

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук вищої освіти України
J.J.Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty (Хорватія)
University of Zielona Góra (Польща)
Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)
DAAAM International Vienna
Belgrade University Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica (Montenegro),
Міжнародний університет безперервної освіти
ГО «Юнацький технопарк»
Навчально-науково- виробничий комплекс «Спеціаліст»,
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
ТОВ Cogum Group
Донбаська державна машинобудівна академія,
Кафедра «Технології машинобудування»
Студентське наукове товариство з технологій
машинобудування
Мала академія наук з науково-промислового профілю

МОЛОДА НАУКА - РОБОТИЗАЦІЯ І НАНО-ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

міжнародної молодіжної науково-технічної конференції

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

Краматорськ
ДДМА
2020

УДК 621

М 75

Рецензенти:

Соколов В.І., д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля,

Самотугін С. С., д-р техн. наук, проф., зав. каф. металорізальних верстатів ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет».

Затверджено
на засіданні вченої ради ДДМА
(протокол № 4 від 05.11.2020 р.)

М 75 Молода наука - роботизація і нано-технології сучасного машинобудування: збірник наукових праць Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 141 с.

ISBN 978-966-379-966-7

У збірнику опубліковано матеріали праць аспірантів, магістрантів і студентів у галузі технології машинобудування. Пропонуються перспективні ідеї, аналіз конкретних проблемних питань автоматизації машинобудування, створення робочих функціональних поверхонь деталей машин; подано розробки, готові до впровадження.

Призначений для використання в практичній діяльності студентів, магістрів ВНЗ і фахівців машинобудівних підприємств.

ISBN 978-966-379-966-7

УДК 621
© ДДМА, 2020

1. **Alem Colakovic, Samir Causevic, Amel Kosovac, Ermin Muharemovic.** *(Faculty of Traffic and Communications, University of Sarajevo)* **A REVIEW OF ENABLING TECHNOLOGIES AND SOLUTIONS FOR IoT BASED SMART WAREHOUSE MONITORING SYSTEM** 9
2. **Amer Alic, Adnan Novalic, Maja Popovac, Ahmed El Sayed.** *(Faculty of Veterinary Medicine, University of Sarajevo)* **PRESENTATIONAL ADVANCES IN USER-BASED DESIGN PROCESSES IN ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING: VIRTUAL REALITY DIMENSION** 10
3. **Amra Bratovic, Irena Petrinic.** *(University of Tuzla, Faculty of Technology, Physical Chemistry)* **CARBON BASED AEROGELS AND XEROGELS FOR REMOVING OF TOXIC ORGANIC COMPOUNDS** 11
4. **Avdo Voloder, Fikret Veljovic, Senad Burak.** *(University of Sarajevo)* **CONDITIONS ON FULL ROTATION OF THE DRIVE MEMBER OF THE FOUR-JOINT MECHANISM** 12
5. **Belma Fakic, Adisa Buric, Edib Horoz.** *(Institute "Kemal Kapetanović" of Zenica, University of Zenica)* **MICROSTRUCTURE ASSESSMENT OF STEEL FOR ELEVATED TEMPERATURES BY THE REPLICA** 13
6. **Biljana Zlaticanin, Branislav Radonjic.** *(Faculty of Metallurgy and Technology, Podgorica, Montenegro)* **MODELLING OF PHASE EQUILIBRIA IN ALCU5MG1 ALLOYS** 15
7. **Боровий І.Б., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В.** *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **СПОСІБ ОБ'ЄМНОГО ЗМІЦНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У ПОСТІЙНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ** 16
8. **Буйнавцев С.С., наук. кер., к.т.н. Гущин О.В.** *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ САПР ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА АНАЛІЗІ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИИ** 18
9. **Darko Lovrec, Vito Tic.** *(Oil Hydraulics Laboratory of University of Maribor)* **IONIC LIQUIDS AS WIDE OPERATING TEMPERATURE RANGE LUBRICANT** 23
10. **Dmytro Lesyk, Silvia Martinez, Vitaliy Dzhemelinkyi, Aitzol Lamikiz.** *(National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute")* **ADDITIVE MANUFACTURING OF THE SUPERALLOY TURBINE BLADES BY SELECTIVE LASER MELTING: SURFACE QUALITY, MICROSTRUCTURE AND POROSITY** 24
11. **Dragi Tiro, Anida Memic** *(Dzermal Bijedic University of Mostar)* **OVERVIEW OF MOBILE APPLICATIONS FOR CNC PROGRAMMING** 25
12. **Drago Talijan, Mihailo Ristic.** *(Pan-European University „Aperion” Banja Luka, Republic of Srpska, B&H; University of Banja Luka, Faculty of Technology, B. Luka, Republic of Srpska, B&H)* **APPLICATION OF** 26

NANOTECHNOLOGY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

13. Дук В. Г., наук. кер.: к.т.н. Олійник С.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **КЛАСИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ГІБРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОБУДУВАННІ** 29
14. Ємець В.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, Україна) **СТРУКТУРНИЙ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВЕРСТАТІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ КІНЕМАТИКИ З СИСТЕМОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ** 32
15. Герусов Д.В., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГІДРОЦИЛІНДРІВ** 38
16. Гладких М.С., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, Україна) **КОМПЛЕКСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИПУСКУ ВУЗЛІВ КОЛЕСА КРАНА МОСТОВОГО КМ ЕТІ 30** 41
17. Edin Sunje, Sead Pasic, Safet Isic, Emir Neziric, Edin Džiho. (Dzemat Bijedic University of Mostar) **DEVELOPMENT OF HYBRID SYSTEM FOR AIR-CONDITIONING OF ALMOST ZERO ENERGY BUILDINGS** 43
18. Elvis Hozdic. (Faculty of Mechanical Engineering Ljubljana) **AUTONOMOUS WORK SYSTEMS IN THE CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS CONCEPT** 44
19. Emir Neziric, Safet Isic, Edin Džiho (Dzemat Bijedic University of Mostar) **VIBRATION ANALYSIS AND REPAIR PROCESS FOR THE VENTILATION SYSTEM FOR SMOKE DRAIN IN THE THERMAL POWER PLANT** 45
20. Erjon Selmani, Cristiana Delprete, Arian Bisha. (Politecnico di Torino) **ENGINE SPEED AND LOAD EFFECT ON THE SEALING CAPACITY OF A PISTON RING-PACK** 46
21. Ernad Beslagic, Samir Lemes, Fuad Hadzikadunic. (University of Zenica) **PROCEDURE FOR DETERMINING THE WIND TUNNEL BLOCKAGE CORRECTION FACTOR** 47
22. Eubomir Hujo, Juraj Jablonicky, Romana Janouskova, JanKosiba, Zdenko Tkac, Juraj Tulik. (Slovak University of Agriculture in Nitra) **MONITORING OF PHYSICAL PROPERTIES OF TRANSMISSION-HYDRAULIC FLUID BY SIMULATING THE OPERATION LOAD OF AGRICULTURAL MACHINE'S HYDRAULIC PUMP UNDER LABORATORY CONDITIONS** 48
23. Зуєв І.О., наук.кер. д.т.н., проф.Кіяновський М.В., к.т.н., доц. Цивінда Н.І. (Криворізький національний університет, Україна) **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ** 49

24. Іванченко В.О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **КОМПЛЕКСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИПУСКУ ВУЗЛІВ БАРАБАНУ ПРИВОДНОГО** 54
25. Faisal Hayat, Zlatan Jukic, Iqra Abdul Gaffar. (Completed Bachelors in Computer Science from The University of Lahore) **A DYNAMIC CALL ADMISSION CONTROL SCHEME AND PERFORMANCE MODELING FOR 4G LTE NETWORKS** 58
26. Franc Majdic. (University of Ljubljana, Ljubljana) **DESIGN AND TESTING OF A TWO-STAGE WATER-HYDRAULICS PRESSURE-RELIEF VALVE** 59
27. Isad Saric, Jasmin Smajic, Adis J. Muminovic. (Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo) **INTEGRATED DEVELOPMENT AND DESIGN OF GEARS REDUCTION DRIVE** 60
28. Josip Kacmarcik, Nermina Zaimovic-Uzunovic, Samir Lemes. (University of Zenica) **REVERSE ENGINEERING USING 3D SCANNING AND FEM ANALYSIS** 61
29. Jovana Jovanovic, Sun Xiaoqin, Milena Djukanovic. (Univerzitet Union Nikola Tesla, Beograd) **PROJECTS OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES: AN ANALYTICAL OVERVIEW OF THE WINDFARM'S ELECTRICITY GENERATION ON THE HILLSIDE MOZURA** 64
30. Ковальчук Є.П., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **КОМПЛЕКСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ** 65
31. Корчма Д.О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЛАКУВАННЯ СТРУМОПРОВІДНИМИ МАТЕРІАЛАМИ** 67
32. Костюков І.О., Шахбазян В.Ф., Кравченко Д.Ю. наук. кер. к.т.н., проф. Гринь О.Г. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ЕФЕКТІВ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ВОЛОЧІННІ ПОРОШКОВОГО ДРОТУ** 69
33. Куратнік Т.В. (Україна, м. Полтава, Комунальний заклад Полтавська гімназії «Здоров'я» №14 Полтавської міської ради Полтавської області) **РЕАЛІЗАЦІЯ STEAM- ПРОЕКТІВ ЗАДЛЯ РОЗВИТКУ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ В ОСЕРЕДКУ МАН** 74
34. Lejla Banjanovic-Mehmedovic, Azra Balukovic. (Department of Automation and Robotics, Faculty of Electrical Engineering, University of Tuzla) **PSO OPTIMIZED FUZZY CONTROLLER FOR MOBILE ROBOT PATH TRACKING** 79
35. Ларіонов М.О. науч. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) **СПОСІБ АМПЛІТУДНО-ВІБРАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН** 81

36. **Maria Margotta, Marco Claudio De Simone.** (*Dipartimento Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Salerno*) **SUPERCRITICAL FLUID EXTRACTION OF LYCOPENE AND OMEGA-3** 83
37. **Marija Bojovic.** (*University of Montenegro*) **TOWARDS INNOVATIVE SOLAR ENERGY APPLICATIONS: NEW URBAN FURNITURE** 84
38. **Marija Ridosic, Aleksandra Josipovic, Milorad Tomic, Miomir Pavlovic.** (*University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, Serbia*) **THE INFLUENCE OF THE ANODIC OXIDATION ON CORROSION STABILITY OF NB COATINGS PRODUCED BY PHYSICAL VAPOUR DEPOSITION** 85
39. **Marija Ridosic, Katarina Crljenic, Mihael Bucko, Milorad Tomic, Jelena Bajat.** (*University of East Sarajevo, Faculty of Technology Zvornik, Republic of Srpska*) **ULTRASOUND ASSISTED ELECTRODEPOSITION OF ZN-MN-AL₂O₃ NANO-COMPOSITE COATINGS** 86
40. **Martin Greguric, Sadko Mandzuka, Miroslav Vujic.** (*Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb*) **IMPROVEMENT OF VARIABLE SPEED LIMIT CONTROL EFFECTIVENESS IN CONTEXT OF CONNECTED VEHICLES** 87
41. **Milena Djukanovic, Luka Radunovic, Petar Vujovic, Aleksandar Konatar.** (*Faculty of Electrical Engineering, University of Montenegro*) **IMPORTANCE OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY FOR STARTUP LAUNCHING: A CASE STUDY** 88
42. **Milutin Zivkovic, Predrag Dasic, Milan Radosavljevic, Maja Anđelkovic.** (*Production Engineering and Computer Science, High Technical Mechanical School*) **TREND ANALYSIS OF PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF WING PUMPS: A CASE STUDY OF FIRMPPT-TRSTENIK (SERBIA)** 89
43. **Mirza Berkovic, Amel Kosovac.** (*Faculty of Traffic and Communications, University of Sarajevo*) **PREDICTIVE MODEL OF PERSONALIZATION OF SERVICES OF AUTOMATED MOBILITY BASED ON THE RECORDS OF USER MOVEMENT IN MOBILE NETWORKS** 90
44. **Olivera Klisuric, Ivana Marjanovic, Predrag Ristic, Tamara Todorovic, Predrag Vulic, Nenad Filipovic.** (*University of Novi Sad, Faculty of Science, Novi Sad, Serbia*) **STRUCTURE, TOPOLOGY, PHOTOCATALYSIS AND PHOTOLUMINESCENCE OF 1D AND 2D SILVER-BASED COORDINATION POLYMERS** 91
45. **Osman Lindov, Adnan Omerhodzic.** (*Faculty of Traffic and Communications, University of Sarajevo*) **NEW TECHNOLOGIES FOR IMPROVING DRIVER RESPONSE EFFICIENCY IN RISK PREVENTION FROM TRAFFIC ENVIRONMENT** 92
46. **Pajazit Avdovic, Mineta Galijasevic, Andreas Graichen.** (*Department of Management and Engineering, LiU and Moi University in Kenya*) **STATE OF THE ART IN ADDITIVE MANUFACTURING OF GAS TURBINE COMPONENTS** 93
47. **Pavel Kovac, Mirfad Taric, Bogdan Nedic, Borislav Savkovic, Dusan Golubovic, Dusan Jesic.** (*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences*) **MODELLING OF CUTTING FORCES IN HARD STEEL** 94

TURNING

48. Pero Skorput, Sadko Mandzuka, Sasa Bermanec, Hrvoje Vojvodic. *(University of Zagreb, Faculty of Transportation and Traffic Sciences)* **CYBERSECURITY OF AUTONOMOUS AND CONNECTED VEHICLES** 95
49. Salah-Eldien Omer. *(Sudabese counsulator of Republic of Sudan. Zagreb)* **CHAIR PRODUCTION AND ROBOTS USAGE** 96
50. Samir Vojic, Ramiz Sijamhodzic. *(Technical Faculty University of Bihac)* **PROGRAMMING ROBOTKUKA KR 16-2 FOR A PALLETIZING APPLICATION** 97
51. Senad Rahimic, Anida Memic. *(Dzermal Bijedic University of Mostar)* **INTELLIGENT CAD SYSTEMS FOR GENERATION G CODE** 98
52. Stoja Reskovic, Tin Brlic, Filip Skender. *(Metalurški fakultet Sisak)* **APPLICATION THE METHOD DIGITAL IMAGE CORRELATION FOR MEASUREMENT OF SMALL DEFORMATIONS AT THE BEGINNING OF PLASTIC FLOW OF MATERIALS** 99
53. Саржевський О.С., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ВУЗЛІВ ПРЕСІВ ДО 20 Т.** 100
54. Сидюк Д.М., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ З ВИБОРУ СКЛАДУ ШИХТИ ТА РЕЖИМІВ ПЛАВЛЕННЯ НА ОСНОВІ НЕОБХІДНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ** 106
55. Соборський В.О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **ПРОЦЕС ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В ІННОВАЦІЙНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ** 109
56. Суязов О.П., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **СПОСІБ АКУСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ** 112
57. Твердохліб В.В., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. *(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)* **КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПРИВОДІВ ДЛЯ ЗМАЩУВАННЯ ВЕРСТАТІВ 2K424** 114
58. Тимофеюк Н.П. наук.кер. к.т.н., доц. Цивінда Н.І., ст.викл Чернявська О.В., ст.викл. Лаухіна Л.І. *(Криворізький національний університет, Україна)* **ВІРОВАДЖЕННЯ В ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС ВДОСКОНАЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТУ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ** 117
59. Vito Tic, Darko Lovrec. *(Hydraulics Laboratory of University of Maribor)* **DEVELOPMENT OF LINEAR SERVO HYDRAULIC DRIVEFOR MATERIAL TESTING** 122

60. **Vojkan Zoric, Jovana Zoric.** (*University of Megatrend, The Faculty of Civil Aviation, Belgrade, Serbia*) **FORENSIC ANALYSIS OF COLORED MATERIALS IN THE FIELD OF LOW ENERGIES** 123
61. **Vujadin Aleksic, Bojana Aleksic, Ana Prodanovic, Ljubica Milovic.** (*Institute of Physics, Belgrade, Serbia*) **HSLA STEEL - SIMULATION OF FATIGUE** 124
62. **Yousef Zaarir, Fuad Catovic, Adnan Novalic, Ahmed El Sayed.** (*International BURCH University, Sarajevo*) **THE USE OF GREEN MATERIALS IN ARCHITECTURAL & CIVIL DESIGN AND THE SUCCESS OF CONSTRUCTION PROJECTS: CASE STUDY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA** 125
63. **Yueh-Ying Chou, Po-Yu Chen, Vojislav V. Mitic, Goran Lazovic, Mimica Milosevic, Jana Kotnik, Dusan Milosevic.** (*National Tsing Hua University, Taiwan*) **BIO-CERAMICS POROSITY AND FRACTAL NATURE** 126
64. **Zelimir Husnic.** (*Drexel University*) **DEVELOPMENT OF AIRCRAFT MECHANICAL SYSTEMS AND MECHATRONICS MODELING** 127
65. **Zlata Jelacic.** (*Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo*) **REINFORCEMENT LEARNING AND MARKOV DECISION PROCESSES IN REHABILITATION** 128
66. **Хо́да Я.А., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) **СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ НАДІЙНОСТІ ЗАТИСКАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ МАЛОЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ** 129
67. **Чернокол А. В., наук. кер. к.т.н. Олійник С. Ю.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) **СУЧАСНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЗУБЧАТИХ ПОВЕРХОНЬ** 131
68. **Щелинський В. О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*) **КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА РЕДУКТОР КЛІТЕЙ ШЕСТЕРЕННИХ 1200** 137

UDK 528.9.

Alem Colakovic, Samir Causevic, Amel Kosovac, Ermin Muharemovic.
(Faculty of Traffic and Communications, University of Sarajevo)

A REVIEW OF ENABLING TECHNOLOGIES AND SOLUTIONS FOR IoT BASED SMART WAREHOUSE MONITORING SYSTEM

Warehouses are premises used to store goods or products with the key task of ensuring its security as well as maintaining its value and quality. Some unexpected events in the warehouse such as temperature fluctuations and humidity changes, and other unwanted events may destroy the value of goods and products. In such circumstances, continuous monitoring of the warehouse and condition control should be carried out. Internet of Things (IoT) enables the development of various cost-effective solutions based on modern Information and Communication Technologies (ICT) and infrastructure. IoT brings new opportunities and benefits for the development of Warehouse Management Systems (WMS). This paper put in light some possibilities of IoT applications for a smart warehouse monitoring system. We present a model of IoT system that helps to overcome some shortcomings in existing solutions for warehouse monitoring control.

UDK 674.047

Amer Alic, Adnan Novalic, Maja Popovac, Ahmed El Sayed. (*Faculty of Veterinary Medicine, University of Sarajevo*)

**PRESENTATIONAL ADVANCES IN USER-BASED DESIGN PROCESSES
IN ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING: VIRTUAL REALITY
DIMENSION**

Virtual Reality has been acquired in certain fields where the interaction is important such as the Architectural-Engineering-Construction field. This paper aimed to investigate the impact of using Virtual reality in Designing Process on improving the communication between Designers and Users. Using Qualitative research methodology, the findings agree that the major disadvantage is difficult software workflow for specific industries. It has been concluded that the increased interest in VR and immersive environments is allowing better understanding and identification of problems and is offering more accurate visualization and better project communication.

Amra Bratovic, Irena Petrinic. (*University of Tuzla, Faculty of Technology, Physical Chemistry*)

CARBON BASED AEROGELS AND XEROGELS FOR REMOVING OF TOXIC ORGANIC COMPOUNDS

In recent years with the rapidly growing industries and population, water pollution has emerged as major challenge for scientific community that demands an intense and real-world solution. Carbon based aerogels and xerogels are exceptional classes of porous materials with a number of excellent physicochemical properties such as low density, high porosity, high surface area and adjustable surface chemistry. These materials possess an extraordinary adsorption capacity for the removal of toxic organic compounds from the environment. This article aims to give an overview regarding the capacity adsorption of different organic solvents, endocrine disrupting compounds, painkillers, antibiotics and dyes on the carbon aerogels and xerogels in water solutions.

Avdo Voloder, Fikret Veljovic, Senad Burak. (*University of Sarajevo*)

CONDITIONS ON FULL ROTATION OF THE DRIVE MEMBER OF THE FOUR-JOINT MECHANISM

The conditions that must be satisfied for the driving member of the four-joint mechanism to be able to make full rotation and to prevent the movement of this mechanism are analyzed. The analysis is based on observation of the end positions of this mechanism. Mathematical expressions have been obtained that describe these conditions and these expressions are generalizable to any geometry of a four-joint mechanism. These results are also described graphically in the form of diagrams. Several numerical examples of combinations of the lengths of the individual members of the mechanism during its motion are also presented.

Belma Fakic, Adisa Buric, Edib Horoz. (*Institute "Kemal Kapetanović" of Zenica, University of Zenica*)

MICROSTRUCTURE ASSESSMENT OF STEEL FOR ELEVATED TEMPERATURES BY THE REPLICA

The materials used in thermal power plants are exposed to elevated temperatures on a daily basis. Changes in the state of the microstructure of the material are controlled by non-destructive methods of control, ie by obtaining an imprint of the microstructure using the replica method. Elevated temperature leads to changes in the material that occur when pores appear along the grain boundaries. Material changes and the degree of material degradation will be presented in this paper.

During long-term operation at elevated temperatures, the microstructure of the material deteriorates, and hence its effect on the mechanical properties of the material. Estimates of material depletion based on microstructure impressions are increasingly presented when observing the behavior of the material during long-term operation.

Microscopic examination of the metal surface using transparent films or plastic materials to detect mechanical and metallurgical inhomogeneities on the metal surface is described by the standard method of non-destructive imprinting.

Macroscopic preparation of the investigated surface is carried out by degreasing and cleaning from impurities. Microscopic preparation for detecting the condition of the surface is performed by grinding, multiple grinding operations, each of which is thinner than the previous one. During these stages, a thickness of no more than 0.2 mm should be removed. After sanding, the surface is sanded. The final stage of surface preparation is erosion with a suitable reagent. After some time, the film is carefully removed and placed between the glasses and observed at a magnification of 500 times on an optical light microscope.

In order to get an idea of the process of damage and rupture of creep, an analysis of changes in microstructure and nucleation of the cavity, the process of growth and fusion at different stress levels, and there are recommendations for assessing the microstructural composition and damage to rupture of creep. It is well known that the final rupture time of such material operated at elevated temperatures has been affected by both microstructural changes and cavity development, but a large number of experiments indicate that the dominant accumulated damage is caused by cavity development.

At low voltage, the distribution of the cavity was observed perpendicular (90°) to the external applied voltage; this was confirmed in, where it was stated that at low applied uniaxial stress (50-80 MPa) the failure of the samples is due to the coalescence of discrete cavities at the previous boundaries of the austenite grains, oriented approximately on the axis of tensile stress.

Primary stage of creep - the rate of creep decreases, and it is believed that this is due to an increase in dislocation density. The secondary stage of creep is characterized by a balance between the processes of curing and softening, the rate of creep is approximately constant. In addition to changes in the structure of precipitation, other thermally activated processes can occur in the microstructure, such as the decomposition of perlite, coagulation and precipitation of carbides, and so on.

These processes depend on the material, time and temperature. All processes occurring in the microstructure up to this point are considered reversible, ie they can be canceled by appropriate heat treatment measures. Irreversible creep damage manifests itself in the form of pores, the size of which depends on the material and stress (stress, temperature and time). In combination with metallurgical processes (growth of subgrains, coarsening of grain, greater distance of particles) the rate of creep increases significantly. Another consequence is the appearance of linear porosity and microcracks, primarily at the boundaries of grains that grow under stress. This area is known as the tertiary creep stage.

Alloying elements dissolved in the ferrite matrix, or forming coherent or incoherent carbides, affect the process of material degradation in the process of creep through interaction in dislocation processes. Initially formed coherent carbides under the long-term influence of temperature change into another incoherent form, and the process of formation of new carbides from elements dissolved in a solid solution of ferrite begins. Molybdenum, either in solid solution or through coherently coated carbides, has a significantly beneficial effect on reducing the creep rate and the degradation process. The described processes occur in the stationary region of creep and are observed when examined on an optical microscope and are much clearer.

The test results of the material, which was operated at an elevated temperature of 200,000 hours, are consistent with the described degradation of the microstructure in scattered creeping pores due to prolonged exposure to high temperatures up to 545 ° C.

After 275,000 hours at elevated temperatures up to 545 ° C, replica testing shows more deterioration of the microstructure in numerous creeping pores with orientation, which is confirmed by rating charts.

This part of the power plant has a high risk of operation and should be inspected for a short period, as the test results show that the material is in the second stage of creep, which is close to the appearance of microcracks.

Biljana Zlaticanin, Branislav Radonjic. (*Faculty of Metallurgy and Technology, Podgorica, Montenegro*)

MODELLING OF PHASE EQUILIBRIA IN ALCU5MG1 ALLOYS

The present paper provides examples of calculations for stable phase formation in the solid state. A feature is that great store has been placed on using models that, as far as possible, are based on sound physical principles rather than purely statistical methods.

Previous work has shown that excellent results can be obtained for the phases formed during solidification, as well as their composition and temperature range of formation. Such modelling can be further extended to calculate thermo-physical and physical properties over the complete relevant temperature range for a wide range of alloys. A key factor in the success of the approach has been the extensive validation of calculated results against experiment. This means that properties can now be calculated for many alloys where no experimental information exists.

The calculations utilise well-established material models and consider the effect of microstructure. Tools that utilize thermodynamic modeling to explore the equilibrium and phase relationships in complex materials are being used increasingly in industrial practice.

Thermodynamic modeling helps toward the understanding of changes in phase constitution of a material as a function of composition or temperature. This methodology immediately provides results for enthalpy and specific heat during the solidification process as well as the fraction solid transformed and amounts and compositions of each individual phase formed during solidification. It seen that the properties during solidification are intrinsically controlled not only by the properties of the liquid and solid phases themselves, but also by the fraction solid vs. temperature behaviour.

Sharp deviations from smoothly changing behaviour are the result of discontinuities in the rate of solid transformed, which is amply demonstrated for a Al-alloy, where sharp changes in fraction solid vs. temperature cause sharp changes in the enthalpy vs. temperature plot. Verification of this predictions against multi-component alloys of many types has shown that they provide results that are very close to experimental observation.

Боровий І.Б., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

СПОСІБ ОБ'ЄМНОГО ЗМІЦНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У ПОСТІЙНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ

В роботі запропоновано вдосконалення зміцнювальної обробки деталей шляхом магнітної обробки з використанням мікрівібрацій, завдяки чому зміцнення проходить по всьому об'єму матеріалу, що позитивно позначається на фізико-механічних властивостях матеріалу. Застосування способу об'ємного зміцнення матеріалів у постійному магнітному полі дозволяє забезпечити об'ємне зміцнення деталей машин та інструменту.

The paper proposes to improve the hardening treatment of parts by magnetic treatment using microvibrations, due to which the hardening passes over the entire volume of the material, which has a positive effect on the physical and mechanical properties of the material. The use of the method of three-dimensional strengthening of materials in a constant magnetic field allows to provide three-dimensional strengthening of machine parts and tools.

Спосіб відноситься до галузі техніки, а саме до технології машинобудування та може знайти застосування при виконанні зміцнювальної обробки деталей шляхом магнітної обробки з використанням мікрівібрацій, завдяки чому зміцнення проходить по всьому об'єму матеріалу, що позитивно позначається на фізико-механічних властивостях матеріалу.

Відомий спосіб зміцнення легованих сталей в імпульсному магнітному полі [1], який полягає в тому, що під дією імпульсного магнітного поля в металі відбувається утворення нової структури, характеристики якої залежать від величини напруженості магнітного поля. Структура зміцненого шару відрізняється високою дисперсністю і поліпшеними експлуатаційними характеристиками.

Недоліками відомого способу є невисокий ККД технологічного процесу, складність обробки деталей з отворами, пазами та великої товщини, недостатня довговічність індукторів при роботі в електричних полях високої напруженості, а саме головне те, що зміцненню піддаються поверхневий і прилеглий до нього шари не зачіпаючи тіло виробу.

Відомий також спосіб комбінованого зміцнення різального інструменту та деталей машин [2], обраний нами, як прототип, який полягає в магнітно-імпульсній обробці виробів, при цьому попередньо на їх поверхні наноситься зносостійке антифрикційне покриття.

Загальними істотними ознаками відомого способу й того, що заявляється є вплив на поверхню виробів магнітним полем.

В основу ідеї поставлено задачу вдосконалення відомого способу для розширення діапазону обробки виробів та матеріалів, з яких вони

виготовлені, та забезпечення об'ємного зміцнення деталей машин та інструменту.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що спосіб об'ємного зміцнення матеріалів у постійному магнітному полі, який полягає у впливі на поверхню виробів магнітним полем, зміцнення виробів здійснюється в рівномірному постійному магнітному полі з резонансними частотами та мікровірбаційною обробкою.

При проходженні постійного магнітного поля через матеріал у кристалічній решітці матеріалу відбувається самоорганізація доменів даної кристалічної решітки, а обробка резонансними частотами очищує оброблювальний матеріал від шкідливих включень.

Зерна матеріалу зміцнення взаємодіючи з постійним магнітним полем здійснюють коливальні рухи. Таким чином магнітне поле пронизує матеріал по всьому його об'ємі і відбувається об'ємна магнітна обробка при власних резонансних частотах, а обробка резонансними частотами очищує оброблювальний матеріал від шкідливих включень.

Приклад здійснення способу об'ємного зміцнення матеріалу в постійному магнітному полі.

Дослідження виконувалися на твердосплавній пластині ріжучого інструменту з матеріалу Т5К10 і твердістю 483 НВ.

Після обробки пропонованим способом твердосплавної пластини твердість матеріалу збільшилася і складала 673 НВ.

Застосування способу об'ємного зміцнення матеріалів у постійному магнітному полі дозволяє розширити діапазон обробки виробів та матеріалів, з яких вони виготовлені, а також забезпечити об'ємне зміцнення деталей машин та інструменту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алифанов А. В. , Ж. А. Попова, Н. М. Ционенко, БГПУ им. М. Танка Механизм упрочнения легированных сталей в импульсном магнитном поле / А. В. Алифанов, Ж. А. Попов. Н. М. Ционенко. – *Литье и металлургия*. – 4(68) 2012 . – С. 2-4

2. Пат. 13547 Україна, МПК В23В 27/16. Спосіб комбінованого зміцнення різального інструменту / В. Д. Ковальов, Ю. В. Мирошниченко, Я. В. Васильченко, А. В. Нечепуренко. – № и200507395; заявл. 25.07.2005; опубл. 17.04.2006, бюл. № 4/2006

Буйнавцев С.С., наук. кер., к.т.н. Гущин О.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ САПР ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА АНАЛІЗІ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

У статті розглядається актуальність застосування сучасних САПР у машинобудуванні. Основна увага приділяється можливостям використання прикладних програмних пакетів як AutoCad, SolidWorks і КОМПАС для вирішення конструкторських задач з проектування верстатних пристосувань.

The urgency of application of modern CAD in mechanical engineering is considered in the article. The main attention is paid to the possibilities of using application software packages such as AutoCad, SolidWorks and KOMPAS to solve design problems in the design of machine tools.

У наші дні спостерігається швидкий розвиток систем автоматизованого проектування (САПР) в таких галузях, як авіабудування, автомобілебудування, важке машинобудування, архітектура, будівництво, нафтогазова промисловість, картографія, геоінформаційні системи, а також у виробництві товарів народного споживання, наприклад побутової електротехніки. За допомогою САПР виконується розробка креслень, проводиться тривимірне моделювання виробу та процесу складання, проектується допоміжна оснащення, складається технологічна документація і керуючі програми (УП) для верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), ведеться архів [1].

САПР мають різні можливості в залежності від того, що включено в процес проектування: 2D-векторна графіка або 3D-моделювання твердих поверхонь. У більшості 3D-САПР можна застосовувати кілька джерел світла, повертати об'єкти в трьох вимірах і візуалізувати проекти під будь-яким кутом. Ці САПР дозволяють вивчати проектні ідеї та візуалізувати концепції за допомогою фотореалістичної візуалізації, а також моделювати поведінку виробів у реальних умовах.

AutoCAD була першою програмою САПР і все ще є найбільш широко використовуваним системою автоматизованого проектування [2]. Рішення AutoCAD Mechanical [3] створювалося як розширення стандартних можливостей «платформи» AutoCAD для промислового машинобудівного проектування. Отримавши весь багатий базовий функціонал AutoCAD, цей продукт має значні доповненнями у вигляді великих бібліотек деталей, що використовуються на виробництві, а також інструментів, що дозволяють значно прискорити проектування на машинобудівному підприємстві. Механічні системи в AutoCAD Mechanical можуть будуватися максимально ефективно, завдяки наявності каталогів типових елементів, генераторів механічних систем і калькуляторів для їх розрахунку і підбору під задані

умови. У AutoCAD Mechanical вбудовані генератори і калькулятори валів, пружин, ремінних і ланцюгових передач, кулачків і інших типів механічних систем. Вони не тільки можуть створити всі необхідні компоненти автоматично, за заданими функціональними параметрами, але і провести їх аналіз та згенерувати необхідні звіти.

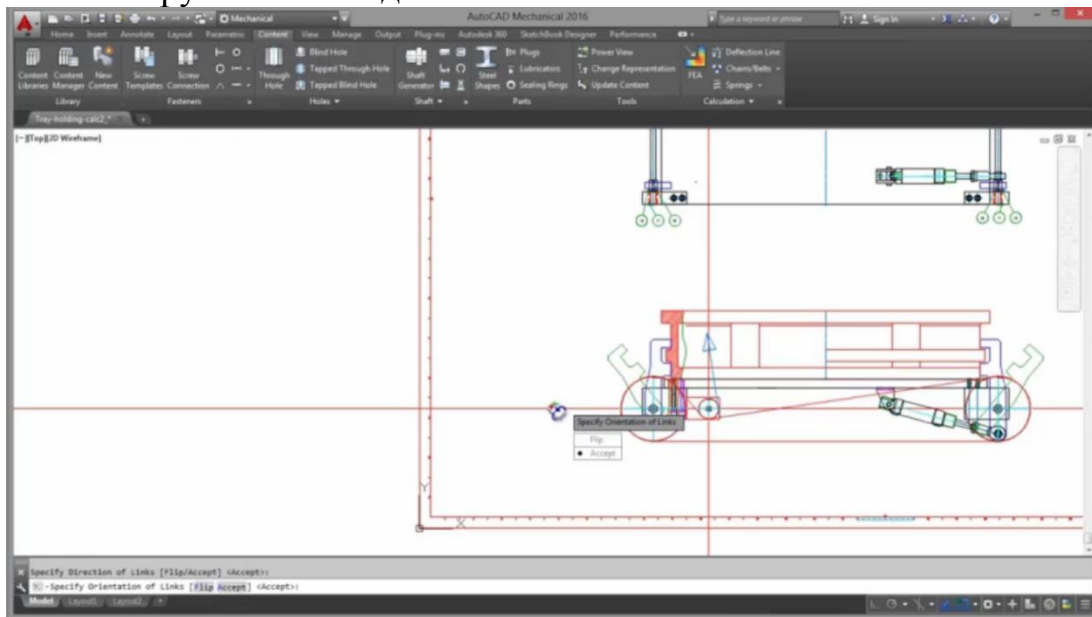


Рис. 1 Аналіз роботи і генерація в AutoCad Mechanical

В SolidWorks використовується принцип тривимірного твердотілого і поверхневого параметричного проектування, що дозволяє конструктору створювати об'ємні деталі і компоувати збірки у вигляді тривимірних електронних моделей, за якими створюються двомірні креслення і специфікації відповідно до вимог ЕСКД. За допомогою програми SolidWorks можна побачити майбутній виріб з усіх боків в обсязі і надати йому реалістичне відображення відповідно до обраним матеріалом для попередньої оцінки дизайну [4].



Рис. 2 Зображення тривимірної деталі в SolidWorks

КОМПАС-3D – система тривимірного проектування, що стала стандартом для тисяч підприємств, завдяки поєднанню простоти освоєння і легкості роботи з потужними функціональними можливостями твердотільного і поверхневого моделювання. Ключовою особливістю продукту є використання власного математичного ядра С3D і параметричних технологій, розроблених фахівцями АСКОН. КОМПАС-3D забезпечує підтримку найбільш поширених форматів 3D-моделей (STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF), що дозволяє організовувати ефективний обмін даними із суміжними організаціями і замовниками, що використовують будь-які CAD / CAM / CAE-системи в роботі [5].

Проектування машинобудівних і приладобудівних виробів [6] накладає високі вимоги до використовуваного інструменту. КОМПАС-3D відповідає найсучаснішим вимогам. Можливості системи забезпечують проектування машинобудівних виробів будь-якої складності і відповідно до самих передовими методиками проектування. КОМПАС-3D для машинобудування: Пропоновані АСКОН рішення для машинобудування автоматизують процеси конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Застосування програмних продуктів АСКОН спільно з методиками їх використання, досвідом і напрацюваннями фахівців підприємств скорочують терміни розробки нової продукції, знижують собівартість і підвищують якість виробів, що випускаються.

Спеціально вбудовані CAE-модулі дозволяють виконувати певні інженерні розрахунки (на міцність, деформацію, теплові розрахунки тощо) і проводити аналіз поведінки розрахункової моделі при різних впливах з точки зору статички, власних частот, стійкості і теплового навантаження. Розрахунки ведуться на основі метода скінченних елементів з функцією генерації SE-сітки, при виклику якої відбувається відповідне розбиття об'єкту із заданим кроком (рис. 3).

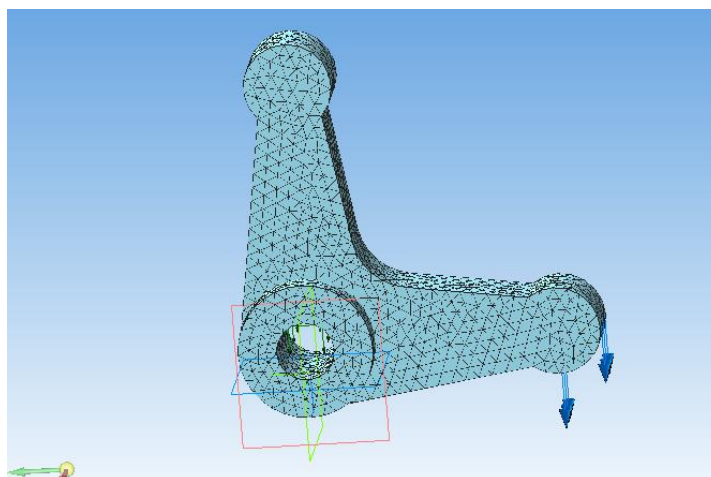


Рис. 3 Побудова SE-сітки у розрахунковому модулі АРМ FEM програмного продукту КОМПАС

Точність отриманих результатів безпосередньо залежить від кількості елементарних об'ємів, на які розбивається модель. Однак зі збільшенням цієї кількості зростає і час опрацювання комп'ютером результатів, а також витрачається більше ресурсів ЕОМ.

Результати розрахунку виводяться у спектрі розподілення напружень, деформацій тощо по перетинам моделі, що досліджується (рис. 4). Карти напружень і деформацій дозволяють найбільш точно проаналізувати роботу вузла під дією навантаження, виявити концентратори напружень, оцінити жорсткість конструкції.

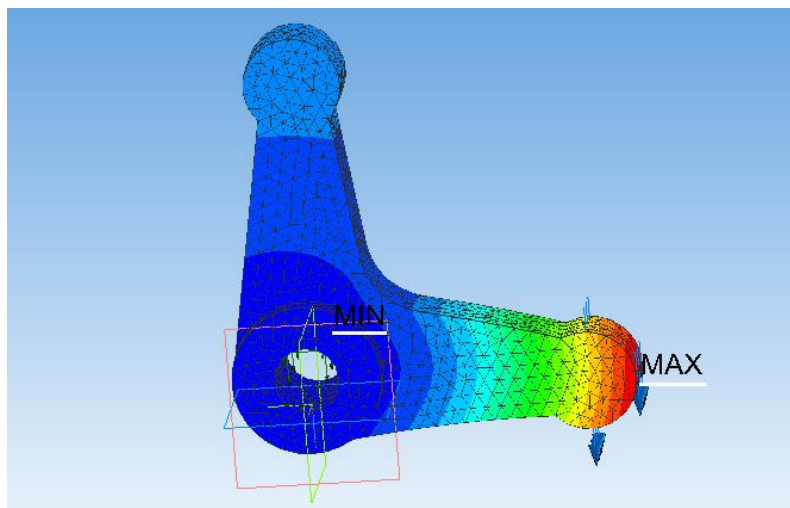


Рис.4 – Кінцеве зображення розрахунків деталі на розтягування.

Застосування аналізу за методом скінченних елементів найбільш ефективно в разі аналізу складних конструкцій і схем навантажень, вирішення яких класичними методами може виявитися досить трудомістким.

ВИСНОВКИ

У машинобудуванні все ширше використовують системи автоматизованого проектування, що викликається зростанням обсягу продукції машинобудування, ускладненням конструкцій виробів і технологічних процесів, стислими термінами технологічної підготовки виробництва і обмеженою чисельністю інженерно-технічних кадрів. САПР дозволяє не тільки прискорити процес проектування, але і підвищити його якість шляхом розгляду більшої кількості можливих варіантів і вибору найкращого за певним критерієм (за собівартістю, продуктивності та ін.) [7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Журна «САПР и графика» 9-2000 // Актуальность применения САПР в машиностроении.
2. <https://www.autodesk.ru/solutions/cad-software>
3. <https://www.pointcad.ru/product/autocad-mechanical/funkczional-autocad-mechanical>
4. <http://seniga.ru/index.php/sapr/ssapr/62-solidworks.html>

5.<https://kompas.ru/kompas-3d/about/>

6.http://edu.ascon.ru/main/competition/gallery/items/?bm_id=59129

7.САПР. Системы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении / Под ред. Р-А. Аллика. – Л.: Машиностроение, 1986. – 319 с.

Darko Lovrec, Vito Tic. (*Oil Hydraulics Laboratory of University of Maribor*)

IONIC LIQUIDS AS WIDE OPERATING TEMPERATURE RANGE LUBRICANT

Hydraulic development engineers and tribology specialist still exert substantial effort, time and resources into finding a hydraulic fluid that would be near an ideal fluid. In addition to its basic physicochemical properties, it must meet a number of other requirements related to its practical use within hydraulic system and the materials used therein. Ionic Liquids, as novel lubricants, offer the solution in this regard. The paper gives an overview of the basic properties of selected and tested Ionic Liquids suitable for use as hydraulic fluids. The practically obtained data refer to the basic physico-chemical properties of Ionic Liquids and properties important for practical use within hydraulic system, e.g. compatibility with materials. The results are given in a comparison with common mineral oil based hydraulic oil.

The presented results of the research work give the suggestions for the use of Ionic Liquids within hydraulic systems together with some limitations. The first ILs which would be tested were corrosive in the presence of moisture. Consequently, even greater attention must be paid to moisture prevention in the hydraulic system. Alternatively, stainless steel hydraulic components can be used, which, however, results in undesirable structural and price changes. Therefore, the latter must not be painted, when that liquid is used. Another limitation in the use of this liquid is incompatibility with the cellulose filter elements. As a result, absorption filter elements, usually based on cellulose, could not be utilized, when this liquid is used in the hydraulic system. At present, one of the greatest limitations for wider technical use of Ionic Liquids, also in hydraulic systems, is considerably higher price in comparison to conventional hydraulic mineral oil (due to the production of small quantities). The target areas of use of Ionic Liquids in hydraulic equipment are currently small-volume hydraulic systems, such as found in wind turbines, mobile hydraulic equipment etc. It follows that each type of IL needs to be tested individually for each important property, although some of its properties have proven to be excellent. Given information regarding different ILs physico-chemical properties, material compatibilities, testing procedures and Standards etc. can serve users as a guideline for the selection and use of Ionic Liquids as a hydraulic fluid. On the other hand, the information is also valuable to Ionic Liquids developers as first guidelines in which direction these fluids need to be developed in the future.

Dmytro Lesyk, Silvia Martinez, Vitaliy Dzhemelinkyi, Aitzol Lamikiz.
(*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*)

**ADDITIVE MANUFACTURING OF THE SUPERALLOY TURBINE
BLADES BY SELECTIVE LASER MELTING: SURFACE QUALITY,
MICROSTRUCTURE AND POROSITY**

The laser additive manufacturing technology is studied that applies lasers to fabricate the complexly shaped parts by successive selective melting of the metal powder in a layer by layer process. The turbine blade test parts were manufactured by the selective laser melting (SLM) process using an Inconel 718 powder. A multidirectional scanning strategy was used during SLM. The paper is focused on the study of the surface features and material characteristics of the SLM-printed parts. The surface texture supplemented by roughness profile parameters is analyzed. The microstructure, material compositions, material phases, porosity, and hardness in the near-surface layers are also addressed. Microstructural studies were performed by the X-ray diffraction analysis, optical microscopy, and scanning electron microscopy. Results indicated that partially melted powder particles, balling, and signs of the laser tracks are formed on the side surfaces of SLM-built turbine blades. The columnar dendritic microstructure mainly consists of a base γ -phase matrix and $\gamma||\gamma||$ -phase precipitates. The SLM-built turbine blade parts show the accumulation of porosity close to the surface.

Dragi Tiro, Anida Memić (*Dzemail Bijedica University of Mostar*)

OVERVIEW OF MOBILE APPLICATIONS FOR CNC PROGRAMMING

This paper describes free application software designed for smartphones running Android. In recent years, more such applications have emerged and are classified here into three groups: simulation software, learning software and CNC engraving software. The paper describes some typical applications for these three types of software. Smart mobile applications are software applications that are designed to run on smart phones, tablets, and other mobile electronic devices. In this era of rapid technological advances, these applications have become one of the primary tools we use daily both in our personal and professional lives. The applications play key roles in facilitating many applications that are pivotal in our today's society including communication, education, business, entertainment, medical, finance, travel, utilities, social, and transportation.

This paper reviewed the opportunities and challenges of the applications related to transportation. The opportunities revealed include route planning, ridesharing/carpooling, traffic safety, parking information, transportation data collection, fuel emissions and consumption, and travel information. The potential users of these applications in the field of transportation include (1) transportation agencies for travel data collection, travel information, ridesharing/carpooling, and traffic safety, (2) engineering students for field data collection such as travel speed, travel time, and vehicle count, and (3) general traveling public for route planning, ridesharing/carpooling, parking, traffic safety, and travel information.

Significant usage of smart mobile applications can be potentially very beneficial, particularly in automobile travel mode to reduce travel time, cost, and vehicle emissions. In the end this would make travel safer and living environments greener and healthier. However, road users' interactions with these applications could manually, visually, and cognitively divert their attention from the primary task of driving or walking. Distracted road users expose themselves and others to unsafe behavior than undistracted. Road safety education and awareness programs are vital to discourage the use of applications that stimulate unsafe driving/walking behaviors. Educating the traveling public about the dangers of unsafe driving/walking behavior could have significant safety benefits to all road users. Future research needs to compare accuracies of the applications and provide guidelines for selecting them for certain transportation related applications.

Drago Talijan, Mihailo Ristic. (*Pan-European University „Aperion” Banja Luka, Republic of Srpska, B&H; University of Banja Luka, Faculty of Technology, B. Luka, Republic of Srpska, B&H*)

APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Nanotechnology – the creation and use of devices and machines on almost an atomic level – is likely to be the driving force behind the next great revolution to benefit humankind. The actual definition of nanotechnology can be quite broad, generally, in scientific and engineering terms, nanotechnology is the manipulation of matter with at least one dimension sized from 1 to 100 nanometers (0.000000001 m). That really does put it on an atomic scale, though the products that can be constructed in this way may be a little larger and can range from microscopic to anything under a millimetre.

While this kind of technology will have applications in many fields, there are likely to be huge advantages in the field of cars and motoring and in the near future, nanotechnology is likely to have a massive impact on the world of driving and vehicles.

It is a fact that nanotechnology can impact so many areas of motoring makes it one of the most important up and coming technologies, and it has attracted the attention of a great number of researchers. This has led to a growing number of breakthroughs in the field, and even more possibilities for this exciting and highly flexible area of science to push different fields of motoring forward. But where is nanotechnology having the greatest influence in car manufacture?

We ask a lot of our internal combustion engines in terms of both increased performance and decreased size and weight. Those two elements together would usually mean disaster for a high-performance engine, but nano-engineering has allowed us to do both, and safely. Engine blocks, which house the fundamental moving parts of the mechanism, were traditionally made of cast iron, because it was the only practical material that could resist the high temperatures and pressures that were produced in the heart of an engine. But engineers soon found that certain grades of aluminium – which weighs around a third that of cast iron – were found to be suitable too.

But now, engineers have learned how to manipulate aluminium's on an atomic level – nanoengineering – to create materials that are both stronger while being more lightweight than even the current batch of strong aluminium alloys. This makes them even more fuel efficient while having an increased durability, even in the increasingly hostile conditions found in modern engines. It is a fact that an internal combustion engine performs better and is more efficient at higher temperatures, so this is always a goal for engine designers. We are now also experiencing methods of placing ultra-thin layers of engineering ceramics on metal

substrates, creating a surface that is capable of withstanding higher temperatures and wear situations.

Manipulation of either the fundamental structure of the engine block material, or the surface architecture – or both, even – gives designers far greater scope in heat dissipation, wear characteristics, and strength at elevated temperatures.

We have also seen advances in motor oils, particularly in respect to their ability to withstand the punishing environments of modern engines. Nano-manipulation has created a new breed of oils that are able to cling to internal surfaces for longer, meaning that it is in the right place when the engine starts, so that it offers protection right from the start. Nanotechnology oils are also able to put up with much greater use as the tolerances between engine parts decrease and they operate closer together.

Fuel efficiency, whether the car is petrol, diesel, or electric, is a function of its weight, and even quite small reductions in weight can lead to increase attained mileage significantly. One of the best ways to cut the weight of a vehicle is to use lightweight materials for the structural chassis parts and the exterior, and this is another area where nano-manipulation of materials can create stronger, more lightweight, panels and chassis that are stronger than the ones that they have replaced. Nanotechnology is also responsible for the creation of plastic panels that are able to self-repair and reform themselves following damage.

As the next generation of electric vehicles become common on our streets, engineers and researchers are looking at how to lengthen battery life while increasing performance. This has led to the development of lithium-silicon batteries which promise to boost performance and increase longevity. The latest developments in this fast-moving include silicon nanowires that expand and contract as they absorb and shed lithium ions, and tiny nano-structures with carbon shells protecting lithium-rich silicon cores. This combination allows for more efficient energy transfer, meaning that less energy is lost to the environment as heat and more is supplied to the system.

Nanotechnology is also improving fuel cells – the clean alternative technology to hydrocarbon fuels. In these, hydrogen is passed over a catalyst to produce hydrogen ions which then go on to reattached to oxygen and result in energy production. The catalysts are increasingly variations of platinum nano-structures to maximise the surface area and harvest the greatest number of hydrogen ions, thereby maximising energy production too.

Nano-sized layers of inorganic filters are increasingly being applied to the vulnerable surfaces of car bodies, to help protect them from harsh environments, and self-repair to an increasing extent. The ‘smart’ particles can also help repel dirt and grime, keeping your car looking cleaner, while new developments in orientable surface particles mean that we may soon be able to change the outer colour of our cars by adjusting small electrical charges to them.

Interiors. The use of specialist nanotechnology fabrics is helping to keep the interiors of our cars looking fresh and clean, but also repellent to bacterial affects,

creating soft, good looking and completely safe interiors. Once again, developments are being made that will allow the colour of the interior to be changes by reorienting the nano-particles of the material, so that the user can choose any combination of colour that they like, while still having excellent antibacterial properties.

Nanotechnology in cars is becoming big business, and as we find new ways to manipulate materials on an atomic scale, so new applications arise. This will lead to cleaner, quieter, more pleasant cars in the future, and that can only be a good thing.

Дук В. Г., наук. кер.: к.т.н. Олійник С.Ю, (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

КЛАСИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ГІБРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОБУДУВАННІ

У статті розглядається використання гібридних технологій в машинобудуванні з метою забезпечення якості оптимізації та ефективності виробництва. Аналізуються гібридні автоматизовані роботи що поєднують в собі конструкції які оснащені провідними технологіями, та різними підходами до обробки деталей.

Застосування роботів в промисловості почалося, за історичними мірками, не так давно - трохи більше, ніж півстоліття тому, але зараз вже мало яке виробництво можна уявити собі без автоматичних ліній та без сталевих маніпуляторів. Найважливішим завданням машинобудування на сучасному етапі є роботизація яка дозволить реалізовувати на одному робочому місці складний комплекс технологічних операцій. Тому з одного боку - це економічна та оптимізована ефективність виробництва, забезпечення якості, а також обмеження роботи людини в небезпечних умовах, та з іншого це також і втрата робочих місць, збільшення інвестиційних витрат й усунення цілого класу робочої сили.

Незважаючи на таке велике, майже повсюдне поширення роботів, лише фахівці повною мірою уявляють собі весь спектр їхніх можливостей. Величезний позитивний момент промислових роботів в тому, що вони повністю виключають дію людського чинника, крім того характерну високу точність дій, раціональне використання приміщення. При техніко-економічному аналізі слід враховувати, що гібридна система замінює кілька традиційних машино місць і інтегрує виробничі процеси не тільки територіально, а й циклічно.

Метою роботи є аналіз та класифікація сучасного обладнання для виконання гібридних технологій. Гібридний метод обробки виробів машинобудування - це процес, який включає не менш двох одночасно діючих різних типів технологічних операцій енергетичного характеру, які впливають один на одного, підсилюють дію кожного з них та проводять перетворення властивостей кожного методу, що забезпечує якісно нову технологію. Для використання переваг гібридного виробничого процесу потрібні розширені можливості проектування та інженерного аналізу. У деяких випадках для деталі, яка раніше вироблялася з використанням традиційного процесу обробки, застосування гібридної адитивної технології вимагає повного переосмислення процесу проектування. Для адитивних і субтрактивних процесів важливо вибрати відповідні стратегії обробки і використовувати систему CAD/CAM, спеціально призначену для розрахунку траєкторії руху інструменту гібридного обладнання. Програмне забезпечення NX для

гібридного адитивного виробництва підтримує функціонал, що забезпечує інтегроване рішення - від проектування виробу до його виготовлення на верстаті з ЧПУ, що включає розробку траєкторії переміщення для інтегрованого процесу лазерного наплавлення порошку і фрезерної обробки з подальшою симуляцією цих процесів [1-2].

Приведемо класифікацію існуючих гібридних верстатних систем.

Перша група включає повністю інноваційні рішення за рахунок поєднання принципово протилежних технологій: ADD-технологій (адитивних), CUT-технологій (різання) і PLAST-технологій (пластичного деформування) прикладом є модель [DMG MORI — LASERTEC 65 3D](#) 5-ти осевий фрезерний гібрид з 3D-принтером від компанії Hermle [3].

Друга група заснована на комбінації електрофізичних і електрохімічних процесів, наприклад розробки ФГУП НВО «Техномаш» [4]. Фізико-хімічні процеси на електродах цього обладнання дозволяють здійснювати анодно-іскрове нанесення покриттів (мікродуговим оксидуванням), плазменно-електролітичним поліруванням й іншими процесами.

Третя група відноситься до лазерних технологій, показовим прикладом гібридності якої є лазерно-дугове зварювання. Плазма, яка утворена при роботі лазера, стабілізує плазму, що виникає в дуговому розряді, та створює умови для успішного проведення зварювання, яке виконується на ЧПУ зварювального робота Cloos.[4]. Гібридне лазерне зварювання здатне забезпечити дворазову економію матеріалів і трудовитрат при роботі з багатошаровими панелями в суднобудуванні.

Четверта група характеризується комбінуванням відомих CUT-технологій, раніше не сумісних в єдиній системі (зубообробка, шліфування, лезова обробка або вирубання, гнуття). Це найширша група яка виникає на базі комплексних рішень компонувальної, кінематичної і технологічної гібридності. Прикладом верстатного гібриду є рішення німецької фірми Waldrich soburg, яка реалізує технології комбінованої обробки, що скорочує технологічний процес при обробці високоточних деталей [4].

Більш детально розглянемо приклад першої групи [DMG MORI - LASERTEC 65 3D](#), який був створений та запатентований у 2016 році [3]. Це перший верстат локального виробництва для 5-ти осьової обробки, конструкція яка оснащена найновішими технологіями. Апарат поєднує в собі кілька різних підходів до обробки деталей:

1) класичний фрезерний верстат з програмним керуванням – 5-ти осьовий з великою точністю;

2) лазерний різальний інструмент з тими ж ступенями свободи, та друкуючий металом 3D-принтер з технологією лазерного напилення.

Гібридний підхід: фрезерування заготовки, наплавлення відсутніх деталей, або друк з нуля з чистовою обробкою - всі операції можуть бути зроблені з деталлю за один підхід, в рамках однієї заданої програми, без переривання технологічного циклу. Поряд зі стандартним нерухомим столом

є такі опції, як похило-поворотний стіл з гідравлічним затиском і синхронний стіл, який підключає дві додаткових осі обробки. Економія на дорогих пристроях не тільки знижує витрати, але і значно підвищує точність деталей. Великий кут повороту до 115° (-5° / + 110°) дозволяє виконувати внутрішні пази до 20°. Розмір деталі, яку оброблюють або друкують, становить до 600×400 мм, а вага може бути до 600 кг [3].

«Процес лазерного наплавлення порошку дозволяє нам наносити велику кількість матеріалу за дуже короткий час, - пояснює Ванесса Сейда (Vanessa Seyda), експерт-технолог по адитивному виробництву в компанії Hoedtke. - Таким чином, ми можемо виробляти тривимірні компоненти, застосовуючи високоякісний процес» [2]. Такий багатофункціональний пристрій для роботи по металу вже багато змінив в культурі виробництва штучних і дрібносерійних виробів, а найближчим часом подібний підхід може поширитися і на серійне виробництво.

ВИСНОВКИ

Таким чином можна зазначити, що інноваційні апарати отримали широке поширення особливо в машинобудуванні з кількох причин. Головна з них - можливість працювати в умовах, в яких людина не зможе перебувати в принципі. По-друге, рівень і якість продуктів, що випускається при широкій роботизації виробничого процесу помітно вище, ніж коли мова йде про використання людської праці. Крім того, роботизоване виробництво менш витратне. І нарешті, продуктивність машин перевищує в рази людські можливості. У свою чергу, до числа недоліків людської праці відноситься велика ймовірність помилки, ризик отримання травми, необхідність реалізації соціальних і фізіологічних функцій [5]. Саме тому можна з впевненістю сказати, що в ХХІ столітті без обладнання, яке виконує гібридні процеси в машинобудуванні не обійтись.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кушнарєнко С.В. Новые наукоемкие технологии в электро-физико-химических методах обработки деталей ракетно-космической техники / С.В. Кушнарєнко, А.О. Фомичев, Ю.П. Астахов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 11 (716). – С. 46 -54.
2. Гибридная технология аддитивного производства совершает революцию в изготовлении высококачественных металлических деталей [Электронный ресурс] / Сапр и графика: Спецвыпуск «Информационное моделирование объектов». – 2018. – вып. 11. – С. 75-77. – Режим доступа: <https://sapr.ru/article/25762>.
3. Роботы в промышленности – их типы и разновидности [Электронный ресурс] – 2017. Режим доступа: <https://m.habr.com/ru/company/top3dshop/blog/403323/>.
4. Макаров В.А. Уникальная синергия гибридных станков [Электронный ресурс] / В.А. Макаров, С.В.Лукина // Ритм машиностроения. – 2016. - № 8. – С. 18 – 26. - Режим доступа: <https://ritm-magazine.ru/ru/public/unikalnaya-sinerhiya-gibridnyh-stankov>.
5. Робот – манипулятор в машиностроительной промышленности [Электронный ресурс] – 2014. Режим доступа: http://rus-robot.com/articles/robotmanipulyator_v_mashinostroitelnoj_promyshlennosti/.

Ємець В.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, Україна)

СТРУКТУРНИЙ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВЕРСТАТИВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ КІНЕМАТИКИ З СИСТЕМОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

В статті надано схему взаємозв'язку ВКПС (верстатів кінематики паралельної структури) та СТО (система технологічного оснащення). На основі функціональних залежностей визначено взаєв'язки між структурами на функціями ВПКС та СТО.

В сучасному світовому верстатобудуванні активно розвивається обладнання, яке побудоване на механізмах з кінематикою паралельної структури (триподи, триглайди, гексаподи, та ін.).

Використання в верстатах-роботах цих механізмів дозволяє досягти високої точності, малої металоємності та швидкості, достатньої для обробки заготовки на максимально можливих швидкостях при мінімальних витратах часу на виготовлення деталі [1].

Верстатами паралельної структури ВКПС займалися багато дослідників та вчених, таких як Кузнецов Ю. Н., Дмитриєв Д. А., Диневич Г. Е., Минаєв Ю. Н., Сапон С. П., Рибак Л. А. та інші [2, 3, 4, 5, 6].

Вузли ВКПС володіють різноманітними функціями,

Одними з найважливіших властивостей всіх металорізальних верстатів є форма і розмір їх робочого простору. Робочий простір верстатів з паралельною кінематикою являє собою складну геометричну фігуру, на форму якої великий вплив мають: кількість штанг та їх розташування, а на розміри робочого простору впливають: кут розбіжності штанг, довжини штанг і діапазон їх зміни, рухливість шарнірів, діаметри підстави і платформи [7].

Переваги механізмів з паралельною структурою:

1. При малій масі рухомого виконавчої ланки забезпечуються більш високі швидкості переміщень і прискорень;
2. Механізми відрізняються високою жорсткістю, що зумовлено роботою телескопічного пристрою на розтяг-стиск і рівномірним розподілом зусиль по всій структурі;
3. Різке зниження металоємності.

Робоча зона типового обладнання на виробництві опирається лише на одну паралельну структуру, що значно поступається робочій зоні верстата робота, який складається з декількох або ж комбінації гібридних структур, які засновані на елементах традиційної послідовної і паралельної кінематики [8], або реконфігуванням механізму паралельної кінематики в процесі виготовлення деталей [5, 9].

Переналаштування верстату-робота зі штангами постійної довжини здійснюється шляхом зміни кута нахилу напрямних, а відповідно і напрямку руху кареток [5].

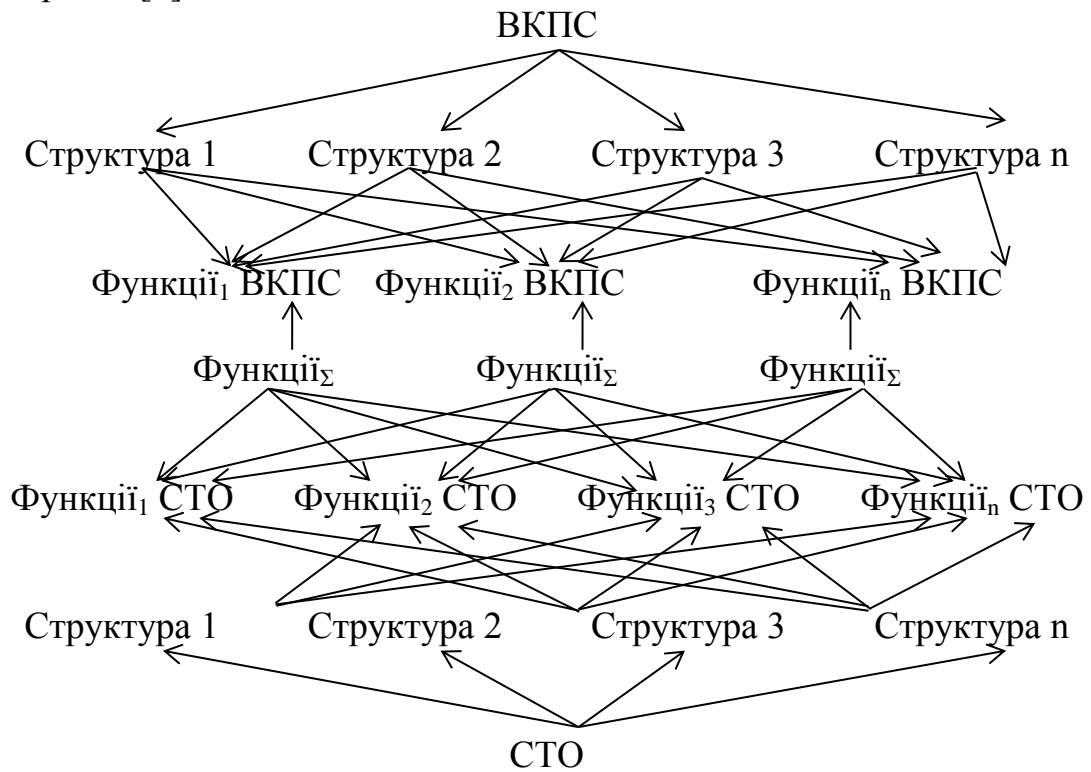


Рисунок 1 – Схема взаємозв'язку ВКПС та СТО (система технологічного оснащення)

$$\Phi_{\Sigma} = \Phi_{\text{ВКПС}} + \Phi_{\text{СТО}}$$

Тоді

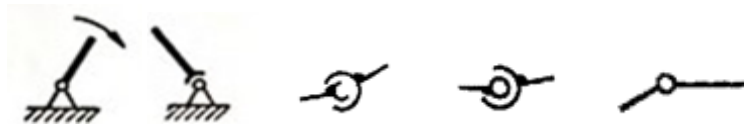
$$\text{Стр}_{\Sigma} \begin{cases} \text{Стр}_{\text{ВКПС}} + \text{Стр}_{\text{СТО}} & \text{структура структура} \\ \text{Стр}_{\text{ВКПС}} + \text{частина Стр}_{\text{СТО}} & \text{структура + структура} \\ \text{Стр}_{\text{ВКПС}} \text{ \textcircled{ } } \text{Стр}_{\text{СТО}} & \text{структура в структурі} \end{cases}$$

Звідси виходить, що треба провести розробку елементів, характеристики яких дозволяють забезпечити для застосування в структурах

Відома формула Малишева має необхідність в доопрацюванні, так як вона не враховує якісних характеристик та залежністю між структурами ВКПС та СТО, функціями, які кладуться на ці структури.

Структури необхідно розглядати з боку побудови графічних характеристик ВКПС для функцій, які повинні виконувати ці структури без уточнення ланок цих структур.

Кожна конструкція ВКПС складається з таких базових елементів, як кінематичні пари та стрижні (рис. 2), які можна для оптимізації структурної схеми ВКПС замінити на кружки (елементи кінематичних пар) та лінії (стрижні, ШВП, Гвинтові пари та ін.).



а) плоска шарнірна опора; б) сферова шарнірна опора; в) карданний шарнір (шарнір Гука); г) сферичний шарнір; д) шарнірне плоске з'єднання;

Рисунок 2 – Елементи кінематичних пар

Для того, щоб мати можливість обирати структуру ВКПС маючи конкретні цілі є доцільним використання фасетного методу класифікації, тобто для вирішення задачі можна обрати елементи структури ВКПС опираючись на завдання, а конфігурацію ВКПС на необхідну якість виготовлення деталей.

Таблиця 1 - Функціонально-структурні характеристики кінематичних пар

Кінематична пара	Клас пари	Число зв'язків	Рухомість	Позначання
<p>I класса</p>	1	1	5	P1
<p>II класса</p>	2	2	4	P2
<p>III класса</p> <p>Шаровая Плоскостная</p>	3	3	3	P3
<p>IV класса</p> <p>Цилиндрическая</p>	4	4	2	P4

	5	5	1	P5
---	---	---	---	----

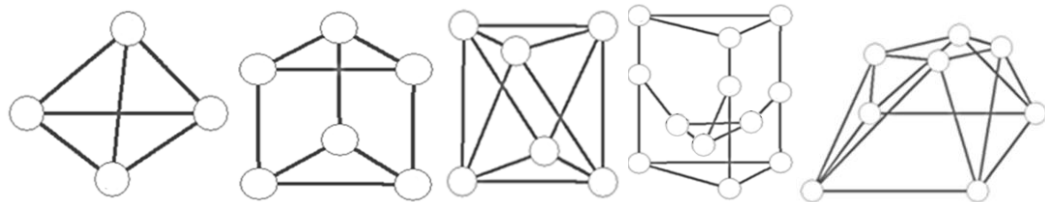


Рисунок 3 – Графічне зображення кінематичних схем структур ВКПС

Для того, щоб проаналізувати кінематичні схеми різних структур КПС доцільно використати формулу Малишева:

$$W = 6n - 1P_1 - 2P_2 - 3P_3 - 4P_4 - 5P_5 - q$$

де n — число рухомих ланок;

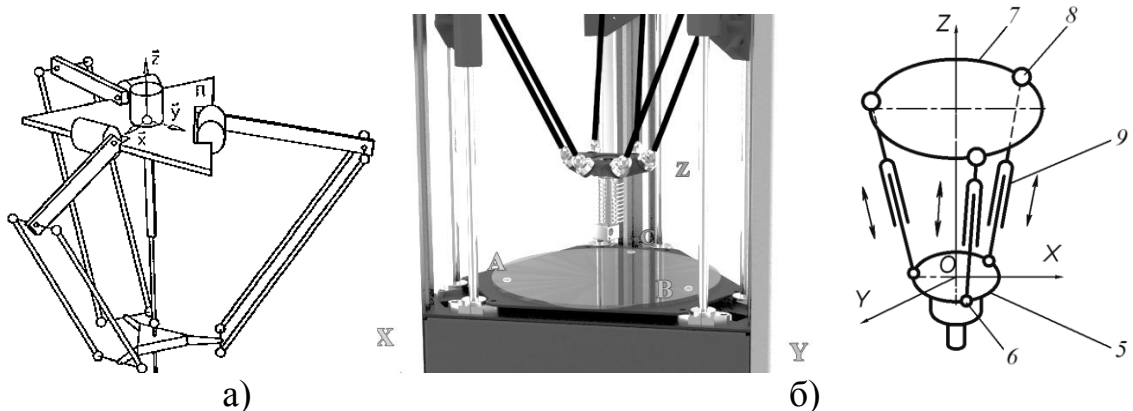
$6n$ — загальне число ступенів свободи усіх ланок;

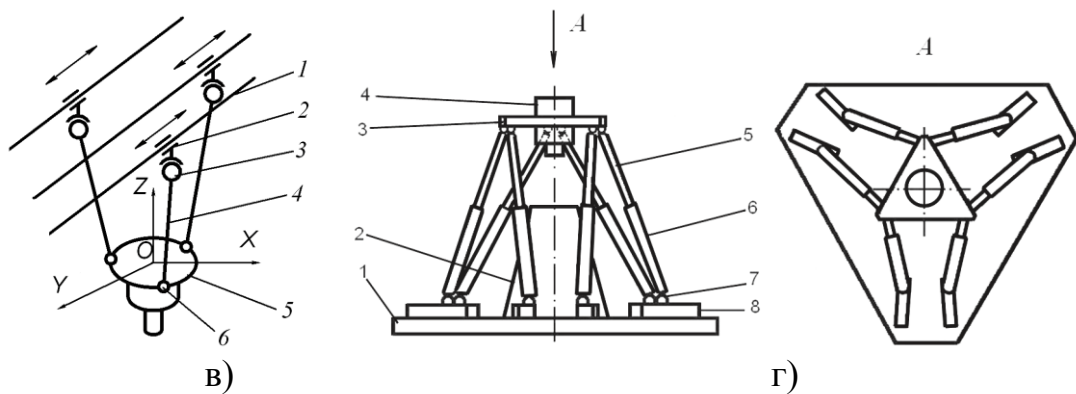
$1P_1, 2P_2, 3P_3, 4P_4, 5P_5$ — число кінематичних пар від 1 до 5 класу;

q — кількість надлишкових (повторних) в'язей, котрі дублюють інші в'язі, не зменшуючи рухливості механізму, а тільки перетворюють його в статично невизначну систему.

Ступені свободи для механізмів з кінематикою паралельної структури:

- Дельта-механізм 3;
- Трипод 2, 3;
- Триглайд 3;
- Гексапод 4, 6.





а) дельта-механізм; б) трипод; в) триглайд; г) гексапод
Рисунок 4 – Кінематичні схеми структур ВКПС

Огляд кінематичних пар за класами та визначення їх функціонально-структурних характеристик дає змогу оцінити ступінь свободи для механізмів з кінематикою паралельної структури. Для структурного спрощення та зменшення часу та складності при виборі схеми ВКПС їх зображено у графічному вигляді кінематичних структур.

Висновок

Розглянуто ключові особливості та надано схему взаємозв'язку ВКПС (верстатів кінематики паралельної структури) та СТО (система технологічного оснащення). На основі функціональних залежностей визначено взаєзв'язки між структурами на функціями ВКПС та СТО. Розглянуто кінематичні пари та їх комбінаційні залежності в кінематичних схемах структур ВКПС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Емец В. В. *Проектування та дослідження технологічних можливостей приводів інтелектуальних мобільних машин* / В. В. Емец, С. В. Ковалевский // «Нейромережеві технології та їх застосування НМТіЗ-2017» Краматорськ: ДДМА – 2017, 54-59 с.
2. Кузнецов Ю.М., Хамуйела Жоакім А.Г., Хамуйела Т.О. *Морфологічний синтез верстатів і їх механізмів: Монографія / За ред. Кузнецов Ю.М. - К.: ТОВ «Гнозис», 2012р. - 416с. - ISBN 978-966-2760-03-3.*
3. Кузнецов Ю.М., Хамуйела Жоакім А.Г., Хамуйела Т.О. *Цангові патрони подвійного затиску: Монографія «теорія і практика» / Под ред. Кузнецов Ю.М. - К.: ТОВ «ГНОЗІС», 2013р. - 401 с. - ISBN 978-966- 2760-02-6.*
4. Ju.N. Kuznetsov, Joaquim A. Guerra Hamuyela, T.O. Hamuyela. *Sintese morfologica de máquinas-ferramenta e seus mecanismos: Monografia / Sob redacção Yu.N. Kuznetsov. - Luanda: N'Zilua, 2013. - 441pag.*
5. Кузнецов Ю.М., Дмитриев Д. А., Диневич Г. Е. *Компоновки станков с механизмами параллельной структуры: Монография / Под общ. ред. Кузнецов Ю. Н. - Херсон:ПП Вишнемурский В. С., 2010 – 471с. - ISBN 978-966- 8912-44-3.*
6. Рыбак Л. А., Ержуков В. В., Чичварин А. В. *Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 148 с. - ISBN 978-5-9221-1296-3.*

7. . Щелкунов Е.Б., Виноградов С.В., Щелкунова М.Е., Пронин А.И., Самар Е.В., Савченко Р.Е. «Реконфигурируемый станок с параллельной кинематикой с управляемой зоной доступа» Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре, Ленина 27, 681013

8. Вайнштейн, И.В. Экспериментальные исследования жесткости пятикоординатного станка с параллельной кинематикой/ И.В. Вайнштейн, Н.А. Серков, Р.О. Сироткин, А.А. Мерзляков// СТИН – 2009 - № 1. - С. 6-11

9. Merlet, J.P. *Parallel Robots (Solid Mechanics and Its Applications / J.P. Merlet. – Berlin:Springer, 2006. – 394 p.*

Герусов Д.В., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГІДРОЦИЛІНДРІВ

В статті розглянуті основні проблеми переходу з звичайного механоскладального цеху в сучасний інноваційний цех. Основними проблемами є вибір оптимальної виробничої системи з використанням сучасного механообробного обладнання, інструменту і оснащення для підвищення автоматизації і ефективності інноваційного гнучкого механоскладального цеху.

The main problems of transition from the usual mechanical assembly shop to the modern innovative shop are considered in the article. The main problems are the choice of the optimal production system using modern machining equipment, tools and equipment to increase the automation and efficiency of the innovative flexible machining shop.

Для виготовлення гідроциліндрів, аналіз базового технологічного процесу виявив недостатньо гнучке обладнання` не раціональний підхід до виробництва деталей даного типу.

Для його створення необхідно використання сучасних металорізальних верстатів які дозволяють вести обробку точіння, свердління, розточування, фрезерування, шліфування, та нарізання різі. Такий підхід до вибору обладнання значно скоротить додатковий час обробки. Деталі будуть максимально дотримуватися єдності баз, що дозволить скоротити похибки при обробці деталей до мінімуму.

Запропоновані верстати дозволяють максимально сконцентрувати виконання технологічних операцій на одному верстаті. Також, сучасні оброблювальні центра дозволяють розширити можливості виробництва, збільшити розмірний ряд типових деталей, виготовлювати крім гідравлічних циліндрів і інші комплектуючі для механічних пресів, та інших механізмів в яких використовуються поршнева система передачі навантажувальних сил.

Використання сучасного обладнання і оснащення, дає змогу розширити види виробів які виготовлюються на підприємстві. На ринку є великий попит також на ремонтні роботи для гідравлічного шахтного обладнання. В проекті пропонується складальну дільницю оснастити необхідним оснащенням для ревізії і ремонту гідравлічних циліндрів.

Пропонується застосування охолодження інструменту іонізованим повітрям. Для підвищення ефективності проектного технологічного процесу, з використанням сучасних гнучких оброблювальних центрів, пропонується

розглянути сучасні методи охолодження інструменту, для підвищення його зносостійкості, міцності. Сучасні обробні центри мають відносно великі можливості для обробки на високих режимах різання. Але, для використання повних потужностей обраних верстатів в технологічному процесі, необхідно підібрати ефективний спосіб охолодження в зоні обробки деталей при точінні, фрезеруванні і свердлінні.

Пропонується розглянути охолодження ріжучого інструменту при обробці в машинобудуванні за рахунок подачі в зону різання охолодженого іонізованого повітря. Предметом дослідження є процеси охолодження ріжучого інструменту, іонізації в закручених потоках повітря, механізм взаємодії іонізованого повітря з оброблюваною поверхнею.

Аналіз даного методу показує можливість ефективного використання при обробці конструкційних матеріалів в якості мастильно-охолоджуючих технологічних засобів охолодженого іонізованого повітря. Його використання забезпечує зменшення значення шорсткості і мікротвердості на обробленій поверхні, підвищується стійкість різального інструмента, знижуються собівартість обробки і екологічне навантаження на навколишнє середовище.

В проекті пропонується розробити спеціалізований механізований складальний стенд, з випробуванням виробу (гідравлічного циліндру) прямо на стенді в автоматизованому режимі. Пропонується проводити складання гідравлічних циліндрів, на спеціалізованому розробленому стенді, з використанням механізованого оснащення, спец захистом, при проведенні випробувань. Такий підхід до складальних робіт гідравлічних циліндрів значно спростить процес переходу від складання до випробування виробів, зменшить час на транспортування гідравлічних циліндрів великих розмірів, з залученням підйомників та візків.

ВИСНОВКИ

В проектній технології запропоноване використання сучасних металорізальних верстатів, які підвищують гнучкість виробництва, для пошуку нових замовлень для підприємства. Складальну дільницю запропоновано орієнтувати для надання ремонтних послуг шахтного обладнання. Охолодження зони різання іонізованим повітрям, його використання може забезпечує зменшення значення шорсткості до 2,3 раз і мікротвердість до 1,12 рази на обробленій поверхні. При цьому може підвищуватися стійкість ріжучого інструменту до 1,9 раз при чорновій обробці і до 2,8 раз при

чистовій, можливо знизити собівартість обробки на 25-30% і екологічна навантаження на навколишнє середовище за рахунок обмеження споживання водоемульсійних і олійних мастильно-охолоджуючих рідин.

ЛІТЕРАТУРА

1.Дмитриевский, Б. С. Моделирование технической подготовки производства мелкосерийной инновационно-производственной системе: / Б. С. Дмитриевский, И. О. Савцова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 2 (46). – С. 59.

2.<https://www.masteels.com/machines/yu-shine-vertical-lathes/vl-atc-series/vl-1000atc>

3.<https://www.mazakeu.it/machines/cybertech-turn-4500m/>

4.Новик, О. В. Научное наследие А. Л. Чижевского в современном машиностроении / О. В. Новик, В. В. Калмыков // Научные технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. – М., 2013. – С. 75

5.Turning of structural steel while supplying cooled ionized air to the cutting zone / N. E. Kurnosov, K. V. Lebedinskiy, A. V. Tarnopolskiy, A. S. Asoskov, Y. P. Pereygin // Australian Journal of Mechanical Engineering. – 2017. – Vol. 13, № 2. – P 1–7.

Гладких М.С., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, Україна)

КОМПЛЕКСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИПУСКУ ВУЗЛІВ КОЛЕСА КРАНА МОСТОВОГО КМ ЕТП 30

В статті розглянуті основні проблеми проектування інноваційного цеху з випуску вузлів колеса повідного крану КМ ЕТП 30, для вирішення проблеми гнучкості і мало ефективного використання робочої площі цеху, проведений аналіз існуючого цеху з випуску кранів КМ ЕТП 30 який показав, що верстатний парк і складальне відділення вузько направлене на виготовлення саме цього виробу.

The article considers the main problems of designing an innovative shop for the production of wheel crane components КМ ЕТП 30, to solve the problem of flexibility and inefficient use of the working area of the shop, the analysis of the existing shop for the production of cranes КМ ЕТП 30 which showed that the machine park and assembly department is narrow aimed at the manufacture of this product.

Головною метою проектування інноваційного цеху з випуску вузлів колеса повідного крану КМ ЕТП 30, є вирішення проблеми гнучкості і мало ефективного використання робочої площі цеху. Аналіз існуючого цеху з випуску кранів КМ ЕТП 30 показують, що верстатний парк і складальне відділення вузько направлене на виготовлення саме цього виробу. Необхідно провести аналіз сучасного обладнання і оснащення для підвищення гнучкості проектного механоскладального цеху. Це дозволить розширити номенклатурний ряд виробів і підвищить конкурентоспроможність виробництва в цілому. Необхідно орієнтуватися на ринковий попит схожих виробів.

Сучасні верстати з ЧПК, обробні центри володіють багатьма функціями. Що дозволяє значно об'єднувати обробку точіння з фрезеруванням, свердлінням, нарізанням різі тощо. Такі верстати підвищують не тільки рівень гнучкості, а і автоматизації виробництва.

Для обробки деталей представників запропонований токарно-карусельний обробний центр з функцією фрезерування, свердління.

Верстати серії MEGATURN NEXUS 900M - це нове покоління вертикальних токарних центрів з ЧПУ [1]. Призначені для ефективною обробки великогабаритних заготовок, які використовуються при виготовленні будівельного, промислового обладнання, а також реактивних двигунів. Модель 990M оснащення шпинделем для обробки деталей фрезеруванням, свердлінням.

Запропоновані сучасні верстати для виробництва кранів, можуть також виробляти комплектуючі для різних видів мостових кранів, різного типу

розміру, також проектний верстатний парк дасть змогу випускати редуктора для різних підйомних транспортних систем.

При обробці отворів, виникає потреба застосовувати допоміжні механічні або ручні роботи, для видалення задирів. Необхідно розглянути і проаналізувати існуючий інструмент, який зможе вирішити цю проблему [2].

Для підвищення ефективності технологічного процесу обробки деталей, пропонується використання сучасного інструменту. Пропонується застосувати корончасті свердла, на свердлильних операціях. В дослідницькій частині проекту, розглянуті сучасні методи свердління з допомогою різних типів свердел. Такі, свердла дозволяють проводити обробку отворів, без задирів з іншого боку оброблювальної деталі, також слід підібрати необхідні режими різання і охолодження інструменту [3]. Це дозволяє виключити слюсарні операції з технологічного процесу, що значно скоротить загальний час технологічного процесу і зменшить необхідну кількість людського труда.

Корончате свердло забезпечує свердління по контуру, тому для отримання отвору буде затрачено менше енергії і часу ніж свердління спіральним свердлом [4].

Для деталей представників необхідно підібрати ефективний спосіб переміщення по цеху. Пропонується використовувати конвеєрні лінії, для переміщення деталей між оброблювальними центрами, готові деталі відправляються на складальну дільницю [5].

Складальну дільницю необхідно оснастити сучасним складальним механізованим інструментом, оснащенням для нагріву підшипників, механізованих пресів для натягування підшипників на вали і т.д.

ВИСНОВКИ

При розробці інноваційного механоскладального цеху з виготовлення кранів КМ ЕТП 30, проведений аналіз базового виробництва, були сформульовані необхідні дії, для підвищення гнучкості, автоматизації, виробництва. Запропоновано використання сучасного інструменту для підвищення ефективності металорізальної обробки деталей представників.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Leaders in the manufacture of advanced technology solutions including Multi-Tasking: офіційний сайт.* URL: <https://www.mazakeu.com/machines/megaturn-900/> вільний - (11.09.20)
2. *Сучасні методи свердління.* URL: <http://obrobka.pp.ua/1559-sverdlnnya-otvorv-v-metal.html> вільний - (17.09.20)
3. *Leaders in the manufacture of advanced technology CYBERTECH TURN 4500M: офіційний сайт.* URL: <https://www.mazakeu.it/machines/cybertech-turn-4500m/> вільний - (12.09.20)
4. *Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.* — Ж.: ЖІТІ, 2000. — 332 с.
5. *Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ [Кузнєцов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.].* — К.:— Тернопіль: Терно-граф, 2011. — 692 с.

Edin Sunje, Sead Pasic, Safet Isic, Emir Neziric, Edin Dziho. (*Dzermal Bijedic University of Mostar*)

DEVELOPMENT OF HYBRID SYSTEM FOR AIR-CONDITIONING OF ALMOST ZERO ENERGY BUILDINGS

This paper presents a conceptual design of hybrid air-conditioning system which uses solar energy to heat/reheat water and generate electricity (solar collectors and photovoltaic panels), wind energy to produce electricity (small horizontal or vertical wind generator), and geothermal energy of water or soil in the building environment. The paper presents a pilot plant for hybrid air-conditioning system at the building of Faculty of Mechanical Engineering in Mostar and analyzes the efficiency and cost-effectiveness of system and its individual components.

The development and implementation of renewable energy is one of the top priorities in the world today. However, one of the characteristics of these energy sources is their volatility; solar energy can be used during the day, while at night there is none; Wind energy can also be used only occasionally. The aim of research proposed in this project is to develop a hybrid system that would use all of the mentioned renewable energy sources in an optimal way, define the necessary capacities for energy storage, all with the aim of meeting the electricity needs of a particular object that is, achieving almost zero energy building. Optimal use of renewable energy sources: sun, wind and geothermal energy, for each specific micro location, it is possible to significantly reduce costs for electricity consumption, that is, to achieve the effect of almost zero energy building.

Elvis Hozdic. (*Faculty of Mechanical Engineering Ljubljana*)

AUTONOMOUS WORK SYSTEMS IN THE CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS CONCEPT

Under the influence of globalization which brings many changes in all spheres of life and in the sphere of industrial production, manufacturing enterprises are forced to adapt their manufacturing structure these challenges in order to promptly and effectively respond to the complex demands of today's market, which is global and less national. Over time, it's developed different concepts of manufacturing systems. They were intended to respond to market demands in a time in which existed. Today, thanks to the developed information-communication technologies (ICT), manufacturing enterprises tend to structure their systems in a spirit of cyber-physical systems (CPS).

This work presents a new concept of the autonomous work system (AWS) in a spirit of the CPS. The development AWS in a spirit of the CPS represents an evolution extension of the organizational structure of production of complex and adaptive distributed production systems. The introducing additional communications between the elements of the AWS in a spirit of the CPS enables a better production performance with respect to the selected performance measures.

The possibility of implementing the concept of AWS in a spirit of the CPS is presented through industrial example in the production area of high pressure die casting (HPDC).

Emir Neziric, Safet Isic, Edin Džiho (*Dzermal Bijedic University of Mostar*)

VIBRATION ANALYSIS AND REPAIR PROCESS FOR THE VENTILATION SYSTEM FOR SMOKE DRAIN IN THE THERMAL POWER PLANT

Reliability of the thermal power plant as one of the mechanical systems is main goal of power producing companies, which causing continuous electricity production. Reliability is achieved when there are no unexpected failures of machines and when it is possible to predict time and cause of machine failure. With those predictions it is possible to plan a future stoppage and possible repairs in the machine system. Most commonly used method for condition monitoring of the machines in the thermal power plant system is vibration analysis. By measuring frequency and amplitude of the machine vibrations it is possible to determine what is causing that vibration with frequency analysis and how much is machine moving with amplitude analysis. After determination of main cause of increased vibrations, it is needed to plan future repairs and removal of vibration cause. Since the most loaded elements of rotating machines are the bearings and the couplings, repairs are mostly consisted of replacing those machine parts. Those repairs are mostly time-consuming and the power production is process of high importance, so sometimes it is needed to do some quick repairs to habilitate machine for short-time usage, until repairing process is suitable to carry out. Process of vibration analysis followed by present cause of increased vibration in rotating machinery repairing is presented in this paper through the example on the ventilation system for smoke drain in the coal-heated thermal power plant Kakanj, Bosnia & Herzegovina.

After this presented analysis, some conclusions could be stated as follows: - If there are characteristics of vibrations which are similar for some different faults, it is sometimes required to take physical measurements of some possible faults to have full picture of what is happening in the machine. - It is possible to reduce vibrations on the machine by reducing one of the faults which caused vibrations. - Reducing machine vibrations should make machine operative, at least until it is possible to fully repair the machine. - According to ISO 10816 levels, after the quick repair it is recommended to work with 60% capacity (550 rpm) until the main reparation process is possible. - The main repair process has removed sources of the increased vibrations, so there are no restrictions for operating with this system after the main repair process.

Erjon Selmani, Cristiana Delprete, Arian Bisha. (*Politecnico di Torino*)

ENGINE SPEED AND LOAD EFFECT ON THE SEALING CAPACITY OF A PISTON RING-PACK

The combustion chamber is ought to be perfectly sealed, however, part of the air and fuel mixture can escape from it. Among the several losses there is the gas flow from the inter-ring crevices, which is always present. This leakage is known as blow-by, and affects efficiency, correct lubrication and emissions. The amount of leakage is dependent on many factors, and among the most important are the engine speed and load, which are able to affect the system through the forces applied on it. The aim of this paper was to understand in a more detailed way how the engine speed and load could affect the sealing efficiency of a ring-pack. For this purpose, a complete range of speeds and loads were used in the simulations. The equations of the ring motions and gas dynamics has been implemented and solved in ©Ricardo RINGPAK solver. The results showed that inertia and inter-ring gas pressures drives the sealing behavior of the rings. The blow-by trend showed to decrease with the speed and increase with the load, exception made for the idle condition where the values were different to the other cases, especially at higher speeds. Among the two parameters, the engine speed resulted to affect more significantly the blow-by trend.

Ernad Beslagic, Samir Lemes, Fuad Hadzikadunic. (*University of Zenica*)

PROCEDURE FOR DETERMINING THE WIND TUNNEL BLOCKAGE CORRECTION FACTOR

Before launching a new wind turbine, it is necessary to determine its output performance. The performance can be achieved either by testing the complete wind energy converter in actual operating conditions in the natural environment or by testing the wind turbine in a wind tunnel. In addition to the many advantages offered by wind tunnel testing, there are also some disadvantages. One of them is the appearance of a blockage effect that occurs when wind turbines are tested in a closed test section of a wind tunnel. The paper briefly explains the existing methods for determining the correction factor which corrects the measured wind turbine output in a wind tunnel in order to eliminate the blockage effect. This paper is part of a project aimed at determining the blockage correction factor for helicoidal Darrieus wind turbines. This stage of the project consists of an experimental design for testing which will be carried out in an open wind tunnel with a closed test section, constructed from scratch at the university laboratory.

Eubomir Hujo, Juraj Jablonicky, Romana Janouskova, JanKosiba, Zdenko Tkac, Juraj Tulik. (*Slovak University of Agriculture in Nitra*)

MONITORING OF PHYSICAL PROPERTIES OF TRANSMISSION-HYDRAULIC FLUID BY SIMULATING THE OPERATION LOAD OF AGRICULTURAL MACHINE'S HYDRAULIC PUMP UNDER LABORATORY CONDITIONS

This work describes the results of changes in physical properties of transmission-hydraulic fluid during simulation of operating load of FHD 17 under laboratory conditions, while monitoring the effect of quality changes of the used fluid on the flow efficiency of the hydraulic pump. Aforementioned hydraulic pump is used in hydraulic system of agricultural machine. Laboratory testing equipment allows us to simulate the operational load of the working circuit of the agriculture machine's hydraulic system with the possibility of testing the operating fluids and the main elements of the hydraulic system. Hydraulic pump flow rate changes were monitored at precisely determined intervals and the influence of the physical properties of the fluid on the flow efficiency was reviewed and consequently evaluated by mathematical – statistical analysis.

Hydraulic fluids are power carriers in hydraulic system of agricultural machinery and manufacturers of these fluids must take into account specific requirements for improving their quality while reducing the environmental burden while using them in the mobile machinery. Production of the fluid of required quality with acceptable price is becoming increasingly difficult thus creates the opportunity to use fluids with accordance to strict performance specification. Simultaneously, the mean time of the oil filling change is monitored with the aim of extending the oil filling change interval. The change of the physical – chemical properties of transmission – hydraulic fluid is an important indicator of the technical condition of the hydraulic pump and fundamentally influences the operation of the individual elements of the hydraulic circuit. The evaluation of the oil filling condition is performed either in pre-scheduled intervals or continuously.

Зуєв І.О., наук.кер. д.т.н., проф.Кіяновський М.В., к.т.н., доц. Цивінда Н.І.,
(Криворізький національний університет, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Виконано аналіз послідовності операцій технологічного процесу ремонту млина та дефектів, які виникають в деталях млина під час експлуатації. Розроблено методику визначення кількісного зносу деталі стінка торцева, виконано розрахунок кількості наплавочного матеріалу та обраний метод відновлення.

The analysis of the sequence of operations of the technological process of mill repair and defects that occur in the details of the mill during operation is performed. A method for determining the quantitative wear of the end wall part, calculated the amount of surfacing material and selected the method of restoration

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Кульові млини — найбільш розповсюджені машини з усіх відомих для тонкого подрібнення, що використовуються на Криворіжжі (рис.1). При експлуатації барабанного млина зі сталевими тілами мелення (кулями), витрати на покриття витрат від зносу куль, футеровки та корпусних деталей складають одну з основних статей затрат на подрібнення і досягають вартості енергетичних затрат, а інколи і перевищують їх. Наприклад, при збагаченні криворізьких магнетитових кварцитів вартість відновлення деталей млина, складає 30-35 % загальної вартості подрібнення [1]. Тому проблема підтримання працездатності млина шляхом скорочення витрат на ремонт на сьогодні актуальна.

Для своєчасного виявлення й усунення дефектів від зношування деталей призначають планово-попереджувальні огляди й капітальні ремонти млина (табл.2). Ремонтний цикл млинів відповідає наступній схемі К-6П-ТО-6П-К.



Рис.1. Зовнішній вигляд кульового рудорозмельного млина

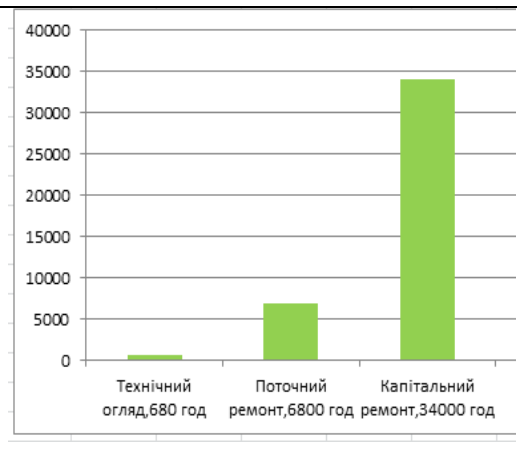


Рис.2. Рекомендуюма періодичність ремонту кульових млинів, год.

При виконанні робіт з капітального ремонту кульового млина необхідно усунути недоліки вказані в дефектному акті і здійснити такі роботи:

- здійснити демонтаж вузлів і деталей млина;
- провести дефектацію механізмів, вузлів і деталей млина згідно з вимогами експлуатаційної і ремонтної документації;
- провести заміну запасних частин з граничним ступенем зносу на нові вироби;
- відновити геометричні розміри деталей, складальних одиниць та їх технічних характеристик;
- провести збирання механізмів, монтаж їх на млині;
- провести мащення всіх поверхонь механізмів та спряжених деталей, заповнити мастилом маслянки та підшипники приводу відповідно до експлуатаційної та ремонтної документації млина;
- провести перевірку, регулювання та випробування зібраного механізму.

В процесі роботи млина відбувається знос броні барабану та торцевих стінок завантаження в результаті зтираючої та ударної дії шматків руди та тіл мелення, а також знос зубів вінцевої та підвінцевої шестерні, цапф барабану, вкладишів підшипників барабану, цапф валу підвінцевої шестерні та вкладишів підшипників цього валу. Крім того пошкоджуються багаточисельні болти кріплення броневих плит. Всі ці деталі потребують періодичного відновлення чи заміни [3].

Постановка задачі. У результаті експлуатації поверхня стінки торцевої зношується по всій поверхні, причому зношування йде нерівномірно й має різну глибину. Зношування носить місцевий характер у вигляді так званих «вимоїн» різного розміру й глибини. Зношуються також отвори під болти кріплення броні млинів, у деяких випадках на зношуваний поверхні спостерігаються тріщини різної глибини й довжини. Відновлення їх

геометричної форми має вагомe значення для правильності кріплення броньових плит.

Зазвичай для розрахунку обсягів робіт, що виконуються при відновленні деталей, використовують значення коефіцієнту придатності деталей для відновлення, що визначається за формулою [4] :

$$Kn.д. = \frac{n_{д}}{n_{деф}} \quad (1)$$

де $n_{д}$ — число деталей даного найменування, що підлягає відновленню (ремонтотпридатних);

$n_{деф}$ — загальне число деталей даного найменування, що підлягає дефектації.

Для умов роботи гірничо-металургійного обладнання, що характеризуються великими навантаженнями та суттєвою вагою деталей, цей коефіцієнт, як правило дорівнює одиниці.

Аналіз досліджень і публікацій. Процес наплавлення полягає в нанесенні на поверхню деталі шару металу, який забезпечує збільшення її розмірів або підвищення зносостійкості. В літературі є достатньо публікацій з розкриття процесу, в тому числі розроблених в інституті електрозварювання ім. Є.О.Патона. Але особливості відновлення великогабаритних деталей машин і механізмів, що експлуатуються на Криворіжжі можна зустріти тільки в патентах, технологія відновлення проектується безпосередньо відносно даної машини на підприємстві під виробничі потужності.

Викладення матеріалу та результати. Для розрахунку об'єму наплавлення стінки торцевої розвантаження кульового млина складаємо схему розрахунку (рис. 3).

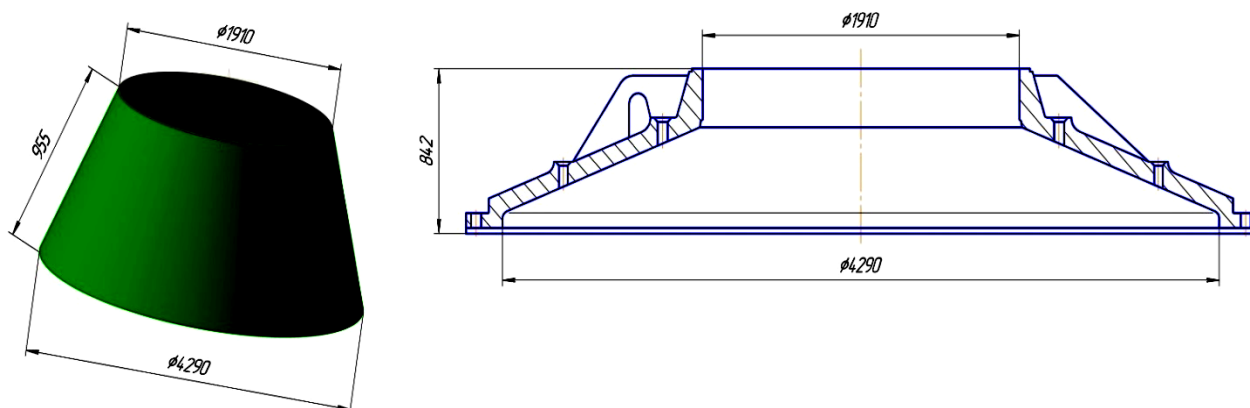


Рис.3 Схема розрахунку об'єму наплавлення

Визначаємо площу усіченого конуса за формулою:

$$S = \pi \cdot \left(\frac{D-d}{2} \right) \cdot l, \quad (2)$$

де D - діаметр основи конуса, $\varnothing 4290$ мм;

d - діаметр вершини конуса, $\varnothing 1910$ мм ;

l - довжина утворюючої конуса, 955 мм

$$S = 3,14 \cdot \left(\frac{4290-1910}{2} \right) \cdot 955 = 13627600 \text{ мм}^2 = 13,627 \text{ м}^2$$

Методи оцінки спрацювання стінки торцевої можна запропонувати тільки виробничі (вимірювання поверхні та непряма оцінка зміни експлуатаційних характеристик). Лабораторні на ГЗК не використовуються, оскільки деталі мають значну вагу (стілки торцеві від 14 тон до понад 22 тони).

Для розрахунку виробітки необхідно виконати заміри глибини зношування. Вибираємо кількість точок замірів $n=150$, товщина шаблону $H=5$ мм.

Загальна сума точок замірювання $\sum H_n = 6162$ мм.

Визначаємо похибку від шаблону:

$$H_{III} = n \cdot H = 5 \cdot 150 = 750 \text{ мм}$$

Визначаємо середню глибину виробітки:

$$H_{CP} = \sum H_n / n \quad (3)$$

$$H_{CP} = 6162 / 150 = 41,08 \text{ мм} = 0,041 \text{ м}$$

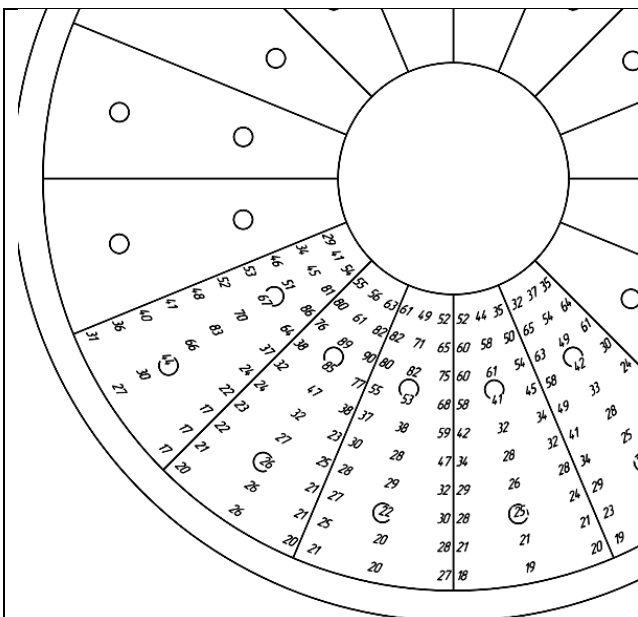


Рис.4 Точки та величини замірів по 150 точках

Рис.5 Виконання замірів на стінці торцевій

Глибину загальної виробітки, визначаємо за формулою:

$$z = \sum H_n - H_{III} \quad (4)$$

$$z = 6162 - 750 = 5412 \text{ мм}$$

Визначаємо об'єм виробітки:

$$V_B = S \cdot H_{CP} \quad (5)$$

$$V_B = 13,267 \cdot 0,041 = 0,544 \text{ м}^3 = 544 \text{ дм}^3$$

Необхідна товщина шару для вирівнювання – 8 мм.

Знаходимо об'єм вирівнюючого шару:

$$V_{ВШ} = 13,267 \cdot 0,008 = 0,109 \text{ м}^3 = 109 \text{ дм}^3$$

Загальний об'єм наплавленого шару:

$$V = V_B + V_{ВШ} = 544 + 109 = 653 \text{ дм}^3$$

Висновок. Враховуючи дослідження спрацювання деталі, для відновлення стінки торцевої обираємо метод наплавлення – електродугове наплавлення в середовищі захисних газів суцільною і порошковою проволоками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цивінда Н.І. Вибір методу відновлення деталей кульових млинів/ Цивінда Н.І., Лаухіна Л.І., Драганчук В.В. // Розвиток промисловості та суспільства. Міжнародна науково-технічна конференція, Матеріали конференції, Том 2, Кривий Ріг, 22-24 травня 2019. С.82
2. Шуханов Ж.К. Анализ о современном состоянии эксплуатации шаровых мельниц/ Шуханов Ж.К., Ибрагимова З.А., Асан А.Е., Поветкин В.В. // Труды Международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации Казахстана 2050».- Алматы, 2014.-С.335-339.
3. Ермаков В.И. Ремонт и монтаж химического оборудования/ Ермаков В.И., Шейн В.С. Л., "Химия", Ленинградское отд-е, 1981.-368с.
4. Молодык Н.В. Восстановление деталей машин/ Молодык Н.В., Зенкин А. С.: Справочник. -М.: Машиностроение, -1989.-480с.

Іванченко В.О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

КОМПЛЕКСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИПУСКУ ВУЗЛІВ БАРАБАНА ПРИВОДНОГО

Актуальність використання новітнього високотехнологічного обладнання в сучасних умовах ринку спонукає виробництво до розвитку при налагодженні виробництва. Для проектування інноваційного механоскладального цеху з випуску спектру деталей є необхідним вирішення проблеми гнучкості виробництва та документообігу.

The urgency of using the latest high-tech equipment in modern market conditions encourages production to develop while setting up production. To design an innovative mechanical assembly shop for the production of a range of parts, it is necessary to solve the problem of flexibility of production and document management.

Актуальність використання новітнього високотехнологічного обладнання в сучасних умовах ринку спонукає виробництво до розвитку при налагодженні виробництва. Для проектування інноваційного механоскладального цеху з випуску спектру деталей є необхідним вирішення проблеми гнучкості виробництва та документообігу.

Розглянувши деталі представники доцільно замінити обладнання, яке використовується в базовому технологічному процесі.

ЧПУ WHN (Q) 13/15 найвдаліший апарат, вироблений компанією "ТОС Варнсдорф" В. С. (більше 2 000 вироблених машин) універсальний верстат для точного фрезерування, координатного розточування, розточування і різання коробчастих і пластинчастих пластинчастих гвинтів і комбінованих заготовок масою до 25 000 кг [1].

WHN 130 (Q, MC) передова технологічна машина, що відповідає потребам сучасної прогресивної механічної обробки, ефективна універсальна стружко обробка статичних заготовок більшого розміру і ваги з використанням програм деталей найпрогресивніших технологічних особливостей [1,2].

Модульна конструкція дає можливість вибирати з широкого спектру додаткових ходових тяг по всіх осях. Це дає клієнтам можливість вибрати для себе машину, яка найбільш відповідає їх потребам.

Крім фрезерування, TNC 640 від HEIDENHAIN також здатний виконувати комбіновані фрезерні та токарні операції. Він особливо добре

підходить для фрезерно-токарної, HSC-і 5-осьової обробки на верстатах з числом осей до 24 [3].



Рисунок 1 – HEIDENHAIN

Орієнтоване на майстерню і універсальне управління має безліч функцій. Він особливо привабливий для наступних областей застосування [4]:

- Універсальний фрезерний верстат
- Комбіновані фрезерно-Токарні верстати
- Високошвидкісне фрезерування
- П'ятиосьова обробка з поворотною головкою і поворотним столом
- П'ятиосьова обробка на дуже великих верстатах
- Розточувальний верстат
- Обробні центри та автоматизована обробка

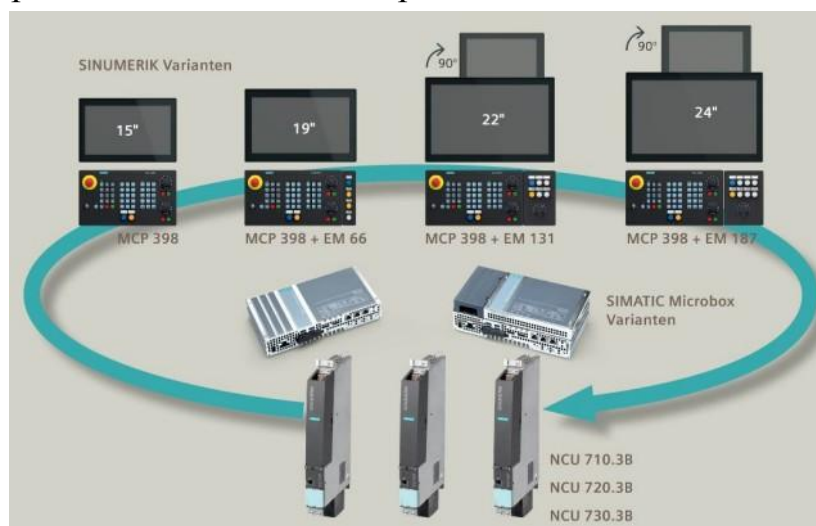


Рисунок 2 – SINUMERIK 840D sl

SINUMERIK 840D sl вважається стандартом в преміум-класі CNCs, що, безумовно, виправдано. Висока продуктивність ЧПК, поряд з гнучкістю і відкритістю, які до сих пір були недосяжні, являють собою основу майже для кожної концепції верстата. Високопродуктивна апаратна архітектура та інтелектуальні алгоритми управління, а також клас приводних і моторних технологій преміум-класу забезпечують високу динамічну продуктивність і

точність обробки. ЧПК SINUMERIK 840D sl доповнюється широким спектром рішень для інтеграції в ІТ-середовища [5].

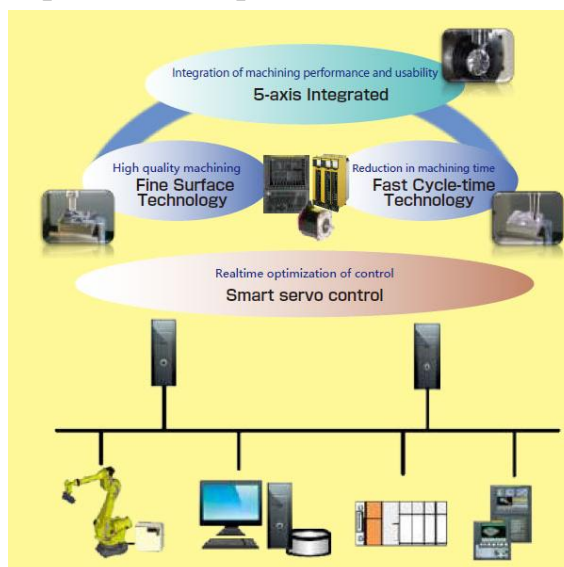


Рисунок 3 - FANUC

- Новітні технології ЧПК і серво FANUC
- Технологія Тонкої Поверхні
- Високошвидкісна обробка програм механічної обробки, що виводяться з CAD або CAM, і генерація гладких траєкторій руху інструменту забезпечують високу якість обробки.
- Швидкий цикл-час технологій

Час циклу скорочується за рахунок таких засобів, як прискорення або уповільнення в залежності від робочого стану, максимальне використання можливостей шпинделя і скорочення часу без обробки.

Для підвищення ефективності технологічної обробки деталей представників типу «Корпус» пропонується застосувати для фінішної обробки сегментне шліфування.

Шліфувальні сегментні круги використовуються для шліфування плоских поверхонь. Плоске шліфування цільними колами великого діаметра економічно не вигідно через значні відходи, підвищеного теплоутворення і можливості поломки їх при транспортуванні. Крім того, в разі появи тріщини або часткового руйнування кола доводиться цілком замінювати його і втрачати значну кількість придатного абразивного матеріалу. Ці незручності усуваються в разі застосування кіл із вставних абразивних сегментів. Такі сегменти при поломці одного або декількох з них легко замінити новими [6].

ВИСНОВКИ

Для забезпечення надійного і ефективного виробництва необхідно розглядати сучасні керуючі системи, для механообробних верстатів, керування транспортною цеховою системою, автоматизованою системою інструментального оснащення та ін.. Для забезпечення автоматизованого гнучкого механоскладального виробництва необхідно використовувати надійну керуючу систему. Також, слід обирати обладнання і оснащення, яке зможе використовувати такі системи по максимуму.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Обрабатывающее оборудование нового поколения / Под ред. В.Л. Афонина. – М.: Машиностроение, 2001. Потапов В.А.*
2. *Buffalo-machinery Офіційний сайт URL <https://www.buffalo-machinery.com/microcut/product.php?id=9> вільний - (02.09.20)*
3. *Logo Tos Varnsdorf Офіційний сайт. URL <https://www.tosvarnsdorf.cz/en/products/horizontal-milling-boring-machines/whnq-13-15-cnc/> вільний - (02.09.20)*
4. *Heidenhain. Офіційний сайт URL. https://www.heidenhain.cz/cs_CZ/produkty/cnc-rizeni/tnc-640/ вільний - (03.09.20)*
5. *Siemens Офіційний сайт. URL. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/cnc-sinumerik/automation-systems/sinumerik-840.html/> вільний - (03.09.20)*
6. *Механізми з паралельною кінематикою. URL <https://uapatents.com/8-110415-verstat-z-mekhanizmom-paralelno-strukturi-i-mekhatronnoyu-sistemoju.htm/> вільний - (03.09.20)*

Faisal Hayat, Zlatan Jukic, Iqra Abdul Gaffar. (*Completed Bachelors in Computer Science from The University of Lahore*)

A DYNAMIC CALL ADMISSION CONTROL SCHEME AND PERFORMANCE MODELING FOR 4G LTE NETWORKS

In long term evolution (LTE) also called 4G networks, the number of service classes have been increased and call admission control (CAC) strategies are implemented to fulfill the QoS requirements. Very efficient and dynamic call admission control (CAC) strategies are still required to guarantee quality of service while achieving better utilization of network resources. CAC schemes based on bandwidth reservation, bandwidth degradation and preemption have been proposed with the aim of better utilization of network resources. Markov chains have been used to evaluate the proposed CAC scheme along with necessary simulations for validation.

Franc Majdic. (*University of Ljubljana, Ljubljana*)

DESIGN AND TESTING OF A TWO-STAGE WATER-HYDRAULICS PRESSURE-RELIEF VALVE

Power-control hydraulics is an important technology used in many industries, but it can be problematic due to its impact on the environment. Using water instead of mineral hydraulic oil is one of the ways to protect our environment. However, there is a lack of components suitable for water hydraulics. The aim of this work was to design and test a two-stage pressure-relief valve, appropriate for use in a water-hydraulics system. The valve was designed for pressures up to 40 MPa and for flow rates up to 50 l/min. In the design process we used both analytical and numerical approaches. One of the important goals was for the valve to be as simple as possible to manufacture. The prototype of the valve was made and the basic measurements were taken. Based on the first results obtained from the experiments, the valve design was modified in the direction of a simpler valve manufacturing process with higher quality.

Nowadays we cannot imagine life without technology; it is almost universal. One of the important ways that power is transferred is with hydraulics, where a fluid is used for the power transfer. Different kinds of hydraulic fluids are in use, the most used are hydraulic mineral oils (a more than 80% share). Most of these hydraulic fluids are hazardous to the natural environment and to humans. Unfortunately, hazardous hydraulic fluids spill into the environment frequently. There are three possible solutions, the first is to use biodegradable oils, the second is to use ecology-friendly ionic liquids and the third is to use water as a hydraulic fluid. If we want to change from oil to water hydraulics, a lot of different hydraulic components are needed. An important missing component is the two-stage pressure-relief valve.

UDK 681.5:622 (075.8)

Isad Saric, Jasmin Smajic, Adis J. Muminovic. (*Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo*)

INTEGRATED DEVELOPMENT AND DESIGN OF GEARS REDUCTION DRIVE

This paper presents the methodology for integrated product development and design. Gears reduction drive was chosen as example. For design process, advance 3D methods and technologies was used, technologies such as: 3D geometric parametric modeling of virtual prototype, simulation of working principles, manufacturing of real prototype using additive manufacturing (3D printing) and usage of augmented reality. In conclusion part of the paper, using results from this research, advantages of integrated product development and design are highlighted, with special focus on influence of this methodology on students education at Faculty of Mechanical Engineering in the field of mechanical power transmissions.

Josip Kacmarcik, Nermina Zaimovic-Uzunovic, Samir Lemes. (*University of Zenica*)

REVERSE ENGINEERING USING 3D SCANNING AND FEM ANALYSIS

A reverse engineering process of a part including 3D scanning, CAD modeling and FEM analysis is presented in the paper. A cast bearing support has been selected as an example part for the investigation. The final goal of the investigation was to determine maximal allowable radial bearing load of the part. The parametric solid model necessary for the FEM was designed in CAD software using polygonal surface model of a part obtained by 3D scanning and subsequent data processing in 3D scanning software. A handheld scanner working on structured light principle was used for the scanning. The direction and intensity of the maximal allowable force was determined via FEM simulations in which different loading configurations were varied.

У статті представлений процес зворотного проектування деталі, що включає тривимірне сканування, САПР-моделювання та аналіз МЕК. В якості прикладу для розслідування було обрано опору для литого підшипника. Кінцевою метою дослідження було визначити гранично допустиме радіальне несуче навантаження деталі. Параметрична твердотільна модель, необхідна для МКЕ, була розроблена в програмному забезпеченні САПР із використанням полігональної моделі поверхні деталі, отриманої за допомогою 3D-сканування та подальшої обробки даних у програмному забезпеченні для 3D-сканування. Для сканування був використаний портативний сканер, що працює за принципом структурованого світла. Напрямок та інтенсивність максимально допустимої сили визначали за допомогою моделювання FEM, в якому змінювались різні конфігурації навантажень.

3D scanning has allowed developers, manufacturers, and engineers to produce extremely high-quality likenesses, molds, prototypes, and parts for products and research. Because automotive engineers, aerospace technicians, and medical researchers use molds, casts, and printed parts to better analyze and improve their methods, they need the highest quality scans possible.

If a 3D scanner misreads data from a curve in an engine part or a valve in a replica of the human heart, the resulting research would be lacking in clarity and precision. Reverse engineering scanners have greatly supplemented the production process because it allows engineers to measure accurate data and reproduce objects almost exactly as they were first manufactured.

Being able to deconstruct an object to study its architecture and intricacies is crucial for competitive data analysis. Laser 3D reverse engineering gives manufacturers the information they need to increase a product's usability, prevent future errors and make necessary improvements.

A product that has grown popular for its affordability and compact size is the 3D hand scanner. While the technology may seem like the best bang for your buck or like the simplest way to introduce yourself to 3D scanning, there are a few things you should know before making an investment.

Whether you are a plant manager, a product engineer or a brand

manufacturer, you'll want to ensure quality to your customers. 3D scanners make it easy to get the information you need for the recreation and improvement of products, but measuring that data accurately means you'll have to know which scanners work best and why.

The purpose of 3D scanning reverse engineering services is to be able to recreate printed adaptations or precise scans that give you accurate information about a product's makeup. Through their intricate technical workings, scanners pick up information you otherwise might miss due to natural human error.

Handheld 3D scanner reverse engineering will make scans more difficult to obtain than scans from non-mobile scanners.

In many cases, the best 3D scanner for reverse engineering is a non-contact metrology solution due to its elimination of imprecision.

Aerospace, casting, automotive, medical and many other fields rely on precise data from advanced technology. In order to have high-resolution scans, you need automated systems that steadily rove over the object you are gathering data for. It will catch all the measurable points more definitively than 3D hand scanners.

Quality data is essential to reverse engineering because parts must be able to be deconstructed and reconstructed perfectly. One unstable measurement could skew the reverse engineering 3d model creation of complex geometric shapes, and you'll end up spending unnecessary time correcting the misread data.

The machinery is not attached to a mechanical arm that slowly and steadily gathers measurable data from the object you are scanning. You must collect the data yourself and make sure that you get a scan from every required angle. Oftentimes, the fallibility of these machines is because of an unsteady hand using the scanner.

Humans are also likely to move too close or too far from the object they are scanning, which creates inconsistencies when the data is being pieced together on screen.

On the other hand, automated machinery collects data more reliably because of its steady probe over the body of the object.

The hardware and software work seamlessly and undisrupted. This allows manufacturers and engineers to save in labor and production costs because fewer iterations need to be printed and fewer employees are required to be on the floor, giving them more time to focus on other parts of their workflow.

One thing that has given 3D scanners attention because of their extremely high resolution is the fact that Capture 3D uses blue light technology to create more comprehensible, more easily digestible information. The light probes over the surface to collect data points rather than having to use a touch probe.

Even though 3D hand scanners have the same hardware and software as their non-mobile counterparts, they lack the ability to produce high-resolution scans good enough for the purposes of quality laser reverse engineering.

The blue light technology in handheld scanners does not guarantee a perfect scan — it's a stronger camera that may in fact still fall prey to errors caused by humans.

Reverse engineering scanners allow you to deconstruct products to study their inner workings and research new ways to improve parts.

Smart software, when working in combination with advanced hardware, brings layers and depth to the research field. Products, parts and the inner workings of machines can be viewed as they never have been before because of the strength of 3D scanning technology.

In just seconds, you can capture the complete image of the product you are analyzing and copy it for CAD model creation.

To enhance your understanding of a product and further adapt it to meet the needs of your company and customer demands, you'll need quick, efficient and reliable technology.

Handheld 3D scanner reverse engineering products may seem suitable if you are scanning smaller items, but oftentimes smaller objects have more detailed surfaces.

If your handheld scanner produces a low-quality image, it must be rescanned. This takes away manpower from the production floor and makes for a disjointed workflow because of unexpected setbacks.

You can remove the stress of scanning multiple times to fix mistakes by investing in an automated metrology machine. You'll optimize production time and be able to rely on the precise scans non-mobile scanners produce.

Handheld 3D scanners can still pick up on detailed objects. The resulting clarity of images produced from data measurements on a handheld device may not be as strong as images gathered from a scanner connected to a mechanical arm, however.

Since scans create the models you'll use in production and research, you want those scans to be top notch. You can be more confident that high-resolution images will result in well-designed models and more accurate final products when you use non-mobile metrology.

Jovana Jovanovic, Sun Xiaoqin, Milena Djukanovic. (*Univerzitet Union Nikola Tesla, Beograd*)

**PROJECTS OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES: AN
ANALYTICAL OVERVIEW OF THE WINDFARM'S ELECTRICITY
GENERATION ON THE HILLSIDE MOZURA**

Alternative energy management thrives for a long time. ... With the ongoing wind energy projects, an adequate share of wind generator's farms in annual electricity production from renewable energy resources in Montenegro is estimated to be 11.4 %. This paper analyses the concrete exemplar of wind generator's farm, located in hilly area of the southern part of Montenegro, called Možura: the installed power of wind generator's farm; electricity dispatch among constituent parts of wind generator's farm; electricity production within the wind generator's farm; investment analysis; the generated noise level per a wind generator of Možura wind farm and CO₂ emission reductions (savings). Additionally, attached is the prognosis of future development of renewable energy resources up to 2025th year for Montenegro. Logistic metrics, numerical data, and analytical approach are used to underpin this research. Results are analytically, narratively discussed per sections and subsections through tabular displays and graphics, which are added to complete the analysis.

Ковальчук Є.П., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

КОМПЛЕКСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

На підставі аналізу базового технологічного процесу дані рекомендації по його зміні з урахуванням принципів концентрації і автоматизації запропонована концепція гнучкого виробництва. В роботі показано, що точність контрольних операцій можливо підвищити шляхом винесення за межі верстату вимірювального пристрою з датчиками. При цьому забезпечується виключення похибки верстату, технологічної системи верстату в результатах вимірювання. Така організація контрольних операцій дозволяє виключити використання окремих операцій після операційного контролю.

Based on the analysis of the basic technological process, recommendations for its change are given, taking into account the principles of concentration and automation, the concept of flexible production is proposed. The paper shows that the accuracy of control operations can be increased by taking out of the machine measuring device with sensors. This eliminates the error of the machine, the technological system of the machine in the measurement results. This organization of control operations eliminates the use of individual operations after operational control.

При проектуванні інноваційного механоскладального комплексу, проведений аналіз базового ТП виробів які виготовлюються на виробництві. На базовому підприємстві випускають печі випалення будівних сумішей. Змішувач забезпечує механічне мікшування сипучої дрібнозернистої сухої структури за рахунок механічного впливу на потік матеріалу. Механічне мікшування виконується парою лопатних систем, установлених в загальному корпусі горизонтально [1]. До схожих по типу виробів можна віднести транспортери (конвеєрні), редуктори для транспортерів, корпуси для різних типів змішувачів та ін..

Системне проектування інноваційного комплексу потребує використання високоавтоматизованих гнучких верстатів.

Для виготовлення деталі представника «корпус» запропонований горизонтальний токарно-фрезерний центр «ТМД-42СL» [2]. Характеризуються високим ступенем точності і продуктивністю. У стандартній комплектації на верстат встановлюється С- вісь і 16 інструментів, 8 з яких приводні (4 осьові і 4 радіальні позиції), що дозволяє обробляти деталі високої складності, тобто дозволяє різко збільшити продуктивність обладнання. Відмінною особливістю моделі ТМА є наявність керованого по трьох осях супорта, на якому розташовуються інструменти, що дозволяє значно скоротити час обробки складних елементів.

Деталь представник «вал» пропонується обробляти на токарно-фезерному оброблювальному центрі HURCO VMX 42Ui [3]. Новітня система керування Hurco включає більше 25 нових характеристик, що підвищують продуктивність, дозволяючи тим самим набагато збільшити загальну продуктивність. Великий інструментальний магазин на 18 інструментів, заміна інструменту займає 0,2 секунди.

Контрольні операції пропонується виконувати без перестановки деталі, на верстаті з допомогою контрольно-вимірювальних щупів [4,5]. Для скорочення часу на вимірювальні операції і підвищення точності, пропонується винести контрольний пристрій за межі верстату. Контрольно-вимірювальний пристрій розміщується на стенді біля верстату, контроль виконується промисловим роботом маніпулятором з контрольно-вимірювальним щупом установленим в інструментальний патрон, який забезпечую контроль деталі по всьому xx периметрі.

Завдяки застосуванню контактних щупів, скорочується час наладки, збільшується час експлуатації верстата. Функції налагодження, вимірювання і контролю можуть бути реалізовані в ручному режимі або управлятися програмою, спільно з системою ЧПК (більшість СЧПК підтримує даний функціонал) [5,6]. Для вимірювання, пропонує щупи триггерного принципу дії серії. дані контактні щупи встановлюються в інструментальний патрон вручну, або за допомогою автоматичного змінника інструменту. Залежно від циклів виміру системи ЧПК.

Отримана інформація про стан обробки буде передаватися на монітор оператора, в дистанційному режимі оператор може реагувати на браковані деталі і слідкувати за станом інструменту [6,7]. Таким, чином в проектному варіанті підвищується автоматизація і гнучкість інноваційного механоскладального комплексу в цеху і в цілому.

В проекті пропонується транспортна система, яка при необхідності може забезпечити повну автоматизацію. Для виробництва в сучасних умовах необхідно забезпечити максимально можливу автоматизацію з раціональним економічним підходом. Для проектного варіанту пропонується використання сучасної інноваційної транспортної системи [8]. Сучасне транспортне обладнання дозволяє майже повністю автоматизувати транспортну і завантажувальну роботу, без участі людини. Для переміщення деталей по цеху пропонується використовувати автоматизовані теліжки. Автоматизовані візки працюють, як по програмі без участі людини, так і по голосовим командам або на пульті. Це дозволяє використання сучасного оснащення для переміщення заготовок по дільниці, завантаження деталей з допомогою роботизованих маніпуляторів на верстаті для обробки деталей і після обробки транспортувати деталі на наступні операції і на склад після обробки

деталей. Необхідно приділити особливу увагу для переміщення готових деталей на складальне відділення. Виготовленні деталі необхідно подавати на складальну операцію відразу на початок складальної операції. Для точного розрахунку необхідного часу для переміщення деталі в проекті розробляється циклограма складання і циклограма виготовлення виробу. Такий підхід дозволить забезпечити неприливний процес складання деталей і підвищити ефективність всього виробництва

ВИСНОВКИ

Таким чином було запропоновано використання сучасного механообробного багатофункціонального обладнання і оснащення, що дозволяє максимально сконцентрувати операції на одному верстаті, поділяючи їх на переходи. Для забезпечення виключення похибки верстату на контрольній операції пропонується винесення контрольного пристрою за межі верстату. При цьому забезпечується виключення похибки верстату, технологічної системи верстату в результатах вимірювання. Такий підхід к проектуванню сучасного інноваційного цеху дозволяє підвищити ефективність виробництва, розширити номенклатурний ряд деталей для підвищення конкурентно-спроможності на сучасному ринку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григорова Н.С. *Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматизованого виробництва: Монографія.* – Луцьк, Надстир'я, 2008. – 520с.
2. TMD-42CL *Офіційний сайт.* URL- <http://www.arix.com.tw/TM42de.html>
3. HURCO VMX 42Ui *Офіційний сайт.* URL- <http://koda.ua/ukr/products/desc.html?id=833>
4. Зайцев С.А. *Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев, Д.Д. Грибанов, А.Н. Толстова, Р.В. Меркулов.* – Москва: Академия, 2002. – 464 с.
5. Н.М. Капустин, П.М. *«Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для втузов» / Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н.М. Капустина– М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.*
6. *Современные технологии в машиностроении: К юбилею Ф.Я. Якубова // Сб. научных статей / Под ред. А.И. Грабченко.* - Харьков: НТУ «ХПИ», 2007.-544 с.
7. Бражкин Б.С. *Координатно-измерительные машины для контроля тел. вращения / Б. С. Бражкин, Н. И. Исаев, А. А. Кудинов, В. С. Миротворский.* – Москва: Миттель Пресс, 2012. – 207 с.
8. Харченко А.О. *Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие для студентов вузов.* – К.: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с

Корчма Д.О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЛАКУВАННЯ СТРУМОПРОВІДНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

В роботі запропоновано інструмент місцевого зміцнення струмопровідних поверхневих шарів металевих деталей, шляхом обкатки диском в магнітному полі з одночасним використанням струму, що виникає в зоні контакту диску за рахунок уніполярного генератора Фарадея.

The paper proposes a tool for local hardening of conductive surface layers of metal parts by running the disk in a magnetic field with the simultaneous use of current arising in the contact zone of the disk due to the unipolar Faraday generator.

Ідея відноситься до галузі техніки, а саме до технології зміцнювальної обробки деталей шляхом механічної обробки з одночасним пропусканням наведеного струму на диск який контактує з деталлю і може бути використана для зміцнення поверхонь тертя деталей машин.

Проаналізовані існуючі схеми та конструкції інструментів для електромеханічної обробки [1-5]. За аналог взято принцип конструкції інструменту, роботу якого було вдосконалено для покращення робочих характеристик [6].

За прототип взято інструмент, який має державку з двома пружинними охолоджуваними роликками, струмопідводу для з'єднання зміцнювально-демпфуючих елементів роликів з джерелом струму і систему контролю і підтримки температури робочої поверхні зміцнювально-демпфуючих елементів роликів в необхідному діапазоні. На роликках закріплені знімні зміцнювально-демпфуючі елементи в формі кільця. Струмопідвід містить виконані з хімічно і електрично однорідних матеріалів на пристрої з нерухомими контактами і пов'язаними з останніми через рідке середовище, яке має велику електричну провідність, рухливими контактами і елементами механічного та електричного зв'язку. Недоліками відомих конструкцій інструменту такого типу є:

- вплив хвильового випромінювання;
- необхідність допуску до роботи тільки висококваліфікованих співробітників;
- досить велика енергоємність процесу.

Враховуючи це буда розроблена принципово нова конструкція інструменту й принципу його дії.

В основу корисної моделі поставлена задача створення конструкції плакуючого інструменту без додаткових джерел енергії та надійним закріпленням обробляючого елемента, який має необхідну жорсткість й

стабільне нанесення покриття на оброблюваний елемент або деталь.

Інструмент, що пропонується, відрізняється такими властивостями як:

- енергозберігаючими властивостями;
- відсутність зовнішнього приводу;
- адаптивність;
- відносна простота конструкції;
- можливість перенесення будь яких струмопровідних матеріалів.

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

Таким чином, спосіб місцевого зміцнення струмопровідних поверхневих шарів металевих деталей шляхом обкатки поверхні металевим диском в магнітному полі з одночасним використанням струму що виникає в зоні контакту диску, за рахунок уніполярного генератора Фарадея, може наносити найтонші шари нанопокриття від 2 до 50 нм.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Ковалевский С.В. Комбинированная механическая обработка деталей типа тел вращения с использованием электропластического эффекта / С.В. Ковалевский, В.И. Тулунов // *Нейросетевые технологии и их применение : сб. трудов междунар. науч. конф. "Нейросетевые технологии и их применение – 2004"*. – Краматорск : ДГМА, 2004. – С. 130– 136
- 2.Тулунов В.И. Повышение эффективности использования электрической энергии для поверхностного упрочнения детали при чистовом точении / В.И. Тулунов // *Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку : матер. шостої Міжнар. наук.-тех. конф. 2–5 черв. 2008 р. / за заг. ред. В.Д. Ковальова.*– Краматорськ : ДДМА, 2008. – С. 131. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с
- 3.Надольский В.О., Дудкина Н.Г., Яковлев С.А., Наумичев С.Б., Павлов А.В. Технологии электромеханической обработки и её новые варианты // *Материалы между. практ. конф. "Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций"*. – Санкт-Петербург: СПГПУ. – 2007
- 4.Ковалевский С.В. Поверхностная обработка импульсным магнитным полем деталей машин / С.В. Ковалевский, В.И. Тулунов // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. пр. – Вип. 19.* – Краматорськ ; К., 2006. – С. 181–185.
- 5.Электромеханическая обработка: технологические и физические основы, свойства, реализация / В.П. Багмутов, С.Н. Паршев, Н.Г. Дудкина и др. – Новосибирск : Наука, 2003. – 318 с.
- 6.Горленко А.О., Шевцов М.Ю. Брянский государственный технический университет, г.Брянск, Россия: повышение качества поверхностного слоя методом комбинированной электромеханической обработки // *современные материалы, техника и технологии, №5 (20), 2018*

Костюков І.О., Шахбазян В.Ф., Кравченко Д.Ю. наук. кер. к.т.н., проф.
Гринь О.Г. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ЕФЕКТІВ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ВОЛОЧІННІ ПОРОШКОВОГО ДРОТУ

У роботі надано результати досліджень нагрівання оболонки порошкового дроту при волочінні. Проаналізовано тепловиділення при волочінні самозахисних порошкових дротів з оболонками з сталей 08kp і 65Г з метою вивчення його впливу на складові осердя. Визначено, що використання стрічки зі сталі 65Г для порошкових дротів не приводить до перегріву осердя вище критичної температури, при якій відбувається дисоціація газошлакоутворюючих і окиснення легуючих компонентів.

The paper presents the results of investigations of heating of the cored wire sheath during drawing. The heat generation during drawing of self-shielded flux-cored wires with shells made of 08kp and 65G steels is analyzed in order to study its effect on the core components. It has been determined that the use of a 65G steel strip for flux-cored wires does not lead to overheating of the core above the critical temperature at which the dissociation of gas-slag-forming and oxidation of alloying components.

У зв'язку зі зростанням вимог до якості наплавленого металу, його хімічної й механічної однорідності, усе більше поширення мають порошкові дроти з оболонкою з вуглецевих і легованих сталей [1,2].

При волочінні порошкового дроту неминуче відбувається нагрівання її оболонки.

Залежно від матеріалу оболонки порошкового дроту тепловиділення при волочінні буде різним. У роботі [6] відзначено, що тепловий ефект за інших рівних умов тим більше, чим більше вихід тепла, опір деформуванню й ступінь деформації. При волочінні [3] обсяг металу залишається постійним, тому механічна робота, що витрачається на волочіння, за винятком невеликої частини, що йде на збільшення внутрішньої енергії, що виявляється в утворенні наклепу, трансформується у вигляді тепла. За даними [5] під час волочіння низьковуглецевого дроту майже вся механічна робота перетворюється в тепло, а під час волочіння вуглецевого дроту (0,6% С) незалежно від структури металу близько 10% механічної роботи йде на збільшення внутрішньої енергії. При волочінні дроту частка тепла, що виникає в осередку деформації від зовнішнього тертя, може розподілятися наступним чином: 80% тепла поглинається дротом і 20% волокою.

Тепловий стан системи «осердя - оболонка» в процесі волочіння порошкових дротів і плавлення багато в чому визначають їх зварювально-технологічні властивості. Закономірності теплового стану системи під час волочіння самозахисних порошкових дротів з оболонкою зі стрічки різного хімічного складу висвітлені обмежено.

Метою даної роботи є аналіз тепловиділення при волочіння самозахисних порошкових дротів з оболонками з сталей 08кп і 65Г з метою вивчення його впливу на складові осердя.

Під впливом тепла, що виділяється під час волочіння, можливий нагрів оболонки порошкового дроту до таких температур, при яких немінуча дисоціація газотворюючих компонентів і окислення легуючої частини осердя.

Експериментальне дослідження процесу волочіння порошкових дротів робили на спеціальному волочильному однобаранному стані (рис.1).

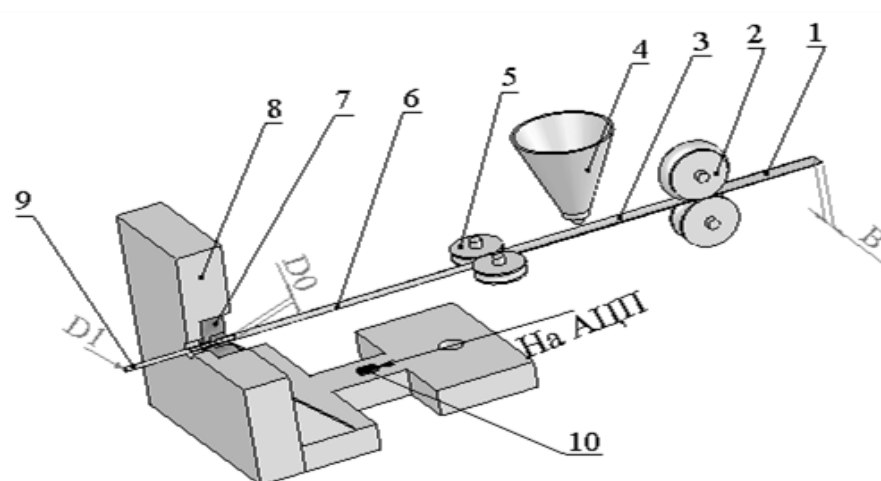


Рисунок 1 – Експериментальна установка для волочіння порошкового дроту: 1 – металева стрічка; 2 - профілезгинаюче обладнання; 3 – сформований жолоб; 4 – автоматичний дозатор; 5 – ролики, що калібрують; 6 – заготовка порошкового дроту; 7 – філь’ера ; 8 – волокоутримувач; 9 – порошок дріт; 10 – система тензодатчиків.

Оцінка ступеня деформаційного розігріву й впливу на нього матеріалу стрічки виконувалася за результатами розрахунків температури нагрівання по перетину оболонки порошкових дротів

Для експериментальних досліджень були виготовлені порошкові дроти, що мають один склад наповнювача, а в якості оболонки використовувалися широко застосовувана стрічка зі сталі 08кп, а також 65Г. Про застосування останньої, при виготовленні порошкових дротів, практично немає інформації в літературі. В обох випадках використовувалася стрічка розміром 0,5x12 мм, що дозволило забезпечити однаковий коефіцієнт заповнення порошкового дроту.

Сила волочіння фіксувалася за допомогою тензодатчиків, вбудованих в утримувач філь’ери, показання реєструвалися за допомогою тензостанції,

підключеної за допомогою аналого-цифрового перетворювача до волочільного стану.

У якості вихідних даних прийняли: швидкість волочіння $V_1=6$ м/хв, матеріали оболонок: сталь 08кп ($\sigma_{0,2}=230$ МПа) і сталь 65Г ($\sigma_{0,2}=400$ МПа), довжина осередка деформації приймається рівній довжині робочої зони філь'єри. При обчисленнях зроблено допущення про те, що процес волочіння адіабатичний, отже все тепло деформаційного розігріву передається оболонці порошкового дроту товщиною δ .

Максимальна сила волочіння спостерігається на першому переході 3,72-3,24мм. Можна припустити, що максимальне тепловиділення буде на даному переході. Повна потужність пластичної деформації при волочінні дорівнює:

$$W = P \cdot V , \quad (1)$$

де P – сила деформації;

V – швидкість волочіння.

Максимальні значення величини потужності пластичної деформації порошкових дротів з оболонками зі сталей 08кп і 65Г: $W_{08кп}=272$ Вт; $W_{65Г}=463,5$ Вт.

Теплові ефекти пластичної деформації розраховані по формулі:

$$W_T = \eta_{вих} \cdot W , \quad (2)$$

де W_T - потужність, яка перетворилась в тепло;

W - потужність, сприйнята деформованим тілом;

$\eta_{вих}$ - коефіцієнт виходу тепла.

На підставі даних [3] прийняті коефіцієнти виходу тепла: $\eta_{вих\ 08кп}=0,9$ - для сталі 08кп і $\eta_{вих\ 65Г}=0,8$ - для сталі 65Г.

З урахуванням формули (2) максимальний тепловий ефект пластичної деформації при волочінні розглянутих матеріалів складе $W_{T08кп}=244,8$ Вт й $W_{T65Г}=370,4$ Вт. У міру зниження величини приросту обтиснення тепловий ефект зменшується, причому більш інтенсивно в оболонці зі сталі 65Г.

При адіабатичних умовах процесу деформування, підвищення температури (T) в елементарному об'ємі, відбувається відповідно до залежності [6]:

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{\sigma_i \cdot \varepsilon_i}{c \cdot \rho} , \quad (3)$$

де τ - час;

c – питома теплоємність;
 σ_i – інтенсивність напруги;
 ε_i – інтенсивність швидкостей деформації;
 ρ – щільність матеріалу.

Виходячи з умови (3) приріст температури через деформаційний розігрів можна визначити по наступній формулі:

$$\Delta T = \frac{W_T}{c \cdot \rho \cdot \Omega} \cdot \Delta \tau, \quad (4)$$

де Ω – обсяг контактної оболонки, що нагрівається, порошкового дроту, дорівнює добутку площі вогнища деформації на товщину оболонки порошкового дроту δ на даному переході ($\delta_{3,24}=0,5$ мм).

Розподіл температури в поперечному перерізі порошкового дроту при її нагріванні в процесі волочіння нерівномірно, тому що теплопровідність шихти осердя нижче за теплопровідність металу оболонки. Максимальна температура нагрівання оболонки порошкового дроту трубчастої конструкції змінюється в межах 400...470 °С. Нагрівання сердечника дроту походить від оболонки до центру, причому в прилягаючому до оболонки шарі порошку можливе нагрівання до температур, рівних температурі оболонки. У зв'язку із цим необхідно розглядати температуру нагрівання порошку рівну температурі нагрівання оболонки як максимально можливу. Ефективність нагрівання осердя залежить від його складу. Дослідження проводилися із застосуванням шлакової основи рутит – карбонатного типу. До складу сердечника входять також розкислювачі й залізний порошок.

Відомо, що найменшою температурою початку дисоціації має мармур ($T_{\text{дис}}=440^\circ\text{C}$), а мінімальна температура початку окиснення характерна для фероалюмінію ($T_{\text{окисн}}=570^\circ\text{C}$). Час пластичного нагрівання оболонки становить 0,05 с.

Результати досліджень показали, що використання стрічки зі сталі 65Г для порошкових дротів не приводить до перегріву серцевини вище критичної температури, при якій відбувається дисоціація газо-шлакоутворювальних і окиснення легуючих компонентів.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.^{2nd} International Conference Science and higher education in function of sustainable development/A.G. Grin, I.A. Boyko, SED 2009,Uzice, Serbiy, 152-158.
2. Керування якістю наплавлення через матеріал оболонки порошкового дроту. / Гринь А.Г., Карпенко В.М., Богуцький А.А., Бойко І.А. // Вісник ДГМА -2006, № 2(4) 3. 21-26
3. Губкин С. І Пластична деформація металів. - М.: Металлургиздат, 1960. - Т.2 – 416 с.

4.Механічні властивості металів при обробці тиском, / А.У. Третьяков, Г.Д. Трофімов, У.І. Зюзин, - М.: Металургія – 1964. - 220 с.

5.Гринь А.Г, Грибков Э.П, Свиридов А.В. Математичне моделювання напружено-деформованого стану при волочінні порошкового дроту. Тематичний збірник наукових праць. - Краматорськ: ДГМА, 2007.

6.Степанский Л. Г Розрахунки процесів обробки металів тиском. - М.:Машинобудування,1979 – 215 с.

Куратнік Т.В. (Україна, м. Полтава, Комунальний заклад Полтавська гімназії «Здоров'я» №14 Полтавської міської ради Полтавської області)

РЕАЛІЗАЦІЯ STEAM- ПРОЕКТІВ ЗАДЛЯ РОЗВИТКУ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ В ОСЕРЕДКУ МАН

Переорієнтація освіти на таку, що відповідає запитам майбутнього, ґрунтується на міжпредметних знаннях та вміннях, передбачає застосування компетентностей у високотехнологічному, швидкозмінному та полікультурному суспільстві є головним вектором цілого ряду освітніх систем. На думку спеціалістів, зазначені цілі реалізуються шляхом впровадження так званої STEAM-освіти. У чому особливість STEAM-освіти і які можливості запровадження такої системи у навчально-виховний процес сучасних освітніх закладів, зокрема реалізацію STEAM- проектів задля науково-дослідницької діяльності учнівської молоді в осередках МАН представлено у даній статті.

The reorientation of education to one that meets the demands of the future, is based on interdisciplinary knowledge and skills, involves the use of competencies in a high-tech, fast-changing and multicultural society is the main vector of a number of educational systems. According to experts, these goals are realized through the introduction of so-called STEAM-education. What is the peculiarity of STEAM-education and what are the possibilities of introducing such a system in the educational process of modern educational institutions, in particular the implementation of STEAM-projects for research activities of students in the IAS centers are presented in this article.

Перехід до інноваційної освіти європейського рівня передбачає підготовку фахівців нової генерації, здатних до сучасних умов соціальної мобільності, засвоєння передових технологій. За нинішніх умов в Україні затребуваними стають: ІТ-фахівці, програмісти, інженери, професіонали високо технологічних виробництв, фахівці біо- і нанотехнологій. Здобуття сучасних професій потребує всебічної підготовки із різних освітніх областей природничих наук, інженерії, технологій та програмування, напрямів, які охоплює STEM-освіта. Головна мета STEM-освіти полягає у реалізації державної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту» щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в навчально-методичній діяльності на всіх освітніх рівнях; створенні науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності науковопедагогічних працівників. STEM–освіта – категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких визначає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці. STEM–освіта здійснюється через міждисциплінарний підхід у побудові навчальних програм закладів освіти різного рівня. Акронім STEM (від англ. Science – природничі науки, Technology – технології, Engineering – інженерія,

проектування, дизайн, Mathematics – математика) визначає характерні риси відповідної дидактики, сутність якої виявляється у поєднанні міждисциплінарних практико орієнтованих підходів до вивчення природничо-математичних дисциплін. Водночас, у STEM-освіту активно включаються творчі, мистецькі дисципліни, об'єднані загальним терміном Arts (позначення відповідного підходу – STEM and Arts). Актуальними STEM and Arts напрямками є промисловий дизайн, архітектура, індустріальна естетика тощо. Використання провідного принципу STEM-освіти – інтеграції – дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, технологізацію процесу навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня. Це також сприяє більш якій підготовці молоді до успішного працевлаштування та подальшої освіти, яка вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Основні ключові компетентності концепції «Нової української школи», а саме: спілкування державною та іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здорове життя, гармонійно входять в систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина [2].

Серед факторів інноваційного розвитку в Україні важливе місце належить відновленню конкурентоспроможності української науки, формуванню майбутньої наукової еліти країни.

Однією з найефективніших форм науково-дослідної діяльності учнів є Мала академія наук (МАН), яка сприяє розвитку дослідницьких здібностей юних науковців, формуванню навичок ведення наукового дослідження, аналізу отриманих результатів, їх оформлення, розвиває вміння презентувати власні здобутки, формуючи навички конкурентоспроможності, вміння відстоювати власні погляди. У межах МАН старшокласники проходять перші етапи становлення як науковці.

Пріоритетним вектором організації науково-дослідницької діяльності юних науковців є STEAM-освіта, зорієнтована на винахідництво та інноватику. STEAM технології створюють оптимальну наукову платформу для учнівських досліджень, адже дозволяють інтегрувати знання різних дисциплін, проводити різноманітні досліди, генерувати нові ідеї, створювати сучасні винаходи.

Активне впровадження STEAM-освіти в умовах становлення Нової української школи відбувається через реалізацію STEAM проєктів.

Проект як засіб реалізації STEAM-освіти дозволяє органічно інтегрувати знання учнів з різних дисциплін під час розв'язання реальних проблем, обумовлює їх практичне використання, генерує при цьому нові ідеї, формує всі необхідні життєві компетенції, зокрема, полікультурні, мовленнєві, інформаційні, соціальні [1; 6]

Технології є саме тим навчальним предметом, який якнайкраще демонструє інтеграцію знань та вмінь учнів з різних предметів. Виконуючи роботу над кожним навчальним проектом учням потрібно самостійно спроектувати майбутній виріб, при цьому використати знання з математики, фізики, хімії, інформаційних технологій, мистецтва, біології за для створення функціонального, цікавого та нового виробу. У такому випадку учні вбачають дієвий зв'язок теорії з практикою життя.

STEAM проекти можуть мати як навчальний так і експериментально-дослідницький характер. Існують певні вимоги щодо реалізації таких проектів: по-перше, тема проекту повинна бути актуальною та конкретною, спрямованою на вирішення визначеної проблеми; по-друге, учитель виступає керівником, організатором, консультантом, тьютором проекту, тобто націлює роботу учнів в потрібному напрямку, але не втручається в сам процес дослідження; по-третє, потрібно створити необхідні умови для проведення учнівського експерименту, звичайно, найкраще мати спеціально облаштовану STEM лабораторію, хоча можна і обмежитися забезпеченням дослідників необхідним обладнанням; по-четверте, в процесі роботи над проектом учні повинні самостійно застосовувати та вміти інтегрувати знання з різних наукових галузей або навчальних предметів, аналізувати отриману інформацію, робити власні висновки, і наостанок, підсумком будь-якого STEAM проекту повинен бути практичний результат, виріб, спрямований на вирішення обраної проблеми.

На сьогодні величезна увага держави, підприємців, меценатів прикута до виявлення та підтримки талановитої наукової молоді. Відповідно, для учнів відкриваються широкі можливості: участь у конкурсах та науково-технічних виставках, реалізація науково-дослідницьких програм, конкурси на отримання грантів.

В Україні така система почала розбудовуватися досить давно. Наприклад, Малою академією наук України у 2000 році була запропонована педагогічна система «Школа – МАН». Її основою є авторська методика Світлани Білоус – кандидата педагогічних наук, завідувачки науково-дослідної експериментальної лабораторії – філії НЦ «МАНУ» «Методика динамічного моделювання, або Дослідницькі ланцюжки».

Наступним кроком розвитку цього проекту стало створення філії – науково-дослідної експериментальної лабораторії. Також, аби підвищити

ефективність запровадження «Школи – МАН» і залучити кожного з українських школярів до Малої академії наук України, було створено систему STEM-освіти під назвою «МАН-Юніор».

За цією системою конкурси «МАН-Юніор Ерудит» і «МАН-Юніор Дослідник» проходять за номінаціями «Техніка», «Астрономія», «Екологія» та «Історія». На I етапі учні отримують мотивацію до пізнання в певній галузі, розширення світогляду, а наприкінці III етапу, набувши певних дослідницьких навичок, створюють завершений проєкт. За 10 років запровадження конкурсів «МАН-Юніор» не тільки сформувався певний перелік питань щодо організації пошукової діяльності учнів, а й утворилася спільнота вчителів та їхніх учнів, які постійно беруть активну участь у конкурсах.

Учні нашого навчального закладу є постійними учасниками конкурс-захисту МАН та неодноразово ставали переможцями на різних етапах, зокрема у секціях «Техніка», «Мистецтвознавство» (ті секції, де учні працюють з учителем технологій як науковим керівником). Кожна досліджувана робота є унікальною та науково-значимою, адже учні обирають актуальні цікаві теми. Пріоритет надається розгляду тих питань, які знаходять відголосок у власній творчості учнів (наприклад, розробка установок для виробітку тепла чи виготовлення речей із непотребу, як новий напрям дизайну). Також значна увага учнів приділяється вивченню базового предмета за для результативного написання контрольної роботи на конкурсі (у секції «техніка» – математика, «мистецтвознавство» – українська мова). Для ефективної організації науково-дослідницької діяльності ми використовуємо STEAM технології, які дозволяють з різних сторін проаналізувати проблему дослідження, інтегруючи необхідні знання учнів з різних предметів. У процесі роботи над власним науковим дослідженням учні здебільшого працюють над власним STEAM проєктом, результати якого стають підтвердження наукових гіпотез учнівської дослідницької роботи.

Окрім участі у конкурс-захисті науково-дослідницьких робі МАН наші учні представляють свої STEAM проєкти на різних конкурсах. Так, два роки поспіль талановита учнівська спільнота нашої гімназії представляє свої STEAM проєкти на Всеукраїнському конкурсі екологічних проєктів, коміксів та есе Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», за результатами якого мають найвищі відзнаки /у 2019 році було представлено один проєкт - 1 місце, у 2020 році було представлено 3 учнівські проєкти, відповідно маємо два 1 місця та одне 2 місце/. Тематика представлених проєктів зумовлена рядом екологічних проблем сьогодення, що можуть бути вирішені в межах міста, закладу, домогосподарства. Наприклад, в одному з проєктів учні запропонували власне рішення

повторного використання непотрібних речей задля поліпшення благоустрою міста, при цьому юними науковцями були розроблені експериментальні моделі таких виробів, проведено практичні випробування. У подальшому ці проекти можуть стати основою для написання науково-дослідницької роботи МАН.

Одне з основних завдань сучасної школи – створити умови для різнобічного розвитку підростаючого покоління, забезпечити активізацію і розвиток інтелекту, інтуїції, легкої продуктивності, творчого мислення, рефлексії, аналітико-синтетичних умінь та навичок з урахуванням можливостей кожної дитини. Сучасні методи навчання забезпечують активну взаємодію учнів і вчителя в навчальному процесі. Реалізація STEAM-проектів сприяє розвитку науково-дослідницької діяльності учнівської молоді, зокрема, в осередку МАН. Впровадження STEAM -освіти є вагомим вектором розвитку Нової української школи та майбутнього підростаючого покоління в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієвська В.М. Проект як засіб реалізації STEM-освіти у початковій школі. *[Ел. ресурс]* // Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/.pdf>
 2. Батура Ю. STEAM — драйвер розвитку в учнів ключових компетентностей і навичок майбутнього. *[Ел. ресурс]* // Режим доступу: <https://naurok.com.ua/webinar/steam-drayver-rozvitku-v-uchniv-klyuchovih-kompetentnostey-i-navichok-maybutnogo>
 3. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік // Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року
 4. STEM-освіта / *[Ел. ресурс]* // Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>
 5. 5 питань про STEM-освіту: що воно таке і чому змінює долю наших дітей / *[Ел. ресурс]* // Режим доступу: <http://hobbytech.com.ua>
 6. STEM-освіта. / *[Ел. ресурс]* // Режим доступу: <http://iteach.com.ua/news/mass-media/?pid=2621>
-

Lejla Banjanovic-Mehmedovic, Azra Balukovic. (*Department of Automation and Robotics, Faculty of Electrical Engineering, University of Tuzla*)

PSO OPTIMIZED FUZZY CONTROLLER FOR MOBILE ROBOT PATH TRACKING

An essential aspect of Industry 4.0 is autonomous production methods, powered by Industry of Things (IoT) based on a connected mesh of objects, devices and computer machines, which can communicate with each other. Many things can be transported across the factory via autonomous mobile robots, avoiding obstacles and coordinating with other robots. Autonomous robots are fully integrated with the manufacturing system in Industry 4.0 to a greater extent than ever before. This paper addresses the design and implementation of PSO optimized fuzzy control for mobile robot path tracking. Firstly, fuzzy control is applied to track the desired trajectory. Secondly, this path tracking has been improved with the PSO optimized fuzzy controller. The proposed PSO fuzzy controller was investigated based on several conducted MATLAB simulation scenarios for a mobile robot. The simulation results show better performances with the proposed PSO optimized fuzzy controller when it is compared with the fuzzy controller without optimization.

In many static and dynamic environments in the scope of smart factories, mobile robots are increasingly being employed. Industry 4.0 goes beyond the typical idea of machineto-machine communication, allowing mobile robots to transport of components and even completed products. Following a defined trajectory, the mobile robots navigate itself to avoid obstacles and move to a target point, with possibility to collaborate with the production systems like automation cells.

Ларіонов М.О. науч. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

СПОСІБ АМПЛІТУДНО-ВІБРАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Запропоновано вигладжувачь, який виконує складні рухи індентора, що дозволяє розширити діапазон значень шорсткості та міцності поверхні, що обробляється та зменшення енергоємності процесу з одночасним підвищенням продуктивності та експлуатаційних характеристик деталі

A smoother is proposed, which performs complex movements of the indenter, which allows to expand the range of values of roughness and strength of the treated surface and reduce the energy consumption of the process while increasing the productivity and performance of the part

Ідея відноситься до галузі техніки, а саме до технології обробки робочих поверхонь сталевих деталей. Аналогом інструмента є вібронкатний вигладжувачь. Процес обробки полягає в тому, що вібрації різцетримача виконується електромеханічним вібратором, частота якого може регулюватися. Амплітуда коливань різцеутримувача, а далі вигладжувача залежить від величини ексцентриситету змінного кулачка електромеханічного вібратора [1]. Недоліком є вплив вібрацій на все технологічну систему, що включає супорт, різцеутримувачь і верстату. При цьому має місце низька довговічність електромеханічного вібратора з ексцентриситету встановленим кулачком на валу електродвигуна.

За прототип прийнято пристрій вібраційного статико-імпульсного вигладжування [2]. Перевагами інструменту прототипу є: регулювання амплітуди яке здійснюється шляхом зміни величини зарозу між вільним кінцем хвильовіда, а забезпеченням вібро руху з аплітудою, що здійснюються за рахунок імпульсним навантаженням на бойок або хвильовід.

До недоліків прототипу слід віднести складну кінематику, обмеженість типів деталей машин, що обробляються.

Схожість з запропонованим способом та прийнятим прототипом являється: вібрації, схожі за формою складні рухи індентора, зниження шорсткості оброблювальної поверхні та величин амплітуди індентора.

Запропонована корисна модель уявляє собою вигладжувачь. Інструмент створений з катушки у котрій кількість витків 880, а діаметр мідного дроту складає 0,8 мм, який намотаний на корпус індентора. Подачею змінного струму на катушку утворюється змінне магнітне поле, яке в свою чергу утворює мікро амплітудні вібрації.

Обробка виконується наступним чином: заготовка закріплюється у патрон верстата, подається інструмент до оброблюваної поверхні під кутом 75°. В результаті цих дій утворюються мікро вібрації, індентор здійснює

складні рухи на робочій поверхні деталі і утворює умови для виникнення нано-шару.

З використанням мікро амплітудного-вібраційного вигладжувача, при якому обробка виконується подачею змінного струму на обмотку яка створена на вигладжувачі. Завдяки змінному резонансу струму який поступає на обмотку вигладжувача утворюється змінне магнітне поле, завдяки якому інструмент здійснює мікро амплітудні коливання (рис.1).

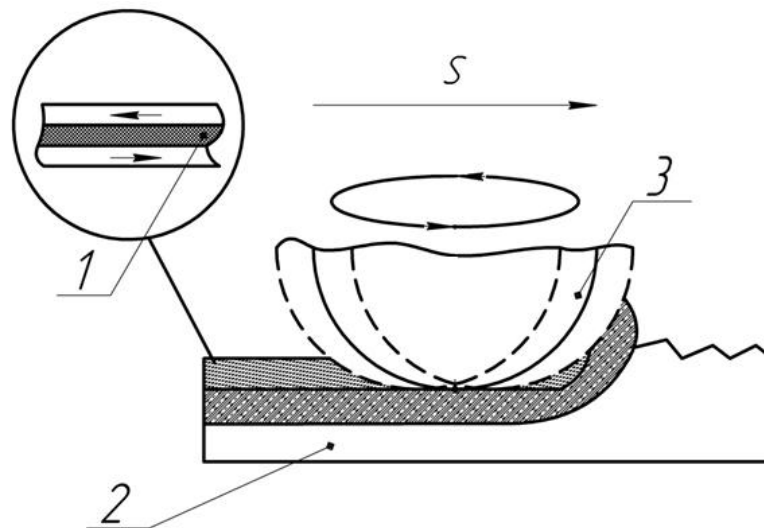


Рисунок 1 – Схема рухів запропонованого інструменту

Коли утворюються мікро вібрації індентор починає складні колові рухи 3 по робочій поверхні деталі 2, що і змінює дислокацію зерен на поверхневій шару деталі, і тим самим утворює нано поверхню 1. Зможе застосовується на верстатах універсальних і з ЧПК.

Застосування пропонованого способу дозволяє розширити діапазон значень шорсткості та міцності поверхні, що обробляється та зменшення енергоємності процесу з одночасним підвищенням продуктивності та експлуатаційних характеристик деталі.

ЛІТЕРАТУРА

1.Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Технология, оборудование и автоматизация производств", "Автоматизированные технологии и производства" / Горохов В.А., Беляков Н.В., Махаринский Ю.Е. - Минск: Новое знание, Москва: ИНФРА-М, 2013. - 445 с.

2.Станов Ю.С. Киричек А.В. Соловьев Д.Л. Лазуткин А.Г. Афанасьев Б.И. Фомин Д.С. Афонин А.Н.,Способ вибрационной статико-импульсной обработки / г.Орел 20.11.2006 Бюл. № 32

Maria Margotta, Marco Claudio De Simone. (*Dipartimento Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Salerno*)

SUPERCRITICAL FLUID EXTRACTION OF LYCOPENE AND OMEGA-3

An ideal extraction method should be rapid, produce a quantitative recovery without degradation and the extracts should be easily separated from the solvent. Supercritical fluid technology offers features that overcome many limitations of conventional extraction methods. There are many advantages to their application, especially in the food sector (for example the extraction of lycopene from tomato skins or the extraction of fish oil rich in omega-3 from fish by-products); the extraction method influences the yield and quality of the product obtained, and also allows to operate with moderate temperatures and with shorter timescales. The processes involving SCF are sustainable, environmentally friendly and cost efficient, and offer the possibility of obtaining new products. The disadvantage, however, lies in the fact that it is necessary to use expensive equipment and to perfect the particular phases of the process to obtain a specific product.

The application of supercritical fluids as an alternative to conventional processes of precipitation, separation and extraction it is a field of research in continuous innovation. The use of supercritical CO₂ offers innumerable advantages, including moderate operating temperature, density and solvent power that can be easily adjusted thanks to a minimum change in temperature or pressure, flammability and low cost. Nowadays, SC-CO₂ is used for large-scale extractions in the food industry, as an alternative to traditional separation systems, such as fractional distillation, steam current extraction, extraction with organic solvents. A large application of supercritical fluids occurs in the agro-industrial field, above all for the recovery of nutrients from processing waste. In fact, in the last few years the concept of "zero waste" has become increasingly aware: waste can be reused within the food production chain. Many residues, in fact, are rich in bioactive species.

Marija Bojovic. (*University of Montenegro*)

TOWARDS INNOVATIVE SOLAR ENERGY APPLICATIONS: NEW URBAN FURNITURE

As every society produces its own space, in the age of sustainability, it is inevitable to rethink the ways we live and use our cities and our resources. Smart cities are an emerging topic - this next generation of urban development requires technologically advanced, socially equitable and last, but not least, well-designed urban environments. At this crucial moment of rethinking our space and cities we are given the opportunity to redesign them as more flexible, adaptable and, citizenfocused. This paper analyses two such examples of well-designed, innovative implementation of solar energy into urban settings.

By analyzing solar energy potentials in Montenegro, as well as characteristics of photovoltaic systems and solar collectors, this paper highlights the possibilities of application of active solar systems in the materialization of facilities, both during reconstruction and improvement of energy efficiency of existing facilities and with the newly designed facilities, especially in the tourism sector. Despite favorable conditions and potentials which exist in Montenegro, solar energy has not been sufficiently used so far. Montenegro as an ecological state, with emphasis on development of the tourism industry, and in accordance with the principles of sustainable development and energy efficiency must work on creation of favorable conditions for the application of active solar systems. In order to enable broader use of solar thermal installations in tourist facilities in Montenegro, and taking into account current market price of electricity, it is necessary to provide adequate state subsidies for generating energy from renewable sources, and therefore the solar energy. Application of photovoltaic systems and solar collectors in buildings emphasizes the concept of utilization of solar energy in order to achieve energy efficiency in buildings, and for this reason it is necessary to think about their application in the materialization of envelopes of tourist, and other types of facilities. Development of the tourism industry is crucial for economic development of Montenegro. For this reason, energy efficiency, and in this sense utilization of solar energy in the tourism industry is of great interest for Montenegro. Moreover, the possibilities for achieving energy independence from the national distribution network through application of active solar systems, are a very important aspect when it comes to tourist facilities. Thereby, in addition to positive economic effects, environmental objectives in environmental protection are achieved as well. By meeting these conditions a favorable basis is created for strengthening the tourism industry, better and more quality offer and therefore also for affecting the country's economic development and verification of sustainable tourism, as a strategic commitment and objective of Montenegro.

Marija Ridosic, Aleksandra Josipovic, Milorad Tomic, Miomir Pavlovic.
(*University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, Serbia*)

THE INFLUENCE OF THE ANODIC OXIDATION ON CORROSION STABILITY OF Nb COATINGS PRODUCED BY PHYSICAL VAPOUR DEPOSITION

Development of the alternative processes for the „dirty” technology in all industrial areas is an essential task nowadays. Among the technologies that are most hazardous for environment and which has to be replaced by “green” processes are galvanic and decorative coatings. It is well-known that electroplating of finishes, like hard chromium, cadmium or nickel in metal finishing is recognized as a source of pollution which is very dangerous for environment and humans. Good alternative for the deposition of the coatings from standard plating baths could be physical vapour deposition (PVD), plasma-assisted chemical vapour deposition, and chemical vapour deposition (CVD) or thermal spraying. In this work the Nb coatings will be deposited on steel by PVD process. After deposition, the anodic oxidation on different potentials will be applied to obtain different colouring of the coating which is very important decorative factor today in many manufacturing areas. Two different solutions for anodic oxidation will be used and compared with commercial solution for this purpose. The colour and morphology of the obtained coatings was examined by bench-top spectrophotometer and optical microscopy. The corrosion stability of the obtained coatings was determined in 3,5wt% NaCl by electrochemical techniques. Namely, the potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy was used to study the corrosion processes of the coatings in saline environment. Obtained results shows that coatings anodised at 140 V had the best corrosion performance from all solutions. Coatings anodised in prepared solution 3 showed advanced properties than those obtained from commercial solution. The corrosion rate was 0.018 $\mu\text{m}/\text{year}$ in 3 wt% NaCl.

Marija Ridosic, Katarina Crljenic, Mihael Bucko, Milorad Tomic, Jelena Bajat. (*University of East Sarajevo, Faculty of Technology Zvornik, Republic of Srpska*)

ULTRASOUND ASSISTED ELECTRODEPOSITION OF ZN-MN-AL₂O₃ NANOCOMPOSITE COATINGS

The nanocomposite coatings are novel type of materials which are composed of two or more components and at least one must be at nano scale. The nanocomposite coatings possess better properties compared to their micro versions and because of that this material found application in different industrial areas. The Zn-Mn coatings are already known as material with good corrosion properties. The aim of this work is to reinforce Zn-Mn alloy with Al₂O₃ nanoparticles to advance its corrosion properties. The main problem in deposition of composite coatings is low dispersion stability of plating solution and agglomeration of the particles in plating solution. Consequently it is hard to achieve the homogeneous distribution of the particles in the matrix which is connected to good properties of the final product. In literature there are different methods for de-agglomeration of the second phase in plating solution, like ball milling, mechanical or magnetic stirring etc. The ultrasound applied during the deposition is beneficial not only for deagglomeration phenomenon but also for advancing the properties of the coating. In this work the ultrasound assisted electrodeposition of Zn-Mn-Al₂O₃ nanocomposite coatings is performed galvanostatically by 1; 2 and 4 A dm⁻² current densities. Electrodeposition is performed from four different plating baths, R1 was without Mn²⁺ ions, and R2, R3, R4 was with different Zn²⁺: Mn²⁺ ions ratio. The deposition time was 15 minutes. Composition of the coatings was analyzed by electron dispersive spectroscopy and corrosion properties were analyzed by different electrochemical methods. Namely, the Tafel polarization method and electrochemical impedance spectroscopy were used for determination of corrosion stability of the obtained composite coating in 3.5wt% sodium chloride. The results show that Zn-Mn-Al₂O₃ composite coating had advanced corrosion stability in saline environment compared to Zn-Al₂O₃ coatings. The coating deposited with 4 A dm⁻² from bath 2 (Zn²⁺:Mn²⁺ ratio 1:1) showed the lowest corrosion current density and the lowest corrosion rate in 3 % NaCl solution.

Martin Greguric, Sadko Mandzuka, Miroslav Vujic. (*Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb*)

IMPROVEMENT OF VARIABLE SPEED LIMIT CONTROL EFFECTIVENESS IN CONTEXT OF CONNECTED VEHICLES

The problem with Variable Speed Limit Control (VSLC), as one of powerful ITS services, is that a certain percentage of drivers do not obey posted speed limits. Mentioned behavior induces a reduction of the VSLC service effectiveness. In order to deal with this problem, the concept of Intelligent Speed Adaptation (ISA) is introduced. ISA can directly reduce the vehicle's speed according to the information obtained from the traffic control system installed on road infrastructure. Computed optimal speed limits are transmitted to the vehicles with ISA communication capabilities. Today, the connected vehicles concept is the core approach for implementation ISA system. The focus of this paper is to provide an analysis regarding the impact of the ISA on the effectiveness of VSLC in the context of connected driving.

Milena Djukanovic, Luka Radunovic, Petar Vujovic, Aleksandar Konatar.
(*Faculty of Electrical Engineering, University of Montenegro*)

IMPORTANCE OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY FOR STARTUP LAUNCHING: A CASE STUDY

Additive manufacturing or 3D printing technology enables building objects using a computeraided design (CAD) model while successively adding material layer by layer. Recently the number of world's successfully launched startups based on additive 3D printing process is growing. In this paper we present startup launching in Montenegro based on 3D printing while creating sustainable zero-waste fashion accessories supported by a mobile application that will enable customers to create and order custom-made products.

The additive manufacturing process more often called 3D printing is one of the most revolutionary technologies of this century. The 3D printing process builds three-dimensional objects using a computer-aided design (CAD) model while successively adding material layer by layer and for that reason it is also called additive manufacturing. Recently 3D printing performs crucial roles in many applications, with the most important being manufacturing, medicine, architecture, art and design. The main disadvantage of 3D printing, for a long time, was high entry costs not allowing a profitable implementation to mass-manufacturers. However, the market for 3D printing has shown some of the quickest growth within the manufacturing industry. The initial idea of employing 3D printing was to create a faster alternative of prototyping. A big advantage of using 3D printing is its versatility and flexibility, which makes it perfect for small-scale manufacturing, for example of spare parts. Investing in 3D printing technology can help iterate and improve prototype design. Also, it allows companies to produce products on a case-by-case basis.

Milutin Zivkovic, Predrag Dasic, Milan Radosavljevic, Maja Andelkovic.
(Production Engineering and Computer Science, High Technical Mechanical School)

TREND ANALYSIS OF PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF WING PUMPS: A CASE STUDY OF FIRMPPT-TRSTENIK (SERBIA)

Considering the current state of production and marketing of hydraulic devices and systems in Serbia and world-renowned manufacturers, significant indicators and trends can be observed. Modern structural and production solutions for hydraulic devices are based on the application of new technologies and the introduction of new production capacities, processes and materials in the process of making or revitalizing existing devices and assemblies. As a significant activity of mechanical engineering, the hydraulics industry is also a reference of the level of development of the national economy of a country and the basis for profit. This paper presents the trend analysis and statistical modeling of production and distribution of wing pumps of the PPT firm from Trstenik (Serbia).

Mirza Berkovic, Amel Kosovac. (*Faculty of Traffic and Communications, University of Sarajevo*)

**PREDICTIVE MODEL OF PERSONALIZATION OF SERVICES OF
AUTOMATED MOBILITY BASED ON THE RECORDS OF USER
MOVEMENT IN MOBILE NETWORKS**

The aim of this paper is to investigate and develop a predictive model of personalization of automated mobility services based on historical and realtime data on the trajectory of movement of users in mobile networks. The problem is based on the fact that the concept of automated mobility enables a variant of modeling the parameters of the vehicle trajectory and personalization of the service according to the wishes and needs of users, whereby optimization and personalization can be performed both on the user side and on the side of the mobility service provider. The paper uses a research approach within the domain of intelligent transport systems based on the extraction of telecommunication activity data into the index of personalization of mobility parameters using the methodology of predictive analytics and neural inference based on neural network. The research findings establish and show a clear correlation of historical and realtime spatial data of the movement of users and their activities in the mobile network with indicators of quality of urban and sustainable mobility.

Olivera Klisuric, Ivana Marjanovic, Predrag Ristic, Tamara Todorovic, Predrag Vulic, Nenad Filipovic. (*University of Novi Sad, Faculty of Science, Novi Sad, Serbia*)

STRUCTURE, TOPOLOGY, PHOTOCATALYSIS AND PHOTOLUMINESCENCE OF 1D AND 2D SILVER-BASED COORDINATION POLYMERS

Four silver-based coordination polymers (CPs), $\{[\text{Ag}(\text{L})_2](\text{BF}_4)\}_\infty$ (1), $\{[\text{Ag}(\text{H}_2\text{BTC})(\text{L})]\cdot(\text{H}_3\text{BTC})\}_\infty$ (2), $\{[\text{Ag}_2(\text{H}_2\text{BTEC})(\text{L})_2]\cdot 3.33\text{H}_2\text{O}\}_\infty$ (3), and $[\text{Ag}(\text{H}_2\text{SSA})(\text{L})]_\infty$ (4), were synthesized using thiomorpholine-4 carbonitrile (L) as the primary ligand and three aromatic polyoxoacids as coligands: trimesic (H₃BTC), pyromellitic (H₄BTEC), and 5-sulfosalicylic acid (H₃SSA). L was chosen as a ligand since it belongs to the class of bimonodentate ligands which are able to form Ag-CPs. On the other hand, selected coligands showed photoluminescent properties. Beside the IR, NMR, TGA-DSC analysis, all compounds were crystallographically and topologically investigated. The XRPD investigation indicates that the samples 1–4 correspond to the single-phase X-ray powder patterns in accordance with the structural model obtained by SCXRD. All compounds show reasonable photocatalytic activity for photocatalytic degradation of mordant blue 9 dye, with reaction rates in the 0.036–0.056 min⁻¹ range. Changes in the reaction rates can be correlated with the type and coordination modes of the coligands. Complex 3 exhibits photoluminescence at 77 K, while 4 exhibits photoluminescence at both room temperature and 77 K.

Osman Lindov, Adnan Omerhodzic. (*Faculty of Traffic and Communications, University of Sarajevo*)

NEW TECHNOLOGIES FOR IMPROVING DRIVER RESPONSE EFFICIENCY IN RISK PREVENTION FROM TRAFFIC ENVIRONMENT

Risk in traffic or traffic environment is constant, always present and can never be completely eliminated. In urban areas, the highest percentage of risky traffic situations is related to pedestrians and their specificities in traffic participation. Pedestrians as vulnerable road users participate in different functions, ie behaviors and modes of movement. Due to the flexibility and the ability to change speeds and movements relatively easily, pedestrians often cause incident and risky traffic situations. The timely detection of pedestrians by motor vehicle drivers is one of the key parameters that directly affects the available response capabilities of motor vehicle drivers to take safety actions in order to avoid pedestrian conflict. This paper presents the basics of the concept and capabilities of new technologies for monitoring and exploring drivers 'views in order to generalize conclusions to improve the effectiveness of drivers' response in the prevention of traffic risks. Custom hardware and software components will be used to monitor the driver's view for research and analysis purposes.

The study of eye movement monitoring has a relatively long history, which is evident from the numerous scientific and professional literature in this field, as well as a large number of developed systems and devices. The original devices and instruments that emerged at the end of the 19th century provided objective results but were uncomfortable for examiners. At the beginning of the 20th century, systems and methods were developed based on photography, and by the end of the 20th and the beginning of the 21st century, with the development of computer technologies, significant advances were made in the improvement of devices with the ability to use and analyze real-time data. Eye movement tracking systems are nowadays used in various fields: market research, marketing, web space usage research, immobile view control, psychology and vision research, medical research, entertainment and video games.

Pajazit Avdovic, Mineta Galijasevic, Andreas Graichen. (*Department of Management and Engineering, LiU and Moi University in Kenya*)

STATE OF THE ART IN ADDITIVE MANUFACTURING OF GAS TURBINE COMPONENTS

The State of the art in Additive Manufacturing (AM) as method with a potential to fundamentally change the development and production of components is presented and real cases in the area are given. Currently, Siemens Energy is using this technology for prototyping, manufacturing, repair of gas turbine components, and spare part manufacturing. Additive manufacturing is considered a new revolutionary method and is an integral part of Industry 4.0 which has contribution to a major change in the manufacturing process. It is often very affordable for OEMs (Original Equipment Manufacturers), and at the same time contributes to the very rapid fabrication and repair of gas turbine components, where certain functionalities and performance features are improved. Siemens implements AM technology for repairing gas turbine components for the SGT-700 and SGT-800 industrial gas turbine burners. During implementation period, it was shown that the replacement of conventional repair with AM led to a significant reduction in repair time. Another successful application of AM technology at Siemens is the production of an advanced vortex burner for the SGT-750 industrial gas turbine. In many cases, AM was the only technology that made it possible to produce complicated components. The development of this method is largely based on a very close collaboration between universities, research institutes and industry. These three factors are the main pillars for rapid and successful development where theoretical knowledge from the University are tested, validated and implemented in industry. Cooperation is carried out in the form of projects or special tasks which are public funded and supported by the direct contribution from the industry. Digitalization plays a central role.

Pavel Kovac, Mirfad Taric, Bogdan Nedic, Borislav Savkovic, Dusan Golubovic, Dusan Jesic. (*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences*)

MODELLING OF CUTTING FORCES IN HARD STEEL TURNING

The aim of this study is to investigate the effect of machining parameters on cutting resistance during hard steel turning. This paper describes a novel approach in cutting resistance modelling using a design experiment. The output of the processing should take into account the cutting resistance they measured when testing the range of speeds, displacements, and depth of bursting. Mathematical models have been obtained that have been shown to have high confidence that they can approximate the measurement results. The connection between cutting forces in terms of changing the parameters of the cutting mode, as well as the undesirable occurrence and wear of the tool, which is certainly present in the process of removing hard-working material, is given.

Quantitative understanding of cutting forces under hard turning conditions is important for thermal modeling, tool life estimation, chatter prediction, and tool condition monitoring purposes. Although significant research has been documented on the modeling of forces in the turning operation in general, turning of hardened materials involves several distinctive process conditions, including negative tool rake angle, large tool nose radius, and rapid tool wear. These process conditions warrant specific treatment in the analysis of cutting forces. This paper first addresses these issues by formulating an oblique chip formation force model through the extension of a two-dimensional (2D) mechanistic force model while considering the effect of tool geometry complexities. The coefficients of the mechanistic force model are estimated by applying a genetic algorithm in overcoming the lack of explicit normal equations. Then the forces occurring due to flank wear are modeled by extending a 2D worn tool force modeling approach into a three-dimensional analysis to accommodate the effect of low feed rate, small depth of cut, and relatively large tool nose radius in hard turning. The total cutting forces are the linear summation of forces due to chip formation and forces due to flank wear. The model-predicted forces match well with experimental results in the turning of hardened 52100 bearing steel under practical cutting conditions (low feed rate, small depth of cut, and gentle cutting speed) using cubic boron nitride (CBN) tools under the progressive tool flank wear conditions.

Pero Skorput, Sadko Mandzuka, Sasa Bermanec, Hrvoje Vojvodic. (*University of Zagreb, Faculty of Transportation and Traffic Sciences*)

CYBERSECURITY OF AUTONOMOUS AND CONNECTED VEHICLES

This paper describes the cybersecurity problem area of intelligent transport systems (ITS), and especially regarding autonomous and connected vehicles. The main vulnerabilities of the ITS system are analyzed in the paper. Real cases and examples of attacks and hacking of autonomous vehicle systems are described. Also, the paper describes the goals and priorities of the transport system for protection against cyber-attacks.

The possibilities of use of modern intelligent transport system (ITS) in traffic safety improvements can be divided into systems related to infrastructure (roads, bridges, tunnels), systems related to vehicles, and systems based on cooperation. Cooperative systems in transport provide great possibilities. The main characteristics of a cooperative approach are: considering the driver, vehicle, infrastructure and other road users as a unique system; considering operational and management needs of the entire system; integrated approach to safety of traffic and all participants; and applying a technology in a coherent manner in order to support overall integration of system parts. This chapter describes examples of the cooperative approach application in urban traffic: cooperative ramp metering, incident management in urban areas and public transport cooperative priorities. The European Union has recently invested significant effort to prevent duplication of activities, not only within the EU, but worldwide

Salah-Eldien Omer. (*Sudabese counsulator of Republic of Sudan. Zagreb*)

CHAIR PRODUCTION AND ROBOTS USAGE

The chair production is one of the complicated wood processing. The design of chairs from the old times is developed many times according to the agronomic recommendations to the chair construction generally a especially for the usage in certain places. The chair construction is also developed from certain shapes to modern ones which could guarantee the good quality and conformability of the product. In the production phases from the mechanical processing to the finishing process many production phases are very complicated and needs very well operating machines with high precision and good quality. Robots were introduced to the chair production before many years but not in most phases. When they started to be used in this process they brought a lot of high productivity and quality in final products.

Samir Vojic, Ramiz Sijamhodzic. (*Technical Faculty University of Bihac*)

PROGRAMMING ROBOTKUKA KR 16-2 FOR A PALLETIZING APPLICATION

This paper presents the robot programming process in the palletization process, as well as an analysis of the results obtained after palletization. The KUKA robot along with an example of programming of this type of robot in the palletization is described. Robot programming is designed to take arbitrarily ordered work pieces onto and stack them on a pallet. Robot programming can be direct and indirect. In this example, direct programming, or programming using a smartPAD pendant, was used for on-site learning.

Senad Rahimic, Anida Memic. (*Dzemail Bijedic University of Mostar*)

INTELLIGENT CAD SYSTEMS FOR GENERATION G CODE

Computer Aided Design (CAD) systems are now indispensable in many industries, such as mechanical, aeronautical, electrical, architectural, and automobile industries. In this paper show link between a CAD application and an excel file that generates G code. Particularly in mechanical engineering where geometrical information is dominant, CAD has become not optional but necessary. The excel file will use an object-oriented programming method to define the stages of making a finished piece. This paper will show the connection of 3D CAD models with the defined stages of technological process development in order to obtain G code.

Stoja Reskovic, Tin Brlic, Filip Skender. (*Metalurški fakultet Sisak*)

**APPLICATION THE METHOD DIGITAL IMAGE CORRELATION FOR
MEASUREMENT OF SMALL DEFORMATIONS AT THE BEGINNING
OF PLASTIC FLOW OF MATERIALS**

This paper presents the results of the investigation of very small deformations at the very beginning of the plastic flow of the material. The studies were performed on low carbon microalloyed steel with 0.035% niobium. The tests using the digital image correlation (DIC) method were performed. The measurements by static tensile test using a digital camera at variable strain rates were carried out. The measurement results by Match ID software were analyzed. The stretching rates at the beginning of the plastic flow are affecting the amount and deformation distribution in the deformation zone.

Саржевський О.С., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ВУЗЛІВ ПРЕСІВ ДО 20 Т.

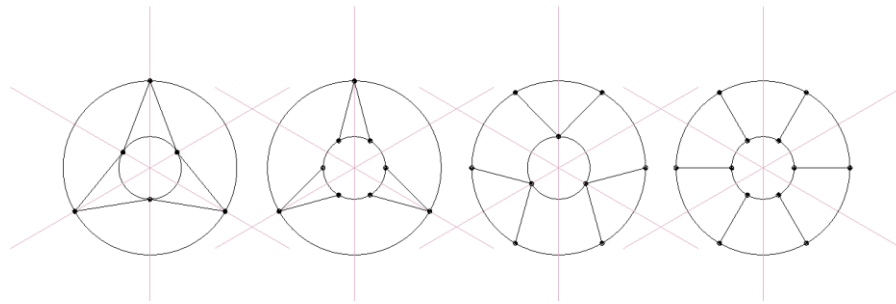
В статті запропоновані методи покращення точності, якості складання та контролю, на основі використання механізмів кінематики паралельної структури (МКПС) з шістьма штангами та з різними компоновками штанг. Проведено математичне моделювання в процесорі excel для визначення точності кожної з компоновок.

В сучасних умовах ринку, виробництво повинне підлаштовуватися під ринковий попит. На обладнанні яке використовується майже неможливо перелаштувати в малі строки виробництво, під інші типи виробів. На даному етапі верстати налаштовані на вузький розмірний ряд гідравлічних циліндрів, яке може здійснювати виробництво.

Сучасні багатоцільові верстатні комплекси з ЧПК дозволяють розширити функціональні можливості, що відкриває нові можливості для виробництва. Вони сприяють збільшити номенклатури виробів [1, 2, 3]. Сучасні верстати мають додаткові функції фрезерування, свердління для токарних операцій, це дозволяє випускати великий спектр виробів [4, 5, 7]. Розглянувши деталі представники ,пропонується замінити обладнання базового технологічного процесу, в результаті буде концентрація операцій, гнучкість виробництва [6, 8].

Для забезпечення технологічної гнучкості доцільно в робочих місцях складання використання технологічного обладнання з МКПС (механізми з паралельною кінематикою структури) [8, 9]. В результаті підвищення гнучкості виробництва, зменшення циклу продукції що виготовляється, зменшення пролежування деталі ,таким чином буде знижена собівартість продукції [8-10, 12].

Для покращення якості, зменшення часу складання гідроциліндрів та контролю їх складання запропоновано декілька варіантів конструкцій МКПС з шістьма актуаторами.



а)3х3; б)3х6; в)6х3; г)6х6.

Рисунок 1 – Компоновки МКПС

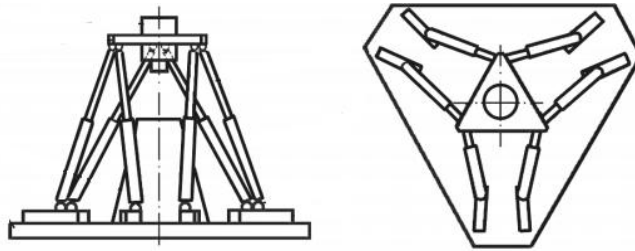


Рисунок. 8 – Загальний вид МКПС

Запропоновано варіанти побудови МКПС. Для цього порівняємо показники конструкції такі як: жорсткість, розбіг жорсткості, показник рівномірності.

Таблиця 1 – Показники жорсткості компоновань МКПС

Показник	Позначення	Вид компоновання			
		3х3	3х6	6х3	6х6
Жорсткість, $\times 10^6$ Н/м	$J_{x,y,z}$	75	69	69	66
Розбіг жорсткості, $\times 10^6$ Н/м	$\sigma_{x,y,z}$	29	35	35	38
Показник рівномірності	J_c	231	586	1210	-

З огляду на дані табл.1 для розрахунку похибки 6-ти актуаторів МКПС математичному процесорі excel запропоновано вид компоновки 3х6 для процесу складання та 3х3 для процесу контролю [7-12].

Для розрахунку похибки 6-ти актуаторів МКПС здійснимо переклад декартових координат в полярні. Для цього скористались формулами:

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

$$\operatorname{tg}(\varphi) = \frac{y}{x}, \quad \cos(\varphi) = \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, \quad \sin(\varphi) = \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} \quad (2)$$

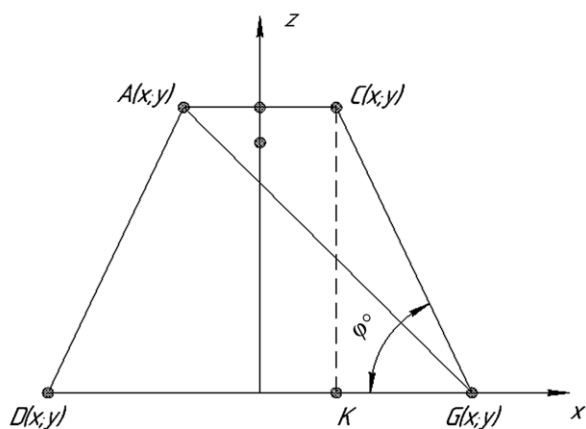


Рисунок 3 – Схема 6-ти актуаторів

Для визначення точності прийнято схему з 6-ти актуаторів (рис.3). Точки $A(x;y)$, $B(x;y)$, $C(x;y)$ вершини платформи, де приєднуються МКПС. Кут φ° - кут нахилу МКПС по відношенню до площини основи.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	H=	1000 мм		PI/3	1,047	x_ABC=	0 мм			
2	KG_x=	150,00 мм		PI	3,142	y_ABC=	0 мм			
3	LF_x=	-300,00 мм		2/3PI	5,236	z_ABC=	0 мм			
4	MD_x=	150,00 мм								
5	R_ABC=	200 мм								
6	R_DFG=	500 мм								
7		x	y	z						
8	A, мм	100,00	173,21	1000,00	LA=	1011,187	$\alpha^\circ=$	81,4692		
9	B, мм	-200,00	0,00	1000,00	LB=	1044,031	$\alpha^\circ=$	73,3008		
10	C, мм	100,00	-173,21	1000,00	LC=	1011,187	$\alpha^\circ=$	81,4692		
11	D, мм	250,00	250,00	0,00	LD=	1011,187	$\alpha^\circ=$	81,4692		
12	F, мм	-500,00	-500,00	0,00	LF=	1044,031	$\alpha^\circ=$	73,3008		
13	G, мм	250,00	250,00	0,00	LG=	1011,187	$\alpha^\circ=$	81,4692		

Рисунок 4 – Розрахунок довжин бти актуаторів

По розрахунку похибки бти актуаторів МКПС в excel отримали результати на рис.4.4. Опираючись на схему рис.3 знайшли в excel проекцію бти актуаторів, для чого було розраховано довжини актуаторів при заданих вихідних розмірах:

- Висота 1000 мм;
- Радіус платформи 200 мм;
- Радіус основи 500 мм.

Спируючись на розрахунки МКПС в еxcel визначили похибку переміщення вершини з'єднання актуаторів в декартовій системі координат для осі x та y.

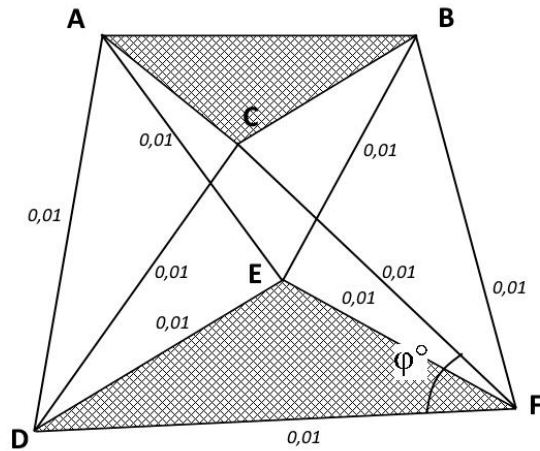
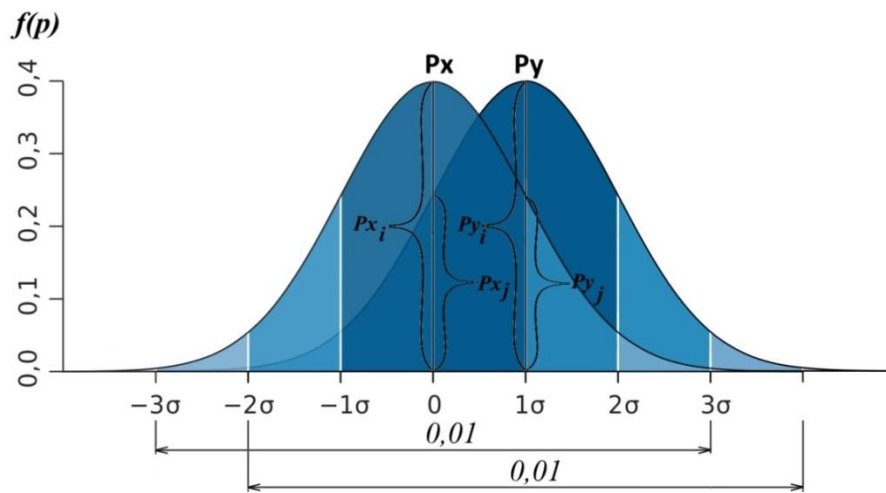


Рисунок 5 – Похибка дискретності переміщення

$$\rho = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (3)$$



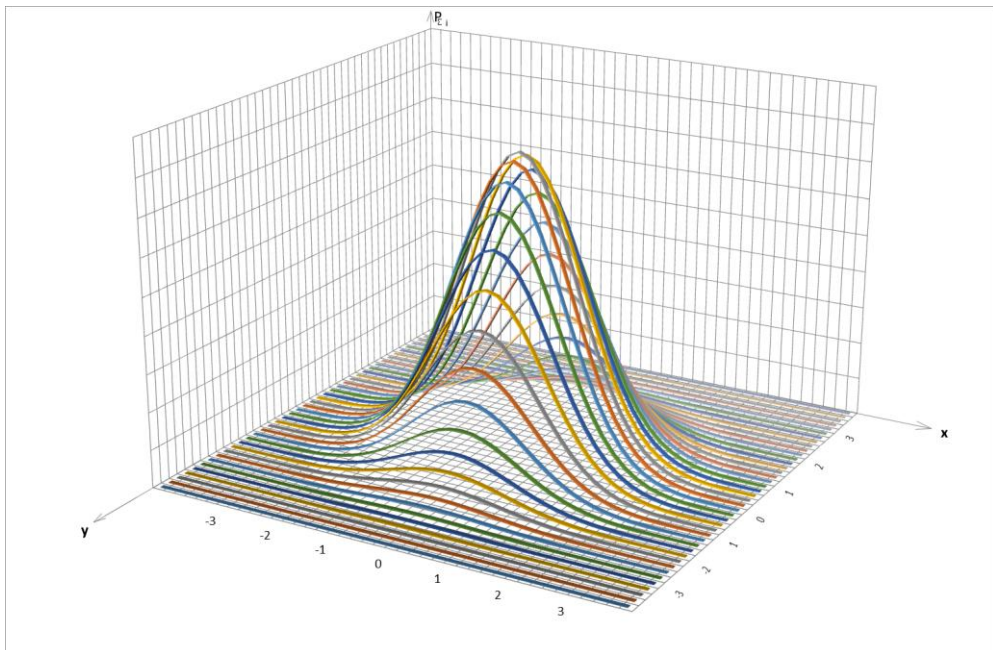


Рисунок 6 – Графіки нормального розподілу похибки МКПС по осям x та y

$$Pz_i = \sqrt{P_{x_i}^2 + P_{y_i}^2} \quad (4)$$

$$Pz_j = \sqrt{P_{x_j}^2 + P_{y_j}^2} \quad (5)$$

$$0,01 \cdot \text{tg } \varphi = \Delta x$$

$$\Delta \alpha = 0,01 \quad (5)$$

$$\Delta x = \Delta \alpha \cdot \text{tg } \varphi \ll \Delta$$

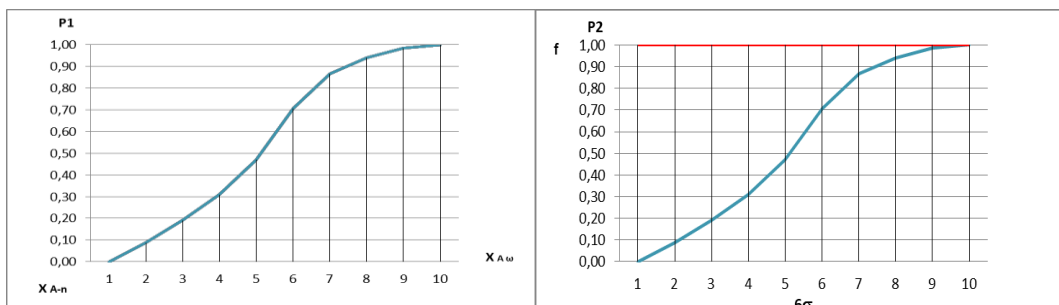


Рисунок 7 – Графіки розподілу похибки МКПС

Для операції складання було розраховано допустиму похибку виготовлення, а також для операції контролю складає $6\sigma < 0,01\text{мм}$, так як на

рис.2.6 при накладенні графіків нормального розподілу в більшості випадків не враховуючи брак виготовлення МКПС похибка складе 6σ .

Проте керуюча система та кінематичні зв'язки компенсують неточність виготовлення.

При детальному розгляді впливів при переміщенні в площинах xy , xz та yz кінематичних зв'язків у відповідних напрямках переміщень по x , y або z на ці переміщення вплив від кінематичних зв'язків в інших площинах механізму матимуть характер впливу за законом нормального розподілу при відтворенні руху криволінійного характеру по відношенню до початкового напрямку руху по одній з осей xyz .

Висновок

В статті запропоновано методи покращення точності, якості складання та контролю на основі використання інноваційних механізмів кінематики паралельної структури (МКПС) з шістьма актуаторами та різними компоновками актуаторів. В роботі доказано що сумарна дискрета менше дискрети актуатора.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Реалізація концепції каркасних компоновок верстатів з механізмами паралельної структури / Ю. М. Кузнецов, Д. О. Дмитрієв, В. Б. Фіранський, О. О. Степаненко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 1. – С. 104–111
- 2 Кузнецов Ю. Н. Компоновки верстатів з механізмами паралельної структури / Ю. Н. Кузнецов, Д. А. Дмитрієв, Г. Е. Діневич
- 3 Співаковский А. О., Д'ячков В. К. Транспортувальні машини : посібник для машинобудівних закладів., 1983.—487 с
- 4 <https://tst.stu.cn.ua/tmppdf/92.pdf>, інтегровані технології в машинобудуванні
- 5 Бобров В. П., Чеканов Л. И. Транспортні та завантажувальні механізми автоматичних ліній: посібник. Машинобудування, 1980. — 119 с
- 6 <https://mash-xxl.info/info/499768/>, магнітно-гідравлічні штовхачі типу МОН
- 7 Кузнецов Ю.Н. Концепция гибридных компоновок станков с параллельной кинематикой на модульном принципе
- 8 Глазунов, В.А. Пространственные механизмы параллельной структуры: учебное пособие / В.А. Глазунов, А. Ш. Колискор, А.Ф. Крайнев. – М.: Наука, 1991. 94 с.
- 9 Кузнецов Ю.Н. Системно-морфологический подход при создании новых станков и их механизмов / Ю.Н. Кузнецов // Процессы механической обработки, станки и инструменты: матер. II Междунар. конф., Житомир, 9–11 октября 2003 г. — Житомир, 2003. — С. 114–121.
- 10 Тлибеков А.Х. Моделирование и оптимизация механических систем приводов технологических машин: учебное пособие / А.Х. Тлибеков, С.И. Досько. – М.: Станкин, 2004. – 268 с.
- 11 Никитин К.Д. ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ. Н.В. Василенко К.Д. Никитин В.П. Пономарев А.Ю. Смоленск -Томск, 1993
- 12 Бушуев В.В. Механизмы параллельной структуры в машиностроении / В.В. Бушуев, И.Г. Хольшев // СТИН. – 2001. - №1. – С. 3 – 8.

Сидюк Д.М., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ З ВИБОРУ СКЛАДУ ШИХТИ ТА РЕЖИМІВ ПЛАВЛЕННЯ НА ОСНОВІ НЕОБХІДНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

У статті розглянуто проблему ресурсоемності унікальних сплавів та можливі шляхи рішення. Створено алгоритм моделювання на базисі нейромережі.

The article considers the problem of resource consumption of unique alloys and possible solutions. The algorithm of modeling on the basis of a neural network is created.

Основне завдання будь-якого металургійного процесу – отримання розплаву заданого хімічного складу й фізико-механічних властивостей. Ці вимоги досягаються шляхом формування складу шихти й здійснення температурних і часових режимів металургійних процесів. При цьому вони залежать від обраного способу здійснення плавки й типів компонентів сировини. Для отримання відомих марок сталі використовують відпрацьовані технології, які є результатом ретельних лабораторних досліджень і довготривалого виробничого досвіду [1, 2, 3].

Процес плавки металу є ресурсномістким, тому використання довідникових даних для виплавки відомих марок сталі є елементом ресурсозбереження [4, 5]. Однак, ця проблема актуалізується для технології виплавки унікальних сталей, які створюються на базі раніше відомих сплавів з додаванням нових легуючих елементів. Такий процес вимагає часових затрат, проведення дорогих лабораторних досліджень і пробних плавок у виробничих умовах, що є нерентабельним. Це призводить до багатократного збільшення вартості матеріалів для подальшого створення з нього різних виробів.

Необхідно вирішити задачу пошуку координат площини раніше не визначених і не доведених експериментально й виробничим досвідом сталей і сплавів з потрібним хімічним складом і фізико-механічними властивостями за допомогою прецедентів металургійних процесів (рис.1).

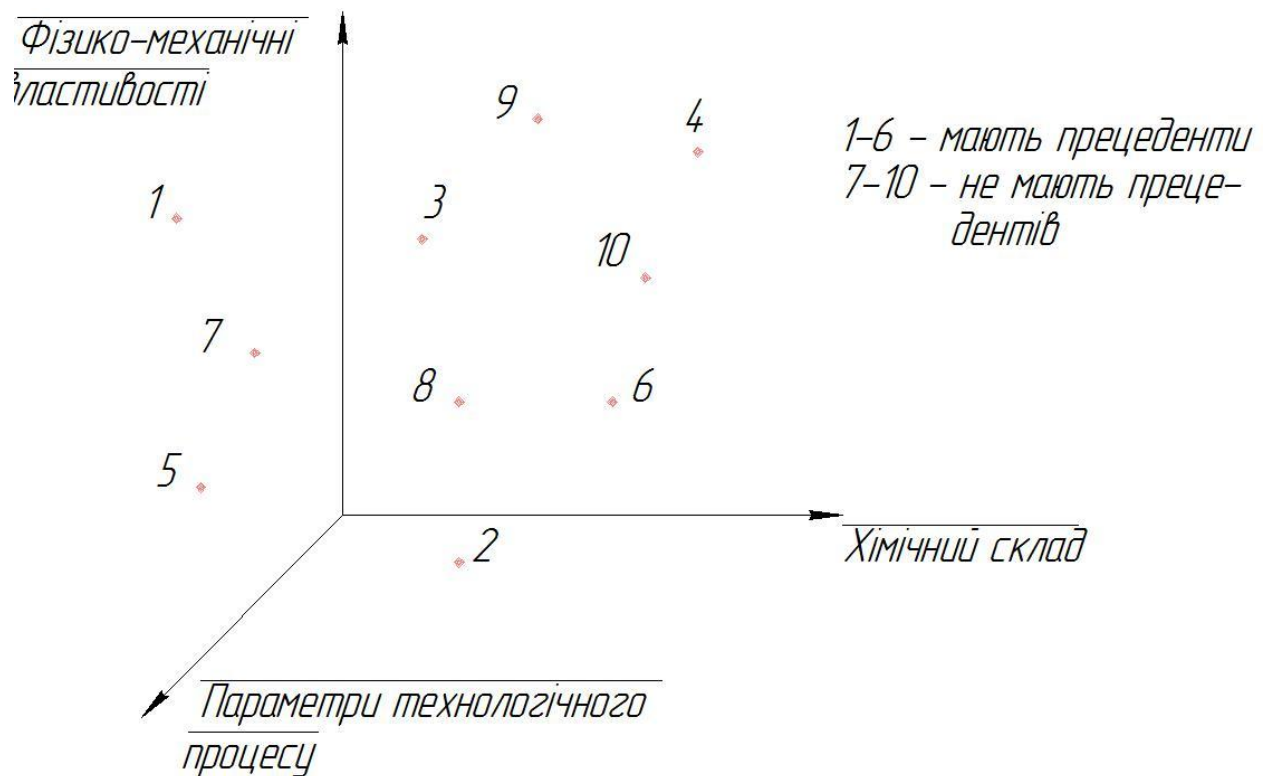


Рисунок 1 – Багатовимірний простір властивостей вироблених сталей і сплавів

Для визначення координат сплавів, які не мають прецедентів у просторі «Властивості – Технологія» передбачається виконати, на основі багатовимірної апроксимації довідкових даних, процес нейросимуляції. Авторами статті запропоновано використати інструменти нейромережевого моделювання [6, 7].

На відміну від відомих методів Spline-апроксимації [8], застосування нейромережевої моделі, при умові застосування навчальної та тестової множин, дає можливість отримати шукані моделі, що володіють властивостями інтелектуальних розрахунків. Процедура побудови таких моделей на нейромережевому базисі може бути описана алгоритмом (рис.2).

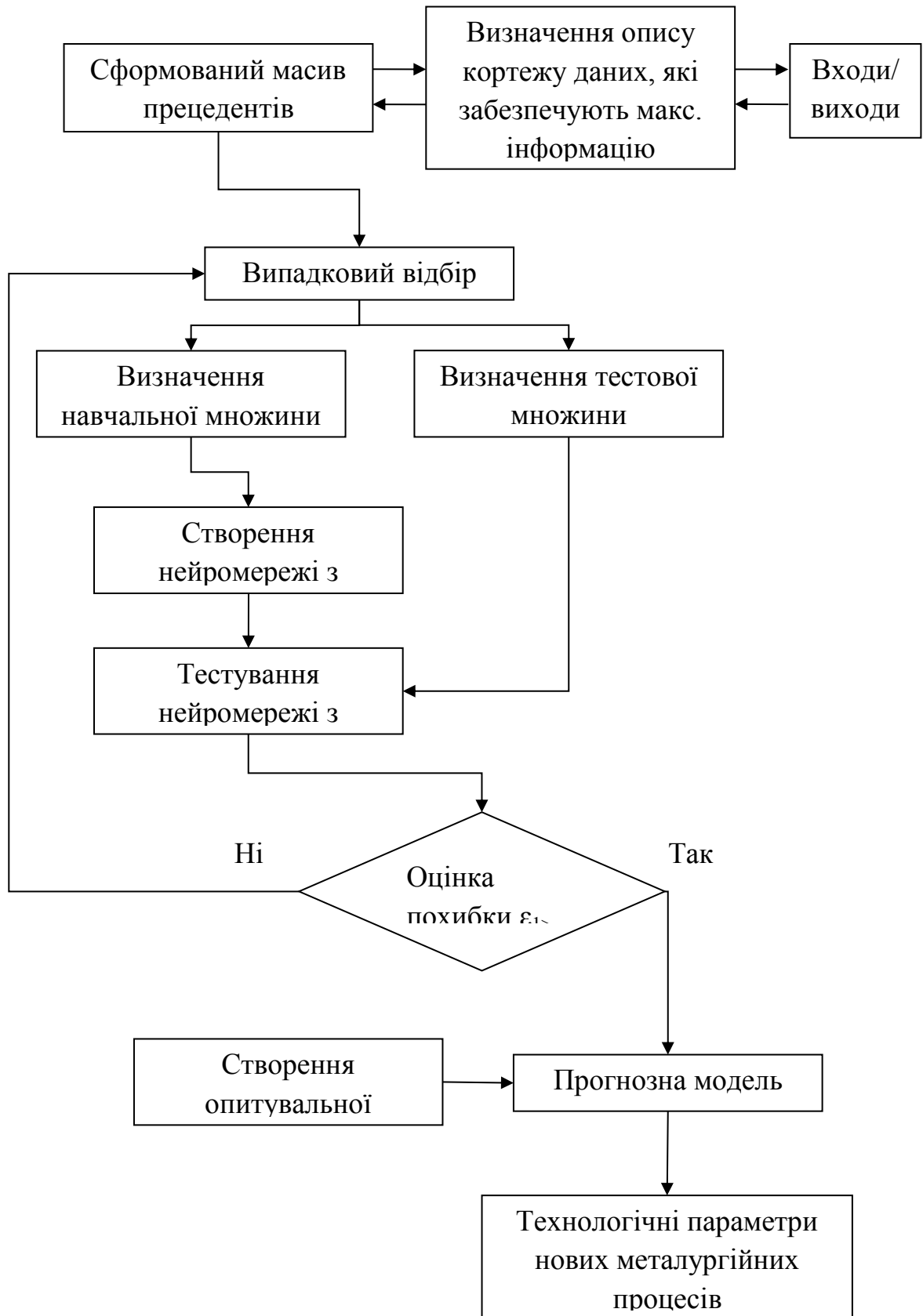


Рисунок 2 – Алгоритм побудови моделі на базі нейромережі

Як було зазначено раніше, створення нової технології металургійного процесу вимагає застосування бази прецедентів. Оскільки така інформація є лише у металургійних цехах, то створення навчальної та тестової множин можливо виключно в умовах певного виробництва, що має досвід виплавки сталей і сплавів. Прийнято рішення відпрацювати алгоритм для термообробки готових сплавів з фазовими перевтіленнями у структурі.

ВИСНОВКИ

У статті розглянута загальна проблематика металургійних процесів, а також створення унікальних сталей і сплавів. Запропоновано, у якості рішення, використання алгоритму нейромережевого моделювання для отримання технологічних параметрів плавки. Через брак інформації щодо прецедентів прийнято рішення відпрацювати методику на фазових перевтіленнях зерен металу під час термообробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Справочник // Под редакцией Банных О.А., Дрица М.Е. – М.: Металлургия, 1986. – 440 с.*
2. *Зарапин Ю.Л., Попов В.Д., Чиченев Н.Д. Стали и сплавы в металлургическом машиностроении: Справочник – М.: Металлургия, 1980. – 144 с.*
3. *Краткий справочник металлурга \ \ Под редакцией Адрнава В.П. - Москва: Государственное научно-техническое, 1960 - с.370*
4. *Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. – 1216 с.*
5. *Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 1989. — 640 с.*
6. *Нейросетевые технологии в технологической подготовке производства : монография / Ковалевский С. В., Гитис В. Б., Мишура Е. В., Мишура В. Б. – Краматорск : ДГМА, 2010. – 144 с.*
7. *Ковалевский С. В. Новые нейроподобные элементы и сети : монография / Ковалевский С. В., Гитис В. Б. – Краматорск : ДГМА, 2005. – 88 с.*
8. *С.Г. Радченко. Анализ экспериментальных данных на основе использования многофакторных статистических математических моделей. – 2011. – 14 с.*
9. *Д.Ф. Чернега, В.Н. Рыбак. Расчет шихты металлургического процесса с использованием программы Microsoft Excel 2010// ISSN 0235-5884. Процессы литья. 2013. № 1 (97). – 2012. – С.11-22.*

Соборський В.О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

ПРОЦЕС ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В ІННОВАЦІЙНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ

В статті представлені процеси підвищення ефективності віброобробки зварних конструкцій. Розглянуто моноганмонійне навантаження, та переваги полічастотного навантаження для стабілізації та зменшення остаточної напруженості.

На сучасному виробництві вирішуються завдання підвищення обсягу випуску виробів, але зі збереженням необхідної якості. Інноваційне виробництво характеризується використанням форм та засобів розвитку направлених на зниження собівартості продукції та оптимізації керування. Ефективність системного підходу залежить від попиту на світовому ринку, динаміку виробничих процесів. Розвиток світових ринків та зріст конкуренції вимагає виготовлення продукції яка буде користуватися попитом у замовників.

Перехід виробництва на використання передового обладнання, забезпечує підйом підприємства на високий рівень розвитку, що дозволяє захопити нові ринки збуту, та окупути всі витрати на переоснащення виробництва в короткі терміни .

Вібростабілізуюча обробка- це малоенергоємкий метод зняття залишкових напруг для стабілізації геометричних розмірів металоконструкцій, підвищення міцності, довговічності виробу та забезпечення точності при подальшій механічній обробці. Метод полягає в тому щоб створити в деталях або зварних конструкціях, ефект змінної напруги за допомогою дії вібрації , змінні напруги додаються до залишкових напруг металоконструкції, завдяки чому виникає ефект вібропластичності, який сприяє зниженню та перерозподілу напруг. Пластична деформація, що супроводжує циклічне навантаження, призводить до перерозподілу і вирівнювання залишкових напруг .

Але при послідовному моногармонічному навантаженні на кожній з власних частот збільшує час вібростабілізуючій обробки. При використанні одного вібробудника не дозволяє досягнути резонансу у складному корпусному виробі. Тому пропонується здійснити віброобробку кожної частини корпусу одночасно. Це можливо при полічастотному динамічному навантаженні, що дозволяє в широких діапазонах варіювати амплітудно-частотні параметри реалізованого впливу. Полічастотних навантаження

забезпечує одночасне резонирование всіх структурних елементів виробу, дозволяючи не тільки скоротити час вібростабілізуєчій обробки, але і підвищити її ефективність.

При такому виді стабілізаційній обробці постійно необхідно відслідковувати резонансні частоти коливань для кожного віброзбудника резонансних переходів. Досягнути ефекта віброобробки на резонансних частотах можливо завдяки низькочастотному двигуну, на вал якого встановлюємо маховик з ексцентріком. Оскільки супроводжується зниження резонансної частоти заготовки «Корпус», відслідковувати резонанс можливо за допомогою PID-регулятора, налаштованого за зменшення частоти обертання вала двигуна з встановленим на нього ексцентричним маховиком, при умові одночастного зниження спожитого току.

Висновок

Таким чином, для реалізації інноваційного виробництва, підвищення ефективності технології вібростабілізуєчій обробки зварних конструкцій пропонується використання полічастотних режимів динамічного навантаження, що дозволяє істотно поліпшити її технологічні та економічні показники.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грузд А. А. Исследование деформации сварных конструкций во времени и изыскание способов их учета и стабилизации / А. А. Грузд. – К. : 1973. – 193 с.
2. Гедрович А.И. Новые возможности повышения качества сварных конструкций с применением виброобработки / Гедрович А.И., Жидков А.Б. // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2009. – № 3 (426). – С. 89-94.
3. Жидков А.Б. Новые методы управления процессом вибрационной обработки с целью снижения остаточных напряжений / А.Б.Жидков, Р.Н. Паненко // Проблемы тертя та зношування: Науково-технічний збірник. – К: НАУ. – 2008. – Вип. 49. – Т. 2 – С. 18 – 24.
4. Махненко В. И., Пивторак Н. И. Перераспределение остановочных напряжений в сварных балках при вибрационной обработке // Автоматическая сварка. — 1978. — № 9. — С. 28–31.
5. Сагалевиц В. М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений. — М.: Машиностроение, 1974. — 248 с.
6. Сагалевиц В. М., Завалишин Н. Н., Нашивочников В. А. Устранение деформации сварных балочных конструкций вибрацией // Сварочное производство. — 1979. — № 9. — С. 9–11.
7. Аснис А. Е., Иващенко Г. А. Повышение прочности сварных конструкций. — К.: Наукова думка, 1978. — 192 с.
8. Янус Ю. Р. Исследование влияния вибрационного воздействия на релаксацию остаточных напряжений, структуру и свойства конструкционных сталей и алюминиевых сплавов / Ю. Р. Янус // Автореферат диссерт. на соиск. ученой степени / Ю. Р. Янус. – С., 1988. – 21 с.

Суязов О.П., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

СПОСІБ АКУСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Поставлено задачу вдосконалення відомого способу для контролю розмірів деталей за допомогою сигналу резонансних коливань. Задача вирішується за рахунок того, що спосіб акустичної ідентифікації візуальних об'єктів, який полягає у введенні сигналу в об'єкт контролю для подальшого його приймання та фіксування, після розповсюдження в об'єкті. Це дозволяє отримати інформацію з орієнтації об'єкта у робочому просторі верстата та інформацію відносно конфігурації форми об'єкта.

The task of improving the known method for controlling the size of parts using a signal of resonant oscillations. The problem is solved due to the fact that the method of acoustic identification of visual objects, which consists in introducing a signal into the object of control for further reception and recording, after propagation in the object. This allows you to get information about the orientation of the object in the working space of the machine and information about the configuration of the shape of the object.

Ідея відноситься до галузі техніки, а саме до машинобудування та може знайти застосування для діагностики розмірів і розміщення деталей у просторі.

Відомий спосіб діагностики [1]. Відомий також спосіб безконтактного контролю розмірів деталей [2], який полягає у впливі на деталь акустичним сигналом, що віддзеркалюється від її поверхонь, при цьому як акустичний сигнал використовують імпульсний вплив електромагнітного поля, яке викликає в деталі магнітоелектричні процеси, що фіксують у вигляді віддзеркалених імпульсів різної частоти, які супроводжуються функцією відгуку, у вигляді спектра амплітудно-частотних характеристик деталі, що оброблюють за допомогою нейромережевого моделювання, згідно з рівняннями вербального опису.

Відомий також спосіб контролю розмірів деталей за допомогою сигналу резонансних коливань [3], обраний нами як прототип, який полягає у формуванні акустичного сигналу, що вводиться в об'єкт контролю для подальшого його приймання та фіксування, після розповсюдження в об'єкті, при цьому збудження резонансних коливань деталей відбувається за допомогою резонансного акустичного сигналу з частотою, рівною частоті власних коливань деталей.

Загальними істотними ознаками відомого способу й того, що заявляється є збудження об'єкту контролю резонансними акустичними коливаннями для подальшого його приймання та фіксування, після розповсюдження в об'єкті, при цьому збудження резонансних коливань деталей відбувається за допомогою резонансного акустичного сигналу з частотою, рівною частоті власних коливань деталей.

Недоліками відомого способу є те, що він не дозволяє проводити контроль форми та розташування деталей у просторі. Поставлено задачу вдосконалення відомого способу для контролю розмірів деталей за допомогою сигналу резонансних коливань .

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що спосіб акустичної ідентифікації візуальних об'єктів, який полягає у введенні сигналу в об'єкт контролю для подальшого його приймання та фіксування, після розповсюдження в об'єкті, при цьому збудження резонансних коливань деталей відбувається за допомогою резонансного акустичного сигналу з частотою, рівною частоті власних коливань деталей, *згідно з корисною моделлю*

форма і положення об'єкта в робочому просторі ідентифікуються на основі порівняння акустичної спектрограми деталі з еталонною нейромережевою моделлю, яка створюється шляхом подачі сигналу з широкосмугового генератора частот на вібростіл, на якому розташований об'єкт та акустичний датчик приймач.

Сигнал із широкосмугового генератора подається на вібростіл, де розташовані об'єкт та акустичний приймач сигналу. Відомі прецеденти конфігурації об'єкта обробляються у нейронній мережі і створюється еталонна модель. *Виконується ідентифікація форми та розташування об'єкта у просторі завдяки порівнянню отриманих сигналів з датчика з еталонною моделлю.*

Застосування пропонованого способу акустичної ідентифікації візуальних об'єктів дозволяє отримати інформацію з орієнтації об'єкта у робочому просторі верстата та інформацію відносно конфігурації форми об'єкта.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Диагностика технических устройств / Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев, Н. А. Быстрова, Д. И. Галкин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 – 615 с*
2. *Пат. 100072 Україна, МПК G01B 7/02. Спосіб безконтактного контролю розмірів деталей / С. В. Ковалевський, К. В. Тулупова. – № u201413874; заявл. 24.12.2014; опубл. 10.07.2015, бюл. № 13/2015*
3. *Пат. 100097 Україна, МПК G01M 13/00, G01N 29/14. Спосіб контролю розмірів деталей за допомогою сигналу резонансних коливань / С. В. Ковалевський, А. І. Нагієва. – № u201500171; заявл. 12.01.2015; опубл. 10.07.2015, бюл. № 13/2015*

Твердохліб В.В., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, Україна)

КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПРИВОДІВ ДЛЯ ЗМАЩУВАННЯ ВЕРСТАТІВ 2К424

У статті розглянуті основні проблеми і вирішення при проектуванні сучасного інноваційного механоскладального виробництва приводів для змащування верстатів 2К424. Пропонується розширення виробничої програми за рахунок збільшення номенклатурного ряду деталей, яке може випускати інноваційний механоскладальний цех. Для підвищення ефективності виробництва пропонується заміни термічну обробку на більш дешеві і не менш ефективні енергозберігаючі технології зміцнення деталей. На прикладі розглянуто впровадження зміцнення зубчастих коліс епіломуванням.

The main problems and solutions in the design of modern innovative mechanical assembly production of drives for lubrication of 2K424 machines are considered in the article. It is proposed to expand the production program by increasing the range of parts that can produce an innovative mechanical assembly shop. To increase production efficiency, it is proposed to replace heat treatment with cheaper and no less efficient energy-saving technologies for strengthening parts. The introduction of gear hardening by epiloming is considered on an example.

При проектуванні інноваційного цеху зроблений аналіз технології виготовлення деталей представників, розглянута транспортна і вантажопідйомна система цеху, складальне відділення.

Для вирішення, основних проблем в проекті запропоновано замінити універсальні верстати на сучасні багатофункціональні оброблювальні центри, з великими функціональними можливостями, що дозволяє підвищити гнучкість виробництва.

Запропоновані верстати були обрані по принципу концентрації операцій, з частковою автоматизацією. Концентрація операцій дозволяє скоротити виробничий час на виготовлення деталей і зменшити собівартість виробу. Такі вимоги задовольняють сучасні токарно-фрезерні оброблювальні центри, з багатофункціональними можливостями, автоматичною подачею заготовок. Концентрування операцій, дозволяє скоротити виробничий цикл виготовлення деталей і тим самим знизити собівартість виробу.

Деталь представник «Шестерня» в проектному варіанті, пропонується обробляти на токарно-фрезерному обробному центрі Arix TMA60CL. Одночасне керування 5-ю осями скорочує верстатну обробку деталі до мінімуму. Багатоцільовий вертикальний утримувач інструменту з п'ятьма токарськими і дванадцятьма обертовими інструментами. Головний шпиндель

з функцією осі С. Похила станина забезпечує граничну жорсткість і зручна при збиранні стружки. Підстава з демпфівальними елементами з мінерального каменю гарантує кращу амортизаційну здатність і дозволяє створювати ідеально гладкі поверхні. Інструментальний супорт з шести блоків дає високу жорсткість і точність серед подібних за специфікацією верстатів. Стандартний транспортер для видалення стружки дозволяє ефективно утилізувати стружку і містити область фрезерування чистою. Стандартний уловлювач деталі робить весь процес обробки більш плавним.

Деталь представник «Корпус» обробляється на токарно-фрезерному оброблювальному центрі YURCO TMM 10i. Конструкція верстата - сертифікована конструкція зі сплаву модифікованого чавуну (Meehanite®), яка володіє відмінними характеристиками демпфування і забезпечують максимальний опір теплової деформації і скручуванню. Цей функціональний інструмент включає дуже великі напрямні осі Z, розмір яких розрахований на оптимальну підтримку каретки. Широка каретка також покращує надійність верстата. Шпиндель з сервоприводом Diplomatic з швидкої заміни інструментів. Можна використовувати посадки для будь-якого поєднання інструментів для внутрішньої або зовнішньої обробки. Верстати серії ТМХі включають ізоляцію тепловиділяючих компонентів і вбудований охолоджувач шпинделя. Верстат може обробляти деталі з великим діаметром і довжиною, підтримує широкий спектр розмірів деталей і оброблюваних матеріалів.

Обране обладнання для обробки деталей представників володіють великими функціональними можливостями і гнучкістю. Обладнання дозволяє, збільшити номенклатурний ряд виробів, які можливо буде випускати в проектному цеху.

Для підвищення автоматизації виробництва, пропонується використовувати роботизовані маніпулятори (промислові роботи), так як деталі мають не великі габаритні розміри, такий підхід буде раціональним. Промислові роботи можуть забезпечити автоматичне завантаження і розвантаження заготовок, для переміщення заготовок по цеху запропоновано використання конвеєрів рольгангів. Після обробки деталі, роботизований маніпулятор забирає деталь з верстату і буде її поміщати на рольганги, потім деталь по рольгангам переміщується до наступного верстату, де її буде приймати наступний робот і так далі. За рахунок не великих габаритів і масі, промислові роботи будуть теж не великих розмірів, що значно здешевить їх

вартість, з урахуванням скорочення залучених робітників, це буде економічно доцільні.

В базовому проекті, фінішною обробкою було термічне зміцнення зубів деталі «Шестерня». Такий метод потребує великих енергетичних витрат і має довгий час обробки. Для покращення експлуатаційних властивостей зубів деталі представника «Шестерня», в проекті пропонується досягти за допомогою метода епіломірування. Обраний метод дозволить скоротити витрати на електроенергію і час на транспортування і обробку деталі.

ВИСНОВКИ

Таким чином пропонується інноваційних цех, в якому скорочення виробничого циклу і зменшення собівартості виробу, забезпечується концентрацією технологічних операцій за рахунок обрання сучасних токарно-фрезерних оброблювальних центрів, обрання методу для покращення експлуатаційних властивостей зубів менш енерговитратним методом епіломіруванням, запропонована автоматизована транспортна система деталей працює в автоматичному режимі без простою деталей на складі.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.<https://dandrmachinery.com/machining-products/hurco-tmm10i/>
2. *Технологии производства: проблемы и решения : монография / Ф. В. Новиков, В. А. Жовтобрюх, С. А. Дитиненко и др. – Д. : ЛИРА, 2018. – 536 с.*
3. *Технология упрочнения машиностроительных материалов: Учебное пособие-справочник/ Под редакцией д.т.н., проф. В.Д. Евдокимова. – Одесса Николаев: Изд-во НГГУ им. Петра Могила, 2005. – 352 с.*
4. *Проектирование и автоматизированное программирование современных технологий для станков с ЧПУ» : монография / В. А. Жовтобрюх, Ф. В. Новиков. – Днепр : ЛИРА, 2019. – 480 с.*
5. *Вохидов А., Добровольский Л. Эпиламирование: эффективный метод создания нанопленок:// Наноиндустрия. Выпуск №4 – 2012. 345 с.*
6. *Ковалевський С.В. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ з дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень» для магістрів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. - м. Краматорськ ДДМА, 2016 р- 99 с.*
7. *Колісник М. К. Стан підприємств машинобудування в Україні і можливі шляхи виходу з кризи за допомогою стратегії інтеграції // М. К. Колісник К. Е. Сміх // Регіон. економіка. – 2008. – № 4. – С. 163*

Тимофеюк Н.П. наук.кер. к.т.н., доц. Цивінда Н.І., ст.викл Чернявська О.В., ст.викл. Лаухіна Л.І. (Криворізький національний університет, Україна)

ВПРОВАДЖЕННЯ В ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС ВДОСКОНАЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТУ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

В статті на основі досліджень запропонована технологія відновлення стінки торцевої кульового млина, що може бути введена в виробництво.

In the article on the basis of researches the technology of restoration of a wall of an end ball mill which can be introduced in production is offered.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Основними підготовчими операціями при збагаченні корисних копалин є подрібнення. За оцінками експертів на процеси рудопідготовки приходиться не менше 20 % всіх енергетичних витрат країни [1]. В публікаціях [2] вказано, що витрати гірничо- збагачувальних комбінатів (ГЗК) зумовлені спрацюванням куль і футерівки, які для ГЗК Кривбасу становлять 0,09 і 0,007 кг на кожну витрачену на подрібнювання кВтгод енергії відповідно. Тож пошук вдосконалених технологій відновлення спрацьованих поверхонь великовартісних машин і механізмів, для підтримання їх працездатності є актуальною задачею.

Постановка задачі. Інтенсивність спрацювання футеровочних плит впливає на геометрію поверхні деталей, до яких вони кріпляться. У результаті експлуатації поверхня стінки торцевої зношується по всій поверхні, причому зношування йде нерівномірно й має різну глибину. Зношування носить місцевий характер у вигляді так званих «вимоїн» різного розміру й глибини. Зношуються також отвори під болти кріплення броні млинів, у деяких випадках на зношуваній поверхні, спостерігаються тріщини різної глибини й довжини.

Аналіз досліджень і публікацій. Особливості пристроїв та методів для відновлення великогабаритних деталей машин і механізмів, що експлуатуються на Криворіжжі можна зустріти тільки в патентах [3], або загальних оглядах [4,5], технологія відновлення проектується безпосередньо відносно даної машини на підприємстві під виробничі потужності.

Викладення матеріалу та результати. Відновлення зношених місць торцевих кришок кульових млинів після аналізу всіх методів відновлення

будемо виконувати напівавтоматичним електродуговим наплавленням у захисних газах суцільними і порошковим дротами.

Для напівавтоматичного електродугового наплавлення підшару, а також заварки тріщин застосовується суцільний низько-вуглецевий низьколегований дріт марки ПП-АН-1 ГОСТ 26271-84 або закордонний аналог SG3 по DIN 8559. Діаметр дроту - 2,0...2,6 мм.

Для заварки місцевих дефектів типу тріщин, відколів й т.п. допускається застосування електродів типу Э42А и Э50А відповідно, марки УОНІ 13/45 і УОНІ 13/55 Ø3...4 мм.

Для наплавлення використовуємо вуглекислий газ за ГОСТ 8050-85 або суміш газів 82% Ar+18% CO₂. Захисні гази поставляються в балонах. Балони повинні бути встановлені на відстані від місця зварювання не менш чим 5 м і в захищених від сонячного опромінення місцях.

Для зварювання в CO₂ або в сумішах Ar + CO₂ будемо застосовувати джерела живлення постійного струму із жорсткою зовнішньою вольтамперною характеристикою. Зварювальні спрямлювачі КИГ-601, ВДУ-506, ВДУ-601, ВС-500, ВС-690 і ін. основні параметри яких відповідають ГОСТ 13821-77Е.

Для подачі зварювального дроту в зону горіння дуги використовуємо механізми, що подають, які призначені для роботи в захисних газах - ПДО-517, А-1197, ПДГ-508, ПШ-107 і ін., основні параметри яких відповідають ГОСТ 18130-79Е и ГОСТ 8213-75Е.

Система подачі захисного газу повинна забезпечувати витрату газу під час зварювання в межах 8-35 л/хв.

Підготовка до зварювання й наплавлення включає підготовку наплавочних (зварювальних) матеріалів (дроту й захисних газів), устаткування й деталі, яка наплавляється.

Перед наплавленням перевірити чистоту поверхні наплавочного дроту. На поверхні дроту не повинно бути залишків волохилового змащення або інших забруднень.

Перед використанням порошковий дріт повинен бути прожарений по режиму: нагрівання до (200-250)С° зі швидкістю (50-100)С°/год, витримка 2 год, охолодження на повітрі. При дотриманні режиму термообробки дріт здобуває "солом'яний" колір. Балон із чистим вуглекислим газом повинен бути звільнений від вологи. Для чого він устанавлюється вертикально вентилям униз на 7...10 год., після цього необхідно відкрити вентиль і злити воду, що зібралася, до появи вуглекислоти у вигляді сухого льоду.

Млин, що підлягає ремонту, звільняється від куль і з торцевих стінок знімається захисна футеровка.

Таблиця 1 - Режими напівавтоматичного зварювання й наплавлення в середовищі захисних газів для суцільного (Св-08М2С) і порошкового (ПП-АН198) дротів

Марка дроту	Діаметр дроту, мм	Струм, А	Напруга, В	Витрата захисного газу, л/хв
Св-08М2С	1,2	120... 160	18...21	10...12
	1,6	350... 380	32...35	18...20
	2,0	400... 450	32...34	18...20
ПП-АН198	1,8...2,0	250... 350	28...32	18...20

Наплавлення виконується одночасно двома наплавниками двох протилежних секторів від центра кришки до її країв. Наплавлені валики проковують електромолотком з номінальним зусиллям 5 кг зі спеціально заточеним бойком радіусом 3...5 мм до зміни малюнка поверхні наплавленого валика. Висота підшару, виконаного суцільним дротом Св-08М2С, повинна бути нижче номінального розміру корпусу торцевої стінки на 4-5 мм. Виміри виробляються шаблоном і штангою з вимірювальною шкалою.

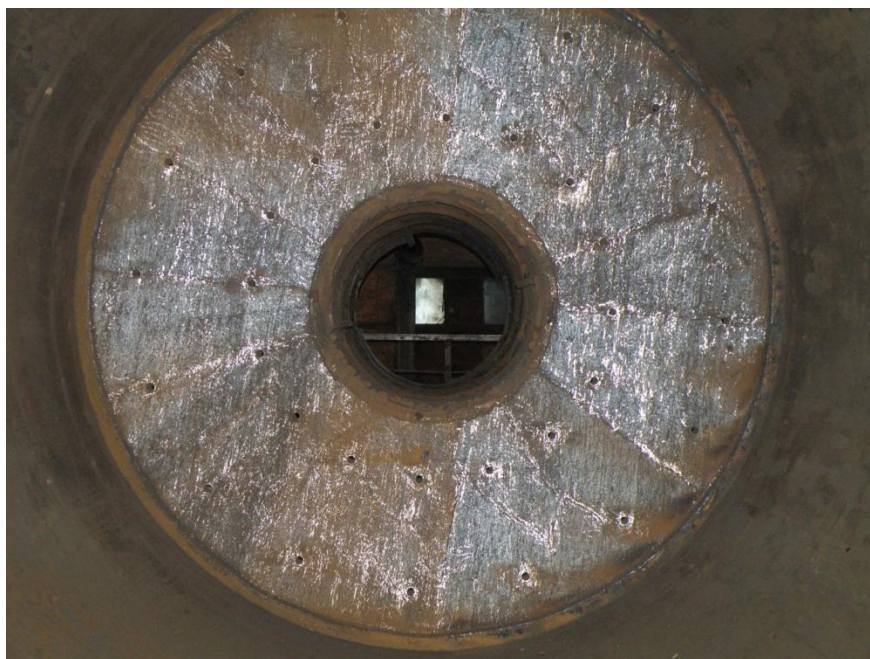


Рис.2 Відновлена стінка торцева кульового млина

У випадку зупинки процесу наплавлення поновлення його починається з перекриттям раніше наплавленого валика на 15-20 мм.

Висновок: Режими наплавлення можуть корегуватися безпосередньо в процесі наплавлення торцевих стінок кульових млинів. Спроектована технологія відновлення дозволить подовжити строк служби млина без заміни вартісної деталі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Teck Cominco. Amec. Petaquilla Project-Volume II. 2006 Cost Update. December, 2006.*
2. Півняк Г. Г. Млини і технологія примусового подрібнювання матеріалів/ Півняк Г. Г., Кириченко В. І., Кириченко В. В. // *Наука та інновації. 2006. Т 2. № 3. С. 20–27.*
3. Патент UA 32584. Україна. Спосіб відновлення зношеної поверхні торцевих кришок барабанного млина наплавленням/Панфілов А.І. : заявник Товариство з обмеженою відповідальністю «Бест лайн», заявл. 19.12.2007; опубл. 26.05.2008. Бюл. №10 2018 р.
4. Шуханов Ж.К. Анализ о современном состоянии эксплуатации шаровых мельниц/ Шуханов Ж.К., Ибрагимова З.А., Асан А.Е., Поветкин В.В. // *Труды Международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации Казахстана 2050».*- Алматы, 2014.-С.335-339.
5. Цивінда Н.І. Вибір методу відновлення деталей кульових млинів/ Цивінда Н.І., Лаухіна Л.І., Драганчук В.В. // *Розвиток промисловості та суспільства. Міжнародна науково-технічна конференція, Матеріали конференції, Том 2, Кривий Ріг, 22-24 травня 2019. С.82*

Vito Tic, Darko Lovrec. (*Hydraulics Laboratory of University of Maribor*)

DEVELOPMENT OF LINEAR SERVO HYDRAULIC DRIVE FOR MATERIAL TESTING

Material testing devices are used in laboratory and industrial environments for testing and research in fracture mechanics and are typically operated by servo-hydraulic or servo-pneumatic actuators. They contain an increasing number of electronic and microprocessor-controlled components, with which they achieve appropriate dynamics and the ability to store and process signals.

The paper presents the development, implementation and operation of a flexible device for testing the dynamic strength of materials based on linear electro-hydraulic servo drive with closed loop force control. To control the components, a Beckhoff multi-core controller is used, which simultaneously runs a control program with real time force control, as well as a human-machine interface in the Windows environment. The presented device is capable of achieving forces up to 40 kN at test speeds up to 20 Hz.

Vojkan Zoric, Jovana Zoric. (*University of Megatrend, The Faculty of Civil Aviation, Belgrade, Serbia*)

FORENSIC ANALYSIS OF COLORED MATERIALS IN THE FIELD OF LOW ENERGIES

Experimental color analysis in the field of low energies was performed by the method of infrared spectrophotometry with Furie transformation (FT-IR), on a laboratory instrument brand "Thermo Fisher Scientific" model "Nexus 6700". Examined samples of colored materials were collected during forensic examinations of traces of paint from various criminal events in the territory of the Republic of Serbia, in the period from 1999-2009. years. As it is already known that each color, at certain wave numbers, has characteristic spectrograms (especially in a specific, middle infrared region), in order to obtain a certain law in the behavior of color spectrograms, an experiment was performed. Concrete spectrograms were obtained by recording experimental color samples. It has been shown experimentally that colors in irreversible processes give exponential distributions with different parameters. During the recording, the interval of the wave vectors ranged from 450 to 4000 cm^{-1} , so the exponential distributions were made with the exponent type . As the interval of the wave vectors lies in the deep infrared region, it is concluded that the color molecules exchanged low-energy quanta in collisions with each other, which correspond to rotational energy levels or changes in the L-S interaction. The obtained results represent the most objective criterion for the identification of colored materials using experiments in the low-energy region, because the characteristic wavelengths are determined through the superposition of all individual exponential distributions.

Vujadin Aleksic, Bojana Aleksic, Ana Prodanovic, Ljubica Milovic. (*Institute of Physics, Belgrade, Serbia*)

HSLA STEEL - SIMULATION OF FATIGUE

In present paper, based on the results of the experimental study of the behaviour of the samples made of a HSLA steel, in the form of round smooth specimens (RSS) under LCF conditions (with controlled and completely reversible strain $\Delta\varepsilon/2 = \text{const}$, $R_\varepsilon = \varepsilon_{\min}/\varepsilon_{\max} = -1$, according to ISO 12106: 2003 (E)) and square specimens (SqS) under conditions of HCF conditions (with controlled one-way variable load on tension with $\sigma_{\min} = \text{const}$, according to ISO 12110-1:2013), a computational stress analysis was performed using the FE method and the behaviour of this steel in the fatigue behaviour simulation (LCF and HCF) in SolidWorks programme was shown.

On the basis of the performed analysis of the results of the stress-strain state and the determination of the life using the life isolines for a particular load cycle involving the entire RSS ligament, i.e. SqS for a particular load in a wide range of LCF and HCF loads and comparison with the results of experimental tests, a figure i.e. graphical presentation was given and conclusions were drawn that justify the efforts for numerical assessment of the life cycle of the loaded machine parts.

UDK 711.11

Yousef Zaarir, Fuad Catovic, Adnan Novalic, Ahmed El Sayed. (*International BURCH University, Sarajevo*)

**THE USE OF GREEN MATERIALS IN ARCHITECTURAL & CIVIL
DESIGN AND THE SUCCESS OF CONSTRUCTION PROJECTS: CASE
STUDY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA**

This paper focused on determining the effect of the design phase on the construction project success and to investigate the awareness of construction project participants about the values and benefits gained by using green materials and buildings. Results gained by using qualitative research method demonstrated that the design has a significant impact on different phases of the construction project. It has been concluded that the design has a direct effect on the cost, technology, scope, and schedule of the project.

Yueh-Ying Chou, Po-Yu Chen, Vojislav V. Mitic, Goran Lazovic, Mimica Milosevic, Jana Kotnik, Dusan Milosevic. (*National Tsing Hua University, Taiwan*)

BIO-CERAMICS POROSITY AND FRACTAL NATURE

Hydroxyapatite scaffold as a bio-ceramic has cellular design as similarities within the morphologies design by nature. There is a need to control the structure of what is interesting for applications. By freeze casting, we can form the shape of dendrites and a foam structure after ice sublimation. After this process ice nucleation develops as more heterogeneous during freeze casting. We researched the mechanical properties of Hydroxyapatite. We also analyzed the porosity by fractal nature characterization, and reconstructed pore shape, which is important for designing ceramic structures. We analyzed SEM images of samples with different five magnifications for the same pore structure, which is important for pores fractal reconstruction. We completed the porosity fractal characterization and demonstrated successful shapes reconstruction. By this research report, we conformed original fractals application within bio-ceramics.

Zelimir Husnic. (*Drexel University*)

DEVELOPMENT OF AIRCRAFT MECHANICAL SYSTEMS AND MECHATRONICS MODELING

Preliminary design of aircraft mechanical systems is complex process. Aircraft fly-by-wire controls associated with mechanical systems models need to be draw together in an appropriate sequence in order to perform various design studies with high accuracy and efficiency. The paper discuss Mechatronic approach related to this process. Mechatronic approach in design, modeling and simulation offer improvement in overall quality, while decrease cost and time required for development.

Zlata Jelacic. (*Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo*)

REINFORCEMENT LEARNING AND MARKOV DECISION PROCESSES IN REHABILITATION

Situated in between supervised learning and unsupervised learning, the paradigm of reinforcement learning deals with learning in sequential decision-making problems in which there is limited feedback. This paper introduces the intuitions and concepts behind Markov decision processes and reinforcement learning algorithm for computing optimal behaviours. First the formal framework of Markov decision process is defined, accompanied by the definition of value functions and policies. The main part of the paper focusses on the introduction of foundational classes of algorithms for learning optimal behaviours, based on various definitions of optimality with respect to the goal of learning sequential decisions. A human–robot interactive control is proposed to control a lower limb prosthetic robot for amputee patients in the gait rehabilitation training. The rehabilitation prosthetic robot is driven by the hydraulic system and has two rotational degrees of freedom. An adaptive admittance model is adopted considering its suitability for human–robot interaction.

When focussing on motor activities, it is widely accepted that the repetition of sessions of movement therapy plays a key role in the modification of motor outcomes. In this context, robotic devices, due to their ability to improve patients' compliance to treatments, are increasingly being exploited to strengthen and validate training programs directed to improve motor outcomes. The role of robotic devices in improving motor outcomes during rehabilitation is quite obvious, however the rationale behind clinical efficacy in rehabilitation programs which include robotic devices, when compared to the conventional ones, has not been developed in a theoretical framework.

Хо́да Я.А., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*)

СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ НАДІЙНОСТІ ЗАТИСКАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ МАЛОЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ.

В роботі запропоновано метод контролю кріплення за рахунок визначення геометричної форми профілю мікронерівностей завдяки чому можна збільшити точність позиціонування який відрізняється тим, що знищується точність контролю якості закріплення та біль універсальна конструкція.

The paper proposes a method of fastening control b131y determining the geometric shape of the profile of microroughnesses due to which it is possible to increase the accuracy of positioning which differs in that the accuracy of quality control of fastening and pain is a universal design.

Корисна модель відноситься до галузі техніки, а саме до машинобудування, і може застосовуватися для контролю якості затискання поверхонь.

Аналог контролю закріплення поверхонь є спосіб затискання [1] динамометричним ключем. Суть роботи рукоятка, здатна обертатися в двох напрямках. На корпус наноситься основна шкала, а на ручці є додаткова. Основна шкала призначена для демонстрації діапазону зусиль, актуального для кожного конкретного динамометричного ключа.

Загальними суттєвими ознаками відомого способу і того, що заявляється, є обмежена сила закріплення до того на скільки це необхідно.

Недоліком відомого способу є неможливість отримання більш точних даних о закріпленні деталей.

За прототип взят контроль закріплення завдяки методу виброакустичної діагностики якості складання багатоболтових з'єднань. При впровадженні запропонованого метода контролю можна оцінити рівень та спрогнозувати послідовність затяжки, підвищити рівень якості і довговічності багатоболтових з'єднань.[2]

Недоліком методу є неавтономність та більш складний процес контролю.

Основа корисної моделі: спосіб активного контролю стану технологічної системи верстату за допомогою ідентифікаційних моделей.

Галузь застосування: корисна модель відноситься до галузі техніки, а саме до технології контролю стану верстатів шляхом АЧХ, може бути використана для діагностики стану деталей машин.

Суть корисної моделі: спосіб діагностики стану верстатів шляхом зняття спектрів власних частот які завдяки щільному контакту мінімізують розсіювання сигналу який характеризується дисперсією

Технічний результат: діагностика частоти спектру пропускної здібності контактної поверхні затискання дозволяє діагностувати надійність закріплення.

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://www.freepatent.ru/patents/2519363>

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

Чернокол А. В., наук. кер. к.т.н. Олійник С. Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

СУЧАСНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЗУБЧАТИХ ПОВЕРХОНЬ

В статті приведено аналіз контрольних заходів зубчатих поверхонь. Представлені всі необхідні контрольні заходи до зубчастих поверхонь в редукторі КЦ-355 та розглянуто види традиційних приладів та сучасних зубовимірвальних машини для контролю зубчастих поверхонь.

The article presents an analysis of control measures of toothed surfaces. All the necessary control measures for gear surfaces in the gearbox KTs-355 are presented and the types of traditional devices and modern measuring machines for control of gear surfaces are considered.

Зубчасті поверхні є відповідальними ланцюгами машин і механізмів, які визначають якість, надійність та довговічність їх роботи. Зі стрімким розвитком машинобудування зростають вимоги до збільшення швидкостей і потужностей машин і механізмів. Це викликає необхідність вдосконалення засобів виробництва і контролю зубчастих поверхонь. Традиційні зубовимірвальні засоби на даний час не можуть повністю забезпечити зростаючі вимоги до точності і продуктивності контролю, тому мета даної роботи проаналізувати вимірвальні засоби та їх ефективність.

Сучасні засоби контролю зубчастих поверхонь розглянемо на прикладі контрольних операцій редуктора привідного конічно-циліндричного КЦ-355 до поворотного столу МБЛЗ. В зазначеному редукторі присутні: вал-шестерня конічна з круговим зубом, що має лівий напрямок лінії зуба, з відповідним конічним колесом, що має правий напрямок лінії зуба, які в парі утворюють конічну передачу з круговим зубом та мають ступінь точності 6-В; вал-шестерня з косим зубом, що має правий напрямок лінії зуба, з відповідним колесом зубчастим, що має лівий напрямок лінії зуба, які в парі утворюють косозубу передачу та мають ступінь точності 7-В; шестерня шліцьова з прямим зубом та зі ступенем точності 7-В. Данна кількість зубчастих поверхонь вимагає забезпечити повний комплекс контрольних операцій та підвищити їх точність і ефективність.

При виготовленні циліндричних зубчастих коліс основним параметром, що задає точність є евольвентний профіль. Для перевірки евольвентного профілю зуба циліндричних коліс, застосовують спеціальні прилади - евольвентоміри, які фіксують відхилення дійсного профілю від теоретичного, відтвореного приладом. При виборі інших параметрів для контролю в циліндричних зубчастих поверхнях надають перевагу комплексному контролю, який базується на наступних міркуваннях:

1. Перевагу слід віддавати функціональним показникам (F_{ir} , f_{ir} , пляма контакту), так як вони обмежують сумарну похибку колеса і передачі [1].

2. Найбільш повну оцінку точності передачі можна отримати при вимірюванні та контролі її кінематичної похибки і сумарної плями контакту або проконтролював спектр шуму за спеціально встановленими нормами [1].

3. Повну оцінку точності колеса можна отримати при вимірі в зачепленні з вимірювальним колесом за такими показниками: кінематична та циклічна похибки колеса, сумарна пляма контакту і бічний зазор [1].

4. Бажано використовувати методи контролю та виміру, що забезпечують безперервне вимірювання контрольованого параметра по всьому колесу. Наприклад, вимірювання кінематичної похибки колеса краще вимірювання накопиченої похибки кроку, або вимірювання похибки обкату краще виміру коливання довжини загальної нормалі [1].

5. Більш зручно користуватися методами контролю, результати яких не вимагають перерахунку, а можуть безпосередньо порівнюватися з допустимими стандартними відхиленнями. Наприклад, вимірювання накопиченої похибки кроку за допомогою приладу з кутовим пристроєм точніше, ніж визначення накопиченої похибки по рівномірності кроку або контроль зміщення вихідного контуру краще контролю розміру по роликах [1].

6. При остаточному контролі та вимірі зубчастого колеса для оцінки його, як елемента майбутньої передачі, вимірювання необхідно виконувати від робочої бази колеса. При виробничому контролі за базу вимірювання доцільно приймати ту, яка використовувалася при обробці [1].

7. При налагодженому виробництві контроль може бути обмежено контролем коліс по міжосьовій відстані при двопрофільному зачепленні з вимірювальним колесом [1].

Таким чином найбільш частими параметрами для контролю є: кінематична похибка колеса, пляма контакту і бічний зазор.

Система контролю конічних коліс, передач і пар встановлюється так само, як і циліндричних, тобто вибором спеціальних комплексів, за допомогою яких виявляються певні властивості коліс і передач, і профілактичним контролем: верстата, пристосування, інструменту і заготовки. Елементний контроль конічних зубчастих коліс в більшості випадків здійснюється за допомогою тих самих приладів, що виконують контроль циліндричних зубчастих коліс. Для цього передбачено, що вимірювальний вузол може розвертатися на кут конуса так, щоб площина вимірювання ставала перпендикулярною твірної конуса [1].

Норми кінематичної точності визначають допустиму похибку кута повороту колеса за один його оборот і можуть характеризуватися, наприклад,

кінематичною похибкою колеса [5]. Кінематична похибка виникає в зубчастому колесі в результаті радіальних помилок обробки - мінливість радіального положення осі заготовки та інструменту, тангенціальних помилок - похибки обкату зубообробного верстата [3] і похибок виробляючої поверхні інструменту [4]. Найбільша алгебраїчна різниця відхилень дійсних кутових положень колеса щодо номінального положення за один оборот дорівнює величині коливань кінематичної похибки колеса F_{ir} і обмежується допуском F_i . Недоліком даної схеми контролю - це необхідність мати спеціальні точні конуси або диски для кожного передавального відношення [5].

Номінальний показник норми контакту - пляма контакту. Для контролю плями контакту бічну поверхню меншого або вимірювального колеса покривають шаром фарби (свинцевий сурик, берлінська блакить) товщиною не більше 4...6 мкм і проводять обкатку коліс при легкому пригальмовуванні. Розміри плями контакту визначають у відносних одиницях - відсотках від довжини і від висоти активної поверхні зуба [6].

Традиційні та універсальні прилади для контролю зубчастих поверхонь поділяються [2]: за призначенням на групи в залежності від контрольованих показників точності коліс; за конструкцією - на типи верстатні і накладні, що позначаються буквою В або Н відповідно, з додаванням букв - ц, к, ч, і, що вказують, що прилади призначені для контролю коліс циліндричних, конічних, черв'яків і черв'ячних коліс або передач, зуборізного інструменту; за розмірами контрольованих коліс - на типорозміри 0, I, II і III; за точністю вимірювань - на класи А і В.

За призначенням, наприклад, передбачаються наступні групи приладів [2]: прилади для контролю радіального биття зубчастого вінця і зміщення вихідного контуру (e_0 , і Δh) - биттяміри; прилади для контролю похибки обкату ($\Delta\phi_\Sigma$); прилади для контролю профілю зуба Δf - евольвентамери; прилади для контролю осьового кроку ΔB_Σ ; прилади для контролю довжини загальної нормалі Δ_0L , ΔL - нормалемери; прилади для контролю товщини зуба Δs - зубоміри хордові.

Виходячи з великої кількості інструментів та приладів для контролю підвищується собівартість виробу та знижується продуктивність контрольних операцій, тому одним з найбільш перспективних і ефективних методів контролю є зубовимірювальні машини.

Зубовимірювальна машина є засобом аналітичного контролю відхилень зубчастого вінця. Застосування цього засобу контролю забезпечує оптимальну якість контролю і подання результатів перевірки параметрів зубчастих поверхонь. Результати дають повну інформацію про причини виникнення похибок і дозволяють використовувати цю інформацію для

відповідного коригування технології виготовлення деталі. До недоліків даного методу контролю слід віднести тривалий цикл вимірювання і складність в застосуванні зубовимірювальної машини безпосередньо біля верстата. Будучи метрологічним засобом дуже високої точності, машина вимагає установки в спеціально підготовленому приміщенні [7].

Розглянемо вимірювальний центр для комплексного контролю зубчастих коліс з ЧПУ моделі 3906Т (рис. 1, а) [8]. Вимірювальний центр здатний виконувати перевірку параметрів зуба на циліндричних шестернях (вимірювання прямого зуба, косоного зуба: вимірювання стандартного модуля), а також контроль биття. Діапазон застосування охоплює перевірку та вимірювання валів і шестерень, прямих і косозубих конічних диференціалів. Основні переваги – це компактна конструкція основного верстата, висока вимірювальна точність і надійність.



а) вимірювальний центр для комплексного контролю зубчастих коліс з ЧПУ моделі 3906Т;

б) зубовимірювальна машина з ЧПК моделі 3002В

Рис. 1. Вимірювальні центри для контролю зубчатих поверхонь

Принцип роботи центру базується на 4-х осьовому вимірі. Верстат укомплектований надійними направляючими з великою кількістю доріжок, лінійними і кутовими сервоприводами. Виконується повний цикл вимірювання параметрів зуба. Функції вимірювального програмного забезпечення включають підрахунок відхилень профілю зуба ($F\alpha$, $ff\alpha$, $fN\alpha$), спіральне відхилення ($F\beta$, $ff\beta$, $fN\beta$), відхилення кроку (Fp , frk , fpt), а так само контроль биття (Fr). Даний вимірювальний центр дозволяє проводити автоматичну перевірку всіх тестових значень, таких як: профіль, відхилення по спіралі і по кроку, контроль биття в один прохід. Вимірювальний цикл повністю управляється мікрокомп'ютером.

Програмне забезпечення здійснює автоматичний контроль циліндричних шестерень у відповідності з ISO1328(GB/T10095, DIN3962, JISB1702, AGMA88). Вимірювальний центр має спеціальні додаткові функції для вимірювання параметра – до, профілю бочкоподібність S_α , і вінця зуба S_β .

Зубовимірювальна машина з ЧПК моделі 3002В (рис. 1, б) [9] спеціально призначена для вимірювання шестерень малих і середніх розмірів; дозволяє з високою точністю перевіряти профіль зуба, похибку гвинтової лінії і відхилення кроку на циліндричних шестернях, а також радіальне биття зубчастого вінця. Перевагами цієї машини є висока вимірювальна точність і компактні розміри, застосування 4-х осьовий вимірювальної технології і високоточних сервоприводів. Кожна вісь верстата укомплектована оптичними лінійками RENISHAW або кутовими енкодерами HEIDENHAIN.

Широкий діапазон вимірювальних функцій програмного забезпечення забезпечує автоматичний цикл вимірювання циліндричних шестерень відповідно до ISO1328 або DIN стандарту. Існує спеціальна функція для проведення вимірювання і розрахунку до карт для профілю і кроку, профілю бочкоподібності S_α , і опуклості зуба S_β .

ВИСНОВКИ

Сучасні засоби вимірювання зубчастих поверхонь - зубовимірювальні машини дозволяють виконати основні вимоги, які визначаються сучасною конструкцією і технологією виготовлення. На обох бічних поверхнях трьох або чотирьох зубів вимірюються похибки профілю і лінії зуба. На всіх зубах вимірюються похибки кроку по обох бічних поверхнях і похибки радіального биття. Крім цього, проводиться вимірювання товщини зуба. Час вимірювання зубчастої поверхні виконується відносно швидко. Зубовимірювальна машина також забезпечує вимірювання топографії зуба з оцінкою плями контакту. Зубовимірювальна машина не має обмежень в частині вимірювання коліс з нестандартними параметрами профілю і лінії зуба (модифікації за профілем і лінії зуба).

Практично зубовимірювальна машина, як сучасний засіб вимірювання, замінює всі традиційні прилади для контролю зубчастих поверхонь і дозволяє вимірювати, крім циліндричних коліс, також конічні колеса, черв'яки, черв'ячні колеса і зуборізні інструменти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Производство зубчатых колес: Справочник / С.Н. Калашиников, А.С. Калашиников, Г.И. Коган и др. – Под общ. ред. Б.А. Тайца. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 464 с.: ил. – ISBN 5-217-00398-7

2. Тайц Б.А. Точность и контроль зубчатых колес / Б. А. Тайц, – М.: Машиностроение, 1972. – 368 с.
3. Ионак В. Ф. Приборы кинематического контроля / В.Ф. Ионак. – М.: Машиностроение, 1981. – 128 с.
4. Тайц Б.А. Определение кинематической погрешности станков и погрешности обката зубчатых колес по результатам измерения колебания длины общей нормали// Вестник машиностроения – 1984 – №2. – С. 18-21.
5. Контроль кинематической точности: Учеб. пособие / Б. А. Тайц. – М.: [б. и.], 1972. – 74 с.
6. Антонюк В.Е. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач / В.Е. Антонюк, М.М. Кане, В.Е. Старжинский, А.А. Сусин. – Минск: Технопринт, 2003. – 766 с.
7. Локтев Д.А. Современные методы контроля качества цилиндрических зубчатых колес / Д.А. Локтев // Металлообработка. – 2009. – 4. – С. 6 – 11.
8. Измерительные машины и станки для контроля зубчатых колес. Каталог. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://links-russia.ru/catalog/izmeritelnye-mashiny/izmeritelnye-mashiny-i-stanki/izmeritelnyy-tsentr/izmeritelnyy-tsentr-dlya-kontrolya-bieniya-i-proverki-zubchatykh-koles-s-chpu-model-3903t-3906t/>
9. Измерительные машины и станки для контроля зубчатых колес. Каталог. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://links-russia.ru/catalog/izmeritelnye-mashiny/izmeritelnye-mashiny-i-stanki/stanki-dlya-izmereniya/zuboizmeritelnaya-mashina-s-chpu-model-3002v-v-moskve/>

Щелинський В. О., наук. кер. д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)

КОНЦЕПЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА РЕДУКТОР КЛІТЕЙ ШЕСТЕРЕННИХ 1200

В статті запропоновано методи підвищення ефективності підприємства. Для впровадження концепції сучасного виробництва запропоновано для обробки крупно габаритних деталей застосування інноваційного підходу формування системи управління виробничою ділянкою. Пропонується використання інтерполяційних методів отримання складних поверхонь фрезеруванням на складно профільних та крупно габаритних деталях на основі оцінних функцій. Розглянуто види та кінематика процесу складно профільної обробки з урахуванням оцінних функцій.

Для підвищення ефективності підприємства пропонується будувати узгоджені плани роботи всіх його виробничих підрозділів, включаючи складальні. Використання існуючих методів і створених на їх основі програмних продуктів вельми утруднено через велику розмірності виникаючих завдань, а також через проблеми узгодження планів робіт з обробки деталей і складання з них готової продукції [1-6].

Для формування більш вигідних груп одночасне складання виробів існує кілька можливих підходів. Один з них - це метод повного перебору різних варіантів групування виріб [4-6].

Такий підхід дозволяє отримувати оптимальне рішення, однак його можна використовувати тільки при незначному числі типів складених виробів, оскільки для отримання рішення в реальних завданнях потрібно переглянути і оцінити величезну кількість можливих варіант. Причому для оцінки ефективності кожного варіанту групування потрібно будувати розклад обробки комплектуючих деталей для цієї групи виробів, що також викликає значні труднощі і може вимагати великого часу для розрахунків [4, 7].

Аналіз спеціалізованого цеху складається з огляду видів робіт. Виробничі роботи можна поділити на: механічна обробка; проміжкові операції; зберігання заготовок та деталей; допоміжні види робіт; складання.

Головною метою з реконструкції цеху є розробка спеціалізованої дільниці з випуску редукторів прокатного стану ТЛС.

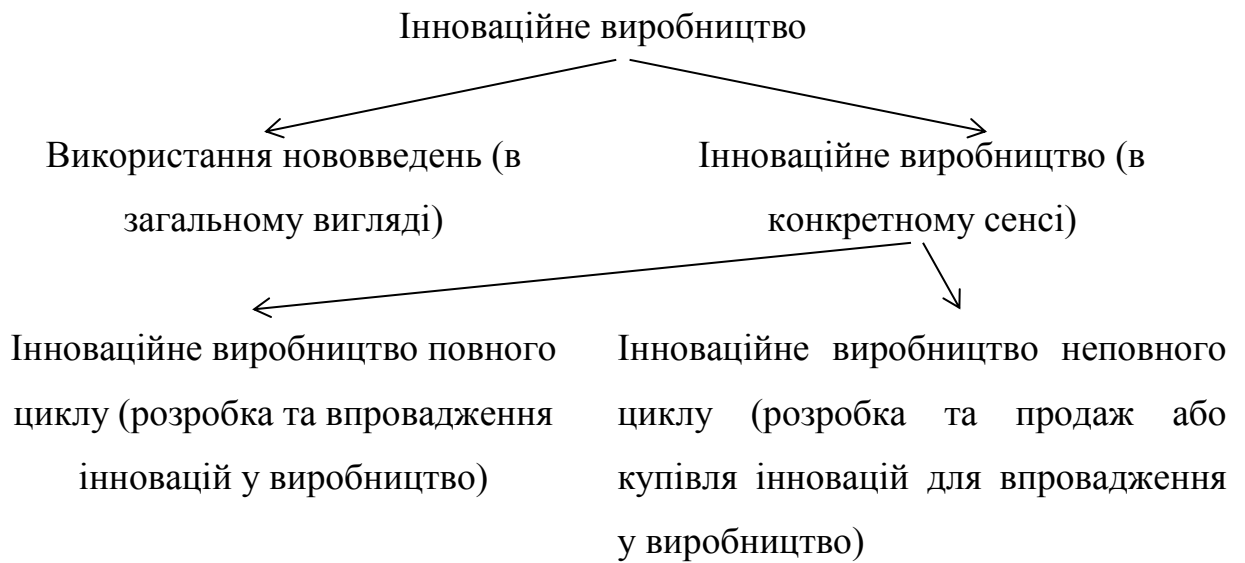


Рисунок 1 – Класифікація інноваційного процесу

Таблиця 5.1 – Класифікація інновацій за групами

Класифікаційна ознака	класифікаційні угруповання інновацій
Область застосування	управлінські, організаційні, соціальні, промислові і т. д.
Етапи НТП, результатом яких стали інновації	наукові, технічні, технологічні, конструкторські, виробничі, інформаційні
Ступінь інтенсивності інновацій	«Бум», рівномірна, слабка, масова
Темпи здійснення інновацій	швидкі, уповільнені, загасаючі, наростаючі, рівномірні, стрибкоподібні
Масштаби інновацій	трансконтинентальні, транснаціональні, регіональні, великі, середні, дрібні
Результативність інновацій	Високорезультативні, низькорезультативні, стабільні

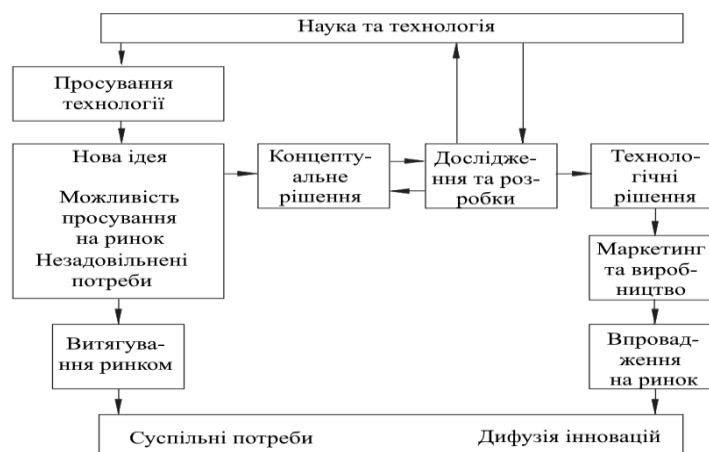


Рисунок 2 – Загальна модель інноваційного процесу

Організація і проведення технічного контролю якості - один із складових елементів системи управління якістю на стадії виробництва і реалізації продукції.

Технічний контроль - це перевірка відповідності продукції або процесу, від якого залежить якість продукції, встановленим стандартам або технічним вимогам. У машинобудуванні він являє собою сукупність контрольних операцій, що виконуються на всіх стадіях виробництва: від контролю якості вступників на виробництво матеріалів, напівфабрикатів.

Технічний контроль є невід'ємною частиною виробничого процесу. Він виконується різними службами підприємства залежно від об'єкта контролю [3, 6, 7]. Під структурними елементами ресурсного поля розуміються матеріальні і нематеріальні ресурси, використовувані і необхідні для виробництва продукції та реалізації послуг на підприємстві.

Розділення інноваційного потенціалу виробництва на структурні елементи дає змогу до кращого поєднання використання наявних матеріальних, людських та виробничих ресурсів парку обладнання цеху та всього підприємства в цілому [7-9].

Система управління виробничою ділянкою дає можливість без труднощів обслуговувати обладнання як при обсязі партії, Рівному одному виробу, так і при серійному виробництві.

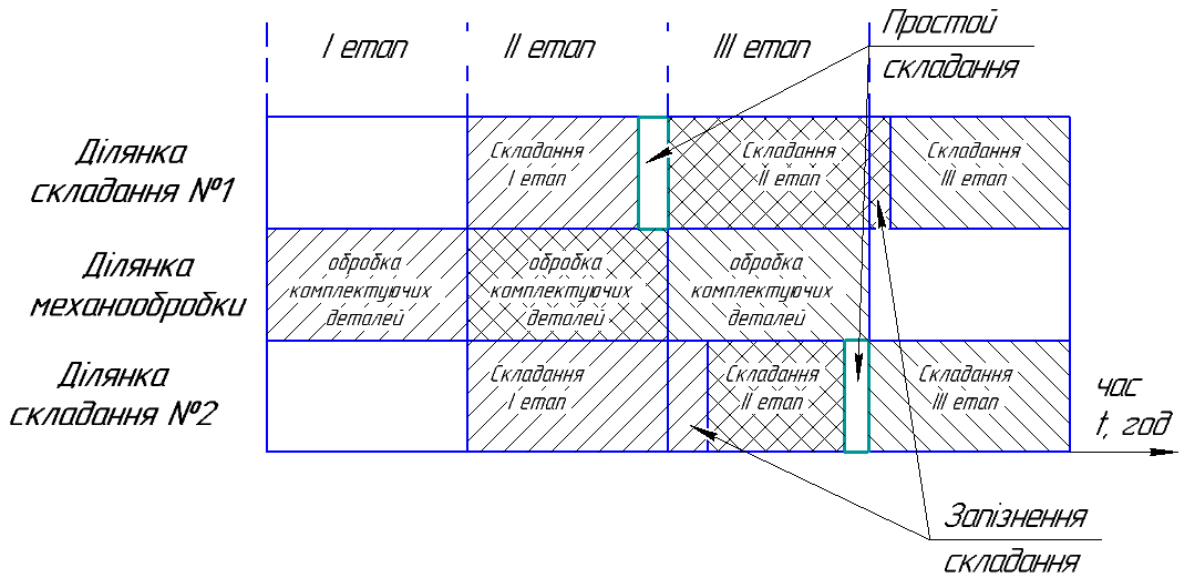


Рисунок 3 – Поетапний принцип складання

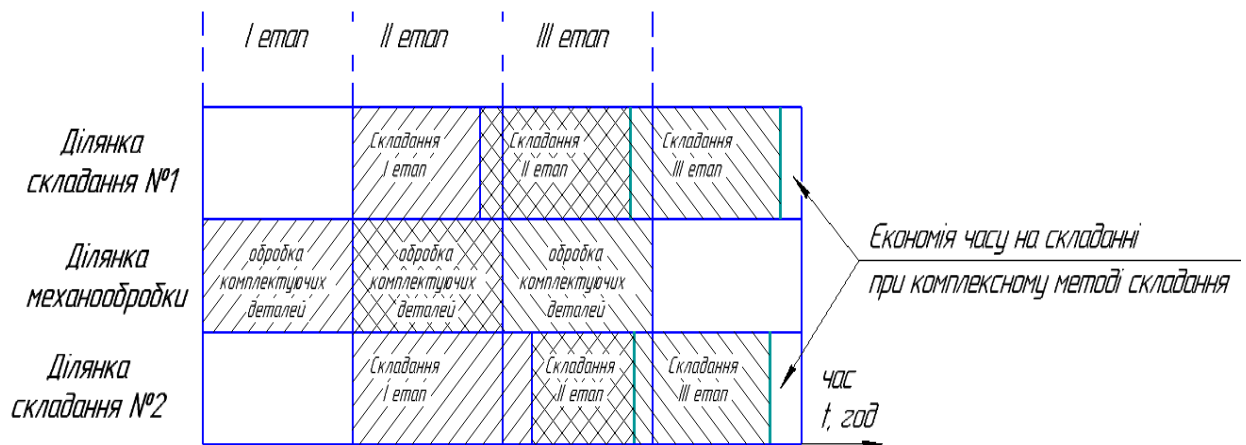


Рисунок 4 – Комплексний принцип складання

Для комплектуючих деталей, оброблюваних на кожному етапі складання виробів, доцільно будувати розклад обробки, оскільки це дозволить помітно скоротити час їх обробки. Використання для цих цілей існуючих методів і створених на їх основі програмних продуктів вельми утруднено, а в більшості реальних ситуацій виявляється неможливим через великий розмірності виникаючих завдань, так як обробка комплектуючих деталей може проводитися на всіх обробних ділянках підприємства.

Тому для побудови розкладу обробки комплектуючих у таких випадках необхідно використовувати спеціальні методи, що дозволяють будувати розклад обробки деталей на рівні підприємства.

Слаборозвинена інноваційна діяльність підприємства характеризується не відсутністю ресурсів або потенціалу, а суперечливістю цілей, мотивів діяльності, інтересів учасників інноваційного процесу, опором персоналу нововведенням, відсутністю мотивації [4, 5, 10, 11].

Висновок

В статті запропоновано методи підвищення ефективності підприємства. Для впровадження концепції сучасного виробництва запропоновано для обробки крупно габаритних деталей застосування інноваційного підходу формування системи управління виробничою ділянкою.

Для підвищення ефективності підприємства пропонується будувати узгоджені плани роботи всіх його виробничих підрозділів, включаючи складальні. Використання існуючих методів і створених на їх основі комбінаторних параметричних структур для формування оптимальних рішень та підходів оцінки ефективності групування структури виготовлення вузла шляхом побудови циклограми процесу.

Пропонується використання інтерполяційних методів отримання складних поверхонь фрезеруванням на складно профільних та крупно

габаритних деталях на основі оцінних функцій. Розглянуто види та кінематика процесу складно профільної обробки з урахуванням оцінних функцій.

Проведено аналіз спеціалізованого цеху. Розглянуто модель інноваційного виробництва, класифікаційні ознаки. Шляхом організації та використання методів інноваційного виробництва пропонується на основі польового підходу групування складових елементів підприємства провести організацію механообробки, складання, технічного контролю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Селиванов С. Г., Гузаиров М. Б., Кутин А. А. С29 Инноватика: учебник для вузов / С.Г.Селиванов, М.Б.Гузаиров, А.А.Кутин. 3-е изд. – М.: Машиностроение. 2013.-640 с.
2. Барышева А. В. Инновационный менеджмент: учебное пособие. М.: Изд-во Дашков и К, 2007. 384 с.
3. Хоботов Е. Н. Использование оптимизационно-имитационного подхода для решения задач планирования и выбора маршрутов обработки. I // АиТ. – 1996. – № 1. – С. 121–128.
4. Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний. – М.: Наука, 1975. – 360 с.
5. Pinedo M. L. Planning and scheduling in manufacturing and services // New York: Springer. – 2005. – 506 p.
6. Brucker P. Scheduling Algorithms // Leipzig: Springer. – 2007. – 371 p.
7. Гунин В. Н., Баранчев В. П., Устинов В. А., Ляпина С. Ю. Управление инновациями. М.: ИНФА-М, 2000. 272 с
8. Индикаторы инновационной деятельности: 2018: стат. сб. / Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2018. – 344 с.
9. Моделирование систем: монографія / Г.А. Оборский, А.Ф. Дащенко, А.В. Усов, Д.Ф. Дмитришин. – Одесса: Астропринт, 2013. – 664 с.
10. Горбунов, Г.Б. Инновационный потенциал как фактор развития современного предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук. / Г.Б. Горбунов. – МАГМУ, 2006.
11. Современные технологии в машиностроении: К юбилею Ф.Я. Якубова // Сб. научных статей / Под ред. А.И. Грабченко. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2007.-544 с.

Наукове видання

МОЛОДА НАУКА - РОБОТИЗАЦІЯ І НАНО-ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Збірник наукових праць

Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції

За загальною редакцією

д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 8,81.
Обл.-вид. арк. 11,45. Тираж 100 пр. Зам. № 52

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