

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**

XII Міжнародної науково-технічної конференції

# **Прогресивні технології в машинобудуванні**



**XII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
ADVANCED TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING**

5-9 лютого 2024 р.  
Івано-Франківськ — Яремче

ME2024 ATME2024 ATME2024 ATME2024 ATME  
24 ATME2024 ATME2024 ATME2024 ATME2024  
TME2024 ATME2024 ATME2024 ATME2024 ATM

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



**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**

**XII INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE**

**ADVANCED TECHNOLOGIES  
IN MECHANICAL ENGINEERING**

**5 - 9 February 2024  
Ivano-Frankivsk – Yaremche**

**Друкарня «Фоліант»  
м. Івано-Франківськ**

59.	<b>ВІДБОРТОВКА ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ</b> <i>Паастернак С.М.</i>	118
60.	<b>ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОТРИВКОСТІ СТАЛЕВИХ БРОНЕПЛАСТИН ДЛЯ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ</b> <i>Павло Присяжнюк, Міхал Бембенек, Юлія Присяжнюк, Любомир Романишин, Любомир Роп'як</i>	119
61.	<b>РЕСТАВРАЦІЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ РОТОРІВ РОЗМОЛЬНИХ АГРЕГАТІВ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ</b> <i>Павло Присяжнюк, Міхал Бембенек, Любомир Роп'як, Андрій Коржов</i>	121
62.	<b>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СВЕРДЕЛ З ДИСКРЕТНО МОДИФІКОВАНИМИ РОБОЧИМИ ПОВЕРХНЯМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> <i>Корбут С.В., Петров О.Д.</i>	125
63.	<b>АНАЛІЗ РОБОТИ КРИВОЛІНІЙНОЇ ДІЛЯНКИ КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> <i>Попович В.Я., Харун В.Р.</i>	126
64.	<b>РОБОТ «ПАВУК» З РОЗШИРЕНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЮ</b> <i>Пролюк І.В., Коней В.Б.</i>	128
65.	<b>ДІАГНОСТИКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА</b> <i>Пітулей Л.Д., Бережанський В.В.</i>	130
66.	<b>ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ПРАЦЮЮЧИХ В УМОВАХ ГІДРОАБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ</b> <i>Пермяков О.А., Тарельник В.Б., Тарельник Н.В., Майфат М.М., Василенко М.А.</i>	133
67.	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ В КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ СИСТЕМИ ВПІД НА АМПЛІТУДУ ЇХ АВТОКОЛИВАНЬ</b> <i>Слітчук А.М., Новіцький М.Я.</i>	135
68.	<b>ВПЛИВ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ТРИБОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ</b> <i>Сахнюк Н.В., Лазарєв І.О., Циганов В.В., Роп'як Л.Я.</i>	136
69.	<b>ФРЕЗЕРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ, ОТРИМАНИХ FDM ДРУКОМ</b> <i>Ткачук В.П., Кушнірчук А.С.</i>	138



## ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ПРАЦЮЮЧИХ В УМОВАХ ГІДРОАБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

<sup>1</sup>Пермяков О.А., *д.т.н., професор*, <sup>2</sup>Тарельник В.Б., *д.т.н., професор*,  
<sup>2</sup>Тарельник Н.В. *к.е.н., доцент*, <sup>2</sup>Майфат М.М., *аспірант*,  
<sup>2</sup>Василенко М.А., *аспірант*

<sup>1</sup>Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<sup>2</sup>Сумський національний аграрний університет

Серед усіх машин і пристроїв, що працюють в різних галузях (газо-нафтової, гірничодобувній, хімічній, сільськогосподарській, транспортній тощо) промисловості України і інших господарств, дуже велика кількість підлягає негативному впливу гідроабразивного зношування (ГЗ). Це, в першу чергу гідралічні машини (ГМ), а також центрифуги, сепаратори, арматура і таке інше.

Спрацювання деталей вище означеного обладнання, як правило, відбувається в наслідок мікроударного навантаження на їх поверхневі шари. Нерідко мікроударний вплив твердих часток в потоці посилюється присутністю хімічно активної рідини. За таких умов традиційні конструкційні матеріали не завжди задовольняють потрібним вимогам щодо надійності та довговічності. Останнім часом все більшу увагу фахівців привертає дослідження та використання нових зносостійких матеріалів (полімерних, конструкційних, композиційних) [1]. Як показують статистичні дослідження у 85-90 % випадків причиною виходу з ладу гідроагрегатів є знос вузлів та деталей; на подолання тертя витрачається близько 30-40 % виробленої енергії [2].

В процесі роботи ГМ їх деталі зношуються. Особливості цього процесу залежать від: виду тертя, властивостей матеріалу, швидкості відносного переміщення поверхонь тертя, величиною і характером навантаження, видом і якістю мастил, умовами експлуатації тощо. Розрізняють декілька видів зношування: *корозія, ерозія, кавітація, біологічне пошкодження*.

З метою підвищення якості поверхневих шарів виробів, велика увага приділяється нанесенню захисних покриттів, широкий набір яких визиває між ними конкуренцію. Серед розглянутих методів великої уваги заслуговує електроіскрове легування (ЕІЛ), яке є екологічно безпечним й останнім часом все частіше використовують в виробництві для покращення якості поверхневих шарів деталей і надання їм спеціальних властивостей [3]. Метод має ряд специфічних особливостей: матеріал анода (легуючого електрода) може утворювати на поверхні катода (деталі) шар покриття, надзвичайно міцно зчеплений з поверхнею; легування можна здійснювати у зазначених місцях будь-яким струмопровідним матеріалом, не захищаючи при цьому решту поверхні деталі тощо. При ЕІЛ відсутні поводки і короблення деталі.

Для захисту проти ГЗ сталених і чавунних деталей перспективними можуть бути покриття, нанесені електродами-інструментами, виготовленими методом порошкової металургії з тонкодисперсної суміші ІМ, яка складається з 70% Ni, 20% Cr, 5% Si, 5% В та ВК6. Покриття складу 90% ВК6+10%ІМ, нанесені

методом ЕІЛ, дозволяють формувати поверхневий шар на сталевих поверхнях з мікротвердістю до 14200 МПа [4].

Для покращення якості сформованих методом ЕІЛ покриттів (зниження шорсткості і підвищення суцільності) на їх поверхню, ретельно втираючи, наносять металополімерні матеріали, армовані порошком нітриду цирконію, який характеризується високою твердістю та міцністю. Крім цього нітрид цирконію використовують для захисних зносостійких покриттів виробів, які працюють в агресивних середовищах. Також нітрид цирконію, серед інших мононітридів перехідних металів має найкращу корозійну стійкість [5, 6].

### Література

1. Литвиненко О.А., Некоз О. І., Кавун В. П. Кавітаційна стійкість керамічних конструкційних матеріалів / Збірник наукових праць ВАТ «УкрНДІВогнетривів імені А. С. Бережного» № 110.- Харків «Каравела».- 2010.- С.115-118.
2. Шимчук С.П. Метод дослідження протизносних властивостей мастильних матеріалів при радіальних коливаннях валу. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / С.П. Шимчук. – Київ, 2008. – 16 с.
3. Tarel'nyk V. B., Gaponova O. P., Loboda V. B., Konoplyanchenko E. V., Martsinkovskii V. S., Semirnenko Yu. I., Tarel'nyk N. V., Mikulina M. A., and Sarzhanov B. A., Surf. Eng. Applied Electrochemistry, 57: 173 (2021).
4. Tarel'nik V.B., Paustovskii A.V., Tkachenko Y.G. et al. (2017) Electric-spark coatings on a steel base and contact surface for optimizing the working characteristics of babbitt friction bearings. Surf. Engin. Appl.Electrochem. 53, 285–294. <https://doi.org/10.3103/S1068375517030140>
5. Koutsokeras L. E. and Abadias G. Intrinsic stress in ZrN thin films: Evaluation of grain boundary contribution from in situ wafer curvature and ex situ x-ray diffraction techniques // J. Appl. Phys. — 2012. — Vol. 111. — P. 093509.
6. Beniaa H. M., Guemmaza M., Schmerberb G., Mosserb A., Parlebas J. C. Optical properties of non-stoichiometric sputtered zirconium nitride films. // Applied Science. — 2003. — Vol. 211. — P. 146—155.