномірну передачу тепла від металу [1].

З моменту занурення виробів у сипучий графіт навколо виробу утворюється оболонка із графіту, що має високу температуру. У результаті цього між зовнішньою поверхнею виробу й внутрішньою поверхнею оболонки, що контактує з виробом, забезпечується щільний температурний контакт. Висока температура оболонки знижує її теплопровідність, а тому можливе виділення внутрішнього тепла, за рахунок перетворень, буде акумулюватися в зоні перетворення, що при відсутності втрат тепла, буде забезпечувати постійну температуру до завершення перетворень.

Середньо вуглецеві сталі, як відомо, мають низьку стійкість аустеніту. При охолодженні нижче A_{T1} відбувається перлітне перетворення при постійній температурі. Підтримується ця температура за рахунок тепла, що виділяється в процесі перетворення. Наявність графітової оболонки дозволяє зберегти тепло до повного завершення перетворення. [1]

Для одержання відомостей про особливості перетворення в конструкційних сталях із вмістом легувальних елементів під час охолодження в сипучому графіті досліджували перетворення в зразках зі сталі 65C2BA при безперервному охолодженні від температури аустенізації.

Дослідження структурно-фазових перетворень при безперервному охолодженні проводили на зразках діаметром 10, 15, 20, 25 і 30 мм. Процес охолодження зразків складається із трьох стадій: охолодження з температури аустенізації до температури початку бейнітного перетворення (перша стадія), бейнітне перетворення (друга стадія), охолодження з моменту завершення бейнітного перетворення (третьа стадія).

Особливість кожної стадії полягає в такому. Швидкість охолодження з температури аустенізації зменшується зі збільшенням діаметра (маси) зразків. Температура бейнітного перетворення тим нижча, чим вище швидкість охолодження зразків до початку цього перетворення. Тривалість бейнітного перетворення має тенденцію до збільшення, але зі збільшенням діаметра зразків. Швидкість охолодження зразків після завершення бейнітного перетворення незначно залежить від діаметра зразків і має тенденцію до зменшення зі збільшенням маси зразків.

Для аналізу структурно-фазових перетворень, що протікають при безперервному охолодженні й в ізотермічних умовах, на діаграму ізотермічного перетворення сталі 65C2BA наносили криві безперервного охолодження для зразків діаметром 10, 15, 20, 25 і 30 мм у логарифмічному обчисленні часу. Аналіз показує, що в ізотермічних умовах досліджувана сталь проходить два перетворення: перлітне й бейнітне. Між областями перлітного й бейнітного перетворень існує область підвищеної стійкості аустеніту в інтервалі температур 350–600°C. При безперервному охолодженні це перетворення супроводжується виділенням тепла, що створює практично постійну температуру на кривих безперервного охолодження.

Найбільш імовірним місцем перлітного перетворення є межа зерен аустеніту як найменш стійка частина структури. Поширюючись по ширині меж, перлітне перетворення визначає обсяг теплового ефекту або ширину температурної області цього перетворення.

Після завершення перлітного перетворення структура сталі складається з перліту, розташованого на межах зерен аустеніту.

При охолодженні сталі з такою структурою до температури, при якій створюються термодинамічні умови для перетворення аустеніту за бездифузійним механізмом на бейніт, на межах зерен аустеніту з перлітом починається бейнітне перетворення. Воно розповсюджується від межі зерен до центру зерен завдяки внутрішнім напруженням, які виникають у результаті бездифузійного перетворення. Зі сказаного випливає, що бейнітне перетворення є активуючим процесом і відбувається при постійній температурі.

Структура сталі в зразку діаметром 30 мм після завершення бейнітного перетворення й охолодження до кімнатної температури складається з карбідів перліту й бейніту. Карбіди мають світлий колір, перліт має темний колір, бейніт світліший за перліт і темніший за карбіди. У середині областей бейніту спостерігаються дрібні округлі включення, що мають світлий колір. Можна припустити, що це виділення карбідів. Світлий колір, мають ті карбіди, що збереглися в основному металі. Темні частки характеризують місця карбідів, які випали із матриці при виготовленні мікрошліфа.

Характерно, що інтервали бейнітного перетворення на кривих безперервного охолодження зразків розташовуються між лініями початку й кінця бейнітного перетворення при ізотермічному перетворенні аустеніту. Діаграма фіксує всі можливі структурні й фазові перетворення, які можуть мати місце в сталі при безперервному охолодженні з різними швидкостями.

Результати досліджень також показують, що у випадку гомогенної структури аустеніту при охолодженні не можна одержати однорідну структуру, як і однакові властивості на перетині виробів. Це обумовлено тим, що в середині виробу швидкість охолодження завжди нижча, а отже, властивості поверхні й серцевини будуть відрізнятися. Такий факт слід урахувати при призначенні часу витримування для гомогенізації аустеніту перед наступним охолодженням виробу при будь-якому виді термообробки.

Витримування при гомогенізації аустеніту повинна призначатися з урахуванням одержання активної структурної зони аустеніту, яка після охолодження в процесі термообробки має забезпечувати необхідну конструктивну міцність виробу.

Якщо відомі швидкості охолодження на перетині виробів, то за їхніми значеннями, використовуючи діаграму ізотермічного перетворення аустеніту, можна прогнозувати структуру в обсязі всього виробу. Це більш зручно, ніж використання діаграм термодинамічного перетворення, побудова яких є трудомістким процесом.

ВИСНОВКИ

Таким чином, експериментально встановлено, що при безперервному охолодженні конструкційної сталі 65С2ВА у псевдотвердому середовищі, перетворення проходять відповідно до інтервалів температур і типів структур, що утворюються згідно з діаграмою ізотермічного перетворення аустеніту сталі. Тому отримані результати досліджень охолодження конструкційної сталі можуть бути використані для розроблення нових енергозберіжних режимів термічної обробки сталей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Заблоцкий В. К. Самоотжиг поковок из стали 45 / В. К. Заблоцкий, В. И. Шимко, В. Е. Фельдман, А. И. Шимко // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Выпуск 53. – Днепропетровск, ПГАСиА. 2010. С. 100 – 104.

Наукове видання

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, професора

КОВАЛЕВСЬКОГО Сергія Вадимовича

**НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ
НМТІЗ-2019**

**Збірник наукових праць
XVIII Міжнародної наукової конференції**

За авторським редагуванням

32/2016 Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. 7,5
Обл.-вид. арк. 245. Тираж 100 прим. Зам. № 44

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003