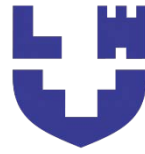




МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



ЛУЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



TERM-2023

**IX Міжнародна науково–практична конференція
«Теоретичні і експериментальні дослідження в сучасних технологіях
матеріалознавства та машинобудування»**

**IX International scientific and practical conference
«Theoretical and Experimental Research in Materials Science and Mechanical Engineering»**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ (ТЕЗИ)

30 травня – 1 червня 2023 року

м.Луцьк

Сайт конференції

<https://termm.lntu.edu.ua>

Луцьк
Вежа-Друк
2023

УДК 626:762, 004:339
М 34

Рекомендовано до друку Вченою радою Луцького національного технічного
університету (протокол № 12 від 30.06. 2023 р.).

Редакційна колегія

В. Д. Рудь (відповідальний редактор, ЛНТУ),
М. Д. Мельничук (ЛНТУ),
С. П. Шимчук (ЛНТУ),
О. Д. Клименко (ЛНТУ),
Л. М. Самчук (відповідальний секретар, (ЛІНТУУ)),
Ю. С. Повстяна (ЛНТУ),
С. В. Мисковець (ЛНТУ),
Т. О. Прихна, (ІНМ НАНУ),
Г. А. Баглюк (ІІМ НАНУ),
Ю. Ю. Жигуц (УжНУ).

Матеріали (тези)

М 34 IX Міжнародна науково–практична конференція «Теоретичні і експериментальні
дослідження в сучасних технологіях матеріалознавства та машинобудування»
IX International scientific and practical conference «Theoretical and Experimental Research
in Materials Science and Mechanical Engineering» - Луцьк,: Вежа-Друк – 2023. – 220 с.

ISBN 978-966-940-485-5

В збірнику містяться тези за напрямками роботи конференції:

Передові матеріали для промислового застосування; Моделювання та числова оптимізація особливостей структури, властивостей та поведінки матеріалів при їх обробці; Моделювання матеріалів, імітація та оптимізація; Проблеми механіки пластичності та руйнування матеріалів; Мікромеханіка, ефективні властивості матеріалів; Машинобудування та технологія автоматизації в машинобудуванні; Зелена енергетика, біо- та медичні матеріали; Перколяційні та фрактальні аспекти сучасного матеріалознавства; Розумне виробництво та промисловість – Індустрія 4/5.

Відповідальність за точність наведених фактів, цитат та ін., лягає на авторів надрукованих матеріалів. Друкується в авторській редакції.

УДК 626:762, 004:339

ISBN 978-966-940-485-5

© TERMM-2023, 2023

Т.В. Вплив режимів нанесення плазмових покриттів Ni-C на структуру та властивості.....	139
Рябчиков М.Л., Фурс Т.В. Магнітні технології створення пористих матеріалів з заданими властивостями.....	140
Гончарук Д. А., Хоменко О. В., Баглюк Г.А., Грипачевський О. М., Новиченко В. М. Дослідження особливостей формування структури сплавів в системі Fe-Ga-Al.....	142
Гусачук Д.А., Парфентьєва І.О., Мельник Ю.А. Формування гетерогенних структур в чавунах легованих міддю.....	145
Valery KOSTIN, Dmytro LAUKHIN, Liliia DADIVERINA The newest low-alloy titanium alloys.....	148
Кашицький В.П., Садова О.Л., Климовець О.Б. Формування епоксикомпозитних матеріалів під впливом циклічної обробки у фізичних полях.....	149
Стречен А.С., Пуць В.С., Середюк М.Р., Мартинюк В.Л. Характеристика, доцільність використання нікелевих суперсплавів в індустрії.....	151
Букетов А.В., Клевцов К.М., Голотенко О.С. Підвищення експлуатаційних характеристик транспортних засобів за рахунок застосування епоксидних покриттів.....	154
Гадзира М.П., Давидчук Н.К., Тимошенко Я.Г., Пінчук М.О. Керамічна порошкова лігатура для створення високоміцної та пластичної сталі.....	155
Сапронов О.О., Шаранов В.Д., Сапронова А.В., Сметанкін С.О. Адгезійна міцність полімерних матеріалів, наповнених нанодисперсним конденсованим вуглецем.....	157
Сапронов О.О., Якущенко С.В., Браїло М.В., Сапронова А.В., Соценко В.В., Юренін К.Ю. Стійкість до змінних температур полімерних матеріалів, наповнених нанодисперсним конденсованим вуглецем.....	158
Верешко О.В., Гомон Св.Св. Методика експериментальних досліджень з визначення оптимальних умов модифікації деревини.....	159
Гвоздецький В.М., Студент М.М., Погрелюк І.М., Веселівська Г.Г., Задорожна Х.Р., Сірак Я.Я. Фізико-механічні властивості надзвукових електродугових покриттів з порошкових дротів.....	160

СЕКЦІЯ ПЕРКОЛЯЦІЙНІ ТА ФРАКТАЛЬНІ АСПЕКТИ СУЧАСНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Головко В.В., Штофель О.О., Красіков І.В., Красікова І.Є., Застосування мультифрактальної параметризації у задачах металознавства на прикладі дослідження неметалевих включень.....	164
Анісімов В.М., Євдокименко Н.М., Анісімов В.В. Застосування метода перколяційного аналізу для прогнозування взаємодії складу, структури та властивостей блок-кополіуретанів.....	166
Грабар І.Г. Фрактальне матеріалознавство та синтез мультифракталів з наперед заданими властивостями.....	168
Кузьмов А.В., Штерн М.Б. Вплив окисненості вихідної порошкової шихти на поріг протікання металокерамічних композитів.....	171
Похилько Б.А., Кушнір В.О., Рагуля А.В. Моделювання перколяції для системи провідник–ізолятор під час іпс з урахуванням пористості та форми частинок.....	174

СЕКЦІЯ РОЗУМНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА ПРОМИСЛОВІСТЬ – ІНДУСТРІЯ 4/5

І. Мороз, О. Гулай, В. Шемет. Вилучення металів з електронних відходів в контексті сталого розвитку.....	177
Дзюба Д.І., Сапон С.П., Пономаренко С.В. Цифрові двійники шпindelних вузлів: систематизований огляд публікацій.....	178
Косенюк Г.В., Розломій І.О. Індустрія 4.0: як цифрова трансформація змінює бізнес-	

Переробка вторинних матеріалів з відходів не лише зберігає наше природне середовище, але також може дуже ефективно економити енергію. Наприклад, вторинне виробництво алюмінію потребує на 90–95% менше енергії, ніж первинне виробництво. У цьому контексті метали відіграють важливу роль у циркулярній економіці.

Згідно з європейською ієрархією поводження з відходами, повторне використання є корисним, якщо вплив на навколишнє середовище, який виникає протягом певної тривалості використання повторно використаного продукту, менший, ніж вплив нового продукту.

Однозначне твердження про те, що повторне використання краще, ніж переробка, не можна застосовувати до кожного випадку [3]. Зокрема, у таких напрямках впливу, як глобальне потепління, споживання води та кумулятивний попит на енергію, сильно домінує фаза використання білої техніки, тому слід уникати повторного використання неефективних пристроїв. Результати показують, що повторне використання продуктів з європейським рейтингом енергоефективності D і C не рекомендується для жодного з аналізованих продуктів.

Розподіл вартості різних зразків електронного брухту показує, що для невеликих електричних пристроїв (стільникових телефонів, калькуляторів і друкованих плат) дорожчі метали становлять понад 70% вартості, для плат телевізорів і DVD-плеєрів вони складають приблизно 40%. Це вказує на те, що переробка таких пристроїв та відновлення цінних металів приводить до значного потенціалу економії майже в усіх напрямках впливу [4]. Окрім того, вилучення важких металів з електронного сміття призводить до зменшення негативного впливу на навколишнє середовище і покращення екологічного стану довкілля.

Таким чином, дослідники приходять до висновку, що найбільш перспективними факторами для покращення відновлення матеріалів та екологічної вигоди є поведінка споживачів та технологічний прогрес (головним чином у технологіях рециклінгу), які потенційно подвоюють поточну екологічну вигоду.

Список літератури

1. Steven De Meester, Pieter Nachtergaele, Sam Debaveye, Peter Vos, Jo Dewulf. Using material flow analysis and life cycle assessment in decision support: A case study on WEEE valorization in Belgium. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 142, 2019, p.p. 1-9.
2. Fridolin Krausmann, Simone Gingrich, Nina Eisenmenger, Karl-Heinz Erb, Helmut Haberl, Marina Fischer-Kowalski. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, Volume 68, Issue 10, 2009, p.p. 2696-2705.
3. Lukas Messmann, Christoph Helbig, Andrea Thorenz, Axel Tuma. Economic and environmental benefits of recovery networks for WEEE in Europe. *Journal of Cleaner Production*, Volume 222, 2019, p.p. 655-668.
4. Jirang Cui, Lifeng Zhang. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 158, Issues 2–3, 2008, p.p. 228-256.

ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ: СИСТЕМАТИЗОВАНИЙ ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ

**Дзюба Д.І., аспірант, Сапон С.П., канд.техн. наук, доцент,
Пономаренко С.В., аспірант**

Національний університет «Чернігівська політехніка», s.sapon@gmail.com

Прогнозоване післявоєнне відновлення українських підприємств шляхом комплектації верстатами закордонного виробництва, що вже були у використанні, потребує простого і швидкого інструментарію, який дозволить визначати власні динамічні характеристики кожного з верстатів та моніторити їх в режимі реального часу протягом експлуатації. Потрібна буде швидка і проста розробка динамічних моделей точності

верстатобудуванні залишилось **143 статті**. Узагальнивши всі статті в яких є загадування про цифрові двійники шпиндельних вузлів залишилась всього **31 стаття**.

Не зважаючи на велику популярність тематики цифрових двійників, з аналізу звуження тематики пошуку бачимо що кількість статей, які дотично пов'язані з ЦД ШВ – критично мала. До того ж детально розглянувши статті, бачимо, що насправді досліджень на задану тематику ще менше, оскільки більшість статей, хоча і мають в ключових словах цифрові двійники ШВ, не розглядають процесу створення самого двійника, або хоча б моделі, а просто загадують, що таке створення можливе. Решта статей, які залишились, розглядають лише ідею створення моделі цифрового двійника, або розглядають вже створені моделі цифрового двійника металорізальних верстатів з ЧПУ, де на шпиндельні вузли встановлені певні сенсори зі зворотнім зв'язком. В цих статтях немає виокремлення створення ЦД ШВ, а є лише ШВ, як частина ЦД металорізального верстата.

Процес створення ЦД ШВ умовно розіб'ємо на 4 етапи: ідея та концепція створення ЦД, моделювання ЦД, експерименти з ЦД і результати впровадження ЦД у виробництво. Всі знайдені статті розділено за цими етапами. Проте, виявилось, що всі статті перебувають на першому етапі – на стадії формування ідеї створення ЦД ШВ. Статті, які описують етапи створення цифрової та реальної моделі (6 статей), або створення експериментального зразка (4 статті) хоча і містять в ключових словах, заголовках загадування про шпиндельні вузли, насправді розглядають створення ЦД металорізального верстата.

Для оперативного моніторингу динамічних характеристик, продуктивності, і експлуатаційних характеристик ШВ мають виконувати функції моніторингу стану системи, розпізнавання проблем та прийняттям автономних рішень по їх усуненню. Широке впровадження цифрових двійників забезпечує виконання таких функцій. Водночас, при функціонуванні системи цифрових двійників існує складність створення сучасних математичних моделей аналітичними і розрахунковими методами. Для створення математичних моделей можливе застосування засобів штучного інтелекту.

Загалом аналізуючи огляд тематики щодо створення цифрових двійників можна сказати, що робіт по створенню цифрового двійника шпиндельного вузла дуже обмаль, вони в повній мірі не розкривають ні впровадження ЦД у виробництво, ні повноцінне функціонування експериментального зразку, лише деякі фокусуються на ідеї створення моделі. Особливо слід відмітити що, при пошуку не виявлено вітчизняних робіт по тематиці цифрового двійника шпиндельного вузла.

Список посилань

1. Kannan, K. A Digital Twin for Grinding Wheel: An Information Sharing Platform for Sustainable Grinding Process. / Kannan, K., Arunachalam, N. // Journal of Manufacturing Science and Engineering. – 2019., №141(2), 021015. <https://doi.org/10.1115/1.4042076>.
2. Сапон, С. Концепція створення моделі цифрового двійника інтелектуального шпиндельного вузла. // Технічні науки та технології. – 2023. - №4 (30), 80–90. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-4\(30\)-80-90](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-4(30)-80-90).
3. Scopus.com. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scopus.com/>
4. Science direct. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/>
5. Web of science. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.webofscience.com/>
6. MDPI. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/>
7. Research Gate. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/>
8. GoogleАкадемія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://scholar.google.com/>