

Міністерство освіти і науки України
Національна Академія Наук Вищої Освіти України
Донбаська державна машинобудівна академія,
J.J.Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty (Хорватія)
University of Zielona Góra (Польща)
Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Сербія)
DAAAM International Vienna
Belgrade University Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica (Montenegro),
Міжнародний університет безперервної освіти
ГО «Юнацький технопарк»
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
ТОВ Cogum Group
Кафедра «Інноваційних технологій і управління»
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
14-15 квітня 2021 р.

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

Краматорськ
ДДМА
2021

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Academy of Higher Education of Ukraine
Donbass State Engineering Academy (DSEA)
J.J. Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty (Croatia)
University of Zielona Góra (Poland)
Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)
DAAAM International, Vienna (Austria)
University of Montenegro, Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica (Montenegro)
International University Continuing Education
Public Organization "Junior Industrial Park"
JSC "Machine Building Plant Novokramatorsky"
Corum Group Ltd.
Department of Innovative Technologies and Management
Student Society Technology Engineering
Small Academy of Sciences for Scientific and Industrial Profile



YOUNG SCIENCE - ROBOTICS AND NANO- TECHNOLOGY OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS
International Youth Scientific and Technical Conference
April 14-15, 2021

According to the general edition
Doctor of Technical Sciences, Prof. SV Kovalevsky

Kramatprsk
DSEA
2021

УДК 621
М 75

Рецензенти - Reviewers :

Соколов В.І., д-р техн. наук, проф., Head of the Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University;

Sokolov V.I., Doctor of Technical Sciences, Prof., Head of the Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics of the Ukrainian National University of Volodymyr Dal;

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

Samotugin S.S., Doctor of Technical Sciences, Prof., Head of the Department of Metal-Cutting Machines, Azov State Technical University.

Затверджено на засіданні вченої ради ДДМА (протокол № 9 від 25.03.2021 р.)

Approved at the meeting of the Academic Council of the DSEA (protocol № 9 from 25.03.2021)

М 75 Молода наука - роботизація і нано-технології сучасного машинобудування: збірник наукових праць Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції, 14-15 квітня 2021 р. / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 291 с.

Young science - robotics and nano-technologies of modern mechanical engineering: a collection of scientific papers of the International Youth Scientific and Technical Conference, April 14-15, 2021 / for general. ed. S.V. Kovalevsky, Dr. Tech. Science, Prof. - Kramatorsk: DSEA, 2021. - 291 p.

ISBN 978-966-379-982-7

У збірнику опубліковано матеріали праць аспірантів, магістрантів, студентів і учнів – членів Малої академії наук з науково-промислового профілю. 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.

The collection contains materials of works of graduate students, undergraduates, students and pupils - members of the Small Academy of Sciences in science and industry. Perspective ideas, the analysis of concrete problematic questions of automation of mechanical engineering, creation of working functional surfaces of details of cars are offered; ready-to-implement developments are submitted. It is intended for use in practical activity of students, masters of high school and experts of the machine-building enterprises..

ISBN 978-966-379-982-7

УДК 621
© ДДМА, 2021

Програмний комітет конференції:

Dašić Predrag - Hon.D.Sc., Prof., Academy of Professional Studies Šumadija - Department in Trstenik (Serbia);

Jenek Mariusz - Dr. inz (Polska, Uniwersitet Zielonogorski);

Marušić Vlatko - Dr.Sc., Prof., J.J. Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod (Croatia);

Sandra Poirier - Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);

Đorđević Milan, president - Dr.Sc., Prof., Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)

Guida Domenico - Dr.Sc., Prof., University of Salerno, Department of Industrial Engineering (DIIn), Fisciano (Italy);

Zdravko Krivokapić - Dr.Sc., Prof., Faculty of Mechanical Engineering, Podgorica, Montenegro;

Karabegović Isak - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo (Bosnia and Herzegovina)

Mirjanić Dragoljub - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska (ANURS), Banja Luka (Republic of Srpska - Bosnia and Herzegovina)

Nedeff Valentin - Dr.Sc., Prof., University of Bacău, Faculty of Engineering, Bacău (Romania)

Pele Alexandru-Viorel, dean - Dr.Sc., Prof., University of Oradea, Faculty of Management and Technological Engineering, Oradea (Romania)

Zhelezarov S. Piya, rector - Dr.Sc., Prof., Technical University of Gabrovo, Gabrovo (Bulgaria)

Анділахай О.О. - д.т.н., проф. (ПДТУ, м.Маріуполь, Україна);

Волошин О.І. - головний інженер ПрАТ НКМЗ (м.Краматорськ, Україна);

Залога В.О. - д.т.н., проф. (СумДУ, м.Суми, Україна);

Кіяновський М.В. - д.т.н., проф. (КНТУ, Кривий Ріг, Україна);

Ковалевська О.С. - к.т.н., доц., (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);

Ковалевський С.В. - д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);

Ковальов В.Д. - д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);

Коржов Є.О. – к.є.н., начальник бюро перспективного розвитку ПрАТ «НКМЗ» (м.Краматорськ, Україна);

Мазур М.П. - д.т.н., проф. (ХНУ, м.Хмельницький, Україна);

Макаренко Н.О. - д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);

Марков О.Є. - д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);

Марчук В.І. - д.т.н., проф. (ЛНТУ, м.Луцьк, Україна);

Новіков Ф.В. - д.т.н., проф., (ХНЕУ, м.Харків, Україна);

Оргіян О.А. – д.т.н., проф. (ОНПУ, м.Одеса, Україна)

Петраков Ю.В. - д.т.н., проф. (НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського, м.Київ, Україна);

Самотугін С.С. - д.т.н., проф. (ПДТУ, м.Маріуполь, Україна);

Сапон С.П., - к.т.н., доц. (ЧНТУ, м. Чернігів) Україна).

Program Committee:

Dašić Predrag - Hon.D.Sc., Prof., Academy of Professional Studies Šumadija - – Department in Trstenik (Serbia);

Jenek Mariusz - Dr. inz (Polska, Uniwersitet Zielonogorski);

Marušić Vlatko - Dr.Sc., Prof., J.J. Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod (Croatia);

Sandra Poirier - Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);

Đorđević Milan, president - Dr.Sc., Prof., Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)

Guida Domenico - Dr.Sc., Prof., University of Salerno, Department of Industrial Engineering (DIIn), Fisciano (Italy);

Zdravko Krivokapić- Dr.Sc., Prof., Faculty of. Mechanical Engineering. Podgorica, Montenegro;

Karabegović Isak - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo (Bosnia and Herzegovina)

Mirjanić Dragoljub - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska (ANURS), Banja Luka (Republic of Srpska - Bosnia and Herzegovina)

Nedeff Valentin - Dr.Sc., Prof., University of Bacău, Faculty of Engineering, Bacău (Romania)

Pele Alexandru-Viorel, dean - Dr.Sc., Prof., University of Oradea, Faculty of Management and Technological Engineering, Oradea (Romania)

Zhelezarov S. Iliya, rector - Dr.Sc., Prof., Technical University of Gabrovo, Gabrovo (Bulgaria)

Andilahi O.O.- Dr.Sc., prof. (PDTU, Mariupol, Ukraine);

Voloshin O.I. - Chief Engineer of NKMZ (Kramatorsk, Ukraine);

Zaloga V.O. - Dr.Sc., prof. (Sumy State University, Sumy, Ukraine);

Kyanovsky M.V. - Dr.Sc., prof. (KNTU, Kryvy Rih, Ukraine);

Kovalevska O.S. - Ph.D., ass.prof. (DSEA, Kramatorsk, Ukraine)

Kovalevskyy S.V. Dr.Sc., prof. (DSEA, Kramatorsk, Ukraine);

Kovalev V.D. - Dr.Sc., prof. (DSEA, Kramatorsk, Ukraine);

Korzhov Ye.O. – Ph.D., NKMZ (Kramatorsk, Ukraine);

Mazur M.P. - Dr.Sc., prof. (ХНУ, м.Хмельницький, Україна);

Makarenko N.O. - Dr.Sc., prof. (DSEA, Kramatorsk, Ukraine);

Markov O.E. - Dr.Sc., prof. (DSEA, Kramatorsk, Ukraine);

Novikov F.V. - Dr.Sc., prof. (KhNEU, Kharkiv, Ukraine);

Orgiyan O.A. - Dr.Sc., prof. (ONPU, Odessa, Ukraine);

Petrakov U.V. - Dr.Sc., prof. (NTUU "KPI" them. I. Sikorsky, Kiev, Ukraine);

Samotugin S.S. - Dr.Sc., prof. (PDTU, Mariupol, Ukraine);

Sapon S.P., - Ph.D., ass.prof. (ChNTU, Chernigov, Ukraine).

ЗМІСТ - CONTENT

	Стр.
1. Haitof Anas, Yuan Fang, Wang Yaoyao, Shkvar Ye.O. (<i>P.R.China, Jinhua, College of Engineering, ZJNU</i>). IMPROVEMENT OF AERODYNAMICS AND DYNAMICS OF HIGH-SPEED VEHICLES WITH THE USE OF MICROBLOWING AND CLUSTERED NVIDIA GPU-ACCELERATED EMBEDDED PLATFORM	128
2. Gordana V.Jelić¹, Vladica Stojanović², Dejan Stošović¹ (<i>Serbia, University of Kosovska Mitrovica, ¹Faculty of Technical Sciences, ²Faculty of Sciences and Mathematics</i>) КРИВИЕ В МЕХАНИКЕ	18
3. Slobodan Adžić¹, Marijana Milunović¹, Bojan Branković² (<i>¹Faculty of Management FAM, University Union-Nikola Tesla, Belgrade, Serbia; ²University in Belgrade, Faculty of Political Sciences, Belgrade, Serbia</i>). TOWARD AN ECOLOGICAL LEADERSHIP	24
4. Xianning SHE, Stupnytskyy V. (<i>Ukraine, Lviv, Lviv Polytechnic National University</i>) ANALYSIS OF CUTTING FORCE AND FRICTION COEFFICIENT INFLUENCE ON TITANIUM	30
5. Xuhong Wei, Vorontsov B.S. (<i>Ukraine, Kyiv, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"</i>). PROCESS SIMULATION OF AUTOMATIC PRODUCTION LINE BASED ON TECNOMATIX	36
6. Slobodan Adžić¹, Marijana Milunović², Goran Đoković³ (<i>^{1,2}University Union-Nikola Tesla in Belgrade, Faculty of Management, Sremski Karlovci; ³Modern Business School, Belgrade, Serbia</i>) MOTIVATION AND CULTURE AS FACTORS OF DEVELOPMENT OF MULTINATIONAL COMPANIES	40
7. Gordana V. Jelić, Vladica Stojanović, Dejan Stošović, Ivan Božović (<i>Faculty of Technical Sciences, University of Kosovska Mitrovica, Serbia</i>) SUSTAINABLE DEVELOPMENT: DEVELOPMENT PERSPECTIVE OF SERBIA	47
8. Duško Laković¹, Ognjen Bakmaz², Biljana Bjelica² (<i>Independent University of Banja Luka (NUBL), Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, ²High School for Service Business, Sokolac-Istočno Sarajevo, Bosnia and Herzegovina</i>) THE ROLE OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT IN THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF TRAINING AND EDUCATION OF EMPLOYEES	54
9. Snežana Topalović¹, Olivera Živković¹, Jelena Čeperković² (<i>¹University of Kragujevac, Faculty of Economics, Kragujevac; ²Singidunum University, Faculty of Tourism and Hospitality Management, Belgrade, Serbia</i>) CUSTOMER RELATIONSHIP MARKETING (CRM) AS A BASIS FOR ACHIEVING SUSTAINABLE COMPETITIVE ADVANTAGE	61

10. **Milica Tufegdžić¹, Goran Miodragović², Slobodan Aleksandrov³, Dragan Mijatović⁴** (*Academy of Professional Studies Šumadija - Department of Trstenik, Serbia*) **HYBRID FRAMEWORK FOR AUTOMATED TESTING OF WEB APPLICATION FOR ADVERTISEMENT** 68
11. **Husein Mehmedović¹, Narajan Mehmedović²** (*¹International University of Travnik (IUT), Travnik, ²Public Institution Mixed Secondary School "Gračanica", Gračanica, Bosnia and Herzegovina*) **FINANCING OF TRANSITION COUNTRIES WITH THE HELP OF FOREIGN DIRECT INVESTMENTS WITH SPECIAL REFERENCE TO BOSNIA AND HERZEGOVINA** 75
12. **Антіюшко Д.П.** (*Україна, Київ, КНТЕУ*). **СУТНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ УПРОДОВЖ ЖИТТЯ** 86
13. **Васильєв Б.В., Назарова О.С.** (*Україна, Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка»*). **ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС БАГАТОПАРАМЕТРИЧ-НОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА** 90
14. **Величко М.В., Єфименко О.В., Пługіна Т.В.** (*Україна, м. Харків, ХНАДУ*). **АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ БДМ НА ДІЛЯНЦІ БУДІВНИЦТВА** 95
15. **Вовненко В. В., Руденко В. М.** (*Україна, м. Краматорськ, ДДМА*). **СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ РОСЛИН НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З ВИЗНАЧЕННЯМ ЇХ ЛІКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА КОРИСНОСТІ** 102
16. **Гонтар В.Г.** наук.кер. к.т.н., ст.викл. **Купчук І. М.** (*Україна, Вінницький національний аграрний університет*). **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ** 108
17. **Городчук Т.В.** наук. кер. к.т.н., доц. **Гонсьор О.Й.** (*Україна, м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»*). **ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВЛАСТИВОСТІ НАНОСЕНСОРІВ ОКСИДУ ОЛОВА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВИСОКОЧУТЛИВИХ ТОКСИЧНИХ ГАЗІВ ТА ЇХ 3D СИСТЕМНА ІНТЕГРАЦІЯ** 114
18. **Грищенко Д.І., Бейгул О.О., Бейгул В.О.** (*Україна, м. Кам'янське, ДДТУ*). **СТІЙКІСТЬ ЗБУРЕНОГО РУХУ ЗЧЛЕНОВАНОГО КОНТЕЙНЕРОВОЗА З БУГЕЛЬНОЮ РАМОЮ У ПОПЕРЕЧНІЙ ПЛОЩИНІ** 119
19. **Гутник А.З., Сомов Д.О., Гао Сін'мін** (*Україна, м. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського*). **МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ШИРОКОДІАПАЗОННИХ І ШВИДКОПЕРЕНАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК** 124
20. **Дук В.Г.**, наук. кер.: к.т.н. **Гущин О.В.** (*ДДМА, м. Краматорськ, Україна*) 129

СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБКОЧУВАННЯ РОЛИКОМ З КЛИНОВИМ ПРОФІЛЕМ ПРИ ПОВЕРХНЕВОМУ ЗМІЦНЕННІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

21. Ємець В.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА) **СТРУКТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗІ СТРУКТУРОЮ ПАРАЛЕЛЬНОЇ КІНЕМАТИКИ** 135
22. Зуєв І.О., наук.кер. д.т.н., проф.Кіяновський М.В., к.т.н., доц. Цивінда Н.І. (Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна) **ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ВУЗЛІВ МАШИН ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ** 141
23. Іванова Ю. О., Приходченко А.С. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА). **ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОКОВОК ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ВРАХУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВКИ** 145
24. Карпенко Б. О., наук. кер. д.т.н., проф. Воронцов Б.С. (Україна, м. Київ, НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського") **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ШЛЯХОМ ДЕФОРМАЦІЙ** 146
25. Квашнін В. О., Бабаш А. В., Квашнін В. В., Маслаков М. В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА) **АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СУЧАСНИХ СИСТЕМ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МОТОР-ШПІНДЕЛЯ З МЕТОЮ ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА** 148
26. Кобилянська І.В., Красій Р.М., Панчук В.Г. (Україна, Івано-Франківськ, ІФНТУНГ). **ЗВОРОТНА ЗАДАЧА КІНЕМАТИКИ НАВЧАЛЬНОГО РОБОТА** 154
27. Колєсник Я.П., Славик А.О. (Україна, м. Харків, ХНАДУ). **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА СОРТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА СКЛАДІ** 158
28. Коренєв І.В., наук.кер. Бондаренко О.В. (Україна, м.Краматорськ, КФКПІТБ, ДДМА). **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПАЙКИ ХВИЛЕПРОВІДНИХ ТРАКТІВ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ** 160
29. Крейда Р.М.¹, Сапон С.П.², Крейда А.М.³ (¹Україна, м. Черкаси, ДП НВК «Фотоприлад»; ²Україна, м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»; ³Україна, м. Черкаси, Черкаський державний технологічний університет). **ВПЛИВ ПОХИБКИ РОЗМІРНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПУ НА ТОЧНІСТЬ ФОРМИ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ** 165
30. Кузенко О.А., Стратєєв Д.О. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА). **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУМІЩЕНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ З** 169

ДВОСТОРОННЬОЮ ПОДАЧЕЮ

31. **Купченко О.С., Осадчий В.В., Назарова О.С.** (Україна, Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка»). **ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РІВНЕМ РІДИНИ** 171
32. **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** 177
33. **Луца Ю.В., Чернокол А.В.** наук.кер. д.т.н., проф.Ковалевський С.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА) **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ І ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ МАШИН** 182
34. **Луца Ю.В.,** наук.кер. д.т.н., проф.Ковалевський С.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА). **ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ З НАКЛАДАННЯМ ПОСТІЙНОГО ТА ЗМІННОГО МАГНІТНИХ ПОЛІВ** 187
35. **Мосорко В. С., Копей В. Б.** (Україна, м. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ). **MODELICA- МОДЕЛІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТОЧНІСТЮ ТОЧІННЯ ШЛЯХОМ ЗМІНИ ЖОРСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ** 190
36. **Найчук Р.Ю.** наук. кер. д.т.н., проф. Воронцов Б.С. (Україна, м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»). **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАГОТІВЕЛЬНОГО УЧАСТКУ** 196
37. **Панібратченко Ю.А., Козоріз В.А.** (Україна, м. Краматорськ, ДДМА).. **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАВЛЮВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ДЕТАЛЕЙ** 202
38. **Пірогов Д.О.,** наук. кер. д.т.н. проф Воронцов Б.С. (Україна, м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»), д.т.н. проф. Іванов В.О. (Україна, м. Суми, СумДУ). **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВЕРСТАТ – ПРИСТРІЙ – ІНСТРУМЕНТ – ДЕТАЛЬ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ** 203
39. **Пунда М.С., Горещька А.Є., Назарова О.С.** (Україна, Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка») **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГОЛОВНОГО РУХУ ПОЗДОВЖНЬО-СТРУГАЛЬНОГО ВЕРСТАТА** 208
40. **Сеник Н.Ю.** наук. кер. к.т.н., доц. Стецько А.Є. (Україна, м. Львів, Українська академія друкарства). **ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН КОМПЛЕКСНИМ** 213

МЕТОДОМ ДИФУЗІЙНОГО НАСИЧЕННЯ

41. Сидюк Д.М., наук.кер. д.т.н., проф.Ковалевський С.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА) СИГНАТУРНИЙ ПІДХІД У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ. 219
42. Сидюк Д.М.,Ємець В.В., Пилипенко Д.О. наук.кер. д.т.н., проф.Ковалевський С.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА) ПРОЕКТ ХАБ-ЦЕНТРУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 224
43. Скірпічнікова А., наук. кер. к.п.н., доц. Кошева Л.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА) РОБОТИЗАЦІЯ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЯ – ВПЛИВ НА ФІЗИЧНУ КУЛЬТУРА ТА ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ МОЛОДІ 229
44. Токарь Д.В., Єфименко О.В., Плугіна Т.В. (Україна, м. Харків, ХНАДУ) РЕСУРСНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ СУПУТНИКОВИХ НАВІГА-ЦІЙНИХ СИСТЕМ У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ 232
45. Цибуленко В.О., Воронцов Б.С., (Україна, м. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського) ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ SELECTIVE LASER MELTING. 239
46. Шишмило А.Д. наук.кер. к.т.н. Тулупов В.І. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА). АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ЗУБЧАТИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН. 244
47. Шматко В.А. наук. кер.: к.т.н. Олійник С.Ю. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА). АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДРІБНИХ ВАЛІВ 246

СЕКЦІЯ 2 - SECTION 2

(МАН з науково-промислового профілю)

1. Гай Б. Т., Кульбачко О.М. учні 10 класу (Україна, Маріуполь. 254
Комунальний заклад «Маріупольський технічний ліцей» Маріупольської
міської ради Донецької області) МАГІЧНИЙ КВАДРАТ І МЕТОДИ
ЙОГО ПОБУДОВИ
2. Діхтенко І.Р., учениця 11кл., наук.кер. учитель фізики та математики 255
Колесников С.О. (Україна, С. Андріївка, Андріївський ЗЗСО) I – III ст.
Андріївської сільської ради Слов'янського району Донецької обл.)
ІСТОРИЧНІ НОТАТКИ ВІДКРИТТЯ ЕФЕКТУ ДОПЛЕРА ТА
ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ
3. Казакевич У. З., учениця 10 класу, наук.кер. к.т.н., доц. Карнаух С.Г. 257
(Україна, м. Словянськ, ЗОШ № 6, м.Краматорськ, ДДМА) РОЗРОБКА
МЕТОДИКИ ЩОДО ВИБОРУ СПОСОБУ РОЗДІЛЕННЯ ПРОКАТУ
НА МІРНІ ЗАГОТОВКИ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ І
СИНЕРГЕТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ

4. **Марченко А.М., учениця 11кл., наук.кер. учитель історії Шевченко О.М. 260**
(Україна, с. Андріївка, Андріївський ЗЗСО) I – III ст. Андріївської сільської ради Слов'янського району Донецької обл.) **ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В 20-ті рр. ХХІ ст. В КОНТЕКСТІ ІСТОРІЇ ЇЇ ФОРМУВАННЯ**
5. **Мешков А.І. наук.кер. к.т.н., доц Суботін О.В., учитель хімії Аксенкова Е.В. 264**
(Україна, м. Краматорськ, ЗОШ № 16, ДДМА) **ВУГЛЕКИСЛИЙ ГАЗ ЯК ДЖЕРЕЛО ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА**
6. **Номер Л.О., учениця 11кл., наук.кер. учитель математики Діхтенко С.І. 268**
(Україна, с. Андріївка, Андріївський ЗЗСО I – III ст. Андріївської сільської ради Слов'янського району Донецької обл.) **ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ КОМБІНАТОРИКИ ТА ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ**
7. **Олійник Д. Я. , Кульбачко О.М. учні 10 класу (Україна, Маріуполь. 271**
Комунальний заклад «Маріупольський технічний ліцей» Маріупольської міської ради Донецької області) **ПОБУДОВА ЕКОНОМІЧНОЇ МОДЕЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ ІГОР**
8. **Перепелиця Г., учень 11 кл., наук.кер. учитель інформатики Беш А.М. 273**
(Україна, м. Краматорськ ЗЗСО №22) **RFID ТА ЗАМОК НА ARDUINO**
9. **Подколзина А., учениця 10 кл., наук.кер., к.т.н. Кулік Т. О. (Україна, 275**
м. Слов'янськ, ЗОШ№6, м. Краматорськ, ДДМА) **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ МІКРОРЕЛЬЄФУ ПРОКАТУ**
10. **Прокидянич Д.Д., наук.кер. учитель математики Білявська В.В. 279**
(Україна, м. Краматорськ, ЗОШ №26) **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ У ФІЗИЦІ ТА ТЕХНІЦІ**
11. **Сорокіна К.Ф., учениця 9 кл., наук.кер. учитель математики Калініна О.М. 284**
(Україна, Вугледарський навчально-виховний комплекс «Політехнічний ліцей-загальноосвітня школа I-II ступенів» Вугледарської міської ради Донецької області) **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ ТРАДИЦІЙНИХ ПІДРУЧНИКІВ НА ЕЛЕКТРОННІ**
12. **Торський І.М., Кінденко М. І. (Україна, м. Слов'янськ, ЗОШ№6) 286**
ПРИСКОРЕНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ СТІЙКОСТІ ОСЬО-ВОГО ІНСТРУМЕНТУ ІЗ ШВИДКОРІЖУЧОЇ СТАЛІ Р6М5 ПІСЛЯ ОБРОБКИ В ІМПУЛЬСНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ
13. **Шульга Ю.О., учениця 10 кл., наук.кер. учитель математики Рябошапка Л.В. 290**
(Україна, с. Андріївка, Андріївський ЗЗСО I – III ст. Андріївської сільської ради Слов'янського району Донецької обл.) **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

Крейда Р.М.¹, Сапон С.П.², Крейда А.М.³ (¹Україна, м. Черкаси, ДП НВК «Фотоприлад»; ²Україна, м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»; ³Україна, м. Черкаси, Черкаський державний технологічний університет).

ВПЛИВ ПОХИБКИ РОЗМІРНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПУ НА ТОЧНІСТЬ ФОРМИ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Проаналізовано процес формоутворення сферичних поверхонь при їх обробці на токарних верстатах з ЧПУ. Встановлено, що процес механічної обробки завжди супроводжується похибкою налагодження, яка впливає на відхилення від сферичності обробленої поверхні. Наведено схеми та формули для розрахунку відхилень від круглості в повздовжньому перерізі.

The process of forming spherical surfaces during their processing on CNC lathes is analyzed. It is established that the process of machining is always accompanied by a debugging error, which affects the deviation from the sphericity of the treated surface. Schemes and formulas for calculating deviations from roundness in longitudinal section are given.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення точності та якості обробки поверхонь в машинобудуванні завжди була актуальною, адже від цього залежить кінцева якість виробу. При обробці сферичних поверхонь на токарних верстатах з ЧПУ виникають різного роду похибки. Певним чином похибки взаємопов'язані та мають різний ступінь впливу на утворення похибки форми. Однією із них є похибка розмірного налагодження інструменту [1]. При обробці на токарних верстатах з ЧПУ точність форми циліндричних та плоских поверхонь практично не залежить від точності налагодження різального інструменту. Однак, при токарній обробці деталей з криволінійними поверхнями точність розмірного налагодження інструменту проявляється в більшій мірі. Особливо це проявляється на точності форми при обробці сферичних поверхонь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями точності форми оброблюваних поверхонь займалися чимало вчених. Зокрема, А.М. Дальський, Б.М. Базров, А.Г. Суслов та ін. в своїх роботах [2, 3, 4] відмічали, що в процесі механічної обробки, деталі отримують специфічні відхилення від правильних геометричних форм в повздовжніх і поперечних перерізах. Існує чимало сучасних робіт, присвячених точності обробки на верстатах з ЧПУ [5, 6, 7]. Зокрема в роботі [5] досліджено вплив похибки наладки інструмента на програмну операцію при обробці на токарних верстатах з ЧПУ на точність обробки. В роботі [6] приділено увагу управлінню точністю формоутворення на етапі технологічної наладки на операцію верстата з ЧПУ. В статті [7] розглянуто питання формування похибок обробки на верстатах з ЧПУ, проаналізовані причини їх виникнення, можливість підвищення точності обробки тощо.

Формулювання раніше не вирішених частин загальної проблеми. Аналіз робіт з питань точності токарної обробки на верстатах з ЧПУ показав достатній обсяг досліджень впливу точності налагодження різального інструменту на точність розмірів, форми та відносного розташування поверхонь. Проте, в цих роботах приділено увагу в основному токарній обробці циліндричних та плоских поверхонь. Слід зазначити, що фактично відсутня інформація про вплив положення різальної кромки інструменту на точність форми сферичних поверхонь. Тому, це питання потребує конкретизації з метою пошуку шляхів досягнення необхідної точності форми сферичних поверхонь саме при токарній обробці.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є визначення впливу похибки розмірного налагодження різального інструменту на точність форми сферичних поверхонь при токарній обробці.

Виклад основного матеріалу. При обробці на токарних верстатах з ЧПУ точність сферичних поверхонь забезпечується тільки тоді, коли співпадають центри двох взаємно перпендикулярних кіл. Спотворення форми любого з них призводить до виникнення відхилення від сферичності. Перше коло – це траєкторія руху інструменту, друге – обертання заготовки відносно інструменту. На практиці, в силу дії різних факторів, сумістити центри обох кіл фактично неможливо. Однією з причин є похибка налагодження інструменту. Величину компенсації довжини інструменту можна визначити різними способами. При обробці на сучасних верстатах з ЧПУ найбільш поширеним є спосіб автоматичного вимірювання, який потребує застосування спеціальних приладів (Tool setter). Також, досить часто при наладці користуються «ручним» способом. При цьому способі проточують пробну заготовку і, вимірявши діаметр обробленої поверхні, визначають положення вершини різального інструменту відносно осі обертання заготовки. Однак, яким би не був точним спосіб визначення довжини інструменту, точність обробки заданої поверхні деталі не може бути гарантовано забезпечена. В процесі обробки виникають сили різання, які зміщують елементи технологічної системи. В цьому випадку виникає необхідність додаткової наладки, яка буде враховувати величину пружного віджимання.

Похибкою налагодження Δ_n називається випадкова величина, яка виникає в результаті впливу похибки регулювання $\omega_{рег}$ положення різального інструменту і окремих вузлів верстата відносно устанавленого інструмента і від впливу похибки вимірювання $\omega_{вим}$ пробних заготовок за якими проводиться налагодження верстата [8]:

$$\Delta_n = 1.2 \cdot \sqrt{\omega_{рег}^2 + \omega_{вим}^2} \quad (1)$$

При обробці сферичних поверхонь точність розміру досягається за рахунок корекції радіуса інструмента, величина якої залежить від допуску на розмір. Форма профілю забезпечується траєкторією руху інструменту, але похибка його налагодження на виконання діаметральних розмірів призводить до виникнення відхилення від круглості в повздовжньому перерізі. Вказана похибка може мати, як від'ємне так і додатне значення, тому і форма профілю буде спотворена по-різному. При радіальному зміщенні інструмента

ближче до осі обертання заготовки, деталь приймає форму тор-лимона (рис. 1, а), а при зміщенні від осі – тор-яблуко (рис. 1, б).

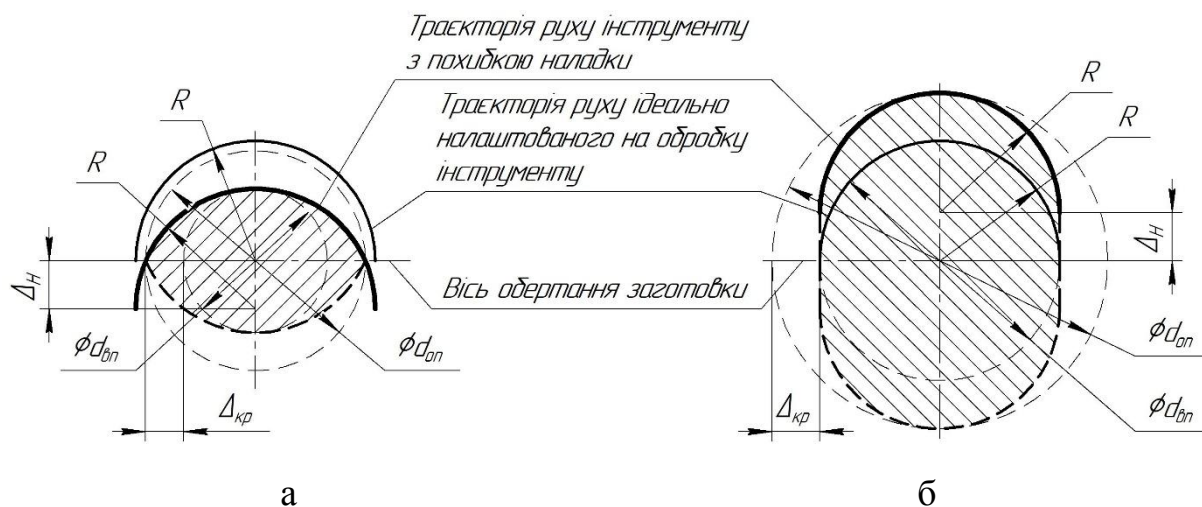


Рис. 1. Спотворення форми деталі при радіальному зміщенні інструменту до (а) і від осі (б) обертання заготовки:

$d_{оп}$ – діаметр кола описаного навколо профілю деталі;

$d_{вп}$ – діаметр кола вписаного в профіль деталі;

R – радіус траєкторії руху інструменту.

Похибку круглості в даному випадку можна знайти за формулою [9]:

$$\Delta_{кр} = \frac{d_{оп} - d_{вп}}{2} \quad (2)$$

Виведемо аналітичні залежності відхилення круглості від похибки налагодження інструменту. Для цього спочатку знайдемо діаметри кіл вписаного і описаного навколо профілю деталі. Для випадку, який зображений на рис. 1, а отримаємо:

$$d_{оп} = 2 \cdot \sqrt{R^2 - \Delta_H^2} \quad (3)$$

$$d_{вп} = 2 \cdot (R - \Delta_H) \quad (4)$$

Підставивши формули 3 і 4 в 2 отримаємо:

$$\Delta_{кр} = \sqrt{R^2 - \Delta_H^2} - (R - \Delta_H) \quad (5)$$

Для рис.1, б отримаємо:

$$d_{оп} = 2 \cdot (R + \Delta_H) \quad (6)$$

$$d_{вп} = 2 \cdot R \quad (7)$$

Підставивши формули 6 і 7 в 2 отримаємо:

$$\Delta_{кр} = \Delta_n \quad (8)$$

Тепер підставимо формулу 1 у формули 5 та 8. Отримаємо залежності:

- для рис. 1, а

$$\Delta_{кр} = \sqrt{R^2 - 1.44(\omega_{рег}^2 + \omega_{вим}^2)} - \left(R - 1.2 \sqrt{\omega_{рег}^2 + \omega_{вим}^2} \right) \quad (9)$$

- для рис 1, б

$$\Delta_{кр} = 1.2 \cdot \sqrt{\omega_{рег}^2 + \omega_{вим}^2} \quad (10)$$

Оскільки різниця в розрахунках похибки круглості за формулами 9 і 10 не суттєва (менше 1%), тому для спрощення розрахунків доцільно прийняти $\Delta_{кр} = \Delta_n$.

Висновки. Процес обробки сферичних поверхонь на токарних верстатах з ЧПУ завжди супроводжується похибками, які впливають на відхилення круглості профілю і, відповідно, сферичності поверхні. В роботі показано вплив похибки розмірного налагодження інструменту на відхилення форми поверхні. Встановлено, що відхилення від круглості, при врахуванні лише похибки налагодження, можна прийняти рівним самій похибці налагодження.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Гжиров Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. / Р.И. Гжиров, П.П. Серебренникий – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 588с.: ил.
2. Дальський А.М. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / А.М. Дальський, А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, А.Г. Суслов. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 912 с.
3. Сулов А.Г. Научные основы технологии машиностроение / А.Г. Сулов, А.М. Дальський – М. Машиностроение, 2002. 684 с. с илл.
4. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
5. Леценко, А. И. Анализ точности обработки фасонных поверхностей в зависимости от погрешности настройки инструментов на программную операцию / А. И. Леценко // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2008. – Вып. 18, Ч. 1. – С. 134–138.
6. Леценко А.И. Управление точностью обработки на этапе наладки станков с ЧПУ на программную операцию / А. И. Леценко // Вісник Житомирського державного технічного університету. – 2017. – Том 2, № 2(80). – С. 92–98.
7. Додонов В.В. Повышение точности обработки на станках с числовым программным управлением / В.В. Додонов // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2016. – Вып. 6. – С. 1–17.
8. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Издательство: Лань, 2008 – 512 с.
9. ГОСТ 24642-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.

Наукове видання

МОЛОДА НАУКА - РОБОТИЗАЦІЯ І НАНО-ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Збірник наукових праць

**Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції
14-15 квітня 2021 р.**

За загальною редакцією

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

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 12,67.
Обл.-вид. арк. 12,92. Тираж 100 пр. Зам. № 19

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