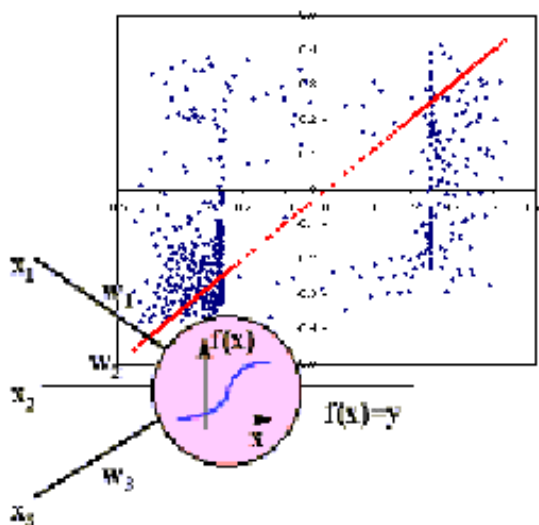


Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)  
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний за-вод» (Україна)  
ПАТ «Краматорський завод важкого верстатобу-дування» (Україна)  
Fakultet za menadžment u Nišu (Сербія)  
Higher Technical School Trstenik (Serbia)  
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod JJ Strossmayer University of Osijek,  
(Croatia)  
American Jurnal Neural Network and Aplication (USA)  
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)  
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)  
Міжнародний університет безперервної освіти (Україна)



# **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Всеукраїнської наукової конференції з міжнародної  
участю

## **«НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТіЗ-2018»**

**Краматорськ 2018**

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)  
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний за-вод» (Україна)  
ПАТ «Краматорський завод важкого верстатобу-дування» (Україна)  
Fakultet za menadžment u Nišu (Сербія)  
Higher Technical School Trstenik (Serbia)  
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod JJ Strossmayer University of Osijek,  
(Croatia)  
American Jurnal Neural Network and Aplication (USA)  
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)  
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)  
Міжнародний університет безперервної освіти (Україна)

# **НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТіЗ-2018**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Всеукраїнської наукової конференції з міжнародної  
участю

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

Краматорськ 2018

УДК 004.032.26+621(061.3)

ББК 32.973.202

Н46

**Рецензенти:**

Рамазанов С.К., докт.техн.наук, докт.экон.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 № 5 від 29.11.2018)

Н46 **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. – 104 с.**

ISBN 978-966-379-873-8

У збірнику праць представлені перспективні теоретичні та практичні розробки в області нейросітьових технологій, виконані в 2018 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)

ББК 32.973.202

ISBN 978-966-379-873-8

©ДДМА, 2018

### 3MICT

Сtop.

<b>Atri Deo Tripathi, Asim Ahmad</b> VISCOSITIES OF BINARY LIQUID MIXTURES OF 1, 2-DICHLOROETHANE WITH PYRIDINE, DIMETHYL SULFOXIDE, ACETONE, FURAN AND TETRAHYDROFURAN AT 303.15 K	6
<b>Baiyu Chen, Biying Wang</b> LOCATION SELECTION OF LOGISTICS CENTER IN E-COMMERCE NETWORK ENVIRONMENTS	7
<b>Balage Don Hiroshan Lakmal, Daisuke Oka, Yoichi Shiraishi, Kazuhiro Motegi</b> AN EFFECTIVE COMBINATION OF PRE-PROCESSING TECHNIQUE AND DEEP LEARNING ALGORITHM FOR HAMMERING SOUND INSPECTION	8
<b>Dilip Kumar, Neha lakhwan, Anita Rawat</b> STUDY AND PREDICTION OF LANDSLIDE IN UTTARKASHI, UTTARAKHAND, INDIA USING GIS AND ANN	9
<b>Gauri Katiyar, Ankita Katiyar, Shabana Mehruz</b> OFF-LINE HANDWRITTEN CHARACTER RECOGNITION SYSTEM USING SUPPORT VECTOR MACHINE	10
<b>Gholamhossein Lari, Saeed Ebrahimi</b> IDENTIFICATION OF COMPLIANT CONTACT FORCE PARAMETERS IN MULTIBODY SYSTEMS BASED ON THE NEURAL NETWORK APPROACH RELATED TO MUNICIPAL PROPERTY DAMAGES	11
<b>Ji Xuehua</b> EVALUATION OF EXPRESS SERVICE QUALITY ON CAMPUS	12
<b>Jianguo Yao, Ying Pan</b> RESEARCH ON DESIGN OF VIBRATION PLATFORM OF MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER AND RELIABILITY OF PLATFORM FRAME	13
<b>Le Minh Nhut</b> THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON PERFORMANCE IMPROVEMENT OF SOLAR HOT WATER SYSTEM UNDER REAL WEATHER CONDITIONS AT HO CHI MINH CITY, VIETNAM	14
<b>Le Tien Phong, Do Trung Hai</b> GRID-CONNECTED CONTROL SYSTEM FOR THREE-PHASE BIDIRECTIONAL DC/AC CONVERTER TO EXPLOIT PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION	15
<b>Mauton Gbededo, Peter Farayibi, Tiamiyu Mohammed</b> EVALUATION OF VALUE STREAM MAPPING APPLICATION IN PASTA MANUFACTURING: A CASE STUDY OF GOLDEN PASTA COMPANY, LAGOS	16
<b>Meisam Mahdavi1, Amir Bagheri</b> BPSO APPLIED TO TNEP CONSIDERING ADEQUACY CRITERION	17
<b>Mtaita Charles Mtoni</b> MODELING ASSESSMENT ON TECHNOLOGICAL CHALLENGES FACING SMALL-SCALE GOLD MINERS IN TANZANIA AND HOW ENGINEERING COULD SOLVE THEM	18
<b>Oderhowho Nyorere, Hilary Uguru</b> INSTRUMENTAL TEXTURE PROFILE ANALYSIS (TPA) OF CUCUMBER FRUIT AS INFLUENCED BY ITS PART AND MATURITY STAGE	19
<b>Olusoga Olawale Oreoluwa, Fagbemi Olasunkanmi</b> HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT PRACTICES IN THE BUILDING CONSTRUCTION INDUSTRY IN AKURE, NIGERIA	20

<b>Sushant Rath, Pinaki Talukdar, Arujun Prasad Singh</b> APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR FLOW STRESS MODELLING OF STEEL	21
<b>Vijay Nagandran, Tiagrajah V. Janahiraman, Nooraziah Ahmad</b> MODELING AND OPTIMIZATION OF CARBON STEEL AISI 1045 SURFACE ROUGHNESS IN CNC TURNING BASED ON RESPONSE SURFACE METHODOLOGY AND HEURISTIC OPTIMIZATION ALGORITHMS	22
<b>Wafik Aziz Wassef</b> ARCHITECTURE OF THE EXTENDED-INPUT BINARY NEURAL NETWORK AND APPLICATIONS	23
<b>Yibo Liu, Ying Pan</b> MOTION ANALYSIS AND OPTIMIZATION DESIGN OF BACK SUPPORT MECHANISM BASED ON POSE ADJUSTMENT	25
<b>Белугіна М.М. Решетняк Т.В., Ольховская О.Л.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	26
<b>Берус С.М.</b> ФІЗИЧНЕ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АКУС-ТИЧНОГО ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТНОГО ПОКРИТТЯ РОЛИКІВ РОЛЬГАНГІВ	29
<b>Глушич К.С.</b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НОВОГО МЕТОДУ ОБРОБКИ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	32
<b>Збаровський С.В., Ковалевський С.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РОЗМІРНИХ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ	35
<b>Камишна А.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	38
<b>Ковалевська О.С.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРСТАТІВ З КИНЕМАТИКОЮ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ НА НЕЙРОМЕРЕЖНОМУ БАЗИСІ	41
<b>Ковалевський С.В.</b> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	44
<b>Ковалевський С.В., Ємець В.В.</b> СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ	47
<b>Ковалевський С.В., Кошевой А.О.</b> НАЛАШТУВАННЯ БАГАТОРЕЗЦОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ	50
<b>Коваленко Д.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИМІРІВ НАНО-ПОКРИТТІВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	53
<b>Королевський Д.М.</b> ПРОЕКТ ІННОВАЦІЙНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИВАРНИХ МОДЕЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ 3-д ДРУКУ	56
<b>Кошева Л.В.</b> НЕЙРОМЕРЕЖОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	59
<b>Кравцов І.Д.</b> ВІБРАЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ	62
<b>Літвиненко О.І.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМО-ЕРС З ВИКОРИСТАННЯМ SDR-ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	65
<b>Маланчук С.Ф.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОГО МЕТОДУ ГВИНТОВОГО НАКОТУВАННЯ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-ПЛАСТИЧНОГО	68

## ЗМІЩЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

<b>Мельников А.Ю.</b> О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМАНДЫ ПО ИГРЕ «ЧТО? ГДЕ? КОГДА?» И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	71
<b>Мельников А.Ю., Кадацкий Н.А.</b> О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОГО НАХОЖДЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПОРТСМЕНА-МЕТАТЕЛЯ ЯДРА	75
<b>Нос Р.С.</b> ПРОЕКТ ГНУЧКОГО ТЕХНОЛОГИЧНОГО КОМПЛЕКСУ БЕЗПЕРЕВНОГО ВИРОБНИЦТВА	80
<b>Орленко М.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЗРАЗКІВ НА ВІДПОВІДНІСТЬ РОЗМІРНИМ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМ ПОКАЗНИКАМ	83
<b>Решетняк Т.В., Ольховская О.Л.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	86
<b>Савченко С.С.</b> ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗВАРНИХ КОРПУСНИХ ВИРОБІВ	90
<b>Смуригін О.А.</b> НЕЙРОМЕРЕЖОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ ЕЛЕКТРО-РОЗРЯДНОГО ВПЛИВУ НА РОБОЧУ ПОВЕРХНЮ, ЩО ПЛАКОВАНА ГРАФИТОМ	93
<b>Стукалова О.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІЧАСТОТНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА КОРПУСНІ ВИРОБИ З МЕТОЮ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ОСТАТКОВИХ НАПРУЖЕНЬ	94
<b>Ткач М.М.</b> АКУСТИЧНА ДІАГНОСТИКА ВПЛИВУ ЗУСИЛЬ ЗАКРІПЛЕННЯ НЕПЕРЕТОЧУВАЛЬНИХ ПЛАТИН	97
<b>Щичко О.О.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ ЗМІЩЕННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	101

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

Atri Deo Tripathi, Asim Ahmad

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  $\eta$  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  $\eta$  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  $\Delta \eta$  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  $\Delta \eta$  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  $\Delta \eta$  for dichloromethane-furan can be accredited to the high proportion of contributions to  $\Delta \eta$  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  $\Delta \eta$ . THF is saturated molecule and the values of  $\Delta \eta$  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.

# LOCATION SELECTION OF LOGISTICS CENTER IN E-COMMERCE NETWORK ENVIRONMENTS

**Baiyu Chen, Biying Wang**

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.



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

**Balage Don Hiroshan Lakmal, Daisuke Oka, Yoichi Shiraishi, Kazuhiro Motegi**

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.

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

**Dilip Kumar, Neha lakhwan, Anita Rawat**

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.

# **OFF-LINE HANDWRITTEN CHARACTER RECOGNITION SYSTEM USING SUPPORT VECTOR MACHINE**

**Gauri Katiyar, Ankita Katiyar, Shabana Mehruz**

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.

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

**Gholamhossein Lari, Saeed Ebrahimi**

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.

## EVALUATION OF EXPRESS SERVICE QUALITY ON CAMPUS

**Ji Xuehua**

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.

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

**Jiaguo Yao, Ying Pan**

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 nder vibration. The overall stability will not cause vibration damage to the frame.

This paper mainly studies the reliability of circuit reaker 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 designedstructure 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.

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

**Le Minh Nhut**

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.

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

**Le Tien Phong, Do Trung Hai**

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 represent 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.



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

**Mauton Gbededo, Peter Farayibi, Tihamiyu Mohammed**

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.

## **BPSO APPLIED TO TNEP CONSIDERING ADEQUACY CRITERION**

**Meisam Mahdavi<sup>1</sup>, Amir Bagheri**

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.

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

**Mtaita Charles Mtoni**

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.

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

**Oderhowho Nyorere, Hilary Uguru**

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 ( $\geq r^2 \{ 0.90$ ) was established between the TPA parameters and maturity stage.

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

**Olusoga Olawale Oreoluwa, Fagbemi Olasunkanmi**

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.

# **APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR FLOW STRESS MODELLING OF STEEL**

**Sushant Rath, Pinaki Talukdar, Arujun Prasad Singh**

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.

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

**Vijay Nagandran, Tiagrajah V. Janahiraman, Nooraziah Ahmad**

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.

# ARCHITECTURE OF THE EXTENDED-INPUT BINARY NEURAL NETWORK AND APPLICATIONS

**Wafik Aziz Wassef**

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  $2n$  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.

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

**Yibo Liu, Ying Pan**

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 stabilizes 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.

# ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Белугина М.М. Решетняк Т.В., Ольховская О.Л.

Нейронные сети — одно из направлений в разработке систем искусственного интеллекта. Идея заключается в том, чтобы максимально близко смоделировать работу человеческой нервной системы — а именно, её способности к обучению и исправлению ошибок. В этом состоит главная особенность любой нейронной сети — она способна самостоятельно обучаться и действовать на основании предыдущего опыта, с каждым разом делая всё меньше ошибок.

Все задачи, которые могут решать нейронные сети, так или иначе связаны с обучением. Среди основных областей применения нейронных сетей — прогнозирование, принятие решений, распознавание образов, оптимизация, анализ данных.

В настоящее время нейронные сети используются для решения целого ряда задач, одной из которых является задача прогнозирования [1-5]. Целью прогнозирования является уменьшение риска при принятии решений. Прогноз обычно получается ошибочным, но ошибка зависит от используемой прогнозирующей системы. Предоставляя прогнозу больше ресурсов, можно увеличить точность прогноза и уменьшить убытки, связанные с неопределенностью при принятии решений.

Способности нейронной сети к прогнозированию напрямую следуют из ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений и/или каких-то существующих в настоящий момент факторов. Следует отметить, что прогнозирование возможно только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущие.

В настоящей работе рассматривается применение нейронной сети для решения задачи прогнозирования финансового состояния предприятия.

Целью работы является разработка прогноза финансового состояния машиностроительного предприятия на основе использования неромодели.

На примере финансовой отчетности машиностроительных предприятий предлагается построение нейросетевой модели.

Процесс построения нейронной сети включает следующие этапы:

1. Выбор типа сети для решения поставленной задачи;
2. Обучение нейронной сети, то есть определения численных значений весов каждого из нейронов на основании экспертной или ретроспективной информации;
3. Проверка нейронной сети, которая прошла обучение, на данных контрольного примера;

Использование сети, которая успешно прошла обучение и тестирование, для решения задачи.

С помощью пакета Statistica Neural Networks (StatSoft Inc.) [6], который объединяет в себе удобный интерфейс и широкие возможности выбора разных типов нейронных сетей построена модель оценки и анализа реализации финансового плана на примере данных ЗАО НКМЗ.

В качестве входных показателей моделей нейронных сетей рассматриваются темпы изменения значений таких показателей предприятия, как: темп изменения фондоемкости продукции (T\_FE), темп изменения материалоемкости продукции (T\_ME), темп изменения погашаемости дебиторской задолженности (T\_PDZ), темп изменения объема продаж (T\_OP), темп изменения фонда оплаты труда (T\_FOT), отражающие интенсивность воздействия угроз. Выходной переменной является тип финансово состояния.

Для перебора моделей нейронных сетей в пакете Statistica Neural Networks применяется Мастер решения задач (Intelligent Problem Solver). Модуль Мастер решения задач разрешает просмотреть довольно большое количество возможных моделей, провести их обучение и тестирование разными методами, автоматически выбрать наилучшую.

На Рис.1 приведена экранная форма программы SNN, показывающая разбиение исходной выборки данных на три класса: обучаемую, по которой строится нейронная сеть; верифицируемую, используемую в качестве базы знаний для корректировки весов; и тестируемую, которая подается на вход построенной нейронной сети и является средством проверки гибкости модели к новым данным. Разбиение исходной выборки данных на три группы осуществляется случайным образом, при этом количество наблюдений в выборках задается непосредственно либо по умолчанию. Обучаемое множество служит для обучения нейронной сети, контрольное – для независимой оценки хода обучения, тестовое – для окончательной оценки модели после серии экспериментов.

	T_FE	T_ME	T_PDZ	T_OP	T_FOT
01	1.0125	1.014286	1.014286	1.055595	0.9619082
02	1.0125	1.014286	1.014286	1.022946	0.9619082
03	0.875	0.8714286	0.8714286	1.055917	0.8312567
04	0.875	0.8714286	0.8714286	1.023231	0.8312567
05	1	1.042857	1	1.055113	0.993948
06	1	1.042857	1	1.022488	0.993948
07	1	1.042857	1	1.00004	0.993948
08	1.125	1.142857	1.142857	1.05649	1.092026
09	1.125	1.142857	1.142857	1.023793	1.092026
10	1.125	1.142857	1.142857	0.4684571	1.092026

Рис.1 Фрагмент разбиения исходных данных на три группы для обучения нейронных сетей.

Наилучшей выбрана модель многоуровневого персептрона, имеющая наименьшую величину ошибки (0,013).

На Рис.2 приведена архитектура этой модели.

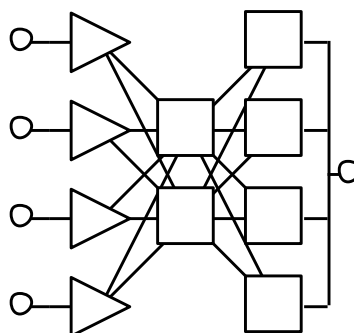


Рис. 2 Вид архитектуры модели многоуровневого персептрона

Используя данную модель можно сделать прогноз оценки уровня финансового состояния машиностроительного предприятия на перспективу. Табл. 1 представляет собой результат классификации с использованием многоуровневого персептрона для новых случаев.

Таблица 1

Результаты классификации новых случаев на основе нейросетевой модели

Входные переменные	T_ME	T_PDZ	T_OP	T_FOT	Выходные переменные	Тип класса по модели(T_KLASS)
Input	0.8	0.8	0.8	0.8	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	0.85	0.85	0.85	0.85	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	0.9	0.9	0.9	0.9	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	0.95	0.95	0.95	0.95	Output	KL2( неустойчивое

						финансовое состояние)
Input	1	1	1	1	Output	KL4 (устойчивое финансовое состояние)
Input	1, 05	1, 05	1, 05	1, 05	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)
Input	1, 1	1, 1	1, 1	1, 1	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)
Input	1, 15	1, 15	1, 15	1, 15	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)
Input	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)

## ВЫВОДЫ

Как в отечественной, так и в зарубежной практике существует достаточно большое количество моделей для анализа финансового состояния предприятий, но их использование дает возможность получить только оценку состояния. Но этого не достаточно для успешного функционирования производства, поскольку нужно не только анализировать результаты работы предприятия, но и сделать прогноз работы на будущее.

Для успешной оценки работы предприятия и разработки прогноза на будущее в статье предлагается использование нейросетевых технологий.

С помощью пакета Statistica Neural Networks построена модель оценки и прогноза уровня финансового состояния машиностроительного предприятия на примере данных ЗАО НКМЗ.

Из предложенных нейросетевых моделей была выбрана модель многоуровневого персептрона (ее применение дает наименьшую ошибку прогноза). Использование данной модели позволило классифицировать уровень финансового состояния предприятия в зависимости от различных значений входных переменных. В данном случае входные переменные – набор финансовых показателей.

Таким образом, использование данной модели позволяет не только оценить финансовое состояние предприятия, но и спрогнозировать его уровень в зависимости от значений финансовых показателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Швиданеко Г.О., Олексюк О.І. Сучасна технологія діагностики фінансово-економічної діяльності підприємства: Монографія – К.: КНЕУ, 2002. – 192с.
2. Решетняк Т. В. Комплексная оценка финансовой устойчивости предприятия на основе методов системного экономического анализа// Зб. наук. праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Методи системного аналізу і моделювання в сучасних економічних системах», м. Кам'янець-Подільський, 1 квітня 2006 р.
3. Решетняк Т. В. Моделювання тенденцій зміни стійкості фінансового стану підприємства// Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. - №21. – 2007. - С.144-149.
4. Решетняк Т. В. Прогнозування прибутку з використання нейромережесвих технологій// Зб. наук. праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні наукові досягнення - 2006», м. Дніпропетровськ, 20-28 лютого 2006 року.
5. Єлисеєва О.К., Решетняк Т.В. Методи та моделі оцінки і прогнозування фінансового стану підприємств: монографія. –Краматорськ: ДДМА, 2007. – 208 с.
6. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks. Пер. с англ. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2002. – 182с.

# ФІЗИЧНЕ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АКУСТИЧНОГО ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТНОГО ПОКРИТТЯ РОЛИКІВ РОЛЬГАНГІВ

Берус С.М.

Найбільше навантаження під час роботи ролика рольганга лягає на підшипниковий вузол, тому однією з основних задач, які необхідно вирішити, - забезпечити оптимальні умови для роботи цього вузла. Для визначення заходів, які забезпечать оптимальні умови роботи підшипникового вузла, застосовуються теорії і методи удосконалення виробництва на основі аналізу технології виготовлення деталей ролику рольгангу, складання виробу і вивчення його умов експлуатації тощо (рис. 1).

На основі комплексного аналізу вищенаведених умов визначаються зони найбільш ймовірного ізносу деталей ролику рольгангу та приймається рішення щодо вдосконалення конструкції ролику рольганга (рис. 2).

Використання композиційних матеріалів дозволяє спростити та покращити конструкцію, заощадити дорогі кольорові метали та мастила, зменшити трудомісткість технічного обслуговування та ремонту, зменшити втрати на тертя та підвищити зносостійкість, розширити діапазон експлуатаційних режимів роботи обладнання, збільшити довговічність та інші показники [1].

Однак, виникнення внутрішньої напруги в ході формування адгезійного контакту під час нанесення композиту внаслідок процесів хімічного або фізичного структурування компонента, а також через термічні напруження, може призвести до мимовільного відшаровування композиту в процесі експлуатації. Це обумовлено тим, що внутрішня напруга спрямована проти сил адгезійного зчеплення і залежність адгезійної міцності системи від внутрішніх напружень має складний характер [3].

Для забезпечення достатньої адгезійної міцності і довговічності роботи ролика рольганга шляхом впливу на поверхні тертя-ковзання сполучених деталей ролика вібрацій резонансної частоти необхідно домогтися зниження внутрішніх напружень в шарі композиту.

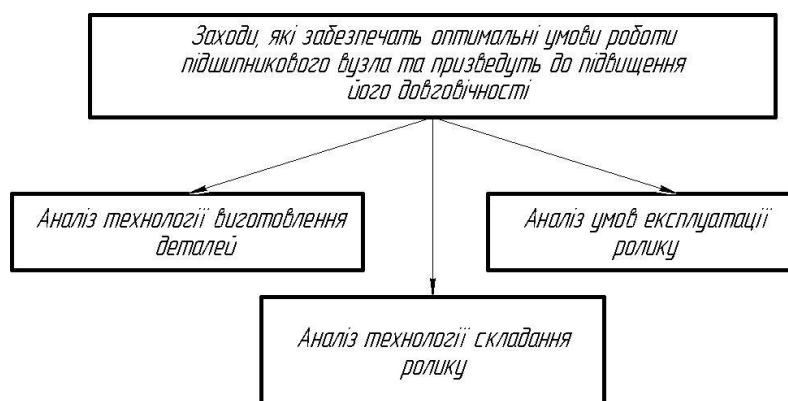


Рис.1 - Визначення заходів, які забезпечать оптимальні умови роботи підшипникового вузла ролику рольганга

Для зменшення внутрішньої напруги у ряді випадків використовується віброобробка, яка економічніше термічної обробки приблизно в 10 разів, так як вона має такі переваги [2]:

1. Необхідне для віброобробки обладнання є універсальним для різних конструкцій, компактним і мобільним;
2. Вартість устаткування, а також витрати на його обслуговування і догляд за ним відносно невеликі;
3. Процеси зняття напружень протікають швидко;
4. Метал і поверхня деталей після обробки не зазнає помітних фізико-механічних ушкоджень (немає окалини, шлаку, кольорів мінливості і т.п.).

На теперішній час для зняття залишкових напруг в металі можна застосовувати технологію низькочастотної віброобробки на резонансних частотах (НВО). Технологія застосовується на підприємствах машинобудування, судноремонту та ін. Перевагою НВО є зниження напруження у всій конструкції цілком, що дозволяє повністю або частково відмовитися термічної обробки [3].

На відміну від дорогої термічної обробки, яку можна застосувати не в будь-якій ситуації, НВО, не змінюючи структури металу при малих енерговитратах, здатна з високим ступенем ефективності знизити залишкові напруги у виробках.

Для проведення експерименту використовувалася збірна конструкція, що імітує штучне створення внутрішніх напружень при нанесенні на деталь композиційного матеріалу. Схема конструкції представлена на рис. 2.

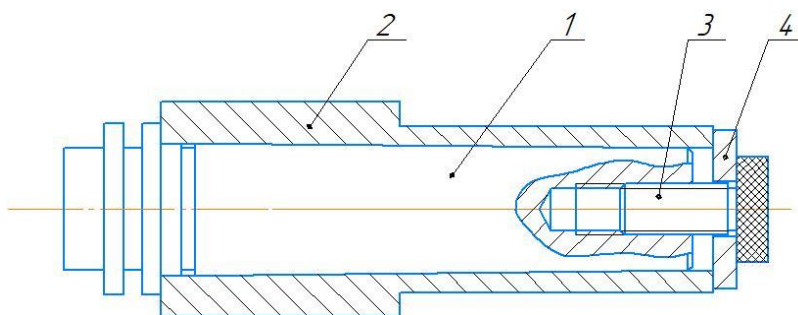


Рис. 2 – Схема експериментальної збірної конструкції (1 – оправка конусна, 2 – втулка конусна, 3 – гвинт, 4 – шайба)

Відповідно до схеми, штучне створення внутрішніх напружень реалізується завдяки створенню натягу у з'єднанні деталей 1 та 2 під час їх зтяжки гвинтом 3.

Установка для проведення обробки з застосуванням методу НВО складається з випромінювача та приймача, що встановлюються на експериментальних деталях, та які підключені до звукової карти персонального комп'ютеру. Управління завданням коливальних на випромінювачі здійснюється за допомогою генератора сигналу. Аналіз результатів вимірювань частот коливальних, які знімаються з приймача, фіксуються за допомогою програмного аналізатору спектру.

Під час проведення експерименту із результатів вимірювання виключаються спектр власних коливальних звукової карти.

Перший етап проведення експерименту - фіксація спектру власних коливальних (з нульовим зусиллям зажиму та без обробки):

1. деталі 1 – FS1\_0;
2. деталі 2 – FS2\_0;
3. деталі 1\_2 (у зборі) – FS12\_0.

Другий етап проведення експерименту - фіксація спектру власних коливальних деталі 1\_2 під навантаженням (під навантаженням та без обробки):

1. з зусиллям 1 – FS12\_1;
2. з зусиллям 2 – FS12\_2.

На кожному етапі було отримано спектр амплітудно-частотних характеристик, аналіз яких показав, що амплітудно-частотні характеристики мають ряд проміжних резонансних частот («кишень»).

Третій етап проведення експерименту - фіксація спектру коливань деталі 1\_2 після обробки:

1. вібраціями широкополосного спектру («білий шум») – FS12\_обр;
2. вібраціями з частотою 7062 Гц– FS12\_обр1;
3. вібраціями з частотою 18777 Гц– FS12\_обр2;
4. вібраціями з частотою 9474 Гц– FS12\_обр3;
5. вібраціями з частотою 8613 Гц– FS12\_обр4;
6. вібраціями з частотою 9302 Гц– FS12\_обр5.

Після обробки деталі 1\_2 вібраціями широкополосного спектру («білим шумом») амплітуда коливань зменшилася, розмір внутрішніх залишкових напружень деталі 2 знизився на 15%.

Обробка деталі 1\_2 на інших резонансних частотах відповідно до отриманих результатів підтвердила теоретичні припущення щодо зменшення розміру внутрішніх залишкових напружень деталі 2 після обробки деталі 1\_2 методом НВО.

## ВИСНОВКИ

Після обробки деталі 1\_2 методом НВО амплітуда верхніх частот коливання зменшується, нижніх частот зростає. У деталі 2 відбувається перерозподіл внутрішніх напружень з більших значень до менших, що свідчить про зменшення напруженого стану композиційного покриття ролику рольганга. За результатами проведення експерименту рекомендується проводити обробку ролику рольгангу за принципом широкопалосного спектру коливань протягом 60-90 хвилин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тулинов А.Б., Гончаров А.Б. *Новые композиционные материалы в ремонтном производстве // Ремонт. Восстановление. Модернизация.* – 2003. – № 11. – С. 46–49.
2. Артур Дж. Мак-Ивли. *Анализ аварийных разрушений.* М.: Техносфера, 2010, 416 с.
3. Бафаев Д. Х., Бехбудов Ш. Х. *Эффективность применения композиционного материала в подшипниках опор валков // Техника. Технологии. Инженерия.* — 2017. — №4. — С. 31-36. — URL <https://moluch.ru/th/8/archive/68/2560/>.



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НОВОГО МЕТОДУ ОБРОБКИ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Глушич К.С.

Надійність і довговічність машин суттєво залежать від довговічності вузлів. Переважна більшість втрат роботоздатності елементів машин пов'язана насамперед зі швидким зношуванням контактуючих поверхонь деталей вузлів або з їх руйнуванням [1, 4, 5]. Тому виникає необхідність підвищення надійності й довговічності деталей, що зношуються. Це досягається за рахунок покращення експлуатаційних характеристик (міцності, твердості, зносостійкості тощо). Є велика кількість методів підвищення експлуатаційних характеристик: фізичні, хімічні, електричні, комбіновані тощо.

Метою роботи є освітлення та експериментальне підтвердження методу підвищення твердості та зносостійкості, за рахунок активізації дії епіламірювання на поверхні деталі новим видом обробки за допомогою обертового магнітного поля.

Обертове магнітне поле — магнітне поле, вектор магнітної індукції якого, не змінюючись за модулем, обертається з постійною кутовою швидкістю [2]. Для створення обертового магнітного поля розроблено пристосування з електричною схемою, яка відображає зсув фази струму в обмотках чотирьох соленоїдів. Синусоїдальний струм у кожній з чотирьох стаціонарних обмоток соленоїдів виробляє чотири змінні магнітні поля, перпендикулярні до осі обертання, які створюють одне обертове магнітне поле [2]. Відповідно до гіпотези про поведінку зерен на робочій поверхні деталі в обертовому магнітному полі, така дія в умовах резонансу призводить до руху зерна, змушує їх упорядкуватися. При введенні збуджуючого поля змінної частоти, відбувається поглинання енергії, змінюється орієнтація магнітного моменту відносно постійного поля. Інакше кажучи, спостерігається резонанс. Находячись у взаємодії із зовнішнім полем, зерна активізуються. Виникають умови, коли зерна стають перешкодою для утворення дефектів, наприклад вирівнюється структура зовнішнього шару поверхні.

Для підтвердження дії обертового магнітного поля на підвищення твердості робочої поверхні проводилися дослідження на зразку із сталі 40, встановленому на верстаті. Інструмент для створення обертового магнітного поля складається з магнітопровіда із чотирма катушками. Кількість витків  $N=3500$  шт на одній, при довжині  $l=43$  мм, наружному діаметру  $D=10$  мм катушки. Ємкість одного конденсатора  $C=30$  мкФ.

Проведено розрахунок резонансної частоти коливального контуру. Визначення індуктивності катушки проводилися за формулою [2]:

$$L = \frac{\left(\frac{D}{10}\right)^2 \cdot N^2}{(4,5 \cdot D) + (10 \cdot l)} \quad (1).$$

Звідси, індуктивність катушки  $L = 25789$  мкГн.

Частота коливального контуру розрахована за формулою [2]:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad (2).$$

Звідси, частота  $f = 180$  Гц. Для досконалого аналізу дослідження проводили при 100 Гц, 200 Гц, 300 Гц. Джерелом подачі напруги та контролю частоти в експериментальній установці використано генератор імпульсів Г5-54.

Експериментальне дослідження проведено наступним чином.

1. Проведено обробку по чотирьом точкам кожної із 9 шийок зразка у рандомізованому порядку протягом 2 хв – 3 шийки, 4 хв – 3 шийки, 6 хв – 3 шийки, при частоті 100 Гц, 200 Гц, 300 Гц на кожну шийку.

2. Виконано вимір твердості за допомогою твердоміра ЕТМ-01 до та після обробки, розраховано приріст твердості та швидкість виникнення приросту. Отримано графік швидкості приросту твердості, зображеному на рисунку 4, з якого видно, що ефективним впливом для підвищення твердості є обробка протягом 4 хвилин та частотою 200 Гц.

3. Проведено обробку при різних швидкостях обертання зразка: 12,5 м/хв – 3 шийки, 16 м/хв – 3 шийки, 20 м/хв – 3 шийки, при однаковій мінімальній подачі інструменту, протягом 4 хвилин та частоті 200 Гц. Виконано вимір твердості до та після обробки. Розраховано приріст твердості.

4. Оброблено зразок поверхнево активною речовиною (ПАВ) KF, доведеною до стану рідини. Вплив речовини активовано дією обертового магнітного поля при різних швидкостях обертання зразка: 12,5 м/хв – 3 шийки, 16 м/хв – 3 шийки, 20 м/хв – 3 шийки, при однаковій мінімальній подачі інструменту, протягом 4 хвилин та частоті 200 Гц. Виконано вимір твердості до та після обробки. Розраховано приріст твердості.

5. Проведено випробування зразка на зносостійкість за допомогою установки, представленої на рисунку 5. Дослідження проведено на чотирьох шийках зразка, одна із яких не оброблена, а інші три оброблені епіламірюванням та активацією обертовим магнітним полем упродовж 4 хвилин та частоти 200 Гц. Зносостійкість визначено за результатами, представленими у таблиці 1, ширини сліду після випробування, на основі зроблених фото за допомогою камери. Отримано залежність ширини сліду від тривалості випробування.

Таблиця 1

Результати випробування на зносостійкість

Час, хв	Точка	Ширина сліду, мм			
		Без обробки	1 шийка	2 шийка	3 шийка
3	1	20,92	19,34	20,40	18,31
3	2	20,98	16,78	17,01	17,21
3	3	20,31	13,51	14,95	20,84
Середнє значення		20,74	16,54	17,45	18,79
6	1	66,25	47,86	53,71	45,14
6	2	60,58	45,79	54,88	46,72
6	3	67,32	44,81	56,60	44,48
Середнє значення		64,72	46,15	55,06	45,45
9	1	127,99	71,70	86,35	69,47
9	2	110,53	75,47	81,07	68,95
9	3	111,45	73,12	71,26	72,22
Середнє значення		116,66	73,43	79,56	70,21

Для дослідження за допомогою нейроімітатора NeuroPro.0,25 на основі даних кожного етапу дослідження, сформована навчальна та тестова вибірка, за якими побудовані математичні апроксимаційні моделі процесу обробки робочої поверхні в обертовому магнітному полі.

За результатами моделювання багатомірних апроксимаційних залежностей отримані значення придбаної твердості поверхні, в залежності від режимів та умов проведення обробки обертовим магнітним полем.

Результати свідчать про наявність екстремальних значень твердості при прогнозуванні резонансної частоти 200 Гц. Виявлено ефект екстремальної залежності твердості від тривалості процесу, що на нашу думку пояснюється ефектом, який спостерігається при тривалій вібраційній обробці [6]. Ефект підвищення твердості при зменшенні швидкості пояснюється позитивним впливом тривалості дії обертового магнітного поля, але в межах обмежень попереднім зауважень.

## ВИСНОВКИ

На підставі гіпотези і експериментальних досліджень можна стверджувати, що безконтактна обробка обертовим магнітним полем дозволяє отримувати позитивні зміни якості поверхневого шару, полягає у підвищенні твердості. Встановлено, що є екстремальні значення показників при обробці в умовах резонансу частоти обертового магнітного поля та власної частоти обробки поверхні. Таким чином гіпотеза підтверджена результатами експерименту: підвищення зносостійкості поверхонь тертя при 3 хвилинах випробування – в 1,1...1,2 раз, при 6 хвилинах – в 1,3...1,4 раз, при 9 хвилинах – в 1,5...1,6 раз. Новизна технічної пропозиції підтверджена позитивним рішенням щодо видачі патенту [7].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. *Науково-технічний журнал «Проблеми тертя та зношування», м. Київ, НАУ. № 1(60) (2013).*
2. *Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2014. — 317 с.*
3. *А. А. Хубатхузін, И. Ш. Абдуллин, В. И. Христоробова, А. А. Гумиров, Анализ физико-механических свойств спиральных насосов при обработке методами анодирования, эламинирования, ВЧ плазмой пониженного давления:// Вестник Казанского технологического университета, 2014 – С. 42-45.*
4. *Кім В.О., Якубов Ф.Я. Енергетика процесу самоорганізації при терті та зношуванні // Вісник ЖІТІ. – 2001/ Спеціальний випуск/ Технічні науки. – С. 172-175.*
5. *Марчук В.Е. Влияние зернистости абразива на износостойкость дискретных поверхностей // Проблемы тертя та зношування: Наук.- техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2010. – Вип. 53. – С. 139–146.*
6. *Колот А.В. Повышение надежности технологии вибростабилизирующей обработки на основе оптимизации ее режимов: дис. канд. техн. наук: 05.03.08 / Колот Александр Владимирович – К., 1997. – 166 с.*
7. *Позит. ріш на патент. Заявка и 2018 06373, МПК С23С 16/02, С23С 22/00, F26В 3/347. Спосіб нанесення покриття на робочі поверхні деталей машин / Ковалевський С.В., Глушич К.С.; заявник Донбаська державна машинобудівна академія. – № и2018 06373; подання 07.06.2018; позитивне рішення 08.10.2018. – 8 с.*

# МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РОЗМІРНИХ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

Збаровський С.В. , Ковалевський С.В

Підвищення рівнів автоматизації та гнучкості технологічного обладнання та технологічних систем неодмінно має супроводжуватися вдосконаленням методів контролю показників якості продукції. Тому, підвищення достовірності і продуктивності діагностики геометричних і фізико-механічних властивостей деталей машин залишається актуальним завданням. Раніше проведені нами дослідження по ідентифікації спектрів збуджених коливань зразків деталей за розмірами, шорсткості поверхонь і їх твердості показали можливість діагностування показників якості з досягається похибкою менше  $10^{-1}$ - $10^{-2}\%$  поля розсіювання параметрів. Однак, експериментальні дані потребують теоретичному обґрунтуванні, що і є метою цієї роботи.

Для теоретичного обґрунтування запропоновано застосувати апарат клітинних автоматів. Моделювання процесу формування функції відгуку на збуджуючі впливу на виріб включає наступні етапи.

1. Створення модельного поля зразків;
2. Встановлення правила клітинного автомата;
3. Введення початкових умов діагностичного впливу на зразки;
4. Моделювання динамічної функції відгуку;
5. Аналіз результатів моделювання.

Для створення модельного поля зразків використаний табличний процесор Excel. У цьому табличному полі сформовані два блоки зразків:

Перший блок представлений на рис. 1.

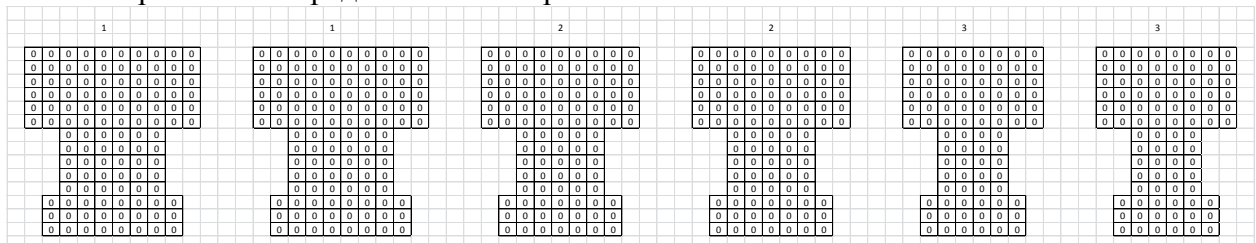


Рисунок 1 – Перше модельне поле зразків: 1 -  $10x5+6x5+8x3$ ; 2 -  $9x5+5x5+7x3$ ; 3 -  $8x5+4x5+6x3$ .

Перше з двох полів кожного зразка являє собою основне поле результатів дії клітинних автоматів. Друге з двох полів кожного зразка є полем правил клітинних автоматів.

Для клітинних автоматів прийнято наступне правило ( $U1 \div U9$  - значення клітин поля автоматів:

U1	U2	U3
U4	U5	U6
U7	U8	U9

$$U5 = \frac{U1+U2+U3+U4+U5+U6+U7+U8+U9}{9} \quad (1)$$

Аналогічно для другого блоку зразків (рис.2):

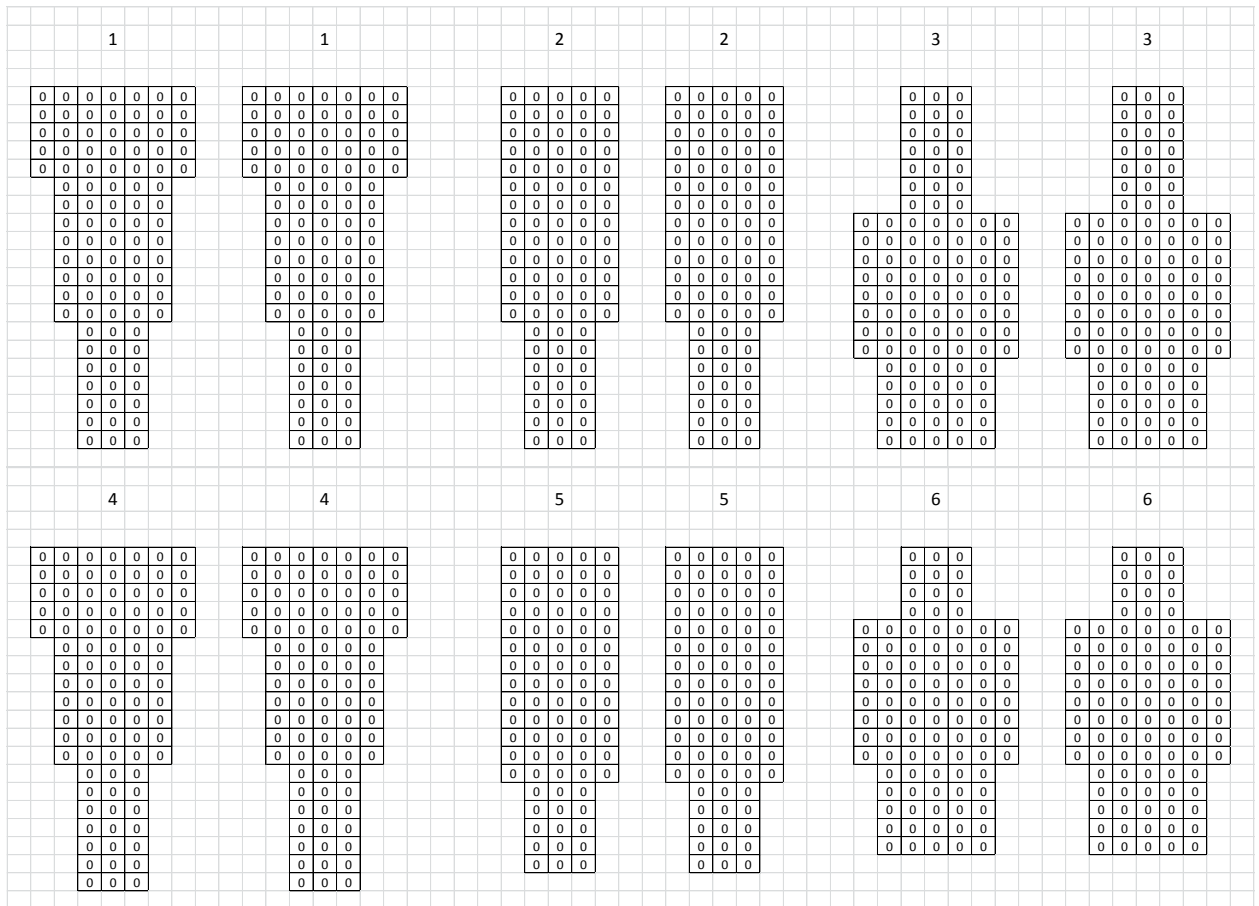


Рисунок 2 – Друге модельне поле зразків: 1 –  $7x5+5x8+3x7$ ; 2 –  $5x13+3x7$ ; 3 –  $3x7+7x8+5x5$ ; 4 -  $7x5+5x7+3x7$ ; 5 –  $5x13+3x5$ ; 6 –  $3x4+7x8+5x5$ .

Правила клітинних автоматів аналогічні прийнятим раніше. Початкові умови задані одиничним рівнем осередків по контуру зразків. При моделюванні динамічної функції відгуку були реалізовані повні цикли клітинних автоматів як для першого і другого блоку зразків. Для отримання діагностичної функції використані значення фіксованого клітинного автомата. На рис.3 представлені значення клітинного автомата в функції кількості циклів (а) і відхилення від середнього значення (б) для першого блоку зразків.

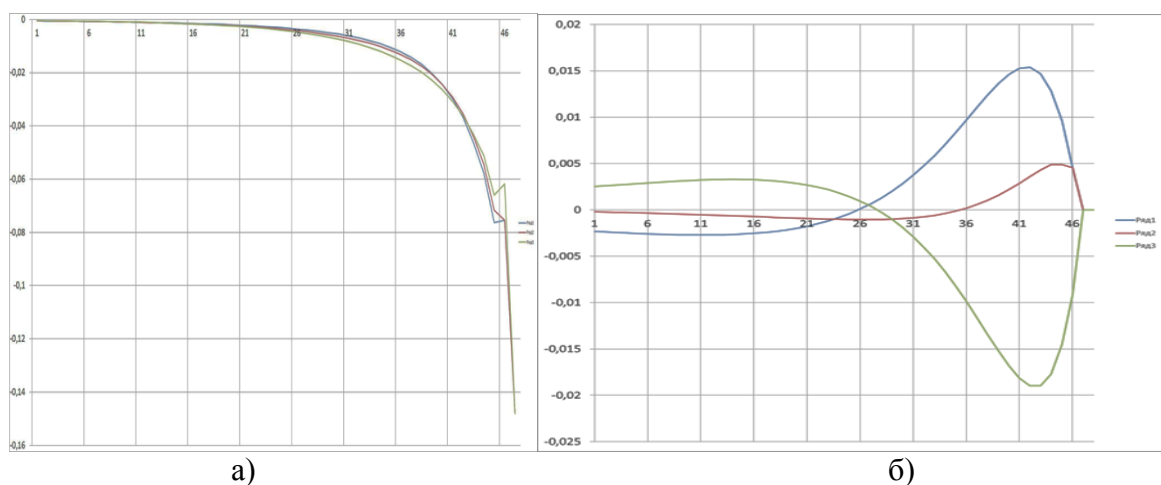
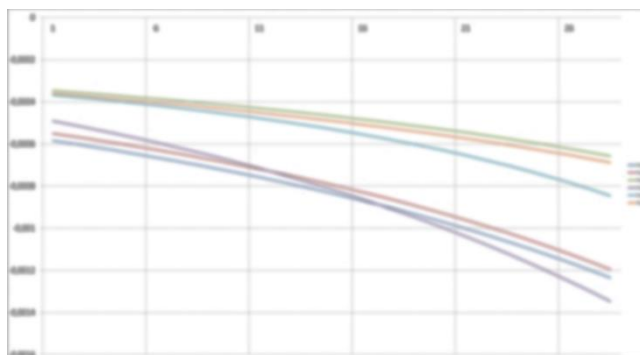
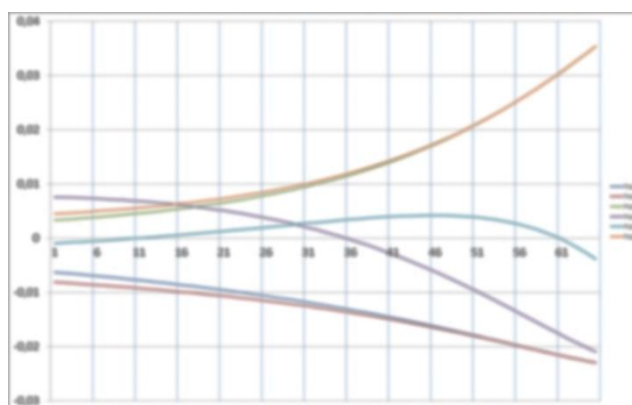


Рисунок 3 – Значення клітинного автомата для першого блоку зразків

На рис.4 представлені значення клітинного автомата в функції кількості циклів (а) і відхилення від середнього значення (б) для другого блоку зразків.



а)



б)

Рисунок 4 - Значення клітинного автомата для другого блоку зразків

Як видно з результатів моделювання, представлені зразки дають різні значення функцій, що залежать від кількості циклів клітинних автоматів (однакові для першого блоку і, окремо, для другого блоку зразків). Число клітинних автоматів на поле конфігурацій зразків відповідає частотному діапазону збуджуючих впливів - чим вище частота, тим менше крок ітерацій клітинних автоматів. Такий висновок добре узгоджується з експериментально підтвердженим ефектом взаємозв'язку амплітудно-частотної характеристики власних коливань об'єкта з його геометричними і фізико-механічними характеристиками.

Таким чином, виконаний комплекс досліджень із застосуванням машинного експерименту підтверджує перспективність діагностики геометричних і фізико-механічних властивостей деталей машин. Клітинні автомати як інструмент досліджень може мати велику перспективу для ідентифікації об'єктів.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Камишна А.В.

Мета: дослідити вплив високовольтних розрядів на твердість та шорсткість деталі

Задачі: Дослідити вплив високовольтних розрядів на якість поверхні

Об'єкт дослідження – експериментальні зразки, представлені комплектом валів, в кількості  $N_{шт}$ .

Підготовка до експериментального дослідження проводилася в три етапи:

1-й етап. Підготовка експериментального стану для впливу високовольтними розрядами електричного струму на поверхню деталі.

2-й етап. Підготовка обладнання, підготовка та налагодження токарного верстата 1К625.

3-й етап. Підготовка заготовок шляхом попереднього зняття матеріалу.

На першому етапі був виготовлений експериментальний стенд, зображення представлено на рис. 1



Рисунок 3.4 – Експериментальний стенд генерування високовольтних розрядів.

Експериментальний стенд складається із блоку живлення, високовольтного перетворювача «Розряд 1», пристосування для фіксації електроду та встановленого зразка.

Налагоджено токарний верстат 1К625, виконано центрування заготовки, та її підготовка до проведення експериментальних досліджень.

Вплив високовольтним розрядом здійснюється наступним чином. На поверхню експериментального зразка наводиться високовольтний електрод на відстані  $\Delta = 3, 5, 7$  мм від поверхні, у вигляді джерела високої напруги в межах 25 кВ.

На кінцеві результати експерименту впливають перемінні фактори: відстань від електроду до поверхні, частоту обертання та тривалість їх впливу на експериментальні зразки.

Для забезпечення однорідності плану та врахування факторів проведення експерименту виконана рандомізація послідовності виконання досліджень.

Аналіз результатів експериментальних досліджень та практичні рекомендації.

Послідовно для кожного зразка на окремих ділянках з вихідними властивостями визначено твердість та шорсткість поверхні.

Дані проведення експериментальної обробки наведені в табл.1. Для проведення експерименту по зміцненню було обрано налаштування частоти обертання зразка в шпинделі токарного верстата та відстань від електроду до поверхні деталі.

Таблиця 1 – Вихідні дані та результати проведення експерименту

Номер	Частота обертання шп, хв	Відстань, мм	Час обробки 2 хв		Час обробки 4 хв		Час обробки 6 хв	
			Ra	HВ	Ra	HВ	Ra	HВ
2	12,5	3	5,9	201,9	4,2	225,8	4,2	239,4
4	20	3	6	233,8	3,2	229,2	5,1	231,5
5	16	3	5	230,3	3,6	228,1	4,3	237,2
1	12,5	5	6,5	225,8	4,7	231,5	3,8	232,6
6	20	5	5,5	239,4	3,3	237,2	3	233,8
9	16	5	4,7	222,4	5	222,4	4	242,9
3	16	7	5,3	245,1	3,3	225,8	5,4	233,8
7	20	7	5,3	216,7	5	229,2	3,1	239,4
8	12,5	7	4	226,9	3	233,8	3,4	233,8

За отриманими результатами, зведеними в табл. 1, було побудовано графіки рис. 2 та рис. 2, які дають можливість побачити при якому відношенні частоти обертання зразка, часу та відстані між електродом та зразком відбувається необхідне зміцнення та зносостійкість робочих поверхонь, а саме зменшення шорсткості та підвищення твердості поверхні.

Технічним результатом є підвищення міцності робочих поверхонь деталей за короткий проміжок часу, використовуючи нескладне обладнання, підвищуючи продуктивність та знижуючи енергетичні витрати.

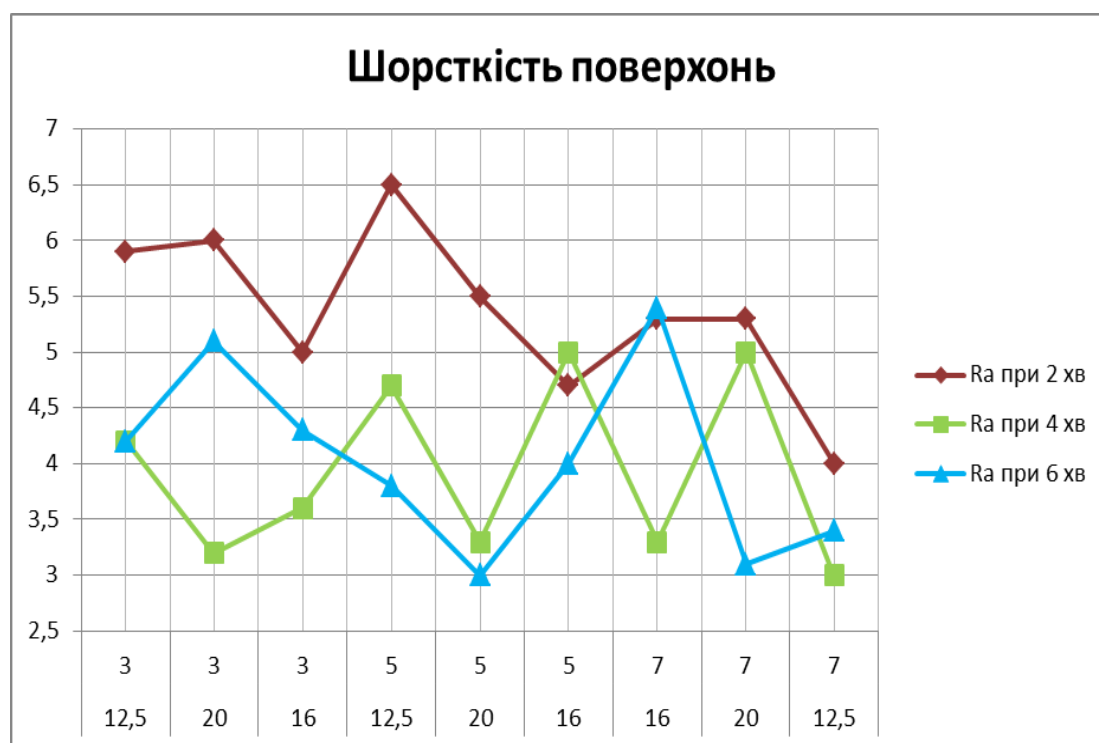


Рисунок 2 – Результат зміни шорсткості поверхонь зразка після обробки



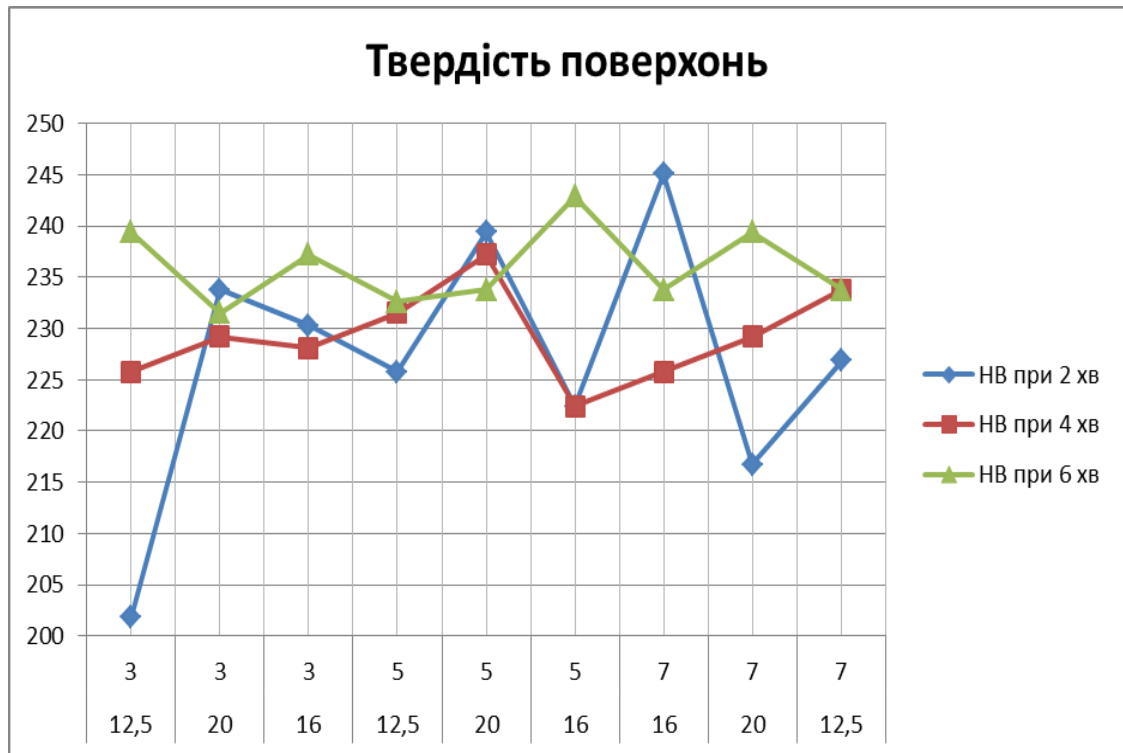


Рисунок 3 – Результат зміни твердості поверхонь зразка після обробки

Згідно методики проведено експериментальні дослідження для подальшої обробки отриманих даних.

Пропонований варіант обробки поверхневого шару деталі є мало витратним, а саме пристрій створення високовольного розряду та методика виконання зміцнення конкретних робочих поверхонь.

За отриманими результатами, зведеними в табл. 1, було побудовано графіки рис. 2 та рис. 3, які дають можливість побачити при якому відношенні частоти обертання зразка, часу та відстані між електродом та зразком відбувається необхідне зміцнення та зносостійкість робочих поверхонь, а саме зменшення шорсткості та підвищення твердості поверхні.

Результатом є підвищення міцності ріжучих інструментів та робочих поверхонь деталей за короткий проміжок часу, використовуючи нескладне обладнання, підвищуючи продуктивність та знижуючи енергетичні витрати.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРСТАТІВ З КИНЕМАТИКОЮ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ НА НЕЙРОМЕРЕЖОВОМУ БАЗИСІ

Ковалевська О.С.

Перспективним напрямком в підвищенні гнучкості виробництва є оснащення його верстатним обладнанням з механізмами паралельної структури. Можливості такого обладнання ґрунтуються на модульності стрижневих конструкцій, на мультиплікативності та масштабуванні їх конфігурації, на мехатронних вузлах і адаптивних алгоритмах управління.

Однак, механічна частина і система приводів виконавчих механізмів верстатного обладнання з паралельною кінематикою потребує вдосконалення проектування, керування та контролю завдяки складній траєкторії переміщень виконавчих ланок. Численні дослідження в області точності позиціонування, кінематики та динаміки верстатів на базі механізмів паралельної структури підтверджують тезу про складний характер управління ланками механізму навіть для виконання прямолінійних переміщень різального інструменту. Існує необхідність в систематизації факторів з урахуванням принципів мобільності та відповідного рівня автоматизації, розробці нових систем класифікації механізмів паралельної структури, способів контролю елементів обладнання та методики побудови еталонних і математичних моделей для визначення та корегування характеристик жорсткості верстата протягом всього терміну використання.

Удосконалення верстатного обладнання з механізмами паралельної структури може бути досягнута за рахунок розробки та впровадження принципів систематизації структур і параметрів верстатного обладнання з механізмами паралельної структури, ідентифікаційних математичних моделей позиціонування виконавчої ланки верстатного обладнання з механізмами паралельної структури на основі експериментально визначених спектральних характеристик із застосуванням нейронних мереж. В роботах С. Kreiner, D. Kunderman, С.Т. Chiang, J. Zimmer, R. Tischler, А.Г. Івахненко, А.Н. Афоніна, П.В. Подзорова, В.А. Глазунова, Л.І. Рібак розглянуті питання проектування верстатного обладнання з механізмами паралельної структури та вдосконалення систем керування. Однак, у теперішній час невирішеними залишаються питання створення ідентифікаційних математичних моделей позиціонування виконавчої ланки механізмів паралельної структури із застосуванням нейронних мереж, що дозволяє підвищити якість проектування, контролю і експлуатації верстатного обладнання.

Актуальною науково – технічною проблемою є створення методології проектування верстатного обладнання з механізмами паралельної структури, підвищення якості його експлуатації та точності роботи виконавчого механізму за рахунок інтелектуального управління із застосуванням еталонної моделі на основі глибоких нейроподібних мереж каскадної архітектури.

Для створення методології проектування верстатного обладнання з механізмами паралельної структури та інтелектуальним керуванням були поставлені та вирішені наступні основні задачі:

1. Проаналізовано технічний рівень, методи та особливості конструювання верстатного обладнання з механізмами паралельної структури;

2. Розроблено принципи систематизації структур і параметрів верстатного обладнання з механізмами паралельної структури на основі фасетної класифікації;

3. Розроблено методику аналізу робочої зони верстатного обладнання з механізмами паралельної структури;

4. Розроблено ідентифікаційні математичні моделі позиціонування виконавчої ланки верстатного обладнання з механізмами паралельної структури на основі експериментально визначених спектральних характеристик;

5. Теоретично і експериментально обґрунтовано можливість інтелектуалізації діагностики і управління при проектуванні та експлуатації верстатного обладнання з механізмами паралельної структури із застосуванням нейронних мереж;

6. Створено дослідний зразок верстатного обладнання з механізмом паралельної структури та інтелектуальним керуванням;

7. Розроблено практичні рекомендації по застосуванню верстатного обладнання з механізмами паралельної структури та інтелектуальним керуванням у виробництві.

**Об'єкт дослідження** – верстатне обладнання з механізмами паралельної структури та інтелектуальним керуванням.

**Предмет дослідження** – методологія створення верстатного обладнання з механізмами паралельної структури та інтелектуальним керуванням.

Теоретичні дослідження базувалися на наукових положеннях теорії технічних систем, теорії автоматичного управління, теорії ідентифікації, теорії графів, теорії конструювання верстатного обладнання. Використовувалися методи математичної статистики, методи дослідження операцій, методи системного аналізу, методи моделювання на нейромережевому базисі. Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних і виробничих умовах з подальшою обробкою результатів, з використанням сучасних вимірювальної апаратури і обладнання.

В результаті виконання роботи автором:

1. Вперше обґрунтовані наукові основи принципів систематизації структур і параметрів верстатного обладнання з механізмами паралельної структури на основі фасетної класифікації, графів зв'язків та матриць інцидентності, що дозволяє на етапі проектування отримати оптимальне поєднання структури, компонентів і параметрів верстатного обладнання;

2. Вперше науково обґрунтована та розроблена методика побудови еталонних моделей робочої зони верстатного обладнання з

механізмами паралельної структури на основі спектрального аналізу, що дозволяє врахувати вплив статичних та динамічних характеристик верстатного обладнання перед експлуатацією;

3. Вперше науково обґрунтована та розроблена методика проектування механічних ланок виконавчих механізмів при застосуванні принципу мультиплікативності рухомих плечей верстатного обладнання з механізмами паралельної структури, що дозволяє отримати збільшення передавального відношення виконавчого механізму в 3-5 разів.

4. Вперше науково обґрунтовані та розроблені принципи оптимізації траєкторії переміщення виконавчої ланки верстатного обладнання з механізмами паралельної структури за рахунок мінімізації суми переміщень рухомих елементів плечей та шляхом мінімізації часу позиціонування;

5. Вперше досліджено вплив динамічних характеристик верстатного обладнання з механізмами паралельної структури на зсув узагальненого центру мас в виконавчому ланцюзі, здатний викликати резонанс елементів технологічної системи в широкому діапазоні частот. Це дозволяє врахувати визначений режим роботи проектованого верстатного обладнання з метою забезпечення точності і продуктивності при експлуатації;

6. Вперше розроблено методику інтелектуального управління верстатним обладнанням з механізмами паралельної структури на основі еталонної моделі на глибоких нейроподібних мережах каскадної архітектури із спектрального аналізу функцій, що супроводжується отриманням математичних ідентифікаційних моделей, які дозволяють по заздалегідь вимірюваним параметрам точності вносити корекцію до керуючої програми механообробки.

Розроблено нові структури складових верстатного обладнання з механізмами паралельної структури. Такі структури мають графи зв'язків, Ейлерови і Гамільтона цикли, що охоплюють виконавчі ланки. Досягається зменшення розрахункової похибки до 80% від величини дискретності кожного приводу в напрямку рухомого плеча верстатного обладнання з механізмами паралельної структури.

Розроблено методику визначення граничних значень кутів повороту каретки виконавчого механізму при однакових траєкторіях переміщення виконавчої ланки верстатного обладнання з механізмами паралельної структури;

Розроблено практичні рекомендації створення апаратних засобів інтелектуального управління верстатним обладнанням з механізмами паралельної структури для підвищення точності позиціонування виконавчих механізмів, забезпечення їх динамічної настройки і оптимізації траєкторій переміщень робочих органів.

# ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Ковалевський С.В.

Нейромережне (нейромережове) моделювання уявляє собою методологію ідентифікації об'єктів за допомогою багатомірної апроксимації. Така можливість з'являється тому, що нейромережні моделі змінюють свою структуру в залежності від поєднання значень вхідних змінних. Використовуючи таку властивість нейромережних моделей можна не тільки створювати ідентифікаційні моделі як завгодно складні, але і дослідити особливості об'єктів.

Тому, перспективи застосування нейромережових моделей визначаються властивостями ідентифікаційних моделей, що змінюють свою структуру в залежності від вхідних векторів об'єктів, а саме:

1. Ідентифікація простих об'єктів з метою інтерполяції проміжних значень без відшукування структури ідентифікаційних моделей, максимально відповідають характеру об'єкта. Така властивість нейромережових моделей роблять їх застосовними на будь-якому моделюваному безлічі;

2. Структури ідентифікаційних моделей мають властивість бути спрощеними при збереженні адекватного відображення навчальних множин значень навчального вектора. При цьому, нейромережові моделі спрощених структур скорочують апроксимуючі властивості;

3. Оптимізація структури ідентифікаційних моделей на нейромережовому базисі повинна проводитися шляхом виділення з представленої безлічі станів векторів навчального і тестового множин таким чином, щоб похибка моделювання на навчальному множині була адекватна похибки тестового;

4. Вирощування структури ідентифікаційних моделей може проводитися шляхом додавання нейроподібних елементів до верствам нейронної мережі. На практиці це може виконуватися або додаванням нейроподібних елементів в наявний шар, або збільшенням кількості шарів нейронної мережі.

5. Зникає відмінність між вирішенням завдань ідентифікації об'єктів "з учителем" і "без учителя", якщо розглядати безліч векторів входу і виходу майбутньої моделі як безліч станів вхідного вектора. Таке припущення набуває особливого змісту в зв'язку з тим, що моделювання породжує можливість розв'язання обернених задач, які, зазвичай, мають значно більшу складність їх вирішення.

6. Вирішення узагальнених задач створення ідентифікаційних моделей відбувається шляхом додавання шарів з подальшим донавчанням до стану відтворення значення вхідного вектора. Нейроподібні елементи, які використовуються в таких мережах, повинні володіти істотною нелінійністю сігмоїдного типу.

7. Ідентифікаційні моделі, побудовані відповідно п.6, набувають здатність відновлювати (апроксимувати) дані таким чином, що невідомі змінні вектора будуть відновлювати вихідні значення вектора змінних.

Такі властивості моделей дозволяють прогнозувати ряд перспективних напрямків застосування ідентифікаційних моделей на найросетевом базисі.

У сучасних системах автоматизованого управління, які вимагають прийняття рішень на основі розпізнаних станів об'єктів ідентифікації, викладений підхід може мати пріоритет, особливо для задач подвійного призначення. До числа таких завдань, також, відносяться завдання підвищення надійності об'єктів.

Прийняття рішень в умовах невизначеності являє собою задачу надзвичайної складності. Тому, властивість ідентифікаційних моделей апроксимувати багатовимірні залежності можуть використовуватися для зниження рівня невизначеності умов завдання. Звідси випливає, що застосування нейромережових моделей здатне сприяти підвищенню точності діагностики об'єктів. До практичних завдань такого типу відносяться завдання корекції з метою компенсації або придбаних похибок, або майбутніх відхилень станів об'єкта від необхідних.

Особливу групу завдань зниження рівня невизначеності об'єкта моделювання представляють завдання синтезу структури об'єкта. До числа таких задач можуть ставитися завдання проектування технологічних машин, наприклад, верстатів з механізмами паралельної структури, технологічного оснащення для операцій механічної обробки і складання виробів машинобудування. Також, це можуть бути завдання синтезу реконфігурованих виробничих систем. Однак, рішення таких задач вимагає створення способів формального опису об'єктів для ідентифікації вихідних даних і знайдених рішень.

З огляду на можливості багатовимірної апроксимації об'єктів за допомогою нейронних мереж, являє практичне значення дослідження інформаційних сигналів, якими супроводжуються процеси, які досліджуються.

Численні дослідження науково-дослідної лабораторії спеціальних методів обробки робочих поверхонь деталей машин кафедри технології машинобудування Донбаської державної машинобудівної академії показали, що хвильові процеси, які супроводжують технологічні процеси містять інформацію, що дозволяє ідентифікувати ці процеси. Для тих об'єктів, які не мають джерел сигналів про їх стан, необхідне включення цих об'єктів в процесні системи. У цих випадках ідентифікація об'єктів проводиться на основі шляхом накладення на об'єкт широкосмугового випромінювання, зокрема - акустичного, ультразвукового, широкосмугового радіовипромінювання з амплітудно-частотної характеристикою з постійною амплітудою в усьому спостерігається діапазоні частот.

Побудова ідентифікаційних моделей об'єктів і процесів по амплітудно-частотних характеристиках сигналів відгуку дозволяє виконати їх нейромережове моделювання для подальшого використання в технологічних системах.

Прикладами такого підходу можуть служити моделі технологічного впливу на об'єкт за даними спектрів сигналів відгуку об'єкта при:

-визначення характеру розподілу залишкових напружень у виливках і зварних конструкція;

-вібростабілізаційної обробці конструкцій для перерозподілу залишкових напружень і зниження їх пікових значень;

-діагностика розмірів об'єктів і показників якості поверхневого шару деталей машин;

-технологічному впливі на об'єкт з метою зміни його стану;

-Оптимізація технологічних режимів.

З огляду на широкий діапазон можливих напрямків застосування нейромережевого підходу, необхідно сформулювати систему програмно-апаратних засобів для ідентифікації, діагностики та технологічного впливу на об'єкти. Для цього необхідно:

-створити лінійку датчиків контрольованих параметрів;

-створити лінійку широкосмугових випромінювачів;

-створити систему стандартних ідентифікаційних моделей;

-розробити програмний продукт для обробки сигналів і побудови ідентифікаційних моделей на нейромережевому базисі.

Особливу область перспективного застосування нейросетевих моделей представляють консалтингові послуги.

Дійсно, консалтинг являє собою цілеспрямовану систему рекомендацій, що стосується інформаційну, матеріальну і енергетичну сторону об'єкта з метою їх удосконалення для досягнення стратегічних показників.

Для ідентифікації об'єктів консалтингу необхідно розробити принципи їх опису. Для цього можна використовувати процесні моделі опису. Поєднання процесного опису об'єктів консалтингу та структурної гнучкості нейромережевих моделей дозволяє виявити абсолютно нову область нейросетевого підходу.

## СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ

Ковалевський С.В., Ємець В.В.

Основне призначення робочих поверхонь деталей машин і механізмів – це забезпечення їх заданих параметрів, які забезпечують виконання необхідних робочих функцій. Увесь комплекс засобів проектування машин, наявний у розпорядженні конструктора, служить формулюванню таких вимог. Вони є наслідком уявлень конструктора про працездатність майбутньої машини і її прогнозовані споживчі властивості. Виконання заданих робочих функцій в загальному вигляді завжди може бути задане вимогами просторово-часових обмежень на координати кожної точки проєктованих машин або механізмів. Оскільки таке обмеження є нічим іншим, як системою взаємопов'язаних розмірних ланцюгів машини, що регламентують можливість виконання нею заданих функцій, то формування таких розмірних ланцюгів і збереження ними параметрів у заданих допусками межах є основним завданням технолога. Безумовно, регламентацію параметрів розмірних ланцюгів машин і механізмів, а також наявні в розпорядженні виготовлювачів машин технологічні методи необхідно підтримувати в актуальному стані і постійному розвитку. У зв'язку з цим створення нових ресурсозберігаючих технологічних методів формування необхідних характеристик робочих поверхонь деталей машин, заснованих на використанні різних фізичних ефектів і явищ, є актуальним.

При проектуванні технологічного обладнання та технологічного оснащення необхідно вирішувати наступні завдання:

- забезпечення необхідних рухів;
- забезпечення необхідного позиціонування виконавчих механізмів;
- забезпечення необхідних опорів зовнішніх впливів.

Вимога «забезпечити» передбачає завдання умов, які сприятимуть виконанню визначених завдань для досягнення технологічних цілей, тобто виконуватимуть функції, пов'язані з такими елементами впливу, як:

- силові (F);
- часові (t);
- просторові (l);
- матеріальні (m).

Сполучення цих елементів формують впливу, які характеризуються: роботою (A), потужністю (N), швидкістю (v), прискоренням (a). Системну взаємозв'язок всіх цих елементів технічних систем можна ілюструвати так, як показано на рис.1.

Проектування технологічного обладнання та оснащення передбачає пошук оптимального поєднання чинників, що забезпечують створення проєктованого об'єкта.

Передбачається виконувати моделювання об'єкта при наявності таблиці зразків-прецедентів з відповідними їм експертними оцінками. Такі оцінки дозволяють істотно



скоротити пошук рішень на основі складання розрахункових схем і застосування чисельних методів, зокрема, метод кінцевих елементів і його модифікацій.

	F	t	l	m
F	F	A		a
t	A	t	V	N
l		V	l	
m	a	N		m

Рисунок 1 – Таблиця пов'язаності елементів технічної системи

Однак, проектування елементів технологічних систем має супроводжуватися цільовими умовами, які є визначальними для всієї множини можливих технічних рішень. Тому, вихідними умовами повинні стати функції технологічної системи, а похідними стануть структурні особливості матеріальних об'єктів технічних систем. Системну взаємозв'язок варіантів технічних рішень можуть відображати моделі-образи технологічних машин, що забезпечують необхідні технологічні функції.

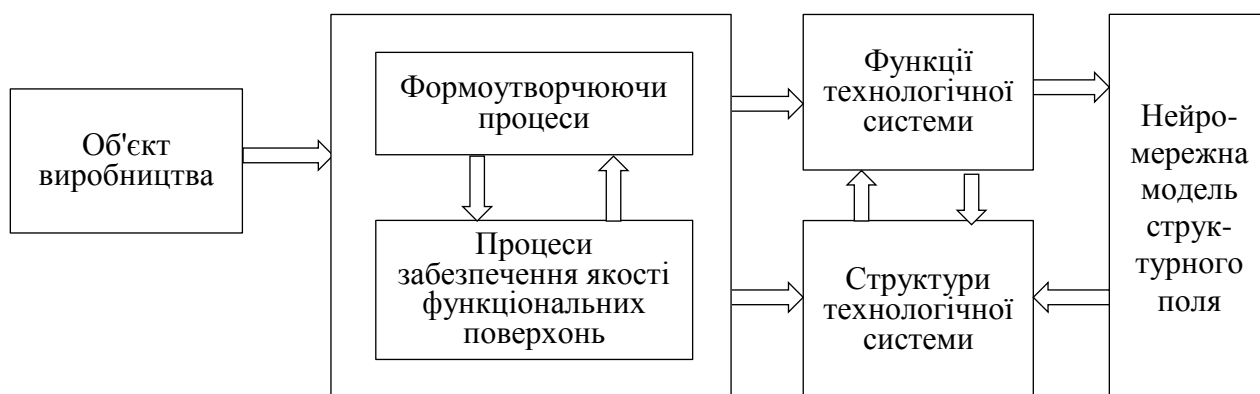


Рисунок 2 – Процес проектування технологічної системи на нейромережному базисі

Забезпечення точності виготовлення виробів пропонується групувати за наступними ознаками:

-за методами досягнення точності (метод пробних ходів і промірів, метод оброблення на заздалегідь налаштованому верстаті);

-за методами призначення допусків на розміри робочих поверхонь та забезпечення збирання виробу (метод повної взаємозамінності, метод неповної взаємозамінності, метод регулювання, метод пригону);

-за характером зміни розмірів робочих поверхонь деталей машин у процесі їх експлуатації (розмірне адгезійне або дифузійне зношення, втрата точності через вплив залишкових напружень в деталях машин);

-за факторами, які супроводжують технологічний процес (кінематичні фактори, міцності, температурні фактори, що впливають на розміри деталей у процесі їх створення);

-за методами контролю точності лінійних і кутових розмірів;

- за надійністю технологічних процесів (стабільність параметрів якості);
- за детермінованістю об'єктів і процесів (систематичні, випадкові, змішані);
- за витратами ресурсів – енергетичних і часових в процесі створення машин.

Як усяка класифікація, таке подання теорії точності має ряд недоліків, однак дозволяє виділити основні класифікаційні групи, в межах яких можуть бути виявлені і враховані загальні для них особливості і закономірності. Основним призначенням спеціальних методів оброблення робочих поверхонь деталей машин є створення таких технологічних процесів, які дозволили б виготовляти вироби з необхідною якістю в заданій кількості за певний час. При цьому повинен бути досягнутий економічний результат у вигляді прибутку підприємства – виробника машини.

Все вищесказане характеризує важливі системні властивості системи, що розвивається – цілісність і прагнення до динамічної рівноваги, які слід враховувати у виробничому процесі, зокрема – у технологічному процесі.

Будь-яка створювана машина має своєю метою брати участь у системі економічних відносин і тому підпорядкована основній вимозі – створювати передумови для формування товарних властивостей виробу. Товарні властивості виробу проявляються у створенні в кінцевому підсумку прибутку, як різниці між ціною виробу і собівартістю її виготовлення в сукупності з витратами на підтримку працездатності виробу в період усього його життєвого циклу.

У цих умовах прагнення до отримання максимального прибутку виробника неодмінно має супроводжуватися досягненням оптимального рівня витрат на виробництво виробів.

## НАЛАШТУВАННЯ БАГАТОРЕЗЦОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Ковалевський С.В., Кошевой А.О.

Ріжучий інструмент є тим засобом, без якого неможливо повністю реалізувати закладені в верстатах технологічні можливості і досягти високих техніко-економічних показників обробки деталей. Саме тому велика увага приділяється вдосконаленню ріжучого інструменту і інструментальних матеріалів.

Створення нових і вдосконалення старих конструкцій ріжучих інструментів, застосування нових інструментальних матеріалів і використання науково обґрунтованих режимів різання є вирішальними факторами в підвищенні періоду стійкості різального інструменту і продуктивності праці при обробці деталей з різних матеріалів.

Ріжучий інструмент є одним з найважливіших засобів матеріально-технічного забезпечення виробничого процесу в ряді галузей промисловості, де застосовуються технології, пов'язані з обробкою матеріалів різанням.

У розпорядженні технолога сьогодні великий вибір ріжучого інструменту, що володіє різними технологічними можливостями і ріжучими властивостями. Поряд з інструментом загального призначення випускаються інструменти для обробки деталей з важкооброблюваних сталей і сплавів, різці і фрези, оснащені ріжучими пластинами з мінералокераміки і надтвердих матеріалів.

У цих умови перед технологом виникає складне завдання: правильно вибрати і найкращим чином застосувати той чи інший інструмент в конкретних умовах обробки. В роботі запропоновано ефективний інженерний інструмент, узагальнюючий рекомендації щодо раціонального застосування марок інструментальних матеріалів з урахуванням основних умов експлуатації інструменту.

Працездатність металорізального інструменту залежить від його фізико-механічних властивостей і умов експлуатації. Зокрема, вібрації ріжучого інструменту збільшують довжину шляху різання. Але при цьому збільшується площа зони зносу робочої частини його режущая клина. Тому, в процесі роботи вихідні розходження в стійкості інструменту зростатимуть і приводять до прискореного зносу частини пластин багаторізцеві інструменту.

Беручи  $\omega_{и}$  – розсіювання фізико-механічних властивостей непереточуваних ріжучих пластин інструментів з механічним кріпленням пластин;  $\omega_{р}$  – розсіювання властивостей неперептачіваємих пласти, залежне від умов їх закріплення в багаторізцевих інструментах;  $\omega_{з}$  – розсіювання величини зносу непереточуваних ріжучих пластин через нестабільність властивостей оброблюваної заготовки;  $\omega_{с}$  – розсіювання величини зносу непереточуваних ріжучих пластин через стан металорізального обладнання;  $\omega_{осн}$  – розсіювання величини зносу непереточуваних ріжучих пластин в залежності від стану технологічного оснащення, сумарне розсіювання зносу непереточуваних ріжучих пластин представлено наступною залежністю:

$$\bar{\omega}_{\Sigma} = \bar{\omega}_{и} + \bar{\omega}_{р} + \bar{\omega}_{з} + \bar{\omega}_{с} + \bar{\omega}_{осн}.$$

Сумарний розподіл має більше поле рассеянія і тому свідчить про погіршення стійкості багаторізцевого металорізального інструменту.

Для вирішення завдання зменшення  $\bar{\omega}_{\Sigma}$  доцільно забезпечити зниження поля розсіювання стійкості окремих пластин багаторізцеві інструменту.

В роботі зроблено припущення про те, що за допомогою варіювання зусилля затиску окремих пластин Багаторіздцеві інструменту можна змінювати показник стійкості ріжучого інструменту. Це припущення є похідним від гіпотези про взаємозв'язок амплітудно-частотної характеристики собствених коливань пластин і показників їх стійкості. Оскільки поле розсіювання показника зносу ріжучих пластин залежить від стабільності їх властивостей, то ідентичність властивостей непереточуваних ріжучих пластин, підтверджена подібністю їх амплітудно-частотних характеристик, забезпечить зниження  $\bar{\omega}_\Sigma$  і, отже, підвищення періоду безперервної експлуатації збірного металообробного інструменту. На рис.1 показана схема причинно-наслідкових зв'язків при формуванні розсіювання груповий стійкості пластин.

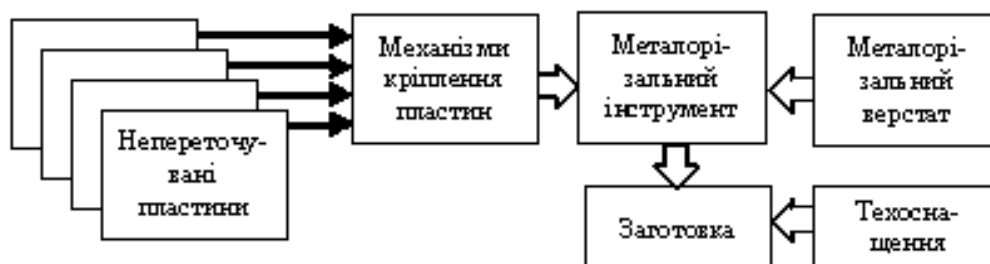


Рисунок 1 - Схема причинно-наслідкових зв'язків формування груповий стійкості пластин.

На рис.2 показано зміна амплітудно-частотних характеристик непереточувальних пластин металорізального інструменту при різних зусиллях закріплення цих пластин ( $P = 100, 200, 300$  і  $400$  Н). За шкалою абсцис відкладені значення частоти коливань пластини, Гц.

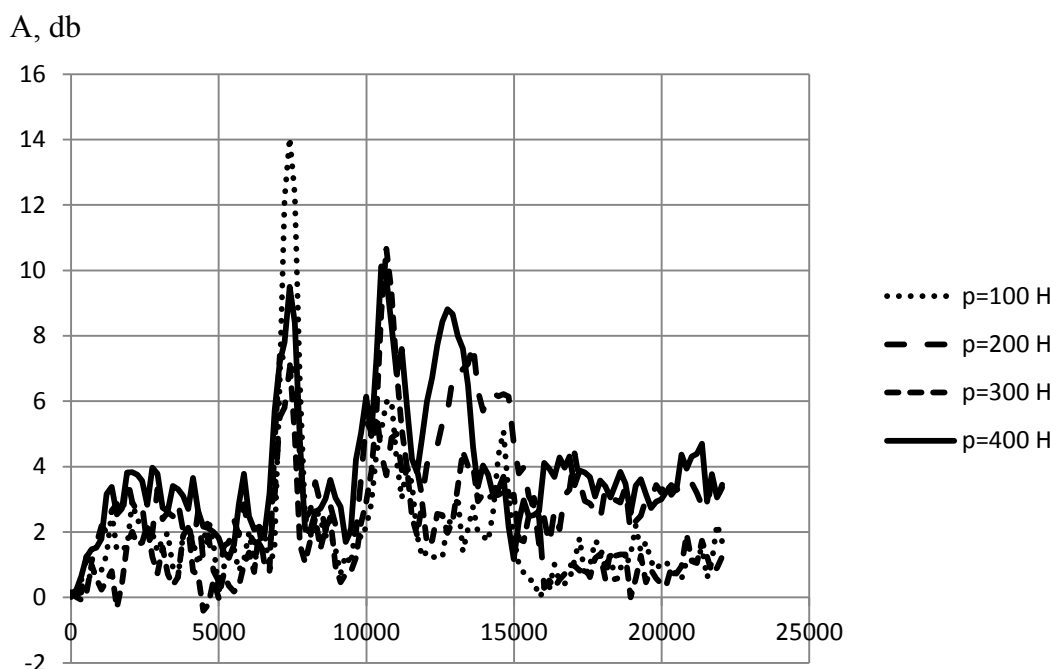


Рисунок 2 - Амплітудно-частотні характеристики змінних пластин металорізального інструменту при різних зусиллях закріплення цих пластин ( $P = 100, 200, 300$  і  $400$  Н). За шкалою абсцис відкладені значення частоти коливань пластини, Гц.

Сучасні інструменти зі змінними пластинами забезпечують більш надійну технологію, змінні пластини забезпечують гарантувала-ванну стійкість, що дозволяє уникати браку. Особливо актуальним це є для чистових операцій або випуску дорогих деталей, відновлення яких у разі поломки ріжучого інструменту набагато дорожче вартості комплексу використовуваних інструментів.

Таким чином, використання сучасних інструментів в комплексі з сучасними технологічними знаннями фахівців-технологів дозволяє провести оптимізацію технологічного процесу і істотно знизити собівартість оброблюваних деталей.

Збільшення стійкості пластин при фрезеруванні з мінімальними витратами, не збільшуючи при цьому їх вартість можна досягти, забезпечивши рівномірний знос пластин, внаслідок якого зникне ланцюгова реакція, при якій зношується одна пластина, внаслідок чого виникає необхідність заміни всієї групи пластин на фрезі.

Нерівномірного зносу сприяє безліч факторів. Один з основних - уривчастість самого процесу фрезерування через нерівності поверхонь, мікротріщин і микровключений на заготовці, а також дефектів заготовки. Але не менш важливим фактором є і те, що пластини все ж різні між собою.

Зазначені питання, на наш погляд, недостатньо досліджені. Практично не існує рекомендацій щодо раціонального застосування акустичного методу при селективному підборі пластин фрези. Саме тому дослідження є розробка нового методу підвищення стійкості фрез на основі селективної зборки пластин за допомогою їх акустичної діагностики, який зможе забезпечити підбір пластин для збірних фрез, дасть можливість створити нову систему діагностики їх параметрів, а також сприятиме підвищенню стійкості фрез.

Очевидно, що стійкість збірної фрези зростає, якщо її пластини будуть зношуватися якомога більш рівномірно.

Також можлива економічна вигода, оскільки не знадобиться міняти пластини, які ще не повністю зношені, через критичне зношення окремих пластин на цій фрезі.

# ВИКОРИСТАННЯ НЕЙПРОМЕРЕЖОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИМІРІВ НАНО-ПОКРИТТІВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Коваленко Д.В.

Для збільшення терміну служби на деталь наносять зносостійкі покриття. Це покриття являється одним із основних показників довговічності машин. Саме нанесення зносостійких покриттів являється одним із методів захисту поверхонь від тертя і дозволяє одержувати різні властивості поверхні деталі. Важливою частиною довготривалої роботи деталей являється проведення випробовувань на зносостійкість цих покриттів. Для визначення зношення необхідно зафіксувати мікропроцеси, які відбуваються на поверхні деталі. В дослідженнях науковців таких як В. В. Запорожця, В. М. Стадниченка, В. В. Токарука, О. М. Трошіна, В. В. Варварова [1,2,7] розглядаються мікропроцеси, що постійно змінюються на поверхні деталі та для фіксування цих процесів використовуються методи неруйнівного контролю, які мають високу чутливість.

Традиційні методи випробувань є неприпустимими із-за незначної товщини покриттів, крім того, висока їх зносостійкість значно збільшує час проведення випробувань. Низька точність традиційних методів вимірювання зносу (лінійний, метод штучних баз, ваговий) вимагає багатократного проведення експериментів для підвищення точності і статистичної оцінки їх результатів.[7]

Метою роботи є експериментальне дослідження виміру товщини покриття за допомогою створеного вимірювального пристрою.

Принцип роботи вимірювального пристрою, що зазначений на рис. 1 складається з наступного: стрижню (1) з масою  $m$ ; до стрижня приєднані п'єзоелектричний випромінювач (2) та п'єзоелектричний датчик (3). Завдяки масі  $m$  стрижня відбувається розділ сигналу випромінювача та датчика. На вимірювальній пристрій подається збуджуюче випромінювання (4). В п'єзоелектричному датчику відбувається складання збуджуючого випромінювання (4) у вигляді «Білого шуму», АЧХ якого має постійну амплітуду на всьому діапазоні випромінювання  $20 \div 20\,000$  Гц і випромінювання, що відноситься до об'єкту вимірювання, тобто зразка з покриттям.

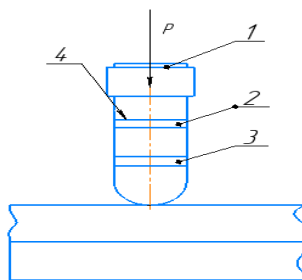


Рисунок 1. - Принципіальна схема роботи вимірювального пристрою

Методика проведення експерименту.

Підготовка експериментального зразка.

На металевий брус послідовно наносились шари скотчу товщиною 0,036 мм.

Обладнання.

Сигнал-генератор, випромінювання у вигляді «Білого шуму», яке уявляє собою комп'ютерну реалізацію на основі програми «Wavetools». Фіксування випромінювання проводилось аналізатором спектру частот "Spectrum Analyser", забезпечуючим отримання числових значень отриманого спектру.

Хід експерименту.

1. Кожний експериментальний зразок піддається впливу випромінюванням у вигляді «Білого шуму». Всього 36 проведених експериментів.
2. Одночасно з випромінюванням відбувається фіксація відбитого сигналу п'єзоелектричним датчиком.
3. Значення зафіксованих сигналів заноситься до таблиці (рис. 2)

	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU
1	x235	x236	x237	x238	x239	x240	x241	x242	x243	x244	x245	x246	x247	x248	x249	x250	x251	x252	x253	y
2	-100,87	-101,14	-100,99	-101,54	-101,92	-101,96	-103,05	-103,28	-102,75	-102,37	-102,98	-103,48	-103,70	-103,69	-104,38	-104,58	-104,56	-104,70	-104,73	0,000
3	-100,62	-100,45	-100,59	-100,95	-102,16	-103,08	-103,15	-103,53	-102,97	-102,84	-103,89	-103,88	-103,90	-104,62	-105,04	-104,82	-105,28	-104,93	-105,12	0,036
4	-100,60	-101,41	-102,01	-102,19	-102,01	-101,81	-101,56	-101,96	-102,31	-102,73	-103,48	-104,00	-104,19	-104,56	-104,64	-105,11	-105,33	-105,73	-105,35	0,072
5	-100,68	-101,17	-101,04	-101,02	-101,51	-102,47	-103,34	-103,51	-103,14	-103,65	-103,51	-103,91	-104,96	-105,20	-105,07	-105,74	-105,05	-104,71	-104,93	0,108
6	-101,02	-101,31	-102,03	-101,98	-101,29	-102,13	-101,86	-101,80	-102,85	-103,02	-103,52	-104,13	-104,45	-104,40	-104,39	-105,20	-105,73	-106,60	-106,60	0,144
7	-100,58	-100,41	-100,47	-101,64	-102,44	-102,04	-102,51	-102,71	-103,04	-103,15	-103,19	-103,00	-103,67	-104,43	-104,72	-104,59	-105,30	-105,46	-105,47	0,180
8	-100,85	-101,25	-101,54	-101,71	-101,64	-102,04	-102,45	-103,29	-104,36	-103,28	-103,19	-104,31	-104,54	-105,33	-105,36	-104,99	-104,71	-104,87	-104,78	0,216

Рисунок 2 – Скрін таблиці амплітудно-частотних характеристик (1)

4. У програмному пакеті "Neuro Pro 0.25" на основі цієї таблиці створюється ідентифікаційна модель.

Вербальний опис створеної моделі:

Поля базы данных (исходные симптомы):

X23

X26

X61

X87

X92

Поля базы данных (конечные синдромы):

Y

Преобразование входных полей БД для подачи сети:

$$X23=(X23--83,02499)/4,564999$$

$$X26=(X26--82,81)/5,209999$$

$$X61=(X61--89,295)/3,744999$$

$$X87=(X87--91,96)/3,110001$$

$$X92=(X92--91,495)/3,505001$$

Функциональные преобразователи:

$$\text{Сигмоида } I(A)=A/(0,1+|A|)$$

Постобработка конечных синдромов:

$$Y=((Y*1,2960000038147)+1,2960000038147)/2)$$

5. На основі створеної моделі тестуються результати виміру покриття цього ж експериментального зразка.

З проведеного експерименту видно, що пристрій вимірює товщину покриття з похибкою  $\pm 0,00125$  мм.

Для практичного підтвердження роботи вимірювального пристрою проводимо вимір товщини епіламійованого покриття.

Проводяться виміри нанесеного покриття на дев'яти зразках та результати заносяться до таблиці (рис. 4).

	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU
1	x235	x236	x237	x238	x239	x240	x241	x242	x243	x244	x245	x246	x247	x248	x249	x250	x251	x252	x253	y
2	-90,88	-91,15	-91,08	-90,7	-90,88	-91,66	-92,87	-93,09	-93,3	-93,47	-94,27	-94,91	-94,59	-94,63	-95,03	-94,56	-94,28	-94,51	-103,01	
3	-91,47	-91,89	-91,79	-92,77	-92,85	-91,97	-92,15	-93,06	-94,32	-94,32	-94,02	-94,81	-95,43	-95,19	-95,21	-95,36	-95,56	-95,64	-102,86	
4	-91,41	-91,53	-91,89	-92	-92,57	-92,62	-93,04	-93,05	-93,49	-93,53	-94,12	-94,58	-95,62	-96,94	-96,31	-95,13	-95,37	-95,52	-102,95	
5	-92,21	-91,96	-92,11	-91,89	-92,44	-92,64	-92,63	-93,65	-94,21	-94,34	-94,35	-94,95	-95,69	-95,87	-96,26	-96,5	-96,63	-96,65	-104,49	
6	-90,85	-91,75	-91,9	-91,51	-91,83	-91,91	-91,68	-92,36	-93,66	-93,53	-93,74	-94,23	-94,73	-95,11	-95,13	-94,65	-94,16	-93,87	-103,05	
7	-90,04	-91,23	-91,78	-92,19	-92,23	-92,02	-93,15	-93,89	-94,17	-95,21	-94,78	-94,52	-94,35	-94,91	-94,9	-94,72	-94,86	-95,38	-102,19	
8	-91,32	-91,37	-91,51	-92,67	-92,48	-92,38	-93,77	-93,82	-93,87	-94,1	-94,32	-94,84	-94,53	-95,11	-95,54	-95,33	-95,14	-95,51	-102,95	
9	-91	-91,67	-92,01	-92,11	-92,27	-92,51	-92,72	-93,51	-93,52	-93,52	-94,35	-94,47	-93,98	-94,65	-94,31	-95,3	-94,6	-93,93	-103,33	
10	-90,83	-91,24	-91,2	-91,56	-92,55	-93,02	-92,74	-93,73	-94,35	-94,84	-94,7	-95,04	-95,36	-94,65	-94,91	-95,73	-95,31	-95,55	-102,29	

Рисунок 3 - Скрін таблиці амплітудно-частотних характеристик (2)

Таблиця з даними завантажується в "Neuro Pro" та тестується на створеній вже ідентифікаційній моделі. Таким чином знаходимо значення товщини покриття.

Таблиця 1 – Значення товщини покриття

№ зразка	Товщина покриття
1	0,1150351
2	0,1085265
3	0,1088137
4	0,1059736
5	0,1048312
6	0,1074473
7	0,1068053
8	0,1048432
9	0,1037230

Таким чином даний вимірювальний пристрій виміряв товщину епіламійованого покриття з похибкою  $\pm 0,00125$  мм.

#### ВИСНОВКИ

З проведеного експерименту можна стверджувати, що за даними спектрами можливо визначити товщину покриття. Даний спосіб та вимірювальний пристрій працюють. Цей спосіб дозволить виміряти товщину будь-якого покриття при цьому не вимагаючи великого часу та додаткових витрат.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Запорожець В. В.** Критерії оцінювання механізму дисипації енергії та прогнозування ресурсу при акустоемісійній діагностиці аксіально-поршневих гідромашин / В. В. Запорожець, В. М. Стадніченко, В. В. Токарук // *Проблеми тертя та зношування*. - 2010. - Вип. 54. - С. 5-18.
2. **Трошін О.М.** Трибологія зносостійких покриттів // *Системи озброєння та військова техніка*. - 2007. - № 1 (9). - С. 116 - 118.
3. **Власенко О. І.** Акустична емісія напівпровідників та діодних структур (огляд) / О. І. Власенко, М. П. Киселюк, В. П. Велецук, З. К. Власенко, І. О. Ляшенко, О. В. Ляшенко // *Оптоелектроніка і напівпровідникова техніка*. - 2014. - Вип. 49. - С. 8-14.
4. **Космач О. П.** Спектральний аналіз модельних сигналів акустичної емісії під час зміни навантаження пари тертя із композиційних матеріалів / О. П. Космач // *Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки*. - 2014. - № 1. - С. 70-79.
5. **Німченко Т. В.** Застосування акустичної емісії як одного з засобів технічного захисту / Т. В. Німченко // *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Механіко-технологічні системи та комплекси*. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2015. – № 21 (1130). – С. 50-56.
6. **Ковтун І.І.** Неруйнівний контроль і прогнозування характеристик міцності і пластичності матеріалів методом акустичної емісії / І.І. Ковтун, В.П. Ройзман, А.В. Горошко // *Надійність машин і прогнозування їх ресурсу*, 2000. - С. 4-5.
7. **Запорожець В. В.** Прискорена методика визначення зносостійкості нанопокриттів в трібосистемах з використанням інформативних параметрів акустичної емісії / В. В. Запорожець, В. М. Стадніченко, О. М. Трошін, В. В. Варваров, М. Г. Стадніченко // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил*. - 2010. - Вип. 3. - С. 1-6.



# ПРОЕКТ ІННОВАЦІЙНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИВАРНИХ МОДЕЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ 3-Д ДРУКУ

**Королевський Д.М.**

Сучасними технологіями отримання виливків застосовується лиття по виплавлюваних і випалюваних моделях. До переваг цих технологій відноситься: можливість отримання виливків складної конфігурації, разове виготовлення прес-форм, низькі витрати на матеріали, зниження трудовитрат, точність виготовляються виливків, економію електроенергії, порівняно невелику вартість обладнання, що застосовується. До недоліків відносяться: необхідність створення спеціальних ділянок, виділення шкідливих речовин в ході термічного видалення моделей, складність модельного оснащення [1,2,3].

Метою роботи є зниження трудомісткості, а також зменшення часу на підготовку технічної документації завдяки застосуванню 3D друку для виготовлення модельних комплектів. Розрахунок економії проводився на основі двох технологій:

- виготовлення модельних комплектів традиційним способом з деревини;
- застосуванням 3D друку за технологією FDM пластиком ABS.

Як об'єкт прийнятий модельний комплекс «Кришка» (рис. 1)

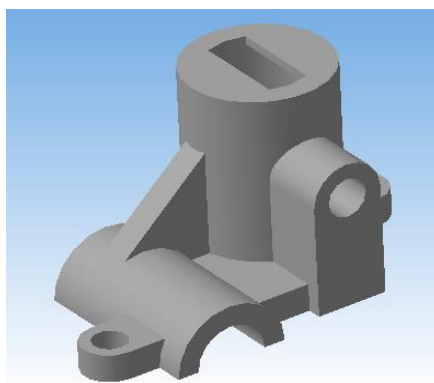


Рисунок 1. Деталь представник.

Традиційний спосіб виробництва модельного комплекту має на увазі виготовлення моделі, ливникової системи і випорів ручним способом з використанням допоміжного обладнання представлено в табл. 1,2. Послідовність процесу виготовлення модельного комплекту:

- викреслити згідно креслення всі види і розрізи;
- виконати заготовку циліндричних і радіальних частин;
- зібрати заготовки в єдину конструкцію;
- ливникову систему і випора зготовити окремо;
- на всіх елементах модельного комплекту встановити підйоми для вилучення з форми.

Матеріал для виготовлення модельного комплекту представлені в табл. 3. Вихідні дані одержані з існуючого техпроцесу.

Таблиця 1. Види робіт, професія, розряд і норма часу на виготовлення модельного комплекту з деревини.

Види робіт	Професія	Розряд	Трудомісткість н/г.
Модельні роботи.	Модельщик	5 розряд.	16-30 н/г.
Токарні роботи.	Токарь	4 розряд.	0-48 н/г.
Молярні роботи.	Маляр.	3 розряд.	1-54н/г.

Таблиця 2. Допоміжне обладнання для виготовлення модельного комплекту.

Назва обладнання	Модель верстата.	Споживча потужність кВт.	Витрачено на виготовлення кВт.
Станок фуговальний.	СФ-4.	3,0 кВт.	0,5 кВт.
Станок рейсмусовий.	Ср 6-9.	8,6 кВт.	2,0 кВт.
Пила лінотнопилна.	Centauro 900	7,5 кВт.	7,5 кВт.
Токарний станок.	ТД200-04	2,0 кВт.	1,2 кВт.
Шліфувальний станок.	ШЛДБ-6.	4,5 кВт.	3,0 кВт.

Таблиця 3. Необхідні матеріали для виготовлення модельного комплекту.

Найменування		Кількість кг, м3.
Пиломатеріали	Сосна 2-сорт	0,012 м3.
Цвяхи	40мм.	0,08 кг.
Клей	ПВА	0,092 кг.
Фарба	НЦ-132К	0,015 кг.
Шпаклівка	НЦ-008	0,017кг.
Фанера	ФК 4мм.	0,00033 м3.

Недоліки: висока трудомісткість, великі витрати на вартість матеріалів, кількість персоналу, що приймає участь у виготовленні модельного комплекту, невелика стійкість модельного комплекту, мала номенклатура виготовлення модельних комплектів, не стабільні властивості деревини через навколишню середу, що призводить до порушення геометричних форм модельних комплектів, низька точність при ручній обробці модельних комплектів.

Спосіб тривимірного прототипування за технологією FDM включає наступні етапи:

- створення тривимірної моделі в STL форматі;
- генерування G-коду в програмному забезпеченні Ultimaker Cura;
- підготовка 3D принтера до роботи;
- друк 3D об'єкта;
- фінішна обробка моделі;

Технологія FDM є найбільш поширеною, передбачає виготовлення моделі шляхом пошарового наплавлення, що повторюють контури цифрової моделі [4]. На рисунку 2 показана тривимірна модель в STL форматі яка завантажена в програмне забезпечення Ultimaker Cura для генерування G-коду і попереднього розрахунку витрат на виготовлення моделі.

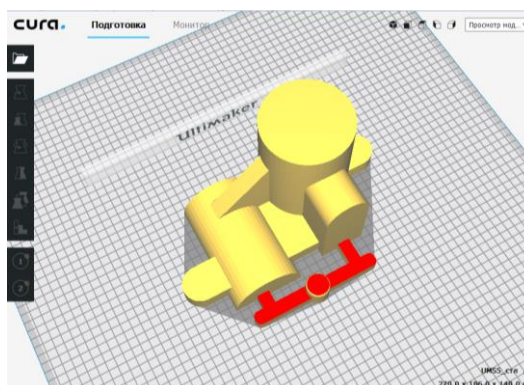


Рисунок 2. Згенерована тривимірна модель для друку в програмному забезпеченні Ultimaker Cura.

Програма автоматично орієнтує тривимірну модель в віртуальному просторі робочої камери. Параметри друку представлені в таблиці 4.

Таблиця 4. Параметри печаті.

Тип матеріалу	ABS
Висота шару мм.	0,3
Ширина лінії мм.	0,8
Товщина стінки мм.	1,0
Щільність заповнення %	15
Температура сопла, градуси.	250
Температура столу, градуси.	85
Швидкість печаті мм/сек.	100

Дані після прорахунку програмного забезпечення Ultimaker Cura:

- час витрачений на виготовлення моделі з ливникової системою і чотирьох випорів склало 12 годин 12 хвилин.

- оперативний час для постобробки склав 15 хвилин.- кількість матеріалу з щільністю заповнення модельного комплекту на 15% склало 85,05 метрів ABS пластику або 596 грам.

Отриманий результат у вигляді G-коду спрямовується в керуючий блок 3D принтера для друку моделі пластиком ABS.

Перевага технології тривимірного прототипування в тому що вона дозволяє друкувати оболонкові моделі з мінімальним внутрішнім заповненням. Це дозволяє економити на кількості матеріалу, знизити витрати на матеріал оскільки адитивні технології практично безвідходні, крім цього з'являється можливість виготовлення унікальних моделей при цьому досягається розмірна точність моделей, економія площ для встановлення обладнання, економія електроенергії.

## ВИСНОВКИ

На підставі порівняння двох варіантів виготовлення модельних комплектів прояви-лися переваги запропонованого варіанта, як по зниженню трудомісткості і зменшенню кількості робочих, так і по зменшенню витрат на матеріали, оскільки виготовляється оболонкова модель з внутрішнім заповненням тіла моделі лише на 15%. За запропонованим варіантом можна виготовляти моделі високої складності що дозволяє використовувати більш точні технології лиття в піщані форми і додаткове зниження трудомісткості виготовлення механо виробів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Мельніков А.П. Сучасні підходи до виготовлення ливарної технологічної оснастки. Мельніков А.П., Садох М.А., Голуб Д.М., Акулич В.Л., Яцевич Н.А. Журнал «Литво і металургія» 2014 р. Випуск № 1, 113 –с.
2. Дорошенко В.С., 3D-технології при литті металів. Дорошенко В.С., Журнал «Литво-України» 2013р. Випуск № 3. 151 –с.
3. Е. Кочкин. Сучасний підхід до традиційної технології. Досвід впровадження методів прямого цифрового виготовлення деталей в технологію лиття по випалюваних моделях. Е. Кочкин, А. Сапожников, Е. Чаплинський. Журнал «Розумне виробництво» 2014р. Випуск №25.
4. О.Н. Гончарова., Адитивні технології - динамічний розвиток виробництва. О.Н. Гончарова, Ю.М. Бережной, Е.Н. Бессарабов, Е.А. Кадамов, Т.М. Гайнутдинов, Е.М. Нагопетьян, В.М. Ковина Журнал «Інженерний вісник Дону» 2016 р. Випуск № 4. 12с.

## НЕЙРОМЕРЕЖОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Кошева Л.В.

Опис сукупності контрольних показників тренувального процесу являє собою слабо формалізоване завдання. Моделювання, як засіб формалізації й подальшого використання для вирішення поставлених завдань, дозволяє уникнути витрат часу, інших ресурсів і при цьому досягти необхідного рівня якості вирішення таких завдань. Моделі використовуються й у випадках, коли необхідно передбачати деякий результат при відомих початкових умовах досліду або ж коли постановка досліду неможлива у зв'язку з необхідністю проведення досліджень на рівні граничних можливостей організму.

Важливе значення мають алгоритми моделювання й алгоритми використання результатів моделювання для ухвалення рішень. У рамках системного підходу моделі розглядаються як головний інструмент в управлінні складними системами. Вимоги до моделі є такими:

- модель повинна бути стійкою, тобто різні відхилення, що виникають під впливом збурювальних сигналів, згодом повинні зменшуватися;
- реакція моделі на вхідні сигнали повинна якісно збігатися з поведінкою реального об'єкта.

Створення математичних моделей фактично є теоретичним відображенням досліджуваного об'єкта процесу формування контрольних показників тренувального процесу.

Складність управління в підготовці фахівця полягає в тому, що немає можливості безпосередньо управляти формуванням контрольних показників тренувального процесу. Складність розв'язування завдань полягає ще й у тому, що тут не можна просто задати студентові певну програму вправ (тренувальне навантаження) і домагатися її правильного виконання, зокрема правильної техніки рухів. У системі програмного управління формуванням контрольних показників тренувального процесу засобами фізичного виховання суб'єкт (викладач) і об'єкт управління (студент) взаємодіють між собою й із зовнішнім середовищем за допомогою інформації. Управління формуванням контрольних показників тренувального процесу здійснюється при наявності у викладача такої інформації:

- цільових вимог до формування професійно орієнтованих особистісних якостей;
- психофізіологічних характеристик студентів;
- сукупності засобів, застосовуваних у педагогічній технології фізичного виховання, й варіантів досягнення цілей із урахуванням підготовленості студента.

Визначимо поняття «підготовленість студента» як процес, спрямований на свідому зміну поведінки студента, відповідно до завдань його професійної діяльності. Оскільки вирішення завдань, що стоять перед студентом, відбувається за допомогою вдосконалення рівня його фізичної культури, то в цьому випадку йдеться про процес, пов'язаний із практичним впровадженням педагогічної технології, заснованої на системному застосуванні всього арсеналу засобів, включених у програму фізичного виховання з урахуванням взаємозв'язку «мета – інтерес – мотивація». Наявність і кількісна оцінка ступеня їхніх взаємозв'язків виявляються в процесі навчання.

Відповідно до логіки розвитку теоретичного дослідження основними завданнями теорії технічної підготовки є такі:

- розробка математичних моделей формування контрольних показників тренувального процесу в процесі навчання студента;
- розробка комплексу методів формування особистісно орієнтованих довільних програм;
- розробка методів удосконалювання програм довільного управління моделями формування ціннісного потенціалу студента;
- розробка методів контролю за рівнем формування особистісних якостей студентів в майбутньому - фахівців;
- планування процесів формування особистісних якостей студентів засобами фізичного виховання.

Грунтуючись на уявленнях про необхідність системного підходу до вирішення позначеної вище проблеми підготовки фахівця, нами запропонований підхід, при якому ця проблема може виявитися розв'язною з урахуванням особливостей застосовуваного інформаційного середовища. Як таке середовище може бути застосована деяка інтелектуально-психо-фізіологічна модель того, кого навчають. Це якийсь віртуальний об'єкт, здатний нести динамічну інформацію про того, кого навчають. Її створення може здійснюватися за допомогою віртуального сканера, що являє собою систему тестів, спрямованих як на ідентифікацію того, кого навчають, так і на створення його психологічної моделі, накладеної на фізіологічну модель. Програмна реалізація такої моделі може бути виконана на основі математики нейроподібних елементів, зібраних у нейроподібну сіть. Нейросітьові моделі найбільш яскраво виявляють свої переваги в моделюванні слабо або важко формалізованих завдань, якою є створення інтелектуально-психо-фізіологічна модель. Наприклад, можна уявити того, кого навчають, у вигляді підсистеми відповідно до виділених аспектів, досліджувати його, проводити віртуальні навчальні або тренувальні заходи й установити їхню ефективність.

Штучні нейронні сіті індуковані біологією, тому що вони складаються з елементів, функціональні можливості яких аналогічні більшості елементарних функцій біологічного нейрона. Спосіб організації цих елементів може відповідати (або не відповідати) анатомії мозку. Наприклад, вони навчаються на основі досвіду, узагальнюють попередні прецеденти для використання в нових випадках і беруть найсуттєвіше з інформації, що надходить і яка містить зайві дані. Штучні нейронні сіті можуть змінювати свою поведінку залежно від зовнішнього середовища. Після наведення вхідних сигналів (можливо, разом із потрібними виходами) вони настроюються, щоб забезпечити необхідну реакцію. Відгук сіті після навчання може бути певною мірою нечутливий до невеликих змін вхідних сигналів. Ця внутрішньо властива здатність бачити образ крізь шум і переключування життєво важлива для розпізнання образів у реальному світі.

З математичної точки зору нейронна сіть є багат шаровою сітьовою структурою, що складається з однотипних (і порівняно простих) процесорних елементів – нейронів.

Нейрони, зв'язані між собою складною топологією міжз'єднань, групуються в шари (як правило, два–три), серед них виділяються вхідний і вихідний. У нейронних сітях, застосовуваних для прогнозування, нейрони вхідного шару сприймають інформацію про параметри ситуації, а вихідний шар сигналізує про можливу реакцію на цю ситуацію. Перед використанням нейронна сіть проходить спеціальний етап настроювання – навчання. Як правило, сіті пред'являють велику кількість задалегідь підготовлених прикладів, для кожного з яких відома необхідна реакція сіті.

Якість вирішення завдань нейронними сітками залежить від настроювання параметрів сіті (вага зв'язку, зсув). Настроювання здійснюється за даними, що містяться в навчальній вибірці. Тому об'єктивність і повнота даних впливають на якість остаточно навченого нейросітьового апарату. Розмір навчальної вибірки (кількість прикладів у вибірці) визначає кількість нейронів і зв'язків у проміжних шарах. В обчислювальному процесі для зберігання параметрів сіті, що настроюються, використовується певна кількість основних змінних. Для зберігання результатів проміжних обчислень параметрів, що настроюються, використовуються додаткові змінні, кількість яких дорівнює кількості основних змінних. Кількість додаткових і основних змінних обмежена розміром оперативної пам'яті комп'ютера. Тому доцільно оптимізувати навчальну вибірку, тим самим зменшити кількість прикладів при збереженні якості нейросітьового апарату.

У нашій роботі здійснена спроба розробити методика, що дозволяє застосувати для побудови навчальних вибірок нейропарадигми «back propagation». Для початку експерименти зі складання вибірок проводилися для легко формалізованих завдань, відповіді яких можна було перевірити підстановкою вхідних значень до математичної моделі. Проаналізувавши результати, можна зробити такі висновки:

- кожний параметр вибірки повинен бути представлений, як мінімум, п'ятьма значеннями, рівномірно розподіленими по діапазону припустимих для даного параметра значень;

- бажано мати математичний механізм управління наповненням і рівномірним розподіленням значень у навчальній вибірці залежно від заданої точності кінцевих результатів.

# ВІБРАЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

Кравцов І.Д.

Оскільки перекачуються шахтні води в загальному випадку є не тільки агресивними за складом, але і несуть велику кількість абразивних частинок, то до матеріалів робочих деталей шахтних відцентрових насосів пред'являється комплекс вимог з протидії корозії, гідроабразивного зносу і в окремих випадках гідроерозії.

Електрохімічна корозія обумовлюється термодинамічної нестійкістю металу в конкретних умовах, пов'язаних головним чином з наявністю вологи і виникає в металах малої різниці потенціалів, викликаній різним хімічним складом, різних запасом енергії і ходом гальванічної реакції.

Гідроабразивний знос визначається складом знаходяться в шахтній воді твердих часток, а також швидкістю і способом їх впливу на матеріал.

Гідроабразивний знос в загальному випадку залежить від великої кількості факторів: концентрації абразиву, розмірів і форми зважених часток (наявність граней, гострих кутів і ін.), Швидкості руху твердих частинок, їх кута атаки, загальної динаміки потоку.

Швидкість руху і кути атаки абразивних частинок, які переносяться потоком рідини в різних проточних каналах реальних гідромашин, безперервно змінюються. Отже, на знос істотний вплив роблять динамічні параметри потоку. При обтіканні потоком перешкод утворюються вихори, які можуть діяти на деталь під різними кутами, посилюючи, таким чином, місцеве абразивне зношення поверхні деталі. Форма вихорів в складних перетинах деталей гідравлічних машин безперервно змінюється, і абразивні частки впливають на деталі по-різному, в тому числі і найменш сприятливим.

Це сприяє прояву місцевого зносу, який протікає в кілька разів швидше загального і характерний для таких деталей шахтних насосів, як проточні канали робочих коліс, ущільнення, кришки, направляючі апарати і т. п.

Гідроерозія - руйнування матеріалу під впливом кавітації - у багатьох випадках є основною причиною передчасного виходу з ладу робочих деталей шахтних відцентрових насосів. Механізм кавітації до теперішнього часу вивчений ще недостатньо точно, проте обґрунтовано, що він проходить у дві фази: 1) освіту каверн, заповнених бульбашками пара і води в зонах знижених тисків; 2) конденсація пара всередині каверн, що супроводжуються мікролокальними гідравлічними ударами в області високого тиску; при цьому у відповідних мікрооб'ємах тиск підвищується до  $p = 1500-3000$  атм. .

Зазначені фактори - електрохімічна корозія, гідроабразивний знос і кавітація - діють на поверхні робочих деталей насосів комплексно, одночасно в різних поєднаннях. Під їх впливом поверхню робочих деталей насосів безперервно кородує, а продукти корозії відокремлюються ударами струменів рідини, частинок абразиву і кавітації. Найбільш інтенсивно знос протікає при наявності кавітації.

З вище зазначених факторів зносу робочих деталей розглянемо матеріали, використовувані для виготовлення робочих коліс насосного агрегату.

Мета: отримати високу міцність, корозійну і гідроабразивну стійкість матеріалу робочого колеса.

Завдання:

- розробити сучасний технологічний процес виготовлення робочого колеса;
- під експлуатаційні властивості насоса вибрати підходящий матеріал робочого колеса;
- визначення оптимального способу отримання поверхні колеса із забезпеченням необхідних параметрів якості та підвищення продуктивності.

Робоче колесо є найважливішим вузлом в конструкції відцентрового насоса. Основне його призначення полягає в передачі енергії від крутного вала до рідини. Інакше кажучи, робоче колесо є генератором відцентрової сили, за допомогою якої і створюється тиск, що рухає потік рідини. Як правило, робоче колесо складається з наступних основних елементів: передній або провідний диск; задній або ведений диск; крильчатка, що складається з лопатей, які знаходяться між дисками, лопаті крильчатки насоса, мають зігнутість в сторону, яка протилежна напрямку руху робочого колеса.

Принцип дії робочого колеса полягає в наступних важливих моментах: на початку робочого циклу рідина накопичується між лопатями, з початком обертання крильчатки одночасно починає обертатися і рідина. При обертанні виникає відцентрова сила, яка сприяє появі тиску, під тиском рідина відходить від центру робочого колеса і починає притискатися до стінок насоса, рідина під напором виходить назовні через нагнітальний патрубок, в цей момент в центрі крильчатки створюється мінімальний тиск, яке сприяє надходженню до робочого колеса нової порції рідини.

При цьому варто відзначити, що весь описаний процес проходить циклічно, що в свою чергу, сприяє стабільній і безперебійній роботі всього відцентрового насоса в цілому.

При конструюванні робочого колеса насоса вибирають найбільш ефективну форму, профіль і кількість лопаток, виходячи з завдання, мати мінімальні гідравлічні втрати і максимальний ККД.

У більшості насосів ЦНС застосовують робочі колеса закритого типу з покриває диском. Робочі колеса виготовляють з різних сортів чавуну, вуглецевих і легованих сталей, сплавів кольорових металів, полімерів і керамічних матеріалів. Застосування того чи іншого матеріалу визначається умовами роботи, розмірами і частотою обертання, а також родом переміщуваної рідини. У переважній більшості робочі колеса - литі. Відливають їх або в земляну форму, або методами точного лиття. Причому в останньому випадку вони виходять з проточною частиною високої точності і чистоти поверхні (RZ40-RZ20). Зварювально-литі конструкції не розглядаються.

Робочі колеса (рис1) багатоступеневих насосів виготовляють з подовженою маточиною, що дає можливість уникнути застосування дистанційних втулок в конструкції ротора. Маточина відливається разом з робочим колесом. Для зменшення перетоків рідини по валу шпонковий паз в ступиці робочого колеса виконують не на всю довжину.



Рисунок 1 – Робоче колесо насоса ЦНС

Неперпендикулярність торців маточини робочого колеса не повинна перевищувати 0,01-0,02 мм. Розточення посадкового отвору в маточині колеса виконують за другим класом точності.



Чистота водопровідних каналів робочого колеса має великий вплив на гідравлічні втрати. Експериментально перевірено, що зменшення шорсткості каналів робочих коліс з RZ160-80 до RZ40-20 без будь-яких конструктивних змін для коліс низьких і середніх  $n_s$  призводить до підвищення к. П. Д. На 3 - 4%.

При виборі матеріалу робочих коліс треба враховувати ряд вимог. Механічні властивості матеріалу повинні забезпечувати необхідну міцність робочого колеса з урахуванням температурних напружень. Коефіцієнт лінійного розширення не повинен сильно відрізнятися від коефіцієнта лінійного розширення матеріалу валу.

Не менш важливою характеристикою є стійкість матеріалу проти корозії в перекачується рідини. Найбільшого поширення для виготовлення робочих коліс отримали сірий чавун, вуглецева або хромиста сталь, бронза, поліамідні і полімерні матеріали.

Перекачується рідина рухається в каналах робочого колеса з високими швидкостями, тому матеріал коліс повинен мати гарну стійкість проти ерозії. Не останню роль відіграють ливарні властивості матеріалу, оброблюваність і т.ін..

Основні напруги в робочому колесі відцентрового насоса створюються під дією відцентрових сил.

Досвід експлуатації шахтних насосів показує, що найбільш інтенсивного зносу схильні робочі колеса, більш того, їх важко відновити в умовах рудоремонтних заводів. Тому з метою збільшення напрацювання на відмову робочих коліс обов'язково враховувати особливості експлуатації в шахтних умовах. Корозія металів в шахтних водах-результат електрохімічних реакцій, особливо при наявності гальванічної пари (мікропара), наприклад, чавун - кольорові метали. В цьому випадку активізуються процеси: анодний перехід іонів з металу в розчин і катодний - розрядка електронів. Численні причини корозії в шахтних насосах ускладнюють аналіз процесу зносу робочих коліс в складних умовах рудничного водовідливу. Впливу електромеханічної корозії на робочі колеса насосів мало приділено уваги в гірській літературі, немає будь-яких рекомендацій. Однак з досвіду експлуатації відомо, що присутність в шахтній воді розчинів сірчаної та соляної кислот, а також іонів хлору, і особливо сульфатів важких металів, завдає руйнівної дії на метал робочих коліс насоса. У зв'язку з цим потрібно глибоке очищення шахтних вод в підземних умовах.

Наприклад, робочі колеса шахтних насосів, відлиті з чавуну Сч15-32, при відкачці шахтних вод з високим вмістом механічних домішок (20-25 мг / л), піддаються сильному ерозійного зносу і мають напрацювання на відмову до 1000.ч. . Робочі колеса, виготовлені з чавуну цієї ж марки з нанесенням на поверхню антикорозійного покриття або з вуглецевих і низьколегованих сталей, мають термін служби до 2000-2500 ч. Гідроабразивного зносу добре пручаються також стали аустенітного класу 1X18H9T, 12X18H101TЛ, 10X17H13M2T, 10X17H13M2T (X17H13M2T , EI448, аналог AISI 316Ti).

Виходячи з вище сказаного, технологічний процес виготовлення і вибір матеріалу робочого колеса вимагає ретельного аналізу і правильного вибору матеріалу деталі методу виготовлення.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМО-ЕРС З ВИКОРИСТАННЯМ SDR-ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Літвиненко О.І.

Метою роботи є освітлення та експериментальне підтвердження зв'язку спектру термо-ЕРС з режимами різання, початковими даними шорсткості та кінцевими параметрами.

Об'єкт в ході його лезвівної обробки (руйнуванню, тертю, пластичної деформації) представляє собою інформаційний потік, який з'являється в результаті реєстрації термо-ЕРС з постійною складовою, модульований високочастотним електромагнітним випромінюванням [4]. Але, реєстрація з наступною обробкою даних, викликає труднощі за відсутністю відповідних апаратних засобів. Для способу реєстрації був запропонований спосіб, заснований на принципі прямого перетворення радіо сигналів з програмною обробкою технології Software Defined Radio (SDR) [5,6,7]. На основі цього способу розроблена схема приладу для перетворення високочастотних сигналів термо-ЕРС в низькочастотні та їх реєстрації, яка представлена на рис. 1. Заготовка діаметру  $D$  (мм) з  $N_{шт}$  шийками закріплена на верстаті у патроні і задньому центрі. Різець закріплений у різцетримачі, до різця приєднаний перетворювач представлений на рис.1. Після попереднього налаштування верстата до заготовки підводиться різець, у результаті, в процесі обробки заготовки різцем виникає сигнал, який подається через конденсатори  $C2, C3$  до високочастотних діодів  $V1, V2, V3, V4$  ввімкнених таким чином, щоб сформувати сигнал через конденсатор  $C1$  і  $C4$  та регульований резистор  $R$  в ланцюзі заготовка-інструмент-пристрій-земля який подається до звукової карти.

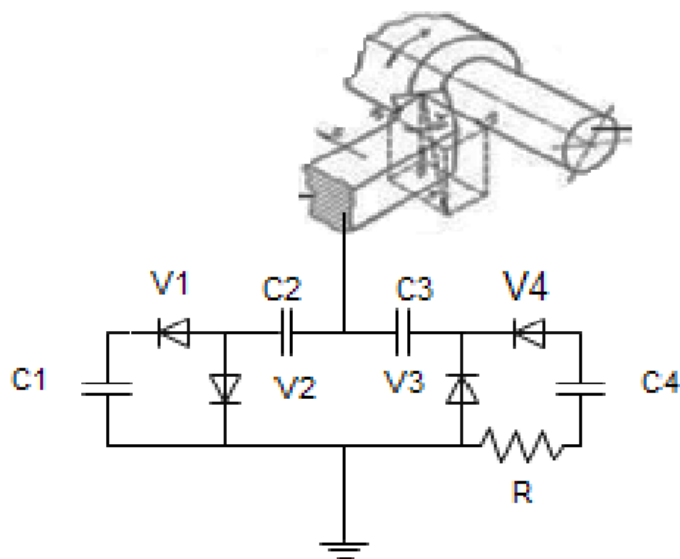


Рисунок 1. - Принципіальна схема реєстрації широкосмугового спектру амплітудно-частотної характеристики термо-ЕРС;  $V1-V4$  - високочастотні діоди;  $C1, C2, C3, C4$  - конденсатори;  $R$  - резистор.

Висунуто наступні припущення.

1. Спектр термо-ЕРС містить інформацію щодо режимів різання та початкових даних у вигляді шорсткості;
2. Спектр термо-ЕРС містить інформацію щодо системи верстат-пристосування-інструмент-заготовка. Система: верстат-пристосування - має постійний характер впливу на спектр, а даний спосіб дозволяє виключити постійну складову;

На основі п. 1 та п.2. зрозуміло, що спектр термо-ЕРС містить інформацію щодо кінцевих параметрів обробленої заготовки. Тому, на основі параметрів отриманих

амплітуд та частот можливо дізнатися кінцеві параметри поверхні обробленої деталі без додаткових вимірів.

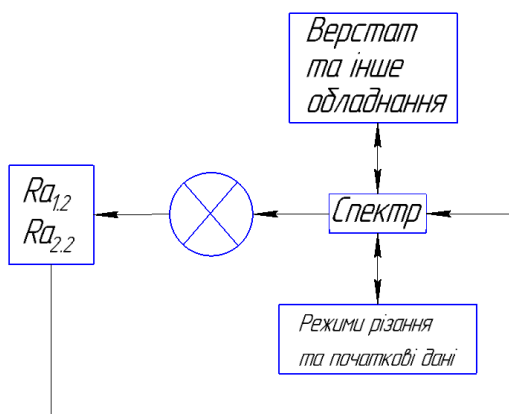


Рисунок 2. - Схема зв'язку спектру ТЕРС з іншими елементами системи:  $Ra_{1,1}$  (початкова повздовжня шорсткість),  $Ra_{2,1}$  (початкова поперечна шорсткість).

Експериментальне дослідження проведені наступним чином. Точіння проводилося на токарному верстаті 1П365, сталь Ст 30 з початковим діаметром 46 мм, кількість шийок  $N_{шт}=9$ ;  $C1, C4$  - конденсатори ємністю 10 мF;  $C2, C3$  - конденсатори ємністю 470 рF. Реєстрація сигналу проводиться з навантаженням  $R = 2,2$  кОм; різець Т5К10 ГОСТ 24996-81 25x20, пластина DHMG фірми "Sandvik Coromant"; програма для спектрального аналізу "Spectrum Analyser"; вимірювання шорсткості проводилося профілометром TP-200; режими різання зазначені у табл. 1.

Таблиця 1 - Режими різання

n, об/хв	S, мм/об	t, мм
273	0,09	0,5
385	0,12	0,75
530	0,17	1

Для забезпечення однорідності плану та врахування усіх факторів увесь експеримент проводився за методом рандомізації. Перший етап складався з рандомізації n та t при подачі  $S = 0,09$  мм/об. Другий етап рандомізація n та t при подачі  $S = 0,12$  мм/об. Третій етап рандомізація n та t при подачі  $S = 0,17$  мм/об.

Хід експерименту.

1. Проведені початкові виміри  $D$ ,  $Ra_{1,1}$  (початкова повздовжня шорсткість),  $Ra_{2,1}$  (початкова поперечна шорсткість). Проведені виміри після кожного етапу експерименту.
2. За допомогою програмного пакету "Neuro Pro" створена та навчена модель процесу різання на основі 324 тестових значень раніше знайдених амплітуд, частот та режимів різання (табл. 2). В результаті, виявлені найменші значення шорсткості разом з зіставними до них режими різання, рис.3.

Таблиця 2. - Тестові режими різання

V	S	t	$Ra_{1,1}$	$Ra_{2,1}$
35	0,1	0,5	2,5	1
50	0,12	0,75	5	2,5
65	0,15	1	7,5	5
-	-	-	10	-

Результати свідчать про те, що саме змінна, а не постійна частина спектру найбільш повно визначає режими різання. В подальшому, цей спосіб можливо

використовувати для підвищення продуктивності виробництва за рахунок: скорочення часу на вибір оптимальних режимів різання; зменшення зносу ріжучого інструменту; можливості чистової обробки різцем замість шліфування; проектування нових металооброблювальних станків. А також, для аналізу станків через спектр режимів різання.

## ВИСНОВКИ

На підставі експериментальних досліджень можна стверджувати, що змінна частина спектру ТЕРС пов'язана та дає інформацію про кінцеві значення параметрів поверхні деталі, що дає можливість обрання оптимальних режимів різання за короткий проміжок часу. Встановлені залежності впливу кожного з параметрів режимів різання на кінцеву якість. Новизна отриманого технічного рішення підтверджена [8].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – 248 с
2. Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник / Я.Л. Гуревич, М.В. Горохов, В.И. Захаров и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 240 с
3. 3. Прогнозування впливу режимів різання під час точіння на якість поверхонь деталей із важкооброблювальних сталей. Я.М. Кусий, Я.М. Литвиняк, А.М. Кук. Національний університет "Львівська політехніка" 2007 р.
4. Постнов В.В., Усманов Б.Ф. Анализ спектральных характеристик и применение математического планирования эксперимента для решения задач оптимизации процесса резания металлов. Вестник УГАТУ, [S.I.], v. 15, n. 4 (44), p. 225-229, авг. 2018. ISSN 1992-6502. Доступно на: <<http://journal.ugatu.ac.ru/index.php/Vestnik/article/view/840>>. Дата доступа: 18 ноя. 2018
5. Software defined radio: architectures, systems, and functions. Dillinger, Madani, Alonistioti. Wiley, 2003. 454 pages
6. Галкін В.А. Основи програмо-конфігуруємого радіо. - М.: Гаряча лінія - Телеком, 2013. - 372 с.
7. Теоретичні та експериментальні передумови дослідження інформаційних потоків при формування різанням. Ковалевський С.В., Ковалевська Е.С., Кошовий А.О. ДДМА 5 с.
8. Патент 06383 Україна, МПК G01B 9/02.Спосіб реєстрації комплексних параметрів процесу різання / С.В. Ковалевський, О.І. Літвиненко; заявл. 07.06.2018; опубл. 13.11.2018 - 5 с.

# ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОГО МЕТОДУ ГВИНТОВОГО НАКОТУВАННЯ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-ПЛАСТИЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Маланчук С.Ф.

На сьогоднішній день існує багато методів поверхнево-пластичного деформування (ППД) – вигладжування, вібровигладжування, дробеструйне оброблення, накочування сферичним, циліндричним і круговим роликком та інші. [1]. Також з роботи [4], надані теоретичні та експериментальні данні щодо зміцнення робочих поверхонь деталей машин на основі ППД при накочуванні роликком з круговим профілем та негативним кутом нахилу осі ролика. Ці способи мають обмежені технологічні можливості, тому, що обробка ППД коротких та обмежених робочих поверхонь здається неможливим.

Метою роботи є експериментальне підтвердження впливу ППД гвинтовим накатником на шорсткість і твердість робочої поверхні деталі при обробці, при різних кутах нахилу накатнику.

Теоретичне обґрунтування методу ППД гвинтовим накатником.

Проблеми по обмеженню технологічних можливостей, низької продуктивності процесу ППД вирішується за рахунок того, що у якості деформуючого інструмента використовується гвинтовий накатник з кутом нахилу. Обробка накатником залежить від кута нахилу накатника, шагу витків, співвідношення діаметра накатника, діаметра оброблюваної деталі та величини контактуючої поверхні накатника з поверхнею деталі, що обробляється. При обробці гвинтовий накатник неподвижний і розміщений під кутом, тому за рахунок кута і кроку витків контактує з поверхнею деталі одразу декількома витками, що надає більше технологічних можливостей, і менш складний рух інструменту. Що дозволить обробляти деталі у малодоступних місцях. Схема обробки гвинтовим накатником представлена на рис. 1

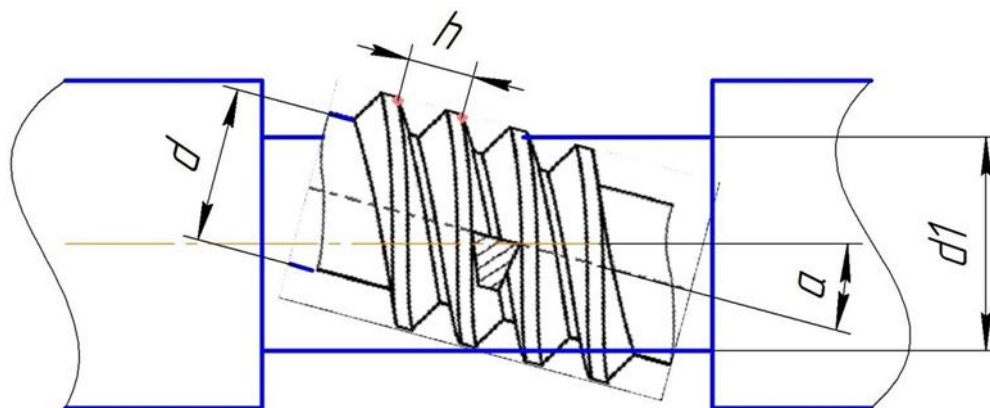


Рисунок 1 – Схема обробки гвинтовим накатником.

Заготовка діаметром  $d_1$ , (мм) закріплюється на верстаті у патроні і задньому центрі. Гвинтовий накатник діаметром  $d$ , (мм) та шагом витків  $h$ , (мм) закріплюється в державці, яка розміщується в різцетримачі. Державка дозволяє повертатися обкатнику на необхідний кут  $\alpha$  (град). Робоча подача надається обкатнику супортом верстата. В залежності від потрібної шорсткості та міцності задаються параметри кута нахилу обкатника і його робоча подача.

Методика експериментального дослідження.

Обробка заготовки проводилась на токарному верстаті 1К625, деталь 35 мм, Сталь 30. Накатник: діаметр  $d=36$  мм, крок  $h=1,5$  мм, довжина  $l=38$  мм. Вимірювання

шорсткості проводилося профілометром TP-200, а твердості – електронним твердоміром ЕТМ-01.

Для забезпечення однорідності плану та врахування факторів проведення експерименту виконана рандомізація, послідовність виконання досліджень.

Результати експериментальних досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень.

Тиск накатника Р,Н	Кут нахилу накатника, $\alpha$ ° град	Твердість деталі, НВ	Шорсткість деталі, Ra мкм
100	-5	302	4.5
	-3	281	5.2
	0	267	5.7
	3	250	5.5
	5	276	3.8
200	-5	271	4.6
	-3	276	2.6
	0	289	4.5
	3	281	4.2
	5	271	3.5
300	-5	280	3.1
	-3	271	3.5
	0	283	5.1
	3	282	5.3
	5	266	5.6

2. Обробка експериментальних даних виконувалась за допомогою програмного пакету "Neuro Pro 0.25". Створена модель залежності параметрів шорсткості Ra деталі від кута нахилу  $\alpha$  і тиску накатника Р і представлена вербальним описом:

4. Математична модель  $Ra=f(P; \alpha)$  використана для тестування, з метою отримання прогнозних значень числових параметрів шорсткості Ra. Результати тестування наведені на рис.2.

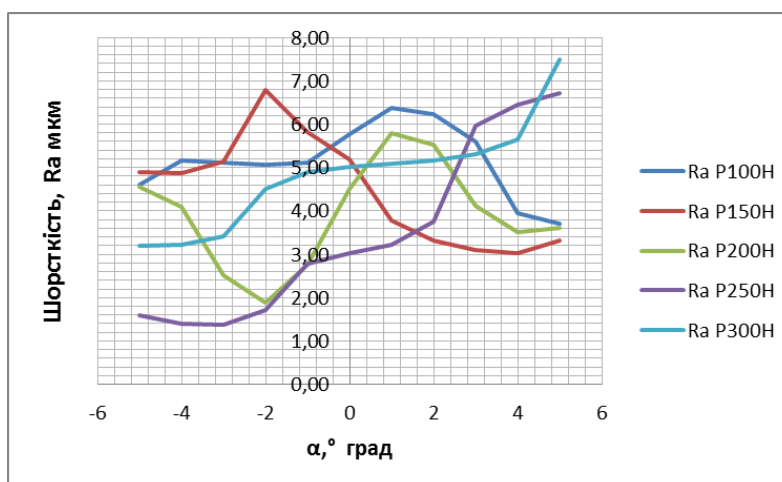


Рисунок 2 – Графічний опис параметрів шорсткості Ra від кута нахилу  $\alpha$  і тиску накатника Р .

Таким чином експериментально підтверджено те, що на параметри шорсткості більше впливає тиск накатника, ніж кут нахилу. А саме найменші значення шорсткості отримали при тиску  $P=250$  Н, і куту нахилу  $\alpha=-5^\circ$ град. Найбільші значення параметрів шорсткості отримали при низькому тиску  $P=100-150$  Н і кутах  $\alpha=2-3^\circ$ град. Тому при збільшенні кута нахилу шорсткість зростає, а при зростанні тиску шорсткість зменшується.

Результати тестування математичної моделі  $HV=f(P; \alpha)$ , для отримання прогнозних значень параметрів твердості  $HV$ , наведені на рис.3.

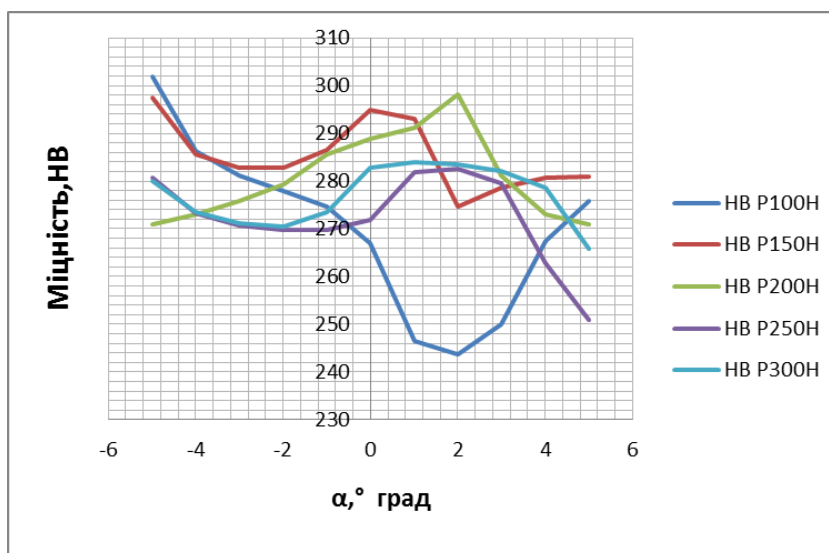


Рисунок 3 – Графічний опис залежності параметрів твердості  $HV$  деталі від куту нахилу  $\alpha$  і тиску накатника  $P$ .

Таким чином експериментально підтверджено те, що максимальну твердість в процесі накатування поверхні можливо отримати при відносно невеликих значеннях тиску  $P=100-150$  Н і куту  $\alpha=-5^\circ$ град. А зростання тиску і куту нахилу накатника приводить до зменшення зміцнення поверхні.

## ВИСНОВКИ

Новизна способу ППД гвинтовим накатником дозволяє виконувати обробку ППД в обмежених з обох сторін поверхонь. Тиском  $P$  і кутом нахилу  $\alpha$ , гвинтового накатника, можна регулювати твердість і шорсткість деталі. Також процес ППД гвинтовим накатником являється більш технологічним, від інших методів обробки за рахунок гвинтової поверхні, яка виконує роль одразу декількох роликів зі складної траєкторію руху деформованого шару.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Ю.Г. Шнейдер – Л: Машиностроение, 1982. – 247с..
2. Ковалевський С.В. Дослідження поверхневого зміцнення робочих поверхонь деталей машин на основі поверхнево-пластичної деформації при накочуванні роликом з круговим профілем / С.В. Ковалевський, О.В. Гуцин, А.О. Попов // Обработка материалов давлением. - 2016. - № 2. - С. 98-101.

## **О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМАНДЫ ПО ИГРЕ «ЧТО? ГДЕ? КОГДА?» И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

**Мельников А.Ю.**

Около 20 лет под эгидой Лиги украинских клубов [1] проводятся чемпионаты по игре «Что? Где? Когда?», в том числе – так называемые синхронные турниры, когда команды разных городов отвечают в одно и то же время на одни и те же вопросы [2]. Последние 12 лет команды Краматорска имеют возможность участия в этом турнире на базе ДГМА, организатором «площадки» выступает Клуб интеллектуальных игр ДГМА [3]. Последние два года по такой же форме для тех же команд-участниц организуются и проводятся городские турниры.

Команда формируется по правилам [4] и должна иметь в составе не более 6 человек на игру и не более 10 человек на игровой сезон. При внесении изменений в состав существующей команды всегда интересно знать, как эти изменения могут повлиять на результат ее игры. Поскольку вопросы в «Что? Где? Когда?» предполагают не «прямое знание», а применение интеллектуальных способностей игрока, критерий отбора по уровню эрудиции не может быть эффективным. Кроме того, правильный ответ на ряд вопросов может быть найден только в формате обсуждения всеми участниками. Очевидно, что для предсказания влияния изменений в составе команды на результат целесообразно использовать современные математические и интеллектуальные методы, в том числе – метод искусственных нейронных сетей.

В физической культуре и спорте нейронные сети используются для анализа и прогнозирования показателей физической подготовленности спортсменов и 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 [5-6].

Целью работы является поиск примеров, показывающих возможности применения нейросетевого моделирования для определения оптимального состава команды по игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов.

Имеются данные о результатах участия команды ДГМА в этапах синхронных турниров ЛУК (СТ) и городских турнирах (ГТ) с 2011 года (рис. 1). Все турниры проходили по единым правилам, и на каждом было задано ровно 45 вопросов. Основная информация:

- результат команды (число правильных ответов);
- результат лидера (лучшее число правильных ответов на «площадке»);
- средний результат (среднее арифметическое правильных ответов на «площадке»).

Также имеются данные об игроках – участниках каждого этапа. Очевидно, что использование абсолютных показателей не может адекватно отражать ситуацию, поскольку на каждом турнире было разное число команд разного уровня подготовки, к тому же все этапы готовили разные редакторы.



Дата	Турнир	Наши баллы	Среднее	Лидер	Мы к среднему	Мы к лидеру	Мельников	Ивченко	Шишкин	Сухонос	Ивченкова	Садовец	Бреусов	Спасская	Цыбулько	Сташкевич	Миринский	Петренко	Полянский	Неволода	Ярцева	Баган	Лучинский	Бакай	Капелешук	Коваленко	Власов	Ляшенко
12.11.2011	1СТ1112	14	5,88	14	2,380952	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
04.02.2012	2СТ1112	9	9,5	19	0,947368	0,47368	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.03.2012	3СТ1112	11	9,5	19	1,157895	0,57895	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29.09.2012	1СТ1213	16	8,86	16	1,805869	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
26.01.2013	2СТ1213	7	9	14	0,777778	0,5	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.03.2013	3СТ1213	13	11	16	1,181818	0,8125	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.10.2013	1СТ1314	14	11,78	19	1,188455	0,73684	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.12.2013	2СТ1314	9	7,86	11	1,145038	0,81818	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.02.2014	3СТ1314	14	10	14	1,4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.11.2014	1СТ1415	23	13,14	23	1,750381	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.12.2014	2СТ1415	15	8,75	15	1,714286	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.03.2015	3СТ1415	16	9,2	16	1,73913	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.11.2015	1СТ1516	12	6,14	12	1,954397	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
23.01.2016	2СТ1516	22	13,4	22	1,641791	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.04.2016	3СТ1516	10	7,67	11	1,303781	0,90909	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
05.11.2016	1СТ1617	12	8,38	14	1,431981	0,85714	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
21.01.2017	2СТ1617	11	8,11	12	1,35635	0,91667	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
18.03.2017	3СТ1617	14	11,13	16	1,257862	0,875	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
04.11.2017	1ГТ1718	18	16,4	24	1,097561	0,75	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
18.11.2017	1СТ1718	17	12,67	17	1,341752	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	
16.12.2017	2ГТ1718	21	19,67	30	1,067616	0,7	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
27.01.2018	2СТ1718	9	9,44	19	0,95339	0,47368	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
10.02.2018	3ГТ1718	17	17,3	28	0,982659	0,60714	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
10.03.2018	3СТ1718	15	10,44	19	1,436782	0,78947	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
31.03.2018	4ГТ1718	17	14,78	25	1,150203	0,68	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
02.06.2018	5ГТ1718	29	21	29	1,380952	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
29.09.2018	1ГТ1819	20	10,78	20	1,855288	1	1	0,0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
03.11.2018	2ГТ1819	21	15,56	22	1,349614	0,95455	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
17.11.2018	1СТ1819	16	14,86	20	1,076716	0,8	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	

Рисунок 1 – Данные о результатах

В расчет будем принимать относительные показатели, условно названные в таблице так:

- «Мы к среднему» – отношение результата команды к среднему результату;
- «Мы к лидеру» – отношение результата команды к результату победителя.

С математической точки зрения задачу прогнозирования можно сформулировать следующим образом: по имеющимся данным об игроках команды на конкретную игру предсказать относительный результат команды на этой игре.

На рис. 2 представлены обработанные данные: предлагается использовать информацию только с 2016 года (поскольку многие уже не участвуют в соревнованиях), а также не рассматривать игроков, которые приняли участие «случайно».

Дата	Турнир	Наши баллы	Среднее	Лидер	Мы к среднему	Мы к лидеру	Мельников	Шишкин	Сухонос	Ивченкова	Неволода	Баган	Лучинский	Бакай	Капелешук	Коваленко	Власов	Ляшенко
05.11.2016	1СТ1617	12	8,38	14	1,431981	0,85714	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
21.01.2017	2СТ1617	11	8,11	12	1,35635	0,91667	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
18.03.2017	3СТ1617	14	11,13	16	1,257862	0,875	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
04.11.2017	1ГТ1718	18	16,4	24	1,097561	0,75	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
18.11.2017	1СТ1718	17	12,67	17	1,341752	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
16.12.2017	2ГТ1718	21	19,67	30	1,067616	0,7	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
27.01.2018	2СТ1718	9	9,44	19	0,95339	0,47368	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
10.02.2018	3ГТ1718	17	17,3	28	0,982659	0,60714	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
10.03.2018	3СТ1718	15	10,44	19	1,436782	0,78947	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
31.03.2018	4ГТ1718	17	14,78	25	1,150203	0,68	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
02.06.2018	5ГТ1718	29	21	29	1,380952	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
29.09.2018	1ГТ1819	20	10,78	20	1,855288	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
03.11.2018	2ГТ1819	21	15,56	22	1,349614	0,95455	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
17.11.2018	1СТ1819	16	14,86	20	1,076716	0,8	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0

Рисунок 2 – Сокращенные данные о результатах

Задачу решаем методом искусственных нейронных сетей. В качестве модели нейронной сети целесообразно выбрать двухслойный персептрон. Оценка

предпочтительного числа нейронов в скрытом слое проведем, используя известное неравенство [7-9]. Величину скрытого слоя примем равным 5 нейронам. Тип активационной функции – сигмоида. Обучение сети проводится методом обратного распространения ошибок. Расчет был проведен в среде Deductor Studio [10].

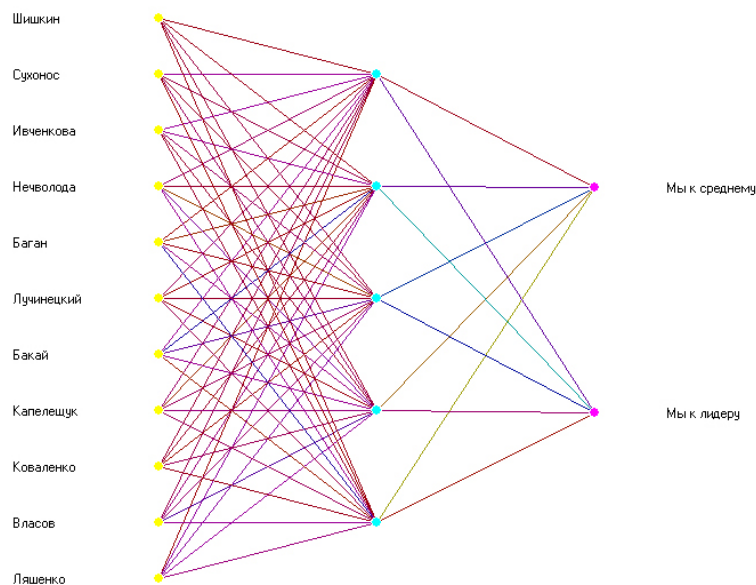


Рисунок 3 – Граф нейронной сети MLP-11-5-2

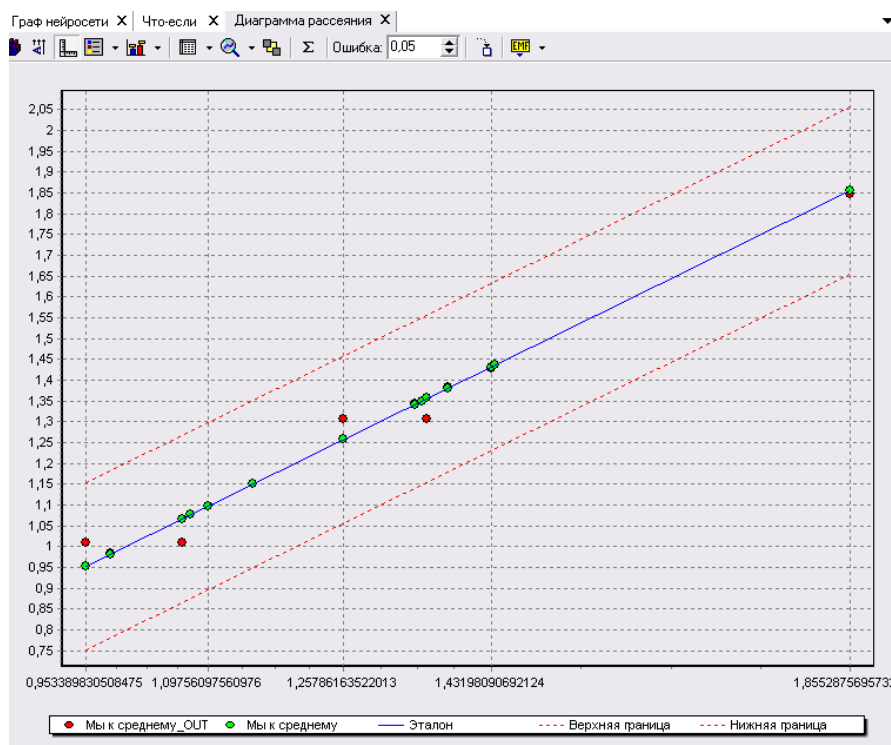


Рисунок 4 – Диаграмма рассеяния MLP-11-5-2

### ВЫВОДЫ

Использование аппарата искусственных нейронных сетей для определения оптимального состава команды по игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов может позволить по имеющимся данным о предполагаемом составе команды предсказать ее относительный результат по отношению к победителю и по

отношению к среднему значению. К направлениям совершенствования предложенной модели можно отнести введение новых факторов – значений предыдущих результатов команды, а также редакторов пакетов вопросов каждого турнира.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лига украинских клубов – ЛУК. URL: <http://luk.org.ua/> (28.11.2018)
2. Регламент проведения Чемпионата Украины по спортивному варианту интеллектуальной игры «Что? Где? Когда?» без ограничения возраста. URL: <http://luk.org.ua/documents/reglament-chgk-2016> (28.11.2018)
3. Клуб интеллектуальных игр ДГМА. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/> (28.11.2018)
4. Положение о составах команд-участниц Чемпионата Украины по спортивному варианту игры «Что? Где? Когда?» без ограничения возраста. URL: <http://luk.org.ua/documents/polozhenie-o-sostavah> (28.11.2018)
5. 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
6. 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/>
7. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: «Вильямс», 2001. – 288 с.
8. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
9. Ковалевский С.В. Создание и применение нейронных сетей для решения прикладных задач: Учебно-методическое пособие для студентов специальности «Интеллектуальные системы принятия решений» / С.В. Ковалевский, В.Б. Гитис. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 75 с.
10. BaseGroup Labs: официальный сайт. – URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (05.11.2018)

# О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОГО НАХОЖДЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПОРТСМЕНА- МЕТАТЕЛЯ ЯДРА

Мельников А.Ю., Кадацкий Н.А.

Современный уровень развития легкой атлетики, в частности – толкания ядра, при обостряющейся конкуренции на международной арене ставит задачу разработки новых, более рациональных средств и методов спортивной подготовки, которые содействуют быстрому и надежному достижению высоких спортивных результатов. Особенно возросла необходимость в научных исследованиях после значительного роста спортивных достижений, объясняющегося, в первую очередь, хорошей силовой подготовкой метателя. Однако силу нельзя увеличивать бесконечно, и дальнейший рост результатов возможен за счет лучшего использования сочетания других параметров.

Согласно [1], дальность полета ядра  $L$  зависит от следующих трех величин:

- начальной скорости  $V_0$ , с которой ядро выталкивается;
- угла к горизонту  $\theta_0$ , под которым ядро выталкивается;
- высоты над землей  $H_0$ , на которой ядро покидает руку (рис. 1).

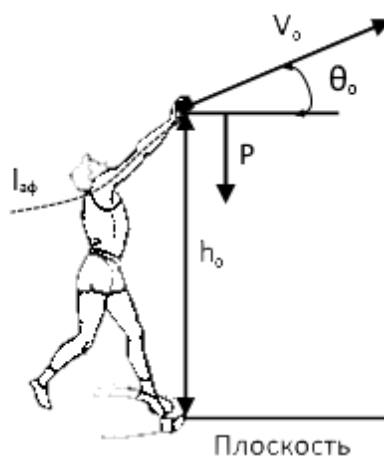


Рисунок 1 – Изображение вектора физических переменных

$$L = \frac{2F_r}{P} \cos \omega_0 \left( \sin \omega_0 + \sqrt{\sin^2 \omega_0 + \frac{Ph_0}{l_{a\phi} F_r}} \right). \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что чем меньше сила воздействия на ядро, тем большим должен быть угол направления этой силы, который демонстрирует рис.1. При определенном для данной силы угле наступает оптимальное сочетание всех величин, что приводит к максимальной дальности полета снаряда.

Для проведения расчетов по формулам из [1] была создана информационная система – приложение [2-3], позволяющее провести моделирование толкания ядра с места и определить оптимальное сочетание показателей для определенного ядра (рис. 2).

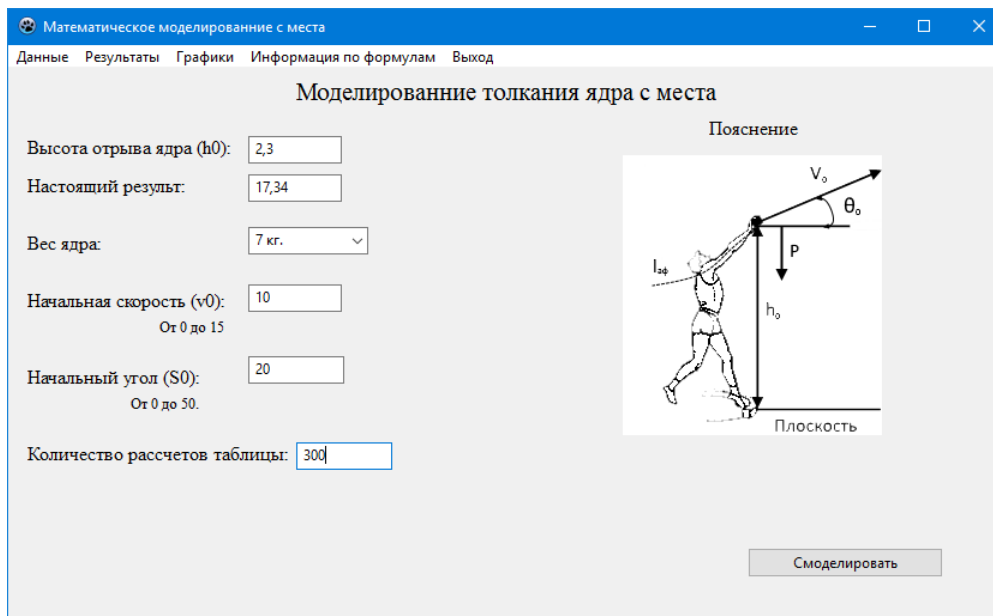


Рисунок 2 – Основная вкладка приложения (начальные данные для 7 кг. ядра)

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.

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 [4-5].

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

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

С математической точки зрения 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.

Name	Technique	Age [years]	Height [m]	Weight [kg]	v0 [m/s]	a0 [°]	H0 [m]	Distance [m]
Cantwell	Rotational	28	1,98	140	14	37,8	2,29	22,03
Majewski	Glide	27	2,04	132	13,8	39,3	2,43	21,91
Bartels	Glide	31	1,87	135	14	33,6	2,12	21,37
Hoffa	Rotational	31	1,82	133	14	34,4	2,06	21,28
Nelson	Rotational	34	1,83	115	14,1	32,9	2,05	21,11
Lyzhin	Rotational	28	1,89	110	13,6	39,2	2,22	20,98
Mikhnevich	Glide	33	2,02	127	13,4	37,7	2,43	20,74
Vodovnik	Rotational	31	1,96	145	13,7	33,1	2,25	20,5

Рисунок 3 – Данные об атлетах

Обе задачи можно решить методами искусственных нейронных сетей. В качестве модели нейронной сети целесообразно выбрать двухслойный персептрон. Оценка предпочтительного числа нейронов в скрытом слое проведем, используя известное неравенство [7-9]. В первом случае величину скрытого слоя примем равным 3 нейронам, во втором – 5. Тип активационной функции – сигмоида. Обучение сети проводится методом обратного распространения ошибок. Расчет был проведен в среде Deductor Studio [10].

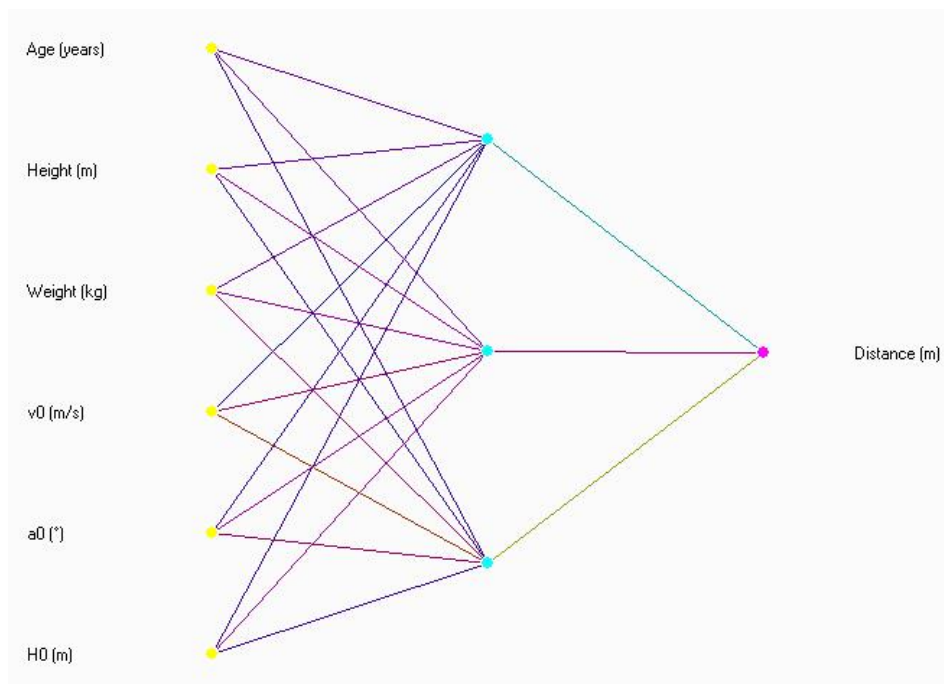


Рисунок 4 – Граф нейронной сети MLP-6-3-1

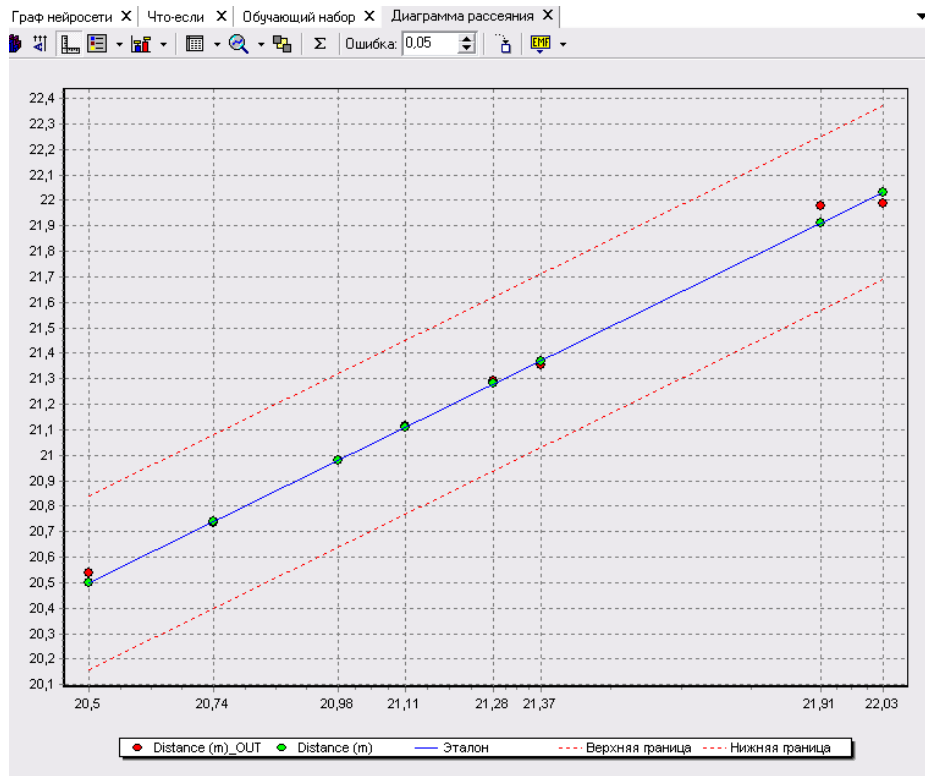


Рисунок 5 – Диаграмма рассеяния MLP-6-3-1

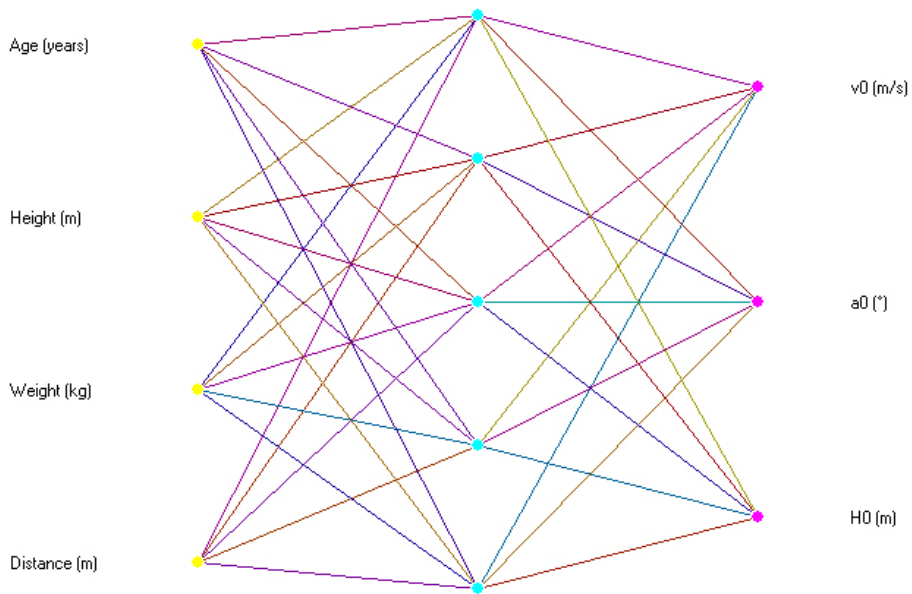


Рисунок 6 – Граф нейронной сети MLP-4-5-3

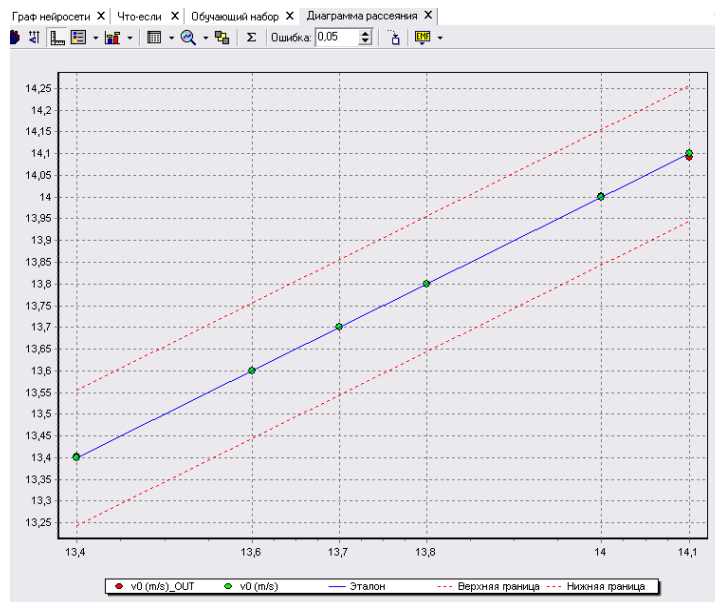


Рисунок 7 – Диаграмма рассеяния MLP-4-5-3

## 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; с другой стороны – по имеющимся данным о возрасте, росте, массе тела атлета, а также дальности полета ядра определить оптимальное сочетание характеристик полета – начальной скорости, угла и высоте отрыва.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тутевич В.Н. Теория спортивных метаний / В.Н. Тутевич. – Москва, 1956. – 310 с.
2. Кадацкий Н.А. Приближенное 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.
3. 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 б». – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. – С.293-294.
4. 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
5. 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/>
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. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: «Вильямс», 2001. – 288 с.
8. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
9. 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.
10. BaseGroup Labs: официальный сайт. – URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (05.11.2018)



# ПРОЕКТ ГНУЧКОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ БЕЗПЕРЕВНОГО ВИРОБНИЦТВА

## Нос Р.С.

Життєвий цикл виробу в значній мірі залежить від технологічності його конструкції при виготовленні та експлуатації. Конструкція виробу, в першу чергу, повинна бути підготовлена до конкретних умов: технології, обладнання, технічного оснащення та організації процесу [1].

Для підвищення гнучкості автоматизованого виробництва необхідно підлаштовуватися під жорстку конкуренцію на світовому ринку, необхідно в короткий проміжок часу і з мінімальними затратами мати змогу пере налаштувати обладнання для виготовлення виробів [2].

В цеху №16 ПАТ «НКМЗ», який забезпечує випуск деталей для гідроциліндрів різних типорозмірів, були виявлені такі проблеми:

- нераціональне використання ресурсів (заготівельний процес);
- не достатній рівень виробничої системи підприємства;
- не достатній рівень гнучкості виробництва.

Метою даної роботи є розробка автоматичної гнучкої системи для виробництва гідроциліндрів типу НК-40-36.

Для отримання заготівлі корпусу гідроциліндру використовується поковка. Коефіцієнт використання матеріалу складає усього 0,66. Багато матеріалу уходить у стружку на механообробних операціях. Також заготівля поковка додає ускладнення на механообробний процес. У отриманій заготівлі Ф 410 необхідно на механообробних операціях зробити отвір Ф 236 мм.

Застаріле обладнання не забезпечує підвищену гнучкість і автоматизацію виробництва гідроциліндрів. Також застарілі верстати змушує поділяти технологічний процес на багато операцій на різних верстатах. Складання гідроциліндру виконують на спеціалізованих стендах. Переналадування таких стендів під різні розміри виробів займає багато часу, а в деяких випадках переналадити їх не можливо. Для гнучкого автоматизованого виробництва така схема складання не підходить. Для вирішення перерахованих проблем розроблений перспективний технологічний процес.

Для отримання заготовки пропонується МБЛЗ (рис. 1) - машина безперервного лиття заготовок. МБЛЗ дозволяє отримувати заготівлі для усіх деталей гідроциліндру з високим коефіцієнтом використання матеріалу 0,9. Такий метод отримання заготівлі дозволить скоротити технологічний процес виготовлення гідроциліндру. Машина безперервного лиття заготовок забезпечує гнучкість і автоматизацію виробництва. До МБЛЗ додається декілька кристалізаторів (7) для окремих деталей гідроциліндру. Для отримання заготівлі корпусу гідроциліндру використовується метод без-центрового отримання заготівлі.

До проміжного ковша 1 додається декілька розливних отворів з стопорними механізмами 2 для розливу металу для отримання заготівель різних деталей [3,4].

З використанням новітніх верстатів з ЧПК більшість операцій можливо виконувати на одному верстаті з ЧПК у автоматичному режимі. Вибраний токарно-фрезерний верстат з ЧПК дозволяє об'єднати фрезерні, токарні, свердлильні операції. Це в багато разів скорочує допоміжний час обробки деталей.

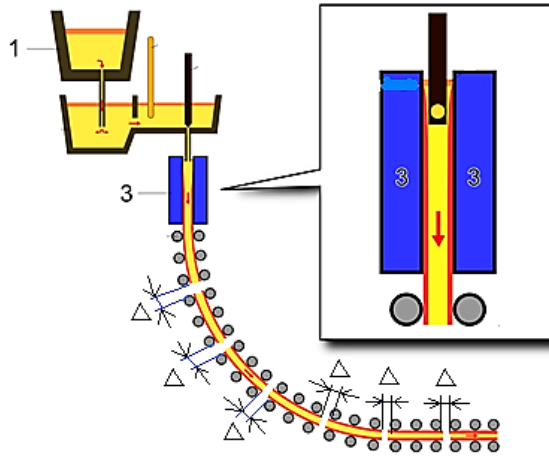


Рис. 1 - Схема МБЛЗ

Основними частинами автоматичного складання є:

- завантаження і попередня орієнтація деталей;
- транспортування деталей в зону складання;
- базування і остаточна (взаємна) орієнтація;
- виконання з'єднання;

Автоматична складання пред'являє ряд особливих вимог до конструкції виробу і його елементів. Не виконання цих вимог може призводити до зниження якості отриманих виробів, невиправданих витрат праці, коштів, матеріалів, часу і часто робить неможливим автоматизацію складальних процесів [4,5].

У кожному конкретному випадку число і зміст виконуваних операцій і переходів складального процесу обумовлено конструкцією деталей і виробу або складальної одиниці. Істотний вплив на надійність і якість автоматичного складального процесу надають функціональні елементи деталей і складальних одиниць, що беруть участь у складальному процесі і взаємодіють з орієнтувальними, транспортними та виконавчими складальними механізмами автоматичного складального обладнання [5-8].

Керування і контроль гнучкої автоматичної механоскладальної лінії забезпечує

- УОК (управляючий обчислювальний комплекс), рис. 2.

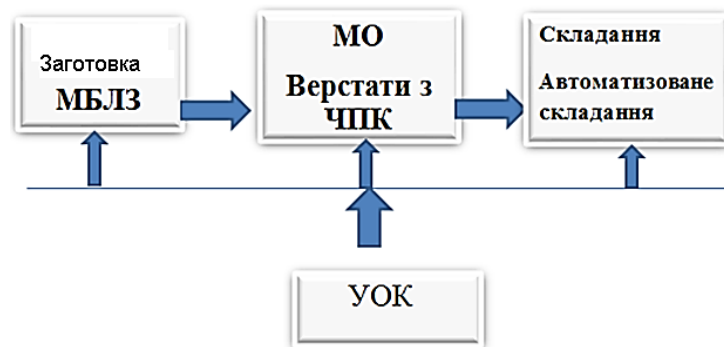


Рис. 2 – Блок-схема розробленого виробництва гідроциліндру

Автоматизована лінія складається із декількох підготовчих складальних відділень. Перше підготовче відділення це мийка і сушка корпусу гідроциліндру. Мийне підготовче відділення знаходиться на конвеєрі автоматичної лінії. Після миття і сушки гідроциліндр відправляється по конвеєру на загальне складання. Паралельно миттю корпусу шток 4 складається з плунжером на окремій стрічці конвеєру.

На підготовчому складальному відділенні який зображений на Рис. 3, на шток 1 приєднується плунжер 2, який закріплюється гайкою 3, закріплюючим механізмом 4.

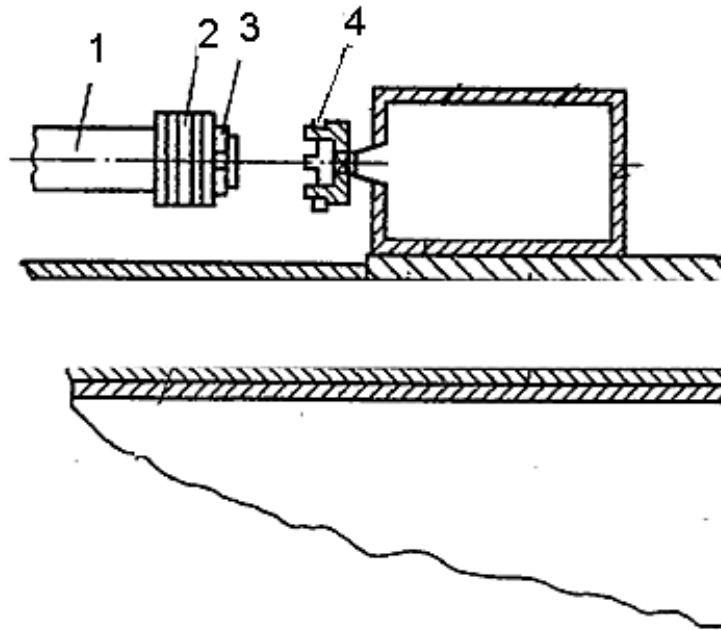


Рис. 3 – Підготовче складальне відділення

Розроблена схема автоматичного виготовлення гідроциліндрів відноситься до гнучкої системи виробництва. Представлений технологічний процес отримання деталей гідроциліндрів дає змогу виготовлювати гідроциліндри різної конфігурації, з швидким переналагодженням під різні типи розміри деталей. Це дозволяє значно скорочується штучний час складання виробів, за рахунок автоматизації механоскладального комплексу скорочуються кошти на зарплатню. Розроблену систему можливо переналадувати при зміні складальних виробів і легко переналадувати її для нових виробів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корсаков, В.С. Автоматизация производственных процессов / В. С. Корсаков. – М.: Высш. шк., 1978. – 295 с.
2. Кузнецов, М.М. Автоматизация производственных процессов. / М. М. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1978. – 430 с.
3. Малов, А.Н. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов/ А. Н. Малов, Ю. В. Иванов. – М.: Машиностроение, 1974. – 368 с.
4. Малов, А.Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков / А. Н. Малов. – М.: Машиностроение, 1972. – 480 с
5. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н.М. Капустина– М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.
6. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие/ Л.И. Волчкевич. – М.: Машиностроение, 2005. – 380 с.
7. Формування реконфігурованої структури ділянок у механо-складальних цехах на основі мобільних верстатів-роботів / С. В. Ковалевський, О. С. Ковалевська // Вісник ДДМА : зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – № 1(40). – С. 69–72
8. Yoram Koren The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems / Yoram Koren. – 2010. – 422 p.

# ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЗРАЗКІВ НА ВІДПОВІДНІСТЬ РОЗМІРНИМ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМ ПОКАЗНИКАМ

Орленко М.В.

Метою роботи є дослідження акустичної дефектоскопії зразків деталей машин, а також підхід до виявлення дефектних виробів як за наявністю дефектів неоднорідності металу так і по розмірам.

Актуальність проблеми полягає в тому, що в машинобудівному виробництві для забезпечення якості, надійності і взаємозамінності виробів на виконання лінійних і кутових вимірювань, використовується до 25% трудових ресурсів [1. 2].

Для контролю номенклатурного ряду деталей в машинобудівному виробництві використовуються методи вибіркового контролю які не дають гарантію якості всієї партії деталей, хоча і використовуються руйнівні і неруйнівні методи, проте вони потребують більше часу та використання спеціального обладнання на виконання замірів та підтвердження якості великогабаритних деталей. Використання вказаних вище методів контролю в виробництві не дають змоги провести автоматизацію застарілого виробничого процесу [3. 4].

Виявлення порушень суцільності або однорідності макроструктури, відхилень хімічного складу деталей є важливим етапом розвитку машинобудівного виробництва [5].

В статті запропоновано метод експрес діагностики для виявлення виробів, які не відповідають технічним вимогам [6].

Для повного контролю виготовлення деталі валок, починаючи від заготівлі до фінальної обробки пропонується впровадження запропонованого способу для комплексної діагностики ультразвуковим контролем з нейромережевою моделлю.

Завдяки запропонованому способу можливо діагностувати брак деталей ще на стадії заготівлі швидко без руйнівного контролю і з високою точністю. Далі на стадії механообробки дає можливість контролювати лінійні і діаметральні розміри деталі. Це також дає можливість проводити активний контроль виготовлення деталі, що дозволяє проводити автоматизовану обробку із високою точністю [7. 8].

З допомогою ультразвуковому впливу ми матимемо повну характеристику деталі, для того щоб розшифрувати ці значення і використовувати їх для діагностики необхідно навчити нейромережеву модель відрізняти годні деталі від бракованих. Ця модель дозволить визначати діапазон придатних і не придатних деталей [9].

Ультразвук добре поширюється в деяких матеріалах, що дозволяє використовувати його для ультразвукової дефектоскопії виробів з цих матеріалів. Останнім часом має розвиток напрямок ультразвукової мікроскопії, що дозволяє досліджувати підповерхневий шар матеріалу з хорошою роздільною здатністю [10].

Для ультразвукового контролю необхідно набрати базу даних спектральних характеристик деталей на різних стадіях їх виготовлення. Таким чином це дає змогу вести контроль деталей на всій стадії виготовлення.

База спектрального аналізу деталей набирається з годних (еталонних деталей) і дефектних деталей (рис.1). Чим більше буде база даних тим більше характерних дефектів буде виявлено і поділено по категоріям. Це дає змогу виявляти у чому полягає виникнення браку. Це може бути як знос інструменту, знос верстату, не правильні режими тощо [10, 11, 12].

Після набору бази даних їх застосовують для навчання нейромережевої модель. Ця модель проходить навчання і після навчання вона може точно виявляти браковані деталі. І цей процес буде тривати секунду відміно від традиційних методів контролю.

У якості зразків були взяті чотири валки, три з них були годні, один був з дефектом. Був знятий АЧХ з усіх зразків, для чого на деталь посилається сигнал в діапазоні частот від 0 Hz до 20kHz (білий шум). Для отримання показників

використовується програма аналізатор спектру. Отриманні спектри оцифровують та зводять до таблиці EXCEL.

NeuroPro опрацьовує дані тільки в форматах DB (таблиці СУБД Paradox) і DBF (таблиці СУБД FoxPro і dBase). У світі найбільш поширений формат DBF. Для цього ми підготовлюємо файл Excel і перетворюємо його у dbf формат. Отриманні дані необхідно зформувати для роботи з програмою NeuroPro 0.25. Ця програма призначена для створення нейромережової моделі.

Виточка  $L=2,75$  мм;  $H=0,95$ ;  $D=28,35$ . Канавка знаходиться на  $L=27.40$  мм від торця. Вихідні дані зразків для дослідження впливу браку на спектрограму:

L, мм	d1, мм	d2, мм	d3, мм
200,10	Ø30,01	Ø30,23	Ø30,19
200,05	Ø30,23	Ø30,20	Ø30,17
199,95	Ø30,22	Ø30,24	Ø30,28
201,00	Ø30,25	Ø30,32	Ø30,29

Нейрона мережа поділяє валки на два типи, придатні і не придатні. Придатні валки навчена мережа прогнозує як одиницю, а не придатні цифрою близькою до нуля. Нейронна мережа чітко поділяє не придатний валок від придатного, якщо набрати валики базу даних з різних видів дефектів валків при їх виготовленні, можливо чітко поділяти їх по різним дефектам. Такий метод діагностики можливо використовувати для різноманітних деталей, різноманітної конфігурації [13, 14].

Для перевірки навченої нейронної мережі було підготовано декілька тестових вибірок з двох зразків 1 та 4 валків. Змінюючи послідовність зняття характеристик в першому випадку 1,1,4,1 та внесення в NeuroPro 0.25 для перевірки отримали результат (рис 1 а, б). В іншому випадку при перестановці вхідних параметрів, тобто розташуванню спектральних акустичних характеристик в такій черзі 1,4,1,1, було отримано безпомилкове визначення непридатного зразка в обох випадках, що дає підстави у якості та точності побудованої та навченої нейронної мережі на зібраній базі спектральних акустичних характеристик робити правильні висновки при контролю вибірки деталей з партії [16, 17, 18].

NOMER	Прогноз	сети	Ошибка
1	1,036239	-0,03623939	
1	1,039138	-0,03913772	
4	3,858953	0,1410465	
1	0,9605726	0,0394274	
Правильно: 3 (75%)			
Неправильно: 1 (25%)			
Всього: 4			
Ср.ошибка: 0,06396276			
Макс.ошибка: 0,1410465			

а)

NOMER	Прогноз	сети	Ошибка
1	1,036239	-0,03623939	
4	3,858953	0,1410465	
1	1,039138	-0,03913772	
1	0,9605726	0,0394274	
Правильно: 3 (75%)			
Неправильно: 1 (25%)			
Всього: 4			
Ср.ошибка: 0,06396276			
Макс.ошибка: 0,1410465			

б)

Рисунок 1 – Результат перевірки спектральних характеристик валків а) - 1,1,4,1 навченою нейронною мережею; б) - 1,4,1,1 навченою нейронною мережею

Експериментальні дослідження довели можливість комплексної діагностики, основуючись на аналізі акустичних спектрів власних коливань зразків. В ході проведення випробувань доведено те, що навчена за допомогою бази даних нейромережева модель має змогу з високою точністю проводити діагностику з виявлення якісної характеристики кожної з деталей, а саме проводити відбраковку

контрольованих деталей ще до їх поломки. Це дозволить виключити непродуктивні операційні витрати.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. Звуковые и ультразвуковые волны большой интенсивности. — 1966. — 519 с. — ISBN 978-5-458-49876-0.
2. Викторов И.А. Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба в технике. М.: Наука, 1966
3. Голямина И.П. (ред.). Ультразвук. Маленькая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1979
4. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику (2-е издание). М.: Физматлит, 1959
5. Исакович М.А. Общая акустика. М.: Наука, 1973
6. Каценеленбаум Б.З. Теория нерегулярных волноводов с медленно меняющимися параметрами. М.: Изд-во АН СССР, 1961
7. Лэмб Г. Динамическая теория звука. М.: ГИФМЛ, 1960
8. Морз Ф. Колебания и звук. М.-Л.: ГИТТЛ, 1949
9. Мэзон У. (ред.) Физическая акустика. Том 1. Методы и приборы ультразвуковых исследований. Часть А. М.: Мир, 1966
10. Поль Р.В. Механика, акустика и учение о теплоте. М.: ГИТТЛ, 1957
11. Ржевкин С.Н. Курс лекций по теории звука. М.: МГУ, 1960
12. Ржевкин С.Н. Задачи по теории звука. М.: МГУ, 1976
13. Римский-Корсаков А.В. Электроакустика. М.: Связь, 1973
14. Розенберг Л.Д. (ред.) Физика и техника мощного ультразвука. Том 3. Физические основы ультразвуковой технологии. М.: Наука, 1970
15. Руденко О.В., Солуян С.И. Теоретические основы нелинейной акустики. М.: Наука, 1975
16. Рэлей (Стретт Дж.В.) Теория звука. Том 1-2 (2-е изд.) М.: ГИТТЛ, 1955
17. Сапожков М.А. Электроакустика. М.: Связь, 1978
18. Фурдуев В.В. Электроакустика. М.-Л.: ГИТТЛ, 1948
19. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. Л.: Судостроение, 1972
20. Шутилов В.А. Основы физики ультразвука. Л.: ЛГУ, 1980

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Решетняк Т.В., Ольховская О.Л.**

Нейронные сети — одно из направлений в разработке систем искусственного интеллекта. Идея заключается в том, чтобы максимально близко смоделировать работу человеческой нервной системы — а именно, её способности к обучению и исправлению ошибок. В этом состоит главная особенность любой нейронной сети — она способна самостоятельно обучаться и действовать на основании предыдущего опыта, с каждым разом делая всё меньше ошибок.

Все задачи, которые могут решать нейронные сети, так или иначе связаны с обучением. Среди основных областей применения нейронных сетей — прогнозирование, принятие решений, распознавание образов, оптимизация, анализ данных.

В настоящее время нейронные сети используются для решения целого ряда задач, одной из которых является задача прогнозирования [1-5]. Целью прогнозирования является уменьшение риска при принятии решений. Прогноз обычно получается ошибочным, но ошибка зависит от используемой прогнозирующей системы. Предоставляя прогнозу больше ресурсов, можно увеличить точность прогноза и уменьшить убытки, связанные с неопределенностью при принятии решений.

Способности нейронной сети к прогнозированию напрямую следуют из ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений и/или каких-то существующих в настоящий момент факторов. Следует отметить, что прогнозирование возможно только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущие.

В настоящей работе рассматривается применение нейронной сети для решения задачи прогнозирования финансового состояния предприятия.

Целью работы является разработка прогноза финансового состояния машиностроительного предприятия на основе использования неромодели.

На примере финансовой отчетности машиностроительных предприятий предлагается построение нейросетевой модели.

Процесс построения нейронной сети включает следующие этапы:

4. Выбор типа сети для решения поставленной задачи;
5. Обучение нейронной сети, то есть определения численных значений весов каждого из нейронов на основании экспертной или ретроспективной информации;
6. Проверка нейронной сети, которая прошла обучение, на данных контрольного примера;

Использование сети, которая успешно прошла обучение и тестирование, для решения задачи.

С помощью пакета Statistica Neural Networks (StatSoft Inc.) [6], который объединяет в себе удобный интерфейс и широкие возможности выбора разных типов нейронных сетей построена модель оценки и анализа реализации финансового плана на примере данных ЗАО НКМЗ.

В качестве входных показателей моделей нейронных сетей рассматриваются темпы изменения значений таких показателей предприятия, как: темп изменения фондоемкости продукции (T\_FE), темп изменения материалоемкости продукции (T\_ME), темп изменения погашаемости дебиторской задолженности (T\_PDZ), темп изменения объема продаж (T\_OP), темп изменения фонда оплаты труда (T\_FOT),

отражающие интенсивность воздействия угроз. Выходной переменной является тип финансово состояния.

Для перебора моделей нейронных сетей в пакете Statistica Neural Networks применяется Мастер решения задач (Intelligent Problem Solver). Модуль Мастер решения задач разрешает просмотреть довольно большое количество возможных моделей, провести их обучение и тестирование разными методами, автоматически выбрать наилучшую.

На Рис.1 приведена экранная форма программы SNN, показывающая разбиение исходной выборки данных на три класса: обучаемую, по которой строится нейронная сеть; верифицируемую, используемую в качестве базы знаний для корректировки весов; и тестируемую, которая подается на вход построенной нейронной сети и является средством проверки гибкости модели к новым данным. Разбиение исходной выборки данных на три группы осуществляется случайным образом, при этом количество наблюдений в выборках задается непосредственно либо по умолчанию. Обучаемое множество служит для обучения нейронной сети, контрольное – для независимой оценки хода обучения, тестовое – для окончательной оценки модели после серии экспериментов.

	T_FE	T_ME	T_PDZ	T_OP	T_FOT	
01	1.0125	1.014286	1.014286	1.055595	0.9619082	
02	1.0125	1.014286	1.014286	1.022946	0.9619082	
03	0.875	0.8714286	0.8714286	1.055917	0.8312567	
04	0.875	0.8714286	0.8714286	1.023231	0.8312567	
05	1	1.042857		1	1.055113	0.993948
06	1	1.042857		1	1.022488	0.993948
07	1	1.042857		1	1.00004	0.993948
08	1.125	1.142857	1.142857	1.05649	1.092026	
09	1.125	1.142857	1.142857	1.023793	1.092026	
10	1.125	1.142857	1.142857	0.4684571	1.092026	

Рис.1 Фрагмент разбиения исходных данных на три группы для обучения нейронных сетей.

Наилучшей выбрана модель многоуровневого персептрона, имеющая наименьшую величину ошибки (0,013).

На Рис.2 приведена архитектура этой модели.

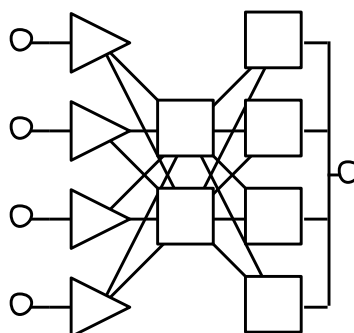


Рис. 2 Вид архитектуры модели многоуровневого персептрона

Используя данную модель можно сделать прогноз оценки уровня финансового состояния машиностроительного предприятия на перспективу. Табл. 1 представляет собой результат классификации с использованием многоуровневого персептрона для новых случаев.



Результаты классификации новых случаев на основе нейросетевой модели

Входные переменные	T_ME	T_PDZ	T_OP	T_FOT	Выходные переменные	Тип класса по модели(T_KLASS)
Input	0.8	0.8	0.8	0.8	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	0.85	0.85	0.85	0.85	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	0.9	0.9	0.9	0.9	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	0.95	0.95	0.95	0.95	Output	KL2( неустойчивое финансовое состояние)
Input	1	1	1	1	Output	KL4 (устойчивое финансовое состояние)
Input	1, 05	1, 05	1, 05	1, 05	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)
Input	1, 1	1, 1	1, 1	1, 1	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)
Input	1, 15	1, 15	1, 15	1, 15	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)
Input	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	Output	KL3 (нормальное финансовое состояние)

### ВЫВОДЫ

Как в отечественной, так и в зарубежной практике существует достаточно большое количество моделей для анализа финансового состояния предприятий, но их использование дает возможность получить только оценку состояния. Но этого не достаточно для успешного функционирования производства, поскольку нужно не только анализировать результаты работы предприятия, но и сделать прогноз работы на будущее.

Для успешной оценки работы предприятия и разработки прогноза на будущее в статье предлагается использование нейросетевых технологий.

С помощью пакета Statistica Neural Networks построена модель оценки и прогноза уровня финансового состояния машиностроительного предприятия на примере данных ЗАО НКМЗ.

Из предложенных нейросетевых моделей была выбрана модель многоуровневого перцептрона (ее применение дает наименьшую ошибку прогноза). Использование данной модели позволило классифицировать уровень финансового состояния предприятия в зависимости от различных значений входных переменных. В данном случае входные переменные – набор финансовых показателей.

Таким образом, использование данной модели позволяет не только оценить финансовое состояние предприятия, но и спрогнозировать его уровень в зависимости от значений финансовых показателей.

### ЛИТЕРАТУРА

7. Швиданеко Г.О., Олексюк О.І. Сучасна технологія діагностики фінансово-економічної діяльності підприємства: Монографія – К.: КНЕУ, 2002. – 192с.
8. Решетняк Т. В. Комплексная оценка финансовой устойчивости предприятия на основе методов системного экономического анализа// Зб. наук. праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Методи системного аналізу і моделювання в сучасних економічних системах», м. Кам'янець-Подільський, 1 квітня 2006 р.

9. Решетняк Т. В. Моделювання тенденцій зміни стійкості фінансового стану підприємства// Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. - №21. – 2007. - С.144-149.
10. Решетняк Т. В. Прогнозування прибутку з використання нейромережесевих технологій// Зб. наук. праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні наукові досягнення - 2006», м. Дніпропетровськ, 20-28 лютого 2006 року.
11. Єлисєєва О.К., Решетняк Т.В. Методи та моделі оцінки і прогнозування фінансового стану підприємств: монографія. –Краматорськ: ДДМА, 2007. – 208 с.
12. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks. Пер. с англ. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2002. – 182с.

## ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗВАРНИХ КОРПУСНИХ ВИРОБІВ

Савченко С.С.

Проведено детальний аналіз виробництва корпусів комбайнів КПД підвищеної експлуатаційної надійності і на основі аналізу були прийняті рішення про неефективний спосіб зменшення залишкових напружень у корпусі комбайнів КПД. У технології виробництва був впроваджений новий спосіб вібраційної обробки замість термічної. Так як після термічної обробки, 20% деталей відправлялися на вибраковку. Обраний спосіб є більш економічним приблизно в 10 разів і має ряд істотних переваг:

-необхідне для вібраційної обробки обладнання є компактним, переносним і універсальним для різних конструкцій;

-вартість обладнання, його обслуговування і догляд за ним невеликі;

-процес зняття зварювальних напруг протікає швидко (так, максимальна тривалість обробки досить великої деталі масою 50 тонн становить 0,5 години);

-поверхня деталі при обробці не змінюється (не відбувається утворення окалини, не змінюється колір поверхні).

Зокрема зроблений аналіз патентів що до спеціальної частини проекту, обраний метод зняття залишкових напружень у корпусних деталях комбайнів КПД.

Була розроблена схема новітнього інноваційного автоматизованого виробництва комбайнів КПД підвищеної експлуатаційної надійності.

Обґрунтована економічна ефективність застосування принципів до проектування комплексу, з використанням новітнього механоскладального обладнання, розглянуті міри по техніці безпеки на механоскладальній дільниці.

Залишкові напруження призводять до викривлення виробів і напівфабрикатів при механічній обробці, викликають утворення тріщин, змінюють поведінку конструкцій при статичних і змінних навантаженнях і сприяють корозійного розтріскування під напругою. Викривлення при механічній обробці пов'язано з перерозподілом залишкових напружень. У першому наближенні цей процес можна пов'язати з тим, що разом з знятими при механічній обробці шарами несеться і деяка частка внутрішньої навантаження, що викликається внутрішніми напруженнями». При цьому порушується існуючу рівновагу внутрішніх сил і встановлюється нове, що супроводжується вигином і зміною розмірів виробу.

При нагріванні під загартування до високої температури залишкові напруги практично повністю знімаються. При гартуванні з-за різкого охолодження і викликаного цим нерівномірного охолодження по перерізу виробів з'являються гартівні залишкові напруги. Величина гартівних напруженості залежить від властивостей сплаву, швидкості охолодження, розмірів і конфігурації виробів. Особливу гостроту проблема гартівних напружень набуває при обробці великогабаритних напівфабрикатів.

Як відомо, основною причиною змін в зварному з'єднанні, з чого витікають також зміни геометричних розмірів, є наявність залишкових напружень, які неминуче виникають в процесі зварювання [1, 2, 3, 4].

Епюра розподілу залишкових напружень в цих частинах, масою  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  відповідно, може бути представлена як на рис. 2.5, де, виходячи з умови рівноваги напружень  $\sigma$  відбувається складний характер їх зміни вздовж напрямку  $l_i$ .

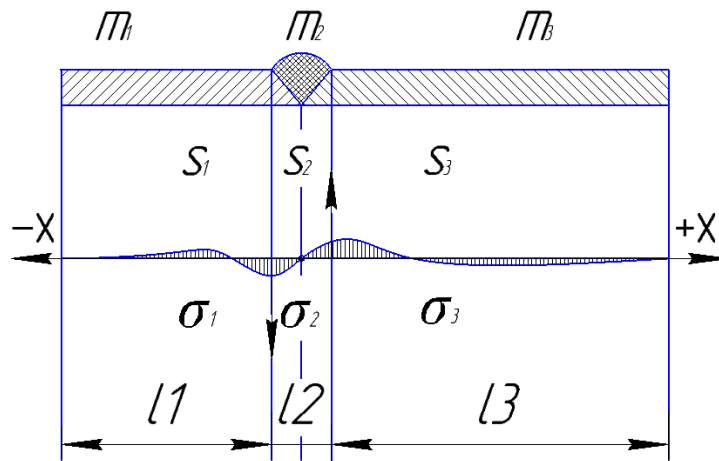


Рисунок 1 – Розподіл залишкових напружень в поперечних перерізах зварного з'єднання

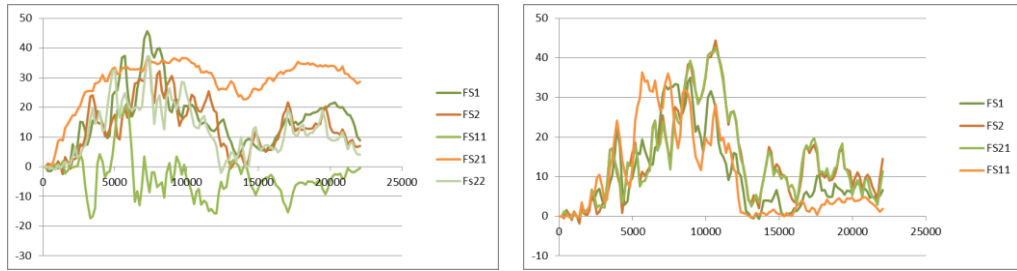
Для зменшення залишкових напружень пропонується використання полічастотного методу вібростабілізаційної обробки на відміну від термічної обробки [5]. Традиційна вібраційна обробка напруженої конструкції дає змогу зменшити залишкові напруження в середньому до 35%, що в порівнянні з термічною обробкою зменшує залишкові напруження на 25-30%, хоча цей показник й менше, але більш вигідний з урахуванням витрат часу й енергії [6, 7].

Експериментальне дослідження передбачає дослідження акустичних спектрів вільних коливань експериментальних зразків та встановлення значення резонансних частот кожної частини зразка. З урахуванням залежностей відзначати частоти вимушених технологічних вібраційних коливань для зменшення залишкових напруг за умовою одночасного впливу цими вібраціями з частотами  $f_{1p}$ ,  $f_{2p}$ ,  $f_{3p}$ .

Для проведення експерименту було підготовано зразок зварного з'єднання, який було встановлено на тестовий стенд. Для більшої якості та точності проведення експерименту зразок було зафіксовано болтовим з'єднанням. Для створення варіативності навантажених станів за допомогою дерев'яного клина з маркуванням трьох зусиль навантаження зварного з'єднання, від мінімального значення до максимально можливого в даному експерименті.

Для кожної з пластин за допомогою програмного продукту «Аналізатор спектру» отримали дані для побудови графіків резонансних частот. На графіках було проведено визначення резонансних частот. Після чого випромінювач та приймач розташовують спочатку на першій пластині. На випромінювач подається сигнал «білого шуму» на резонансній частоті, проводиться замір нового спектру резонансних частот. Після проведення вібраційного впливу графічно помітно зміни в першій пластині – її резонансні частоти зменшуються не лише амплітудно, а також і їх кількість. Проте зміни стану залишкових напружень першої пластини мають вплив на АЧХ другої пластини, її резонансні частоти піддалися змінам за рахунок вібростабілізаційної обробки першої пластини. Для детального розгляду зміни стану впливу між складовими елементами зварного з'єднання, пластинами, було проведено дослідження зразка, але при іншому зусиллі.

Перевіривши пластини з новим зусиллям було встановлено, що при вібростабілізаційній обробці на резонансній частоті, як в першому так і в другому випадку, обробка по чергово пластин хоч і зменшує залишкові напруження в оброблюваній пластині та в незначній мірі змінює залишкові напруження в іншій, які в цілому не перевищують напружень зафіксованих до проведення вібростабілізації.



а)

б)

Рисунок 2 – АЧХ контрольованих зварних конструкцій двох пластин до (а) і після (б) проведення вібраційної обробки

Порівнявши АЧХ на рис. 2 (а) і (б) можна зробити висновок, що залишкові напруження зменшились приблизно в 1,2 рази після обробки протягом 2 хвилин у порівнянні з вихідним станом зварного шва у конструкції.

Проте просліджується чіткий зв'язок між процесом вібраційної стабілізації, часом обробки та характером обробки, тобто не лише резонансна частота окремої частини деталі, яка контактує зі зварним швом, впливає на результати експерименту, а також і характер обробки, а саме покрокова обробка дає позитивний ефект, але є місце ефекту залежності всіх частин, які мають безпосередній контакт зі зварним швом, і має сенс проводити вібраційну обробку усіх частин зварної конструкції у місцях їх локального контакту з кожним зварним швом окремо.

З аналізу даних АЧХ до та після обробки вібраціями на резонансних частотах маємо те, що  $\Delta\sigma$  та  $\Delta\sigma_z$  на експериментальних зразках складає 22-25% та 48-51% відповідно.

# НЕЙПРОМЕРЕЖОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ ЕЛЕКТРО-РОЗРЯДНОГО ВПЛИВУ НА РОБОЧУ ПОВЕРХНЮ, ЩО ПЛАКОВАНА ГРАФІТОМ

Смуригін О.А.

В роботі зроблено припущення, що високовольтне розрядное вплив на робочу поверхню сталевій деталі, плакованої графітом, дозволяє обесечити активізацію цієї поверхні і, як наслідок, зміна показників її якості. Зокрема, такими показниками є показник шорсткості поверхні Ra і твердості поверхні HB. Метою даного дослідження є підтвердження висунутого припущення. Для цього були розроблені методика і експериментальний стенд,

Приклади результатів досліджень представлені в табл.1,2..і 3.

Таблиця 1 - Результати експериментальних досліджень впливу високовольтної розрядів на твердість HB плакованої графітом робочій поверхні заготовки при різних швидкостях V руху високовольтного електрода з різних відстаней delta

V, м/мин	HB delta=3 мм	HB delta=5 мм	HB delta=7 мм	HB delta=9 мм	HB delta=11 мм
1,75	244	255	255	252	256
2,00	256	250	257	253	256
2,25	258	261	263	263	257
2,50	258	261	263	266	270

Таблиця 2 - Результати експериментальних досліджень впливу високовольтної розрядів на шорсткість Ra плакованої графітом робочій поверхні заготовки при різних швидкостях V руху високовольтного електрода з різних відстаней delta і вихідної твердості HB0 = 248

V, м/мин	Ra11 мкм, delta=3 мм	Ra11 мкм, delta=5 мм	Ra11 мкм, delta=7 мм	Ra11 мкм, delta=9 мм	Ra11 мкм, delta=11 мм
1,75	1,29713	1,594688	1,803102	1,802313	1,448542
2	1,167559	1,167059	1,191843	1,29098	1,421772
2,25	1,184168	1,1983	1,414272	1,599374	1,352495
2,5	1,667483	1,72699	1,708493	1,644096	1,36006

Таблиця 3 - Результати експериментальних досліджень впливу високовольтної розрядів на шорсткість Ra плакованої графітом робочій поверхні заготовки при різних швидкостях V руху високовольтного електрода з різних відстаней delta і вихідної твердості HB0 = 254

V, м/мин	Ra11 мкм, delta=3 мм	Ra11 мкм, delta=5 мм	Ra11 мкм, delta=7 мм	Ra11 мкм, delta=9 мм	Ra11 мкм, delta=11 мм
1,75	2,503736	1,926278	1,352467	1,258642	1,248406
2	2,280118	1,867685	1,368373	1,502919	1,751261
2,25	1,820369	1,695026	1,434582	1,681402	1,746286
2,5	2,254559	1,725701	1,145136	1,070389	1,14731

Таким чином підтверджено припущення, що високовольтне розрядное вплив на робочу поверхню сталевій деталі, плакованої графітом, дозволяє обесечити активізацію цієї поверхні і, як наслідок, зміна показників її якості..

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІЧАСТОТНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА КОРПУСНІ ВИРОБИ З МЕТОЮ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ОСТАТКОВИХ НАПРУЖЕНЬ

Стукалова О.В.

Виробничий досвід показав, що у корпусних конструкцій, виготовлених з простих маловуглецевих сталей і які мають безпосередньо після зварювання досить високу точність розмірів, після подальшої механічної обробки або вилежування протягом двох–трьох тижнів змінювалася межа допусків, і вони вимагали додаткової обробки. Основною причиною таких змін була наявність залишкових напруг [1,2].

Зміни геометричних розмірів інтенсифікуються під впливом монтажних, транспортних та експлуатаційних навантажень, а також з підвищенням температури.

Для збільшення стабільності геометричних розмірів зварних конструкцій їх часто піддають загальній термічній обробці (відпустці), що вимагає великих енергетичних витрат.

Актуальною задачею вирішення проблеми покращення точності є процес зняття залишкових напружень за допомогою вібростабілізаційної обробки на резонансних частотах тому що цей процес є менш енергоємним, але в більшості випадків проводиться на резонансних частотах всього корпусу.

Вібраційну обробку здійснюють за допомогою збудження в конструкції низькочастотних механічних коливань.

По енергоємності вібростабілізація в десятки разів нижче термічної обробки, а по продуктивності значно перевершує її. Приблизно на порядок знижуються капітальні витрати.

Вібраційній обробці піддають конструкції не тільки з вуглецевих сталей, але і виготовлені з алюмінієвих і титанових сплавів. Широко використовують віброобробку чавунних і сталевих виливків [1,3,4].

Незважаючи на наявність багатьох розрізних публікацій з проблеми вібраційної обробки узагальнююча література з цієї тематики практично відсутня [2,5,6].

Мета статті: запропонувати метод більш ефективної вібростабілізації за рахунок проведення одночасної обробки окремих частин корпусної деталі на власних резонансних частотах.

Приклад здійснення методу: за допомогою пьезодатчиків, та програмного забезпечення «Signal Generation» відтворюючого білий шум, сигнал перетворюючись у механічні коливання впливає на корпус заготовки (рис. 1.). Для фіксації резонансних коливань використовується програмне забезпечення «Spectrum Analyzer». Аналізатор перетворює механічні коливання у цифровий сигнал резонансних частот окремих частин корпусної деталі.

Сигнал білого шуму послідовно передається на окремі частини корпусу. Перетворений через апаратну частину «білий шум» буде нести в собі сигнал апаратної частини яка складається з комп'ютера, підсилювача і датчиків, і відбитий сигнал корпусу. В процесі фіксації спектру, фіксуються всі наведення апаратної частини, тому необхідно із загального сигналу відняти сигнал апаратної частини.



Рис. 1. Експериментальний стенд:

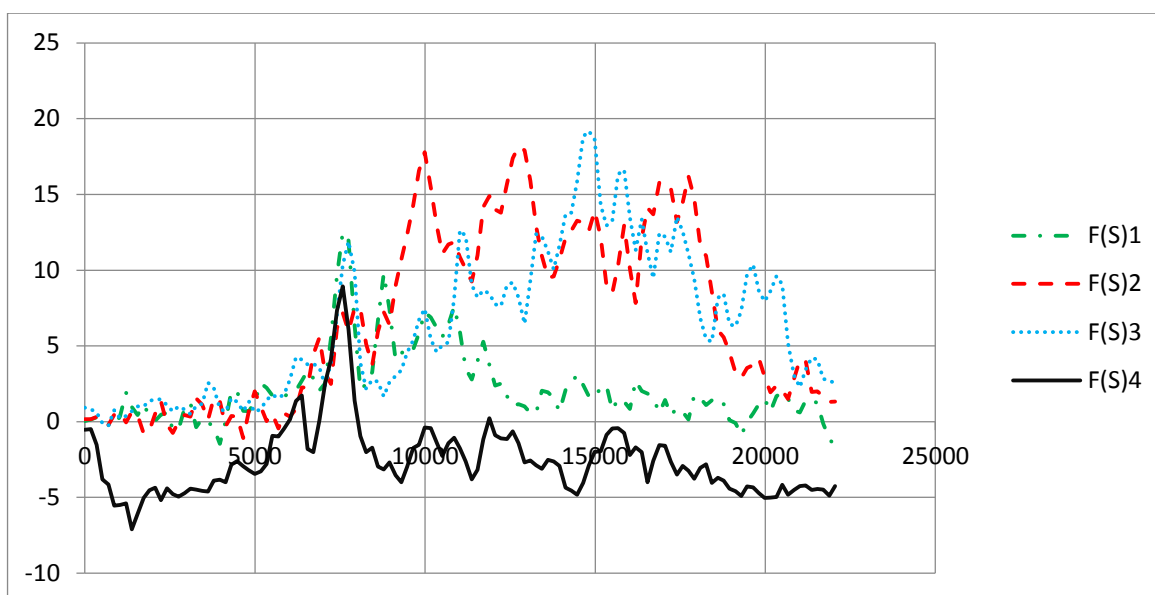


Рис. 2. Амплітудно-частотні характеристики спектрів пластин у напруженому стані 1.

Графік амплітудно-частотних характеристик спектрів пластин у напруженому стані 1 показує, що резонансні частоти у кожній пластини індивідуальні, незважаючи на збіг деяких допоміжних.

Експериментальний стенд (рис. 1.) зроблений таким чином, що він може відновлювати напружений стан. За допомогою болтових з'єднань можна створювати кілька напружених станів на одному експериментальному стенді.

Після створення напруженого стану 2 і послідовної обробки пластини на 2х резонансних частотах протягом 5-10хв, спостерігаються зміни амплітуди в результаті чого видно, що знижуються залишкові напруги (рис. 3).

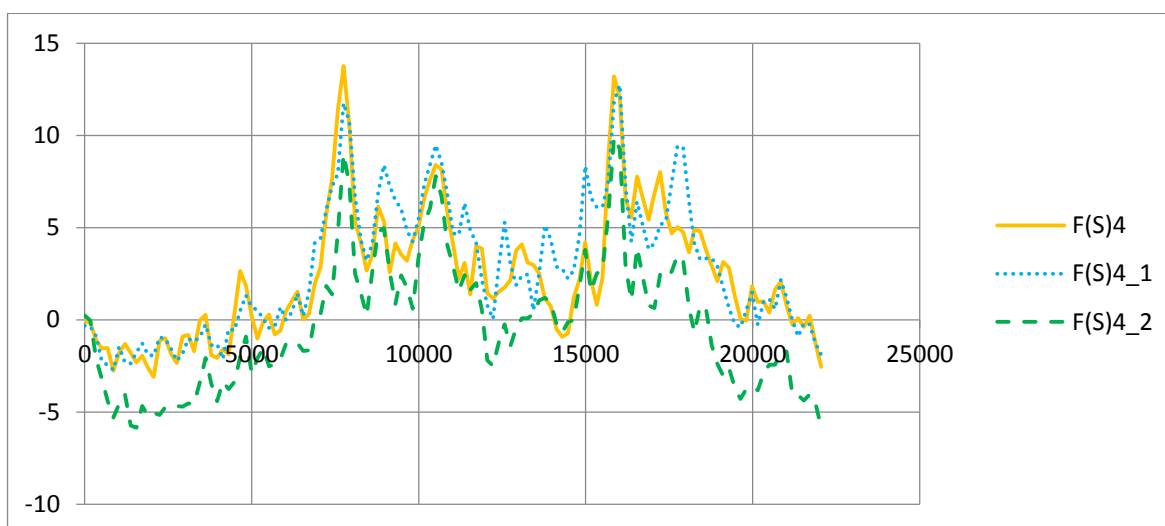


Рис. 3. Амплітудно-частотні характеристики спектрів пластини 4 у напруженому стані 2 після обробки на резонансних частотах.



## ВИСНОВКИ

Полічастотна одночасна обробка усіх частин корпусних деталей надає змогу значно скоротити необхідний час впливу вібрації та зменшити амплітуди остаткових напружень.

Технічним результатом є підвищення точності за рахунок вібраційної стабілізації остаткових напружень у корпусних деталях, що підвищує продуктивність та знижує енергетичні витрати.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ризванов Р. Г, Файрушин А. М, Каретников Д. В, «Влияние параметров вибрационной обработки в процессе сварки на свойства сварных соединений
2. Семенов В. М., Денщикова А. Ю., Подлесный С. В. «Исследование влияния термической и вибрационной обработки на деформации сварных конструкций» ВІСНИК Донбаської державної машинобудівної академії № 2 (19), 2010 – с. 260-263.
3. Булат А.Ф., Шевченко Г.А., Ленда В.А., «Повышение эффективности технологии вибрационной стабилизации остаточных напряжений и геометрических размеров в сварных конструкциях» Институт геотехнической механики им. С. Полякова НАН Украины 2012 г – с 84-87
4. Лащенко Г. И. «Технологические возможности вибрационной обработки сварных конструкций» автоматическая сварка, №7 (754), 2016 с. 28-34.
5. Яцерицын П.И. Технологическая наследственность в машиностроении / П.И. Яцерицын, Э.В. Рыжов, В.И. Аверченко. Минск: Наука и техника, 1977. — 256 с.
6. Колот В.А. Ковалевский С.В. «Способ стабилизации остаточных напряжений» Прогрессивная технология в машиностроении. Тезисы докладов. – Симферополь, 1994. – С.121.

## АКУСТИЧНА ДІАГНОСТИКА ВПЛИВУ ЗУСИЛЬ ЗАКРІПЛЕННЯ НЕПЕРЕТОЧУВАЛЬНИХ ПЛАТИН

Ткач М.М.

Незважаючи на велику кількість типорозмірів пластин відповідних різним конструкціям інструменту в тому числі таких в яких використовується групове застосування пластин спостерігаються різні ступені зносу інструменту при однакових умовах різання. Це свідчить про те, що стабільність властивостей цих пластин навіть в межах партії неоднакова.

При спіканні карбіду та зв'язки на характеристики буде впливати багато факторів таких як: хімічний склад, пропорції, температура обробки тощо. У зв'язку з цим кожна ріжуча пластина відрізняється по внутрішній структурі, що призводить до різних експлуатаційних характеристик.

Втрата ріжучих властивостей пластин в багатолезовому інструменті приводить до того, що частина пластин використовує свій ресурс не повністю. Тому необхідно знайти і обґрунтувати способи зниження впливу нестабільності ріжучих властивостей непереточуваних пластин з механічним кріпленням.

В випадку якщо пластини мають різні резонансні частоти та амплітуди, умови праці відрізнятимуться, так як пластини за одиницю часу пройдуть різний шлях (рис.1).

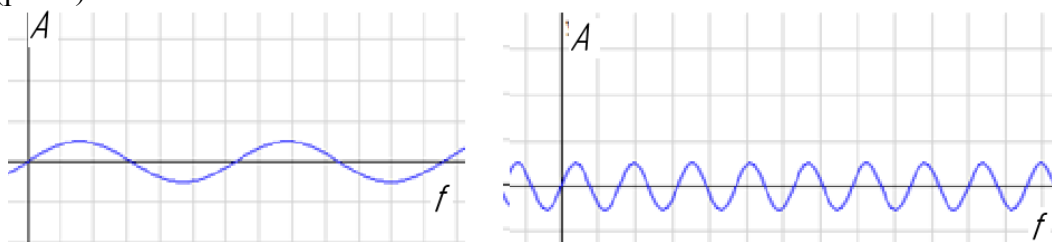


Рисунок 1 – Приклад різних амплітуд і частот

Пройдений шлях залежить від амплітуди і частоти  $l_n = f(A; f)$ . Знаючи, що час обробки однаковий але різний пройдений шлях можливо зробити висновок, що пластини матимуть різні швидкості.

$$V_1 = \frac{l_1}{t_0} \quad (1)$$

$$V_2 = \frac{l_2}{t_0} \quad (2)$$

де  $l_i$  –шлях різання;  
 $t_0$  – час.

Знаючи, що швидкості різання різні то і період стійкості інструменту буде відмінним. Все це призводить до різних умов праці пластин з механічним кріпленням.

Пластина закріплена в інструменті має складну амплітудно частотну характеристику (АЧХ) з багатьма резонансними піками. Якщо кожна пластина матиме індивідуальну резонансну частоту, відмінну від інших, тоді вони будуть працювати гірше. На резонансну частоту пластини впливають наступні фактори: власна резонансна частота, зусилля з яким затискається пластина, амплітуда.

На зміну амплітуди впливає знос інструменту, так як ми прагнемо однакового зносу амплітуда буде стримитися до однакових значень вплив на характеристики системи цим параметром не ефективний. Розбивши пластини на

партії в залежності від внутрішніх коливань можливо зменшити, але не виключити різницю АЧХ пластин. Тобто єдиний параметр який може достатньо впливати на резонанс – зусилля затиску.

Якщо в якості еталону вибрати АЧХ одної з пластин, а інші пластини настроюються по принципу суми мінімальних квадратів помилок АЧХ (3). В випадку якщо сума стримиться до нуля можливо стверджувати що умови праці пластин однакові.

$$F(s) = [\overline{S}_1(A) - \overline{S}_2(A)]^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

Для експерименту використовувалось наступне обладнання: програмний аналізатор, комбінований датчик – випромінювач МК2 (рис. 2).

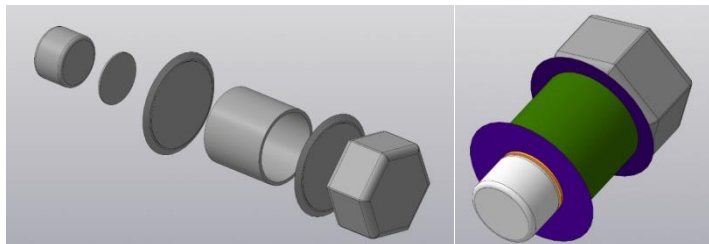
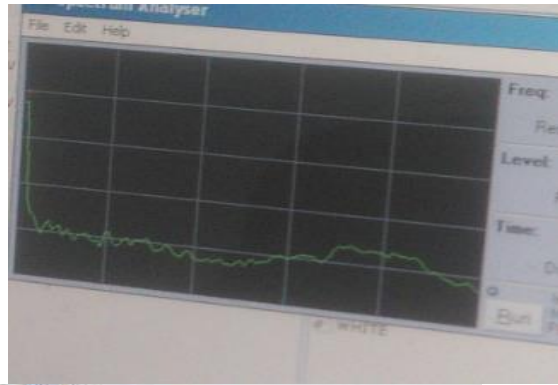


Рисунок 2 – 3Д модель датчик-випромінювач МК 2

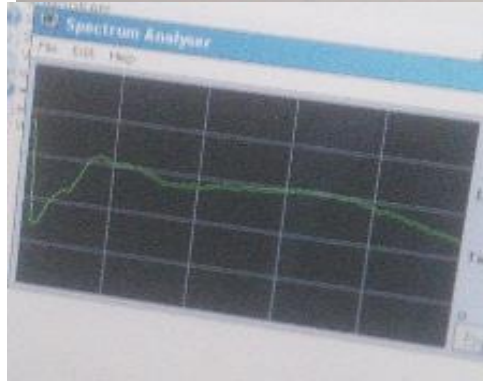
Заміри проводилися на різці та багатолезовій фрезі з механічним кріпленням пластин фірми Pramet. Інструмент збирається під дією білого шуму з допомогою динамометричного ключа (чи іншого аналогічного пристрою). Після чого з допомогою датчика МК 2 знімаються данні. Положення датчика не принципіальне, але рекомендується встановлення на пластину так, щоб площа контакту була якомога більшою.

Спектр знімається стократно з певним кроком, в прикладі крок рівний 172 Hz, після чого відображається усереднений графік. Всі результати записуються в табличному калькуляторі.

По перше були проведені заміри АЧХ фону апаратної частини стенда (рис. 3 а). Потім зняти АЧХ пластини в напруженому стані зі змінною силою затиску (рис 3 б).



а)



б)

Рисунок 3 – Амплітудно частотні характеристики: а) АЧХ фону апаратної частини експериментального стенда, б) АЧХ пластини в напруженому стані в сумі з фоном апаратної частини.

Далі проводиться розрахунок власних коливань пластини в напруженому стані (рис. 4).



Рисунок 4 – Власні АЧХ пластин в напруженому стані.

Готові експериментальні данні використані в якості вихідних для побудови математичної моделі в програмі NeuroPro 0.25 для пошуку найінформативнішої частоти.

Мережа складається трьох шарів по 100 нейронів на кожному. Вихідними параметрами системи являвся рівень шуму ( $X_1, X_2-X_n$ ), вхідними показники сили затиску ( $Y_1, Y_2-Y_n$ ).

Найбільш інформативним є поле бази даних  $X_{91}$ . Знаючи крок знаходимо робочу частоту  $f_p$ :

$$f_p = b * X \quad (2.3)$$

де:  $b$  – встановлений шаг

$$f_p = 172,3 * 91 = 15679,3 \text{ Hz}$$

Отримано майже лінійну залежність в діапазоні від 1 до 2,4 кН (рис. 5). Це дає можливість враховувати характеристики пластин підбором сил затиску для зміни частот, що забезпечує однакові умови роботи та період стійкості.

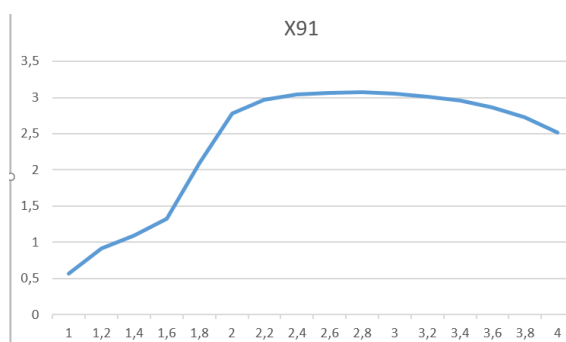


Рис. 5 - Графік залежності амплітуди від сили затиску

### ВИСНОВОК

Розроблено спосіб корекції властивостей закріплених в багаторізцевий інструмент пластин, шляхом регулювання зусилля затиску пластин. В результаті цього досягається мінімальне відхилення АЧХ закріплених пластин один від одного.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ ЗМІЦНЕННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Щичко О.О.

Необхідно вирішення проблеми утворення аморфних шарів покриття на складнопрофільних поверхнях виробів з мінімальними витратами енергії, матеріалу, живого праці на основі нового методу утворення аморфних шарів покриття. Проблема є також актуальною тому, що використовувані сьогодні аналогічні методи для покращення якості поверхні та її твердості є енергомісткими та часовитратними. Актуальність даного методу можна пояснити високими економічними і фізико-механічними характеристиками методу, можливість отримувати деталі високої твердості поверхні деталі без термічних обробок, низькі показники шорсткості без використання

Метою даної роботи є розробка установки для утворення аморфного шару покриття на складно профільних поверхнях, показати принципову можливість зміцнення поверхні зубчатого колеса без термічної обробки, а також експериментально визначити умови досягнення найнижчих показників шорсткості поверхні.

Так як методика утворення аморфного шару покриття на складно профільних поверхнях, ми можемо висунути гіпотезу про дану методику, яка полягає в утворенні аморфного шару під час зщеплення зубчатої пари під дією електричного струму. На кінцеві результати впливають змінні фактори: сила струму, частота обертів деталі і тривалість впливу.

Для дослідження можливостей процесу в межах заданих змін режимів був прийнятий наступний порядок проведення експерименту:

- складений план повнофакторного експерименту, в якому вхідними змінними прийняті сила струму, частота обертів деталі і тривалість впливу;
- рандомізований порядок зміни рівнів факторів;
- для побудови математичної моделі процесу застосована нейромережева обробка створеного кортежу експериментальних даних за допомогою комп'ютерного пакету NeuroPro 0,25.

Використання методу нейромережевого моделювання дозволяє обґрунтувати експериментальні дослідження, на основі чого можна дати об'єктивну оцінку результатам експерименту.

Використання нейронних мереж забезпечує наступні переваги:

- Нелінійність. Нейронні мережі дозволяють отримати нелінійну залежність вихідного сигналу від вхідного;
- Адаптивність. Нейронні мережі мають здатність адаптувати свої синаптичні ваги до змін навколишнього середовища. Більш того, для роботи в нестационарному середовищі (де статистика змінюється з часом) можуть бути створені нейронні мережі, міняють синаптичні ваги в реальному часі;
- Відмовостійкість. Нейронні мережі, реалізовані на основі електронних компонентів, потенційно стійкі до відмов, тому, що контекстна інформація розподілена по всіх зв'язках нейронної мережі, і вихід з ладу одного або декількох вузлів не призводить до відмови системи в цілому;
- Одноманітність аналізу і проектування. Нейронні мережі дозволяють вирішувати складні обчислювальні задачі за допомогою однакових простих обчислювальних вузлів - нейронів. Ця спільність дозволяє застосовувати одні й ті ж алгоритми навчання для вирішення різних прикладних задач.

На основі використаного набору параметрів (тобто результатів експерименту з відомими вхідними та вихідними факторами) здійснено навчання нейронної мережі. Навчена нейронна мережа за допомогою відповідного математичного апарату набуває здатність будувати асоціативні зв'язки між вхідними і вихідними факторами технічної системи і являє собою модель явища, за допомогою якої можна проводити цілеспрямовані дослідження

Використання методу нейромережевого моделювання дозволяє створити досить інформативну модель і застосовувати її для дослідження залежності обсягу виробленої деталі від частоти імпульсів нарощування і сили струму.

На основі використаної таблиці вихідних даних - кортежів (тобто результатів експерименту з відомими вхідними даними і вихідним показником обсягу виробленого елемента деталі) навчена нейронна мережа, яка містить інформацію про асоціативні зв'язки. Між відомими векторами входів і виходів технічної системи і являє собою модель досліджуваного процесу, за допомогою якої проведені подальші дослідження (рис.1).

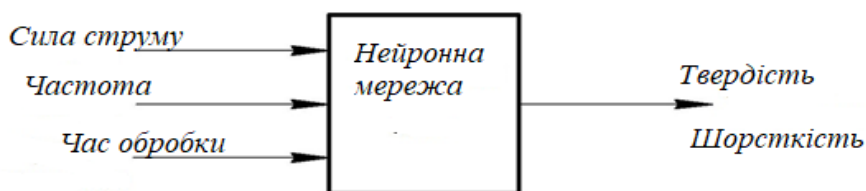


Рисунок 1 - Нейромережа модель

Аналізуючи результати отриманих досліджень можна стверджувати, що створена модель дозволила визначити характер залежності твердості та шорсткості аморфного шару покриття від швидкості обробки деталі і часу обробки. Результати такого дослідження представлені на рис.2 і 3.

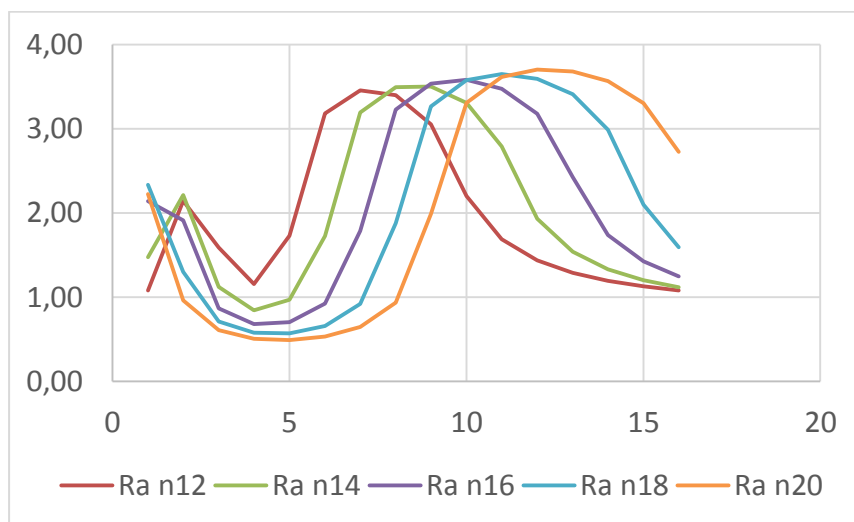


Рисунок 2 – Графік залежності якості поверхні від часу обробки

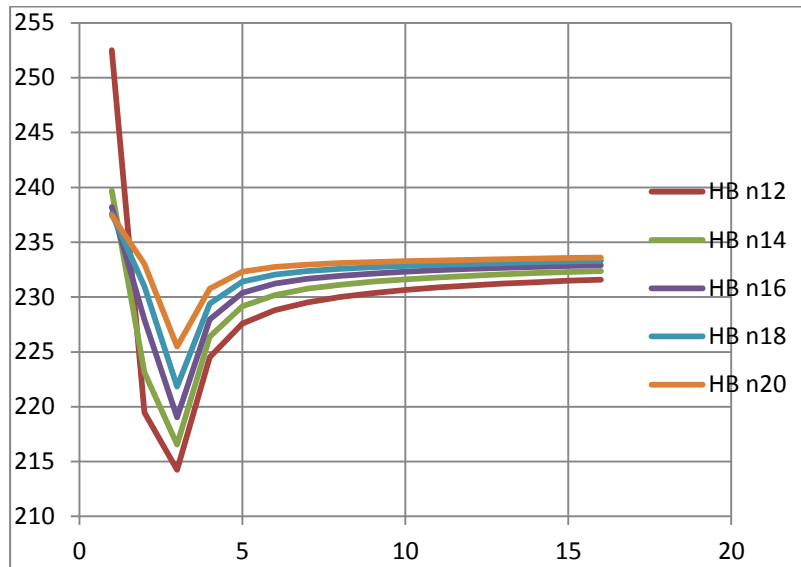


Рисунок 3 – Графік залежності твердості поверхні від часу обробки

Зроблено висновок, що для процесу утворення аморфного шару покриття необхідно звернути увагу на умови найбільшої продуктивності утворюються під час досягнення певного проміжку часу.

Таким чином, оптимальним для твердості є час обробки більше 8ми хвилин, а для шорсткості від 4-ох хв. до 8-ми хв. в залежності від сили струму та більше 16 хв.



*Наукове видання*

За загальною редакцією  
д-ра техн. наук професора

**КОВАЛЕВСЬКОГО Сергія Вадимовича**

**НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ  
НМТІЗ-2018**

**Збірник наукових праць**

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