

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

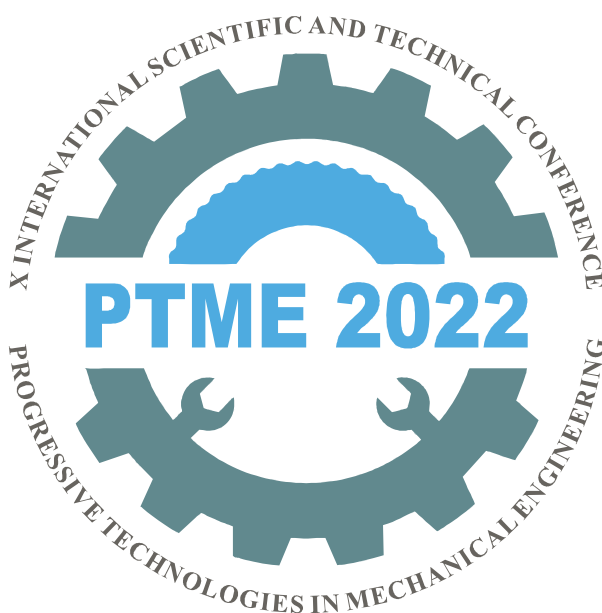
Національний університет
“Львівська політехніка”

Інтернаціональна спілка інноваторів та дослідників

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ (Електронна версія)

X Міжнародної науково-технічної конференції

Прогресивні технології у машинобудуванні



X INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE

PROGRESSIVE TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING

1-5 лютого 2022 р.

Івано-Франківськ – Яремче

022 PTME2022 PTME2022 PTME2022 PTME2022 PTME
TME2022 PTME2022 PTME2022 PTME2022
022 PTME2022 PTME2022 PTME2022 PTME

**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Institute of Engineering Mechanics**



**Lviv Polytechnic National
University
Institute of Engineering Mechanics
and Transport
NGO "International Union of
Innovators and Researchers"**



**C O N F E R E N C E
P R O C E E D I N G S
(Electronic version)**

**X INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE**

**PROGRESSIVE TECHNOLOGIES
IN MECHANICAL ENGINEERING**

**1 - 5 February 2022
Ivano-Frankivsk – Yaremche**

Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології у машинобудуванні РТМЕ-2022» (Івано-Франківськ - Яремче, 1-5 лютого 2022 р.)

Наведено результати досліджень, що пов'язані із вирішенням актуальних проблем підготовки здобувачів вищої освіти з механічної інженерії, створення нових конструкцій, підвищення ефективності технологічних процесів, розроблення методів і засобів наукових досліджень у машинобудуванні.

Збірник наукових праць (електронна версія) X Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології у машинобудуванні РТМЕ-2022», 1-5 лютого 2022 р. – Івано-Франківськ – Яремче, 2022. – 155 с. — Електронний ресурс.

Conference Proceedings (Electronic version) of X International Scientific and Technical Conference “PROGRESSIVE TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING”, 1-5 February 2022. – Ivano-Frankivsk – Yaremche, 2022. – 155 p. — Electronic resource.

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка: В.В.Врюкало

Публікується на замовлення організаційного комітету конференції

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
ІНСТИТУТ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
ІНСТИТУТ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТРАНСПОРТУ



ГО “ІНТЕРНАЦІОНАЛЬНА СПІЛКА
ІННОВАТОРІВ ТА ДОСЛІДНИКІВ”



ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Панчук Віталій Георгійович – голова, д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютеризованого машинобудування Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Ступницький Вадим Володимирович — співголова, д.т.н., професор, завідувач кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування Національного університету “Львівська політехніка”

Cristian Barz – Ph.D., Associate Professor, Department of Electrical Engineering, Electronic and Computers, North University Center of Baia Mare (Romania)

Dagmar Caganova – PhD, Associate Professor, Ambassador for Foreign Affairs at Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology in Bratislava, Slovak Republic

Antoni Kalukiewicz— prof., AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics (Poland)

Rolf Jung – Dr. rer. Nat, Professor, Head of Functional Safety, University of Applied Sciences, Germany

Isak Karabegovic – DSc, Full Professor, Technical Faculty, University of BIHAC, Bosnia and Herzegovina

Slawomir Lusinski – PhD, Associate Professor, Production Engineering, Faculty of Management and Computer Modelling, Kielce University of Technology, Poland

Alper Uysal – PhD, Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Turkey

Predrag Živković – Ph.D., Associate Professor, Head of Laboratory for Thermometry, Department of Thermal engineering, University of Niš (Serbia)

Грицай Ігор Євгенович – д.т.н., професор кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування НУ “Львівська політехніка”

Гурей Ігор Володимирович - д.т.н., професор кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування НУ “Львівська політехніка”

Залого Вільям Олександрович - д.т.н, професор кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету

Іванов Віталій Олександрович – д.т.н, проф., завідувач кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету

Ковальов Віктор Дмитрович - д.т.н., проф., ректор Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ)

Луців Ігор Володимирович – д.т.н., професор кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя

Мироненко Євген Васильович - д.т.н., проф., декан інституту економіки і менеджменту Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ)

Оргіян Олександр Андрійович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технології машинобудування Одеського Національного політехнічного університету

Пасічник Віталій Анатолійович - д.т.н., проф., проректор з наукової роботи НТУУ «Київський політехнічний інститут» ім.Сікорського

Пермяков Олександр Анатолійович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технологій машинобудування і металорізальних верстатів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Петраков Юрій Володимирович - д.т.н., проф., науковий керівник кафедри технології машинобудування НТУУ «Київський політехнічний інститут» ім.Сікорського

Тонконогий Володимир Михайлович - д.т.н., проф., директор Інституту промислових технологій, дизайну і менеджменту Одеського Національного політехнічного університету

Шкіца Леся Євстахівна - д.т.н., проф., завідувач кафедри нарисної геометрії та комп'ютерної графіки Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Крижанівський Є.І. – д.т.н., ректор ІФНТУНГ

Мандрик О.М. – д.т.н., перший проректор ІФНТУНГ

Чудик І.І. – д.т.н., проректор з наукової роботи ІФНТУНГ

Панчук В.Г. – д.т.н., зав. кафедри КМВ ІФНТУНГ

Врюкало В.В. – к.т.н., доц. кафедри КМВ ІФНТУНГ

Онисько О.Р. – д.т.н., проф. кафедри КМВ ІФНТУНГ

Шкіца Л.Є. – д.т.н., зав. кафедри ІКГ ІФНТУНГ

Медвідь Ю.В. – інженер кафедри КМВ ІФНТУНГ

ЗМІСТ

1.	СУЧАСНІ ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТІВ, ОСНАЩЕНИХ НАДТВЕРДИМИ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВІ КУБІЧНОГО НІТРИДУ БОРУ <i>Клименко С. А.</i>	14
2.	THE SMART PRODUCTION SYSTEMS MODELLING LABORATORY: COMPETENCY DEVELOPMENT, INNOVATIONS, AND RESEARCH ON INDUSTRY 4.0 <i>Slawomir Lusinski</i>	16
3.	TREND OF APPLICATION OF SERVICE ROBOTS FOR INSPECTION, PLANNED MAINTENANCE AND REMOVAL OF DISRUPTIONS IN PIPING SYSTEMS <i>Isak Karabegović, Predrag Dašić</i>	16
4.	THE ECOSYSTEM AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF THE REGION OR THE "PILSEN" TYPE ECOSYSTEM ЕКОСИСТЕМА ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ РЕГІОНУ АБО ЕКОСИСТЕМА ТИПУ «ПЛЬЗЕНЬ» <i>Milan Edl</i>	17
5.	IoT BASE ON ARDUINO MODULES IN ENERGY MONITORING <i>BARZ Cristian, ERDEI Zoltan, ONYSKO Oleh, ŽIVKOVIĆ Predrag, LATINOVIĆ Tihomir, POP-VÁDEAN Adina</i>	18
6.	SYNERGETIC STUDY ON IMPROVING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING SEAT TRACK TYPE AIRCRAFT PARTS <i>Cosma Marius, Pașca Nicolae Ioan, Darabă Dinu</i>	19
7.	PHASE CHANGE MATERIALS: THERMAL ENERGY STORAGE APPLICATIONS AND TECHNOLOGICAL CHALLENGES FOR HEAT RECOVERY AND STORAGE <i>Cvetanović G., Živković P., Stojiljković S., Janevski J., Škundrić J.</i>	19
8.	WOOD BIOMASS MARKET IN SOUTHEAST SERBIA <i>Janevski J., Živković P., Tomić M., Škundrić J., Cvetanović G.</i>	20
9.	EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY OF PERFORATED PLATE CONVECTIVE HEAT TRANSFER <i>Tomić Mladen, Živković Predrag, Janevski Jelena, Vukić Mića, Anđelković Aleksandar, Kljajić Miroslav, Škundrić Jovan</i>	21
10.	INNOVATIVE CAISSON STRUCTURE FOR WELDING WORKS IN MARINE CONDITIONS <i>Moczarny W., Nycz D.B., Orzechowski W., Pawełek R.</i>	24
11.	INVESTIGATION OF THE STRESS STATE OF SUPER COMPACT MECHATRONIC SATELLITES OF A CYCLOIDALIC REDUCER <i>Onysko Oleh, Barz Cristian, Panchuk Anatolii, Penderetskyi Marko</i>	26

12.	APPLICATION OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CUTTING FLUID SELECTION <i>Petković D., Madić M., Radenković G., Živković P.</i>	30
13.	THERMODYNAMIC SIMULATION PATTERN OF TITANIUM ALLOY CUTTING PROCESS Stupnytsky V., She Xianning, Stupnytska N.	31
14.	DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WIND POWER PLANT WITH A VERTICAL AXIS OF ROTATION <i>Tomczewski L., Kądziołka D., Mazur M.</i>	34
15.	PROSPECTS OF USING THE FLEXSIM SYSTEM FOR SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN MECHANICAL ENGINEERING <i>Vriukalo V.V., Kykavets V.M.</i>	36
16.	EFFECT OF GEOMETRY OF TUNGSTEN CARBIDE BIT TOOTH ON THE EFFICIENCY OF ROCK DESTRUCTION <i>Vriukalo V.V., Zanyk V.V.</i>	38
17.	OPTIMIZATION SYNTHESIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS PARAMETERS FOR MANUFACTURING OF THE MECHANICAL ENGINEERING PRODUCTS <i>Kusyi Yaroslav, Lanets Oleksii, Zinko Andrii, Calin Benea Marius, Cipriana Sava</i>	40
18.	CAD ANALYSIS AND INJECTION MOLDING IN ASPECTS OF TECHNOLOGICAL IMPROVEMENT ON THE EXAMPLE OF A DESKTOP FAN PROPELLER <i>Ziobro J.</i>	43
19.	MONITORING OF ATMOSPHERIC CO₂ CONCENTRATION Živković P., Tomić M., Janevski J., Petković D., Vukić M., Škundrić J., Cvetanović G.	44
20.	АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РЕКРЕАЦІЇ УЧАСНИКІВ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ Архипова Л.М.	45
21.	НАПРУЖЕННЯ В ІНСТРУМЕНТІ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ <i>Бельмас Іван, Білоус Олена, Танцюра Ганна, Танцюра Тимофій</i>	47
22.	МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗАСОБАМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ <i>Бєлявський О. В., Косенко О. В., Плужник А. С.</i>	49
23.	ВДОСКОНАЛЕННЯ 3D-ДРУКУ ОБЕРТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДОМ FDM <i>Бембенек М., Газда В., Михайлюк В.В., Рудейченко О.О.</i>	52
24.	ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ЗАДНЬОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ЗАСОБАМИ SOLID WORKS <i>Борушак Л. О., Маркуш Р. В.</i>	55

25.	ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ МЕТОДОМ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ОБРОБКИ <i>Бреус А. О., Торосян О. В., Сердюк О. Л.</i>	56
26.	ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ НАФТОГАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ <i>Витвицький В. С., Бекіш І.О.</i>	58
27.	АНАЛІЗ САМОЗБУДЖЕННЯ ОСЬОВИХ КОЛИВАНЬ В ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛАХ НА КОНІЧНИХ ГАЗОВИХ ОПОРАХ <i>Віштак І. В., Петров О. В.</i>	60
28.	ГІБРИДНЕ СУБТРАКТИВНО-АДИТИВНЕ ВИРОБНИЦТВО <i>Воронцов Б.С., Пасічник В.А., Цибуленко В.О.</i>	62
29.	СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА РОБОТИ ІЗ СЕРВІСАМИ ВІДОБРАЖЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ <i>Газдюк К.П., Жихаревич В.В., Нігайчук А.С., Нікітіна О.М.</i>	64
30.	ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЙ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ <i>Гапонова О.П., Тарельник Н.В.</i>	66
31.	ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛАСТИЧНИХ ШНЕКІВ <i>Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Цьонь О.П., Станько А.І.</i>	69
32.	ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІНІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАЛЕВИХ ГНУТИХ ПРОФІЛІВ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ <i>Гелетій В. М., Новіцький Я.М.</i>	71
33.	МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАРІЗАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС МЕТОДОМ “POWER SKIVING” <i>Грицай І.Є., Кук А.М.</i>	73
34.	ПРОБЛЕМИ НАРІЗАННЯ ВНУТРІШНИХ ДРІБНОРОЗМІРНИХ РІЗЬБ В ВАЖКООБРОБНИХ МАТЕРІАЛАХ <i>Джемалядінов Р.М.</i>	75
35.	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОТС НА ПРОЦЕСИ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ІНСТРУМЕНТУ ІЗ ЗАГОТОВКОЮ ПРИ СВЕРДЛІННІ <i>Джемілов Є.Ш., Бекіров Є.Л.</i>	76
36.	ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ ДОКРИТИЧНОГО РОСТУ ВОДНЕВО-МЕХАНІЧНИХ ТРИЩИН В ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЙ РЕАКТОРА <i>Добровольська Л.Н., Собчук Д.С.</i>	77

37.	ДІАГНОСТУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ КОРПУСІВ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ <i>Добровольська Л.Н., Собчук Д.С.</i>	78
38.	ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТУРБОМАШИН ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ СЕРВІСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ <i>Добротворський С.С., Кононенко С.М., Басова Є.В., Добровольська Л.Г.</i>	80
39.	ІННОВАЦІЙНИЙ СПОСІБ ЛЕЗВІЙНОЇ ОБРОБКИ ЗВАРНИХ ШВІВ <i>Olha Dvirna</i>	82
40.	МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ДЕМПФІРУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ПОКРИТТЯМИ <i>Зіньковський А.П., Деркач О.Л., Кобзар В.Л.</i>	83
41.	КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ <i>Карабут В.М.</i>	86
42.	СЕМАНТИЧНА МОДЕЛЬ НЕЧІТКОГО БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ АЛЬТЕРНАТИВ: СЕРЕДИННИЙ ВИПАДОК <i>Кирилович В.А., Шубенко Р.В., Білоцький А.Д., Дімітров Л.В., Мельничук П.П.</i>	87
43.	ВПЛИВ УМОВ РІЗАННЯ НА ЗНОШЕННЯ І ДЕФОРМАЦІЮ РІЖУЧОГО ЛЕЗА ПРИ ОБРОБЦІ НА ВАЖКИХ ВЕРСТАТАХ <i>Ковальов В.Д., Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Антоненко Я.С.</i>	89
44.	МУЛЬТИАГЕНТНА PLM-СИСТЕМА ДЛЯ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ <i>Копей В. Б., Вірстюк В. М.</i>	91
45.	НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ВОЛОКНИСТИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ <i>Корбут Є. В.</i>	93
46.	ДОСВІД ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ СТЕЙКХОЛДЕРІВ ЦЕНТРУ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ІФНТУНГ <i>Корнута В. А., Буй В. В., Кулик Т. П.</i>	95

47.	АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСПАДКОВУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЗА КРИТЕРІЄМ ОДНОРІДНОСТІ ЇХНЬОГО МАТЕРІАЛУ <i>Кусий Я. М., Афтаназів І. С., Зінько А. В., Котляров В. П.</i>	98
48.	МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ ОБЕРТОВИХ ДЕТАЛЕЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ <i>Куць Н.Г., Назарук В.В.</i>	100
49.	МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ПРУЖИН ПРИ СТИСКУВАННІ <i>Лещенко О.І.</i>	103
50.	РОЗРОБКА ПОРТАТИВНОГО СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ МЕХАНО-СКЛАДАЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ <i>Лукань Т. В., Палюх М. А.</i>	105
51.	РОЗРОБКА ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА ІЗ ЧПК НА ОСНОВІ ВІЗУАЛЬНОЇ МОВИ "DELPHI" <i>Лукань Т. В., Петрик С.Ю.</i>	106
52.	МОДЕЛЬ НАВЧАЛЬНОГО РОБОТА VCN3D MOVEO В СЕРЕДОВИЩІ RoboDK <i>Медвідь Ю.В., Баланик С.М.</i>	107
53.	ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ ЗІ ЗНОСОСТІЙКИМИ ПОКРИТТЯМИ ПРИ ЧОРНОВІЙ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ ВАЖКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ <i>Миرونенко Є. В., Калініченко В. В.</i>	109
54.	МІСЦЕ І РОЛЬ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНА ХУДОЖНЯ ТА АНІМАЦІЙНА ГРАФІКА» У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ЗА ОСВІТНЬОЮ ПРОГРАМОЮ «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА» <i>Онисько Олег</i>	111
55.	МОДЕЛЬ МОДУЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ВИСОТИ ПЛАЗМИ НА ОСНОВІ ARDUINO NANO <i>Панчук В.Г., Панчук А.Г., Бережанський Д.М.</i>	113
56.	ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН <i>Пилипець М.І., Васильків В.В., Пилипець О.М.</i>	115
57.	ТИПОВІ ЛОГІСТИЧНІ РІШЕННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ВИРОБНИЧИХ ЗАПАСІВ <i>Пітулей Л.Д., Долішній Б. В.</i>	118
58.	ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА <i>Пітулей Л.Д., Лобур О.М.</i>	120

59.	АКТУАЛЬНІСТЬ КОНЦЕПЦІЇ НАЦІОКРАТІЇ МИКОЛИ СЦБОРСЬКОГО <i>Пітулей Л.Д., Чудаков В.О.</i>	122
60.	ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБТИСНЕННЯ КОНТАКТНИХ МЕТАЛЕВИХ З'ЄДНАНЬ ДЛЯ СТРУМОПІДВЕДЕННЯ <i>Повстяной О.Ю., Редько Р.Г., Ткачук В.В.</i>	123
61.	ЕВРИСТИЧНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ <i>Равська Н. С., Корбут Є. В., Ковальова Л. І., Івановський О. А., Парненко В. С., Родин Р. П.</i>	125
62.	МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКУ ЕЛЕКТРОЛІТУ В ЕЛЕКТРОХІМІЧНІЙ КОМІРЦІ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ <i>Роп'як Л.Я., Романів М. М., Шовкопляс М. В., Малінін В. Ю, Здерко О.Р.</i>	127
63.	УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ З'ЄДНАННЯ “ПОРОДУРІЙНІВНА ВСТАВКА – ШАРОШКА” ЗА РАХУНОК ЗМІНИ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ПАРАМЕТРІВ <i>Сліпчук А.М., Яким Р. С.</i>	129
64.	КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ ДОРІГ <i>Сологуб Б.В., Данило Я.Я.</i>	131
65.	КОРЕГУВАННЯ СХЕМ РІЗАННЯ БАГАТОПРОХІДНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ КОНІЧНИХ НАРІЗЕЙ НА ОСНОВІ ЇХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ <i>Тарас І.П.</i>	132
66.	УДОСКОНАЛЕННЯ ЦЕМЕНТАЦІЇ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ <i>Тарельник В.Б., Коноплянченко В.Є.</i>	133
67.	РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВИБУХОВОГО ШТАМПУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ <i>Третьяк В. В., Мезенцева О. О., Горець М. В.</i>	136
68.	ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З ПОКРИТТЯМ <i>Хейфець М. Л., Колмаков А. Г., Клименко С. А., Копейкіна М. Ю.</i>	138
69.	ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОПОР ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ <i>Четвержук Т.І., Полінкевич Р.М., Редько О.І.</i>	140
70.	ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ НА ГРАФІТОВОМУ КАТОДІ ПРИ ФОРМУВАННІ НАНОСТРУКТУР У ВАКУУМНІЙ ДУЗІ <i>Широкий Ю.В., Руденко Н.В.</i>	142

71.	ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ЧЕРЕЗ МЕХАНІЗМИ ТРАНСКОРДОННОГО СПІВРОБІТНИЦТВА <i>Шкіца Л.Є.</i>	145
72.	ВПЛИВ СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ <i>Шуляр І.О., Кустов В.В., Вірстюк А.Б.</i>	147
73.	ЗАСТОСУВАННЯ ІМПУЛЬСНОЇ ЛАЗЕРНОЇ АБЛЯЦІЇ НАНОСЕКУНДНОЇ ТРИВАЛОСТІ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ МЕТАЛОРІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ <i>Ягьяєв Е.Е., Акімов С.Н.</i>	149
74.	ДЕЯКІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН З МЕХАТРОНИЧНИХ МОДУЛІВ <i>Якимчук М.В., Риженко Є.С.</i>	151
75.	ТЕХНОЛОГІЯ ПРОСВІТЛЕННЯ ОПТИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ <i>Яценко І. В., Антонюк В. С., Ващенко В. А., Семенчук Є. М.</i>	154

3. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.

4. Патент України на винахід № 82948, 23С 8/00. Спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням / В. С. Марцинковский, В. Б. Тарельник, А. В. Білоус. – Опубл. 25.03.2008, Бюл. № 10. - 3 с.

5. Патент України на винахід № 66993, В23Н 9/00 Спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням / Марцинковский В.С., Тарельник В.Б, Братушак М.П. - Опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2. - 4 с.

6. Превращение в поверхностных слоях сплавов железа при электроискровом легировании графитом / А.И. Михайлюк, А.Е. Гитлевич, А.И. Иванов и др. // Электронная обработка материалов. – 1986, (4). – С. 23–27.

7. Михайлюк А.И. Уменьшение шероховатости электроискровых покрытий при последующей обработке графитовым электродом // Электронная обработка материалов. – 2003, 39(3). – С. 21-23.

РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВИБУХОВОГО ШТАМПУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ

Третяк В. В., к.т.н., доцент, Мезенцева О. О., Горець М. В.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Метод газовибухового штампування – досить простий і ефективний метод для штампування листових заготовок. Метод дозволяє штампувати складні листові заготовки без використання пресового обладнання. Треба відзначити, що найбільш ефективно його можна використовувати в одиничному і малосерійному виробництвах, а також у навчальному процесі.

Процес газовибухового штампування оснований на перетворенні хімічної енергії палива на роботу пластичної деформації матеріалу обробленої заготовки за допомогою того, що вивільняється хімічна енергія палива під час екзотермічної реакції окиснення пального окиснювачем.

В ХАІ розроблено пристрої для штампування листових і трубчастих заготовок, які використовуються у науковому і навчальному процесах. Для розрахунків технологічних параметрів в об'єктно-орієнтованому середовищі розроблено програмний комплекс. На рис. 1 подано одну з екранних форм програмного комплексу для розрахунку технологічних параметрів у пристрої для газовибухового штампування з використанням принципу симетрії.

Вхідні параметри

Коефіцієнт енергії на вигин по ребру перетяжки - Kt	1,1
Радіус закруглення ребра перетяжки - r0, мм	3
Коефіцієнт подолання тертя - Kt	1,3
Коефіцієнт першої ступеневої апроксимації кривої зміщення матеріалу - beta	327000000
Коефіцієнт другої ступеневої апроксимації кривої зміщення матеріалу - alpha	0,24
Діаметр заготовки - D0, м	0,8
Діаметр фланця - Dфл, м	0,7
Діаметр отвору матриці - Dm, м	0,6
Товщина заготовки - delta, м	0,0001
Кінцеве прогинання - f, м	0,2
Глибина проштамповки - h, м	0,2
Матеріал заготовки	Д16Т
Границя текучості матеріалу заготовки - sigma _{max} , МПа	280
Коефіцієнт динамічності - Kd	1,81
Густина матеріалу - rho	2780
Універсальна газова стала - R, Дж/К кг	8480
Температура початкової суміші - T0, К	293
Об'єм камери пристрою - V м ³	0,0045
Теплота згоряння стехіометричної суміші - Hu, Дж/кг	1130000
Молекулярна маса кисня - Mo	32
Молекулярна маса метана - Mсн	16
Показник адиабати продуктів вибуху - K	1,22
Показник початкової суміші - Ko	1,31
Атмосферний тиск - Pн, Па	100000
Радіус заготовки - Rz, м	0,2
Густина метану - rhoсн	0,67
Швидкість детонаційної хвилі - D, м/с	2540

Пристрій для газових вибухових штампувань листових деталей

1 - нижня матриця; 2 - верхня матриця;
3 - верхня заготовка; 4 - нижня заготовка;
5 - вибухова камера; 6 - манометр;
7 - пристрій для ініціювання

Вихідні параметри

Необхідний тиск - q, МПа	0,28
Оцінний тиск - p1, МПа	0,07
Початковий тиск - p0, МПа	39177,0
Енергія пристрою, що запасається - Wz, Дж	444,9
Енергія деформування фланця - Afl, Дж	116,0
Енергія формотворення сферичного сегмента - Asf, Дж	2794,0
Повна робота деформування - A, Дж	2910,0
ККД пристрою - nu	0,21

Рис 1. Екранна форма для розрахунку технологічних параметрів методу газових вибухових штампувань

Екзотермічні реакції окиснення горючих газів залежно від характеристик пального, окиснювача, умов ініціації реакції, геометричних характеристик реакційної судини можуть проходити з різною швидкістю та істотно відрізнятися за своїм характером. У зв'язку з цим такі реакції зазвичай підрозділяють на власне горіння (ламінарне або турбулентне) і детонаційне горіння (розривне) суміші горючого газу з окиснювачем.

Процеси горіння зазвичай, відбуваються із змінною швидкістю, тоді як швидкість вибуху залежить від зовнішніх збурень у набагато меншому ступені.

Між горінням і вибухом (детонацією) існує строга кількісна межа: швидкість горіння завжди менше, а швидкість детонації завжди більше, ніж швидкість звуку в початковій (що не прореагувала) суміші.

Горіння за відомих критичних умов може стрибкоподібно переходити в детонацію. Таким чином, детонація є найефективнішою формою здійснення реакції окиснення. Тому саме детонаційний режим горіння використовується в переважній більшості технологічних установок. Для оцінювання адекватності математичних моделей в розрахунках технологічних параметрів розроблено програмний модуль для проведення регресійного аналізу даних.

На рис. 2. наведено табличні й графічні дані розрахунків регресійного аналізу експериментальних даних залежності двох змінних: коефіцієнта корисної дії (ККД) пристрою при деформуванні тонколистової алюмінієвої заготовки від її товщини.

Результати дисперсного аналізу між двома змінними регресійної залежності

Джерело мінливост.	Кількість ступенів свободи	Сума квадратів	Середній квадрат	F-відношення
Регресія	1	$S_{\text{рег}} = \sum_{i=1}^i (y_i - \bar{y})^2$ 0,0306	$M_{\text{рег}} = S_{\text{рег}}$ 0,0306	$F_{\text{рег}} = \frac{M_{\text{рег}}}{S_{\text{залиш}}^2}$ 8
Залишок	(i-2)	$S_{\text{залиш}} = \sum_{i=1}^i (y_i - \hat{y}_i)^2$ 6,43628617881906E-5	$S_{\text{залиш}}^2 = \frac{S_{\text{залиш}}}{(i-2)}$ 0,003825	
Сума	(i-1)	$S_{\text{залиш}} = \sum_{i=1}^i (y_i - \bar{y})^2$ 0,0306		



Рис 2. Фрагменти екранної форми для проведення регресійного аналізу даних і конкретні результати моделювання

Поданий програмний комплекс може бути ефективно використаний для наукових розробок. Також він ефективно використовується у навчальному процесі для курсового і дипломного проектування.

Література:

1. Методы расчета параметров импульсных технологий с использованием объектно-ориентированных пакетов прикладных программ [Текст] : учеб. пособие по лаб. практикуму / В. В. Третьяк, А. М. Гринченко, А. В. Онопченко и др. – Харьков. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2015. – 56 с.

ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З ПОКРИТТЯМ

¹Хейфець М. Л., *д.т.н., професор*, ²Колмаков А. Г., *член-кореспондент РАН*, ³Клименко С. А., *член-кореспондент НАН України*, ³Копейкіна М. Ю., *к.т.н., ст. науковий співробітник*

¹Інститут прикладної фізики НАН Білорусі

²Інститут металургії та матеріалознавства ім. О. О. Байкова РАН

³Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України

Надійність та довговічність наплавлених та напилених покриттів [1, 2] на деталях машин визначаються кінетикою процесів, що протікають як безпосередньо у покритті, так і на межі розділу та у поверхневому шарі матеріалу основи. Зносостійкість та когезійно-адгезійна міцність покриттів залежить від деформації ϵ , її швидкості $\dot{\epsilon}$ та температури на різних етапах формування виробу з урахуванням технологічної спадковості [3–5].

Послідовне наближення властивостей та геометричної форми деталі з покриттям до об'єкта, що відповідає вимогам службового призначення, характеризується загальним фактичним технологічним уточненням

$$\Omega_{\phi} = \frac{\omega_{\phi}}{\omega_d},$$