

НАУКОВІ ІННОВАЦІЙНІ ПРОЄКТИ



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



НАШІ КОНТАКТИ

Шаломеев Вадим Анатолійович — проректор з наукової роботи, доктор технічних наук, професор

☎ 050-602-30-00

✉ shalomeev@zp.edu.ua

Донець Дмитро Анатолійович — начальник науково-дослідної частини, доктор філософії

☎ 075-191-15-71

✉ donets@zp.edu.ua

Тришин Павло Романович — директор ТОВ «Науковий парк НУ «Запорізька політехніка», доцент кафедри «Технологія машинобудування» НУ «Запорізька політехніка», кандидат технічних наук.

☎ 066-148-92-76

✉ trishin87@gmail.com

Шановні партнери!

У ваших руках – видання, що представляє наукові розробки нашого університету, захищені понад 70 патентами України. За кожною розробкою наведено оцінку за шкалами TRL, MRL, CRL, IRL та IPRL, тож ви одразу побачите, на якому етапі перебуває технологія і що потрібно для переходу на наступний рівень готовності.

Національний університет «Запорізька політехніка» десятиліттями працює над інженерними задачами, що мають наукове та прикладне значення. У центрі цих розробок: технології, обладнання, матеріали, виробничі процеси, цифрові моделі, програмні інструменти та системи підтримки прийняття рішень.

Найсильніші наукові школи й найбільший досвід співпраці з промисловістю зосереджено в напрямках матеріалознавства, авіаційного та енергетичного машинобудування, силових енергетичних установок, електроенергетики, технологій оброблення матеріалів, електроніки, адитивного виробництва, автоматизації, робототехніки, транспортних систем, інформаційних технологій, штучного інтелекту та цифрового моделювання.

Якщо ваше підприємство шукає відповідь на конкретну виробничу проблему: підвищити якість продукції, знизити собівартість, забезпечити імпортозаміщення, відновити складну деталь замість її дорогої заміни, запустити новий технологічний процес або автоматизувати виробництво – серед представлених розробок є рішення, готові до застосування вже сьогодні.



Для інвесторів і технологічних партнерів це можливість працювати з міждисциплінарними командами, здатними провести технологію повним шляхом – від лабораторного результату до дослідного зразка, трансферу технології, комерціалізації та масштабування.

Університет відкритий до гнучких форматів партнерства – від виконання спеціалізованих експертних завдань до реалізації довгострокових спільних інноваційних проєктів.

Переконаний, що наші напрацювання допоможуть ефективно вплинути на розвиток вашого бізнесу. Готовий до професійного діалогу та предметного обговорення деталей нашої взаємодії.

З повагою

Віктор Грешта

*Ректор Національного університету «Запорізька політехніка»
професор*

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

РОЗРОБНИКИ: Глотка Олександр Анатолійович

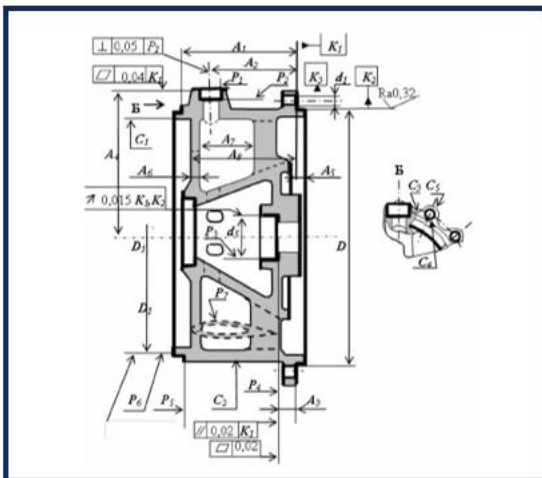
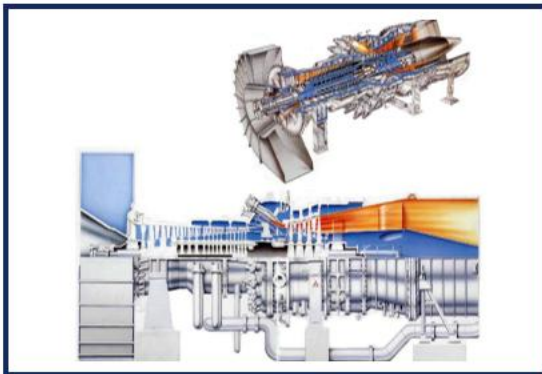


Рис. 1 – Газотурбінний двигун

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Наразі зросли вимоги до сучасних газотурбінних установок, що вказує на економічну виправданість використання авіакосмічних технологій і матеріалів під час проектування й виробництва сучасної газотурбінної техніки. Такий підхід підтверджується тим, що провідні світові лідери в галузі газотурбобудування (General Electric, Pratt & Whitney, Siemens, Rolls-Royce) активно працюють над створенням спеціальних жароміцних і корозійностійких сплавів з підвищеними властивостями.

Для вирішення цієї проблеми пропонується застосування наукових основ легування ливарних жароміцних нікелевих сплавів за результатами комплексних теоретичних та експериментальних досліджень, а також реалізація інноваційних підходів до розробки хімічних складів для деталей газотурбінних двигунів.

Суть вирішення проблеми полягає у застосуванні розробленого алгоритму конструювання та уточнення хімічного складу ливарних жароміцних сплавів, що забезпечує можливість розроблення та удосконалення промислових сплавів і дає змогу підвищити теплофізичні, механічні та експлуатаційні характеристики під час отримання необхідного структурно-фазового складу жароміцних матеріалів.

РЕЗУЛЬТАТИ

T
R
L

M
R
L

Технологія знаходиться на рівні TRL 4 (Technology Readiness Level) та IRL 5 (Investment Readiness Level). Отриманий продукт: сплав для корпусних деталей газотурбінних двигунів наземного використання (із заданими властивостями), який відповідає вимогам, висунутим замовником. Матеріал має підвищені властивості міцності, жароміцності та часу експлуатації.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект на підприємства-споживачів жароміцних нікелевих сплавів (авіаційна та машинобудівна промисловість) за рахунок зниження вартості та підвищення якості компонентів.

Потенційні шляхи розвитку:

1. Створення нових та вдосконалення промислових жароміцних нікелевих сплавів;
2. Створення сплавів для лопаток газотурбінних двигунів;
3. Створення сплавів з підвищеними механічними та жароміцними властивостями для газотурбінних двигунів.

CRL 4

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження собівартості продукції (відносні витрати знижуються у 1,5–2 рази порівняно з традиційною технологією).

Виробничі. Висока гнучкість, що забезпечує виробництво невеликих партій виробів зі спеціальним хімічним складом під конкретні вимоги замовника. У технології використовують серійне обладнання для виплавлення та термічного оброблення жароміцних нікелевих сплавів, ізостатичного пресування та термічної обробки готових виливків.

ТЕХНІЧНІ. Гарантоване отримання високого рівня механічних властивостей (міцність, жароміцність) при використанні мінімальної кількості легувальних елементів та створення оптимальної мікроструктури.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Технологія є високоефективною, оскільки усуває потребу в багаторазових високовартісних переплавах та випробуваннях, які потребують великої кількості електроенергії та природного газу. Це значно зменшує втрати енергії та негативний вплив на екосистему.

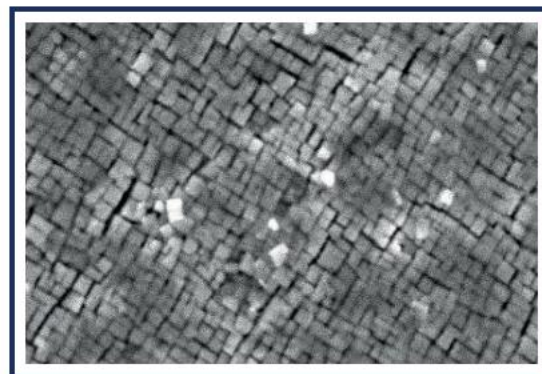
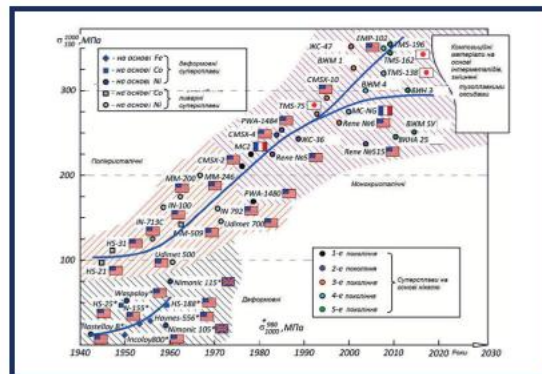


Рис. 2 – Властивості та структура жароміцних нікелевих сплавів

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методика отримання виробів авіаційного та наземного призначення з використанням розробленого алгоритму та вдосконалена в Національному університеті «Запорізька політехніка» у співпраці з АТ «Мотор Січ».

Патенти України № 151631, № 152691

IPRL 3

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на галузі з високими вимогами до матеріалів:

- авіаційна та космічна промисловість (корпуси та лопатки газотурбінних двигунів, елементи кріплення);
- машинобудування (виробництво наземних газотурбінних установок для забезпечення електро- та тепловою енергією, газоперекачування);
- інженерія.

IRL 6

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ТИТАНОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

РОЗРОБНИК: Павленко Дмитро Вікторович

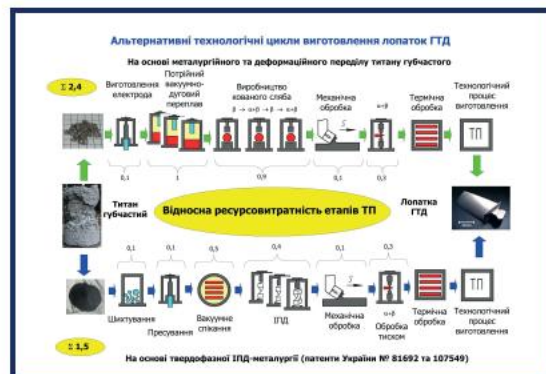


Рис. 1 – Технологічна схема ресурсозберігаючої технології отримання титанових напівфабрикатів



Рис. 2 – Технологічна схема виробництва лопаток компресора ГТД

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Традиційні технології виробництва титану є дорогими та енергоємними через необхідність багаторазових вакуумних переплавів. Вони також неефективні для дрібносерійного виробництва, яке є критичним для сучасної авіації та медицини. Альтернативна порошкова металургія, у свою чергу, страждає від високої залишкової пористості, що суттєво знижує міцність та пластичність готових виробів.

Для вирішення цієї проблеми пропонується нова ресурсозберігаюча технологія, що базується на комбінації методів порошкової металургії та інтенсивної пластичної деформації, зокрема, гвинтової екструзії.

Суть технології полягає у повному виключенні стадії переплаву. Порошкова суміш проходить послідовні етапи пресування, спікання та подальшої інтенсивної деформації. Саме гвинтова екструзія дозволяє ефективно усунути пористість та одночасно сформувати в матеріалі субмікросталічну структуру. Це надає виробам унікально високих механічних властивостей, поєднуючи міцність та пластичність.

РЕЗУЛЬТАТИ

**T
R
L
M
R
L**

Технологія знаходиться на рівні TRL 4 (Technology Readiness Level) та IRL 5 (Investment Readiness Level). Отриманий продукт: компактні (без макродефектів та пористості) напівфабрикати з широкого спектру титанових сплавів (CP-титан, моно- та двофазні сплави). Матеріали мають субмікросталічну структуру, що забезпечує одночасно високу міцність та пластичність.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методика отримання виробів авіаційного призначення з використанням гвинтової екструзії була розроблена та вдосконалена в Національному університеті «Запорізька політехніка» у співпраці з АТ «Мотор Січ».

Патенти України № 104922, № 110125, № 110475, № 107549, № 133800, № 140471, № 153484, № 153834

IPRL 9

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект для підприємств-споживачів титану (авіаційна, хімічна промисловість) за рахунок зниження вартості та підвищення якості компонентів.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення дослідно-виробничого ланцюга для отримання високоефективних титанових сплавів для лопаток газотурбінних двигунів.
2. Створення дослідно-виробничого ланцюга для отримання субмікрокристалічного титану для медичних імплантатів нового покоління.

CRL 3



Рис. 3 – Приклади застосування ресурсозберігаючої технології

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження собівартості продукції (відносні витрати знижуються в 2–3 рази порівняно з традиційною технологією переплавлення).

ВИРОБНИЧІ. Висока гнучкість, що забезпечує виробництво невеликих партій напівфабрикатів зі спеціальним хімічним складом під конкретні вимоги замовника. Технологія використовує серійне обладнання для пресування, спікання та деформації.

ТЕХНІЧНІ. Гарантоване отримання високого рівня механічних властивостей (міцність, пластичність) завдяки субмікрокристалічній структурі.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Технологія є високоефективною, оскільки усуває потребу в багаторазових енергоємних переплавах, що споживають велику кількість електроенергії та природного газу. Це значно зменшує втрати енергії та негативний вплив на екосистему.

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на галузі з високими вимогами до матеріалів:

- авіаційна та космічна промисловість (лопатки компресора, елементи кріплення);
- медицина (виробництво суглобових імплантатів, кейджі, аугменти);
- автомобільна промисловість (деталі двигунів, підвіски);
- хімічна промисловість та інженерія.

ТЕХНОЛОГІЯ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА МЕТОДОМ ТЕРТЯ З ПЕРЕМІШУВАННЯМ (ADDITIVE FRICTION STIR DEPOSITION (AFSD))

РОЗРОБНИКИ: Павленко Дмитро Вікторович, Двірник Ярослав Вікторович, Вишнепольський Євген Валерійович



Рис. 1 – Технологічна схема адитивного виробництва



Рис. 2а – Прототип виробу



Рис. 2б – Технологічна схема виробництва метода тертя з перемішуванням

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Традиційні методи адитивного виробництва (LPBF, DED), що базуються на плавленні металу, мають критичні недоліки: утворення гарячих тріщин, висока пористість, залишкові напруження та формування литої стовпчастої структури, що знижує механічні властивості.

Для розв'язання цієї проблеми пропонується твердотільна технологія адитивного наплавлення тертям з перемішуванням (Additive Friction Stir Deposition – AFSD). Суть технології полягає у пошаровому нанесенні матеріалу без його плавлення. Матеріал (пруток або порошок) розігрівається за рахунок тертя та піддається інтенсивній пластичній деформації обертним інструментом. Саме інтенсивна пластична деформація запускає механізми динамічної рекристалізації, що дозволяє сформувати дрібнозернисту, рівновісну структуру без пор та тріщин. Розроблено комплексне термомеханічне моделювання (Ansys LS-DYNA), яке дозволяє прогнозувати температурні поля та визначати «вікно стабільного процесу» для уникнення дефектів.

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL
MRL

Технологія знаходиться на етапі переходу від моделювання до лабораторних випробувань (TRL 3). Отриманий продукт: монолітні металеві компоненти або відновлені ділянки зі щільністю > 99,9 % (повна відсутність пористості).

Структура матеріалу є дрібнозернистою та рівновісною, що забезпечує ізотропні властивості, які часто перевищують властивості ковального матеріалу. Розроблено карти технологічних режимів (Processing Maps) для алюмінієвих (AA6061) та магнієвих (AZ31B) сплавів, що гарантують стабільність процесу.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект розв'язує стратегічні завдання технологічного суверенітету та обороноздатності (швидкий ремонт техніки)

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення автоматизованих ремонтних комплексів на базі роботів-маніпуляторів.
2. Виготовлення функціонально-градієнтних матеріалів та з'єднання різнорідних металів.
3. Отримання суцільного матеріалу зі спресованих порошкових заготовок.

CRL 2

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Можливість ремонту дороговартісних компонентів вартістю понад 1 млн євро замість їх заміни («Repair, not replace»). Використання дешевої сировини (металевої стружки).

ВИРОБНИЧІ. Висока швидкість побудови (до 10 разів вища, ніж у лазерних методів) та необмежений розмір деталей (відсутність вакуумних камер).

ТЕХНІЧНІ. Усунення проблем зі зварюваністю (можливість роботи із «незварюваними» сплавами), відсутність залишкових напружень та деформацій.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Твердотільний процес споживає значно менше енергії, ніж плавлення. Можливість прямого ресайклінгу металевої стружки у готові вироби.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Розроблено унікальні аналітичні та числові моделі (Ansys LS-DYNA, модель Джонсона-Кука) для прогнозування термомеханічних умов та мікроструктури.

Методологія побудови карт технологічних режимів є ноу-хау розробників.

IPRL 2

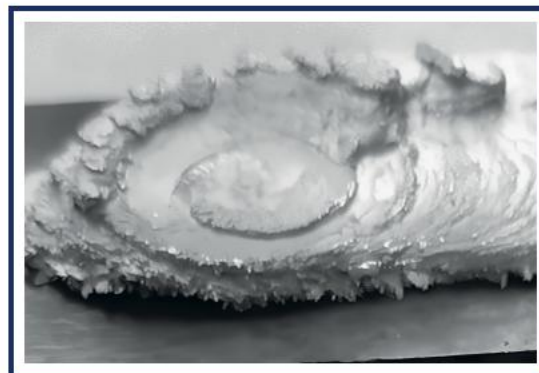


Рис. 3а – Шар металу, отриманий методом тертя з перемішуванням

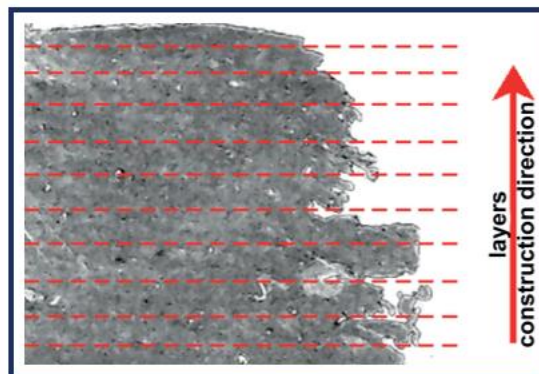


Рис. 3б – Макроструктура шарів дослідного зразка

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

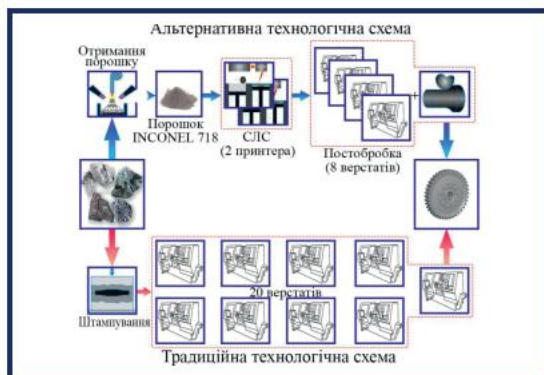
Технологія орієнтована на галузі, де критичними є цілісність матеріалу та можливість ремонту великогабаритних деталей:

- авіаційна та космічна промисловість: відновлення та виготовлення корпусних деталей, ребер жорсткості, елементів обшивки з високоміцних алюмінієвих (AA2xxx, AA7xxx) та титанових сплавів;
- оборонна промисловість: виробництво елементів броні, ремонт техніки в польових умовах;
- автомобільна промисловість: полегшення конструкцій, використання магнієвих сплавів;
- енергетика: компоненти з нікелевих суперсплавів.

IRL 1

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ, ОТРИМАНИХ СЕЛЕКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ СПІКАННЯМ, ЗА ДОПОМОГОЮ АЛМАЗНОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ

РОЗРОБНИКИ: Вишнепольський Євген Валерійович,
Павленко Дмитро Вікторович



ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Традиційне виробництво деталей газотурбінних двигунів (ГТД) із жароміцних сплавів (наприклад, INCONEL 718, сплави титану) є складним, має низький коефіцієнт використання матеріалу та високу вартість. Адитивні технології (АТ), зокрема селективне лазерне спікання (СЛС), є перспективною альтернативою.

Однак широкому впровадженню СЛС в авіації заважають критичні недоліки: залишкова пористість; низька якість поверхневого шару; висока чутливість до конструктивних концентраторів напружень (ККН). Ці фактори катастрофічно знижують надійність та втомну міцність відповідальних деталей ГТД.

Для вирішення цієї проблеми пропонується новий підхід — використання алмазного вигладжування (АВ) як фінішної операції постобробки деталей, отриманих методом СЛС.

Суть технології полягає в локальному поверхнево-пластичному деформуванні (ППД) безпосередньо в зонах ККН. Це дозволяє: ущільнити поверхневий шар, значно зменшуючи залишкову пористість; зміцнити матеріал (створити наклеп); сформувати шар зі сприятливими стискальними залишковими напруженнями.

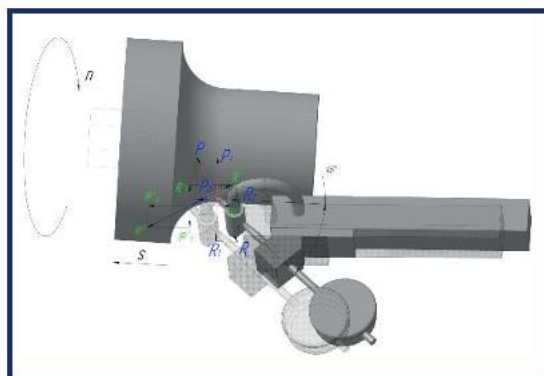


Рис. 2 – Процес алмазного вигладжування криволінійної поверхні деталі ГТД

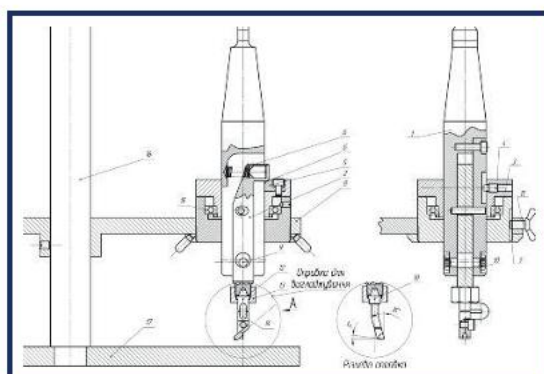


Рис. 3 – Конструктивна схема спеціалізованого технологічного оснащення для алмазного вигладжування деталей складної форми

РЕЗУЛЬТАТИ

**T
R
L

M
R
L**

Технологія знаходиться на рівні TRL 2 (Technology Readiness Level) та IRL 3 (Investment Readiness Level). Отриманий продукт: розроблено технологію фінішного зміцнення та спеціалізоване технологічне оснащення, що дозволяє отримувати високоякісні деталі ГТД. Технологія алмазного вигладжування гарантовано усуває ключовий недолік СЛС — залишкову пористість у поверхневому шарі деталей. Це забезпечує значне підвищення опору втомі та відновлює запас статичної міцності деталей до нормативних значень, що дозволяє розширити сферу застосування адитивних технологій у виробництві.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект на підприємства-споживачі титану (авіаційна, хімічна промисловість) за рахунок зниження вартості та підвищення якості компонентів.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення дослідно-виробничого ланцюга для фінішної постобробки відповідальних деталей, отриманих за адитивними технологіями (СЛС).
2. Впровадження розробленого технологічного оснащення для розширення номенклатури використання СЛС для критичних деталей

CRL 2

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Значне зниження собівартості продукції. Зниження необхідних капітальних вкладень для організації серійного виробництва порівняно з базовою технологією.

ВИРОБНИЧІ. Дозволяє розширити сферу застосування адитивних технологій (СЛС) для виготовлення критичних, високонавантажених деталей ГТД. Технологія використовує наявне стандартне обладнання (верстати з ЧПК) та значно скорочує загальний технологічний маршрут



ТЕХНІЧНІ. Гарантоване усунення залишкової пористості в поверхневому шарі. Створення сприятливих стискальних залишкових напружень та деформаційного зміцнення, що підвищує опір втомі (на 30% для сплаву ЕП609-Ш).

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Технологія є високоефективною, оскільки використання СЛС кардинально зменшує відходи матеріалу (стружку) за рахунок вищого коефіцієнта використання матеріалу. Скорочення технологічного процесу знижує загальне енергоспоживання на виробництво деталі.



Рис. 4 – Деталі ГТД, отримані селективним лазерним спіканням, які можна зміцнювати алмазним вигладжуванням

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методика та технологічне оснащення розроблені на кафедрі «Технологія машинобудування» Національного університету «Запорізька політехніка». Результати захищені патентами України: патент № 36340 та патент № 63243.

IPRL 6

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на галузі з високими вимогами до надійності та експлуатаційних характеристик:

- авіаційна та космічна промисловість (виробництво деталей ГТД для літальних апаратів, зокрема БПЛА);
- машинобудування (виготовлення високонавантажених компонентів зі спеціальних сплавів).

IRL 6

ВДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АВІАЦІЙНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

РОЗРОБНИКИ: Наумик Валерій Владиленович,
Педаш Олексій Олександрович, Тьомкін Дмитро Олександрович,
Наумик Олена Олександрівна



Рис. 1 – Вдосконалена технологія виготовлення литих деталей



Рис. 2 – Загальний вигляд робочих лопаток після випробування на згин (а) та зона згину під кутом 120° (б)

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Нині найпоширенішим методом виготовлення відповідальних деталей із жароміцних нікелевих сплавів для авіаційного та енергетичного машинобудування є лиття в керамічні форми, виготовлені за витоплюваними моделями.

Щоб задовольнити вимоги, які постійно зростають, до матеріалів сучасних силових агрегатів, відповідно до вимог розробників в Україні та світі розробляють нові сплави. Перспективним напрямом є підвищення рівня експлуатаційних та економічних показників деталей та готових виробів з відомих та широко поширених сплавів із застосуванням різноманітних сучасних технологічних методів на різних етапах виготовлення.

Розроблено технологічний процес виготовлення відповідальних виливків для авіаційного і енергетичного машинобудування з жароміцного нікелевого сплаву ЖСЗДК-ВІ, що передбачає високотемпературну обробку розплаву, застосування комплексного модифікування ітрієм і карбонітридом титану (оптимальні присадки у розплав $[Ti+Ti(C,N)]$ – 0,075 % і лігатури Ni-Y – 0,136 %), гаряче ізостатичне пресування за температури 1210 °C і тиску 160 МПа та подальшу термічну обробку готових виливків за стандартним режимом (гомогенізація у захисній атмосфері за температури 1210 ± 10 °C з витримкою 4 години і охолодженням із швидкістю, еквівалентною охолодженню в повітряній атмосфері).

РЕЗУЛЬТАТИ

T
R
L

M
R
L

Технологія знаходиться на рівні TRL 4: прототип перевірено в лабораторії; MRL 5: здатність виробляти прототипи компонентів у виробничих умовах. Отриманий продукт: литі зразки та литі лопатки турбін. Мікроструктура зразків, отриманих за розробленою технологією, характерна для нормально термообробленого стану сплаву ЖСЗДК-ВІ. Карбіди та карбонітриди виділяються у вигляді дискретних глобулярних частинок, переважно рівномірно розподілених в об'ємі металу. За показниками механічних властивостей дослідні комплексно модифіковані зразки суттєво переважають інші і відповідають більш жорстким вимогам розробників авіаційних двигунів для матеріалу литих лопаток вентилятора.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

За результатами проведеного дослідно-промислового випробування вдосконалена технологія рекомендована при виробництві відповідальних виливків деталей авіаційних двигунів, а також газотурбінних енергоустановок.

Потенційні шляхи розвитку:

створення дослідно-виробничого ланцюга для виготовлення високоякісних литих деталей для авіаційного та енергетичного машинобудування.

CRL 4

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Підвищення надійності й довговічності продукції (забезпечено підвищення ударної в'язкості приблизно удвічі в порівнянні з вимогами базової нормативної документації). Зниження собівартості за рахунок використання коштовного технологічного вороття жароміцних нікелевих сплавів.

ВИРОБНИЧІ. Використання сучасних технологічних процесів. При реалізації технології використовується серійне обладнання для виплавлення, гарячого ізостатичного пресування та термічної обробки готових виливків.

ТЕХНІЧНІ. Забезпечено фізико-механічні, жароміцні і експлуатаційні властивості, а також економічні показники відповідальних виливків деталей авіаційних двигунів, а також газотурбінних енергоустановок на рівні світових аналогів та вище.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Технологія є високоефективною, використовує сучасні технологічні методи на різних етапах виготовлення відповідальних виливків. Дозволяє використовувати власне технологічне вороття, отримане при литті коштовних жароміцних нікелевих сплавів. Дозволяє зменшити загальні витрати енергетичних ресурсів та негативний вплив на екосистему.

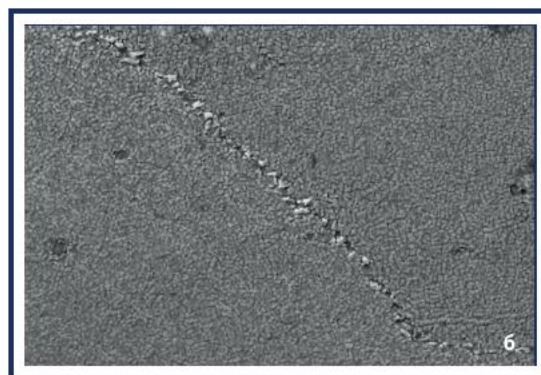


Рис. 3 – Мікроструктура робочих лопаток з комплексно модифікованого сплаву ЖСЗДК-VI: а – у пері; б – у хвостовику

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Вдосконалена технологія виготовлення литих деталей для авіаційного та енергетичного машинобудування була розроблена в Національному університеті «Запорізька політехніка» у співпраці за АТ «Мотор Січ».

IPRL 3

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Підприємства авіаційного та енергетичного машинобудування.
Інші високотехнологічні галузі.

IRL 6

ЖАРОМІЦНІ МАГНІЄВІ СПЛАВИ ДЛЯ АВІАДВИГУНОБУДУВАННЯ

РОЗРОБНИК: Шаломєєв Вадим Анатолійович

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Розвиток сучасного авіадвигунобудування, де поряд зі звичайними вимогами до конструкцій, що працюють при підвищених температурах, стає все більш важливим зменшення їхньої ваги, робить застосування легких матеріалів на основі магнію дуже перспективним. Застосування виливків із магнієвих сплавів дозволяє істотно знизити масу агрегатів, забезпечує збільшення їхнього ККД, підвищення швидкості, корисного навантаження, дальності польоту, зниження витрати палива. Постійно збільшувані вимоги до експлуатаційної надійності та довговічності авіаційної техніки зумовлюють необхідність підвищення властивостей виливків із магнієвих сплавів.

Тому розробка нових і вдосконалення складу застосовуваних магнієвих сплавів із підвищеним комплексом властивостей на основі атомно-електронної взаємодії їхніх компонентів, поліпшення якості виливків із магнієвих сплавів за рахунок управління їхніми структурними характеристиками є актуальним завданням, вирішення якого прискорить темпи розвитку вітчизняної авіації.

Вирішення цього завдання полягає в розробці нових технологій управління процесами структуроутворення литих магнієвих сплавів, що забезпечують підвищення фізико-механічних та експлуатаційних характеристик лиття відповідального призначення.

Суть технології полягає в розробці нових сплавів на основі магнію, враховуючи взаємозв'язок атомно-електронної будови з морфологією та топологією їхніх структурних складових, що забезпечують високу жароміцність, механічні та експлуатаційні властивості відповідального авіаційного лиття.



Рис. 1 – Виливок «корпус компресора низького тиску», $\times 0,2$

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL

Розроблено низку нових жароміцних сплавів на основі магнію з високим комплексом механічних та експлуатаційних властивостей.

ОТРИМАНО ТАКІ РЕЗУЛЬТАТИ:

- розроблено теоретичні принципи отримання високоякісного магнієвого литва через оптимізацію складу сплавів, рафінування та модифікування, що дозволяє підвищити комплекс механічних та експлуатаційних властивостей металу;
- розроблено оптимальні склади магнієвих сплавів та способи їх модифікування для отримання виливків із високим комплексом механічних властивостей та жароміцності;
- розроблено та випробувано в промислових умовах технології виготовлення магнієвих сплавів, що забезпечують отримання високоякісного лиття.

MRL

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект має значний економічний ефект, суттєво впливає на розвиток авіаційної промисловості України та відповідає стратегічним пріоритетам держави у сферах національної безпеки й оборони. При цьому, авіаційна промисловість сприяє розвитку суміжних галузей завдяки залученню їх до технологічних циклів розроблення та виробництва авіаційної техніки.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Зменшення ваги авіаційних агрегатів і літальних апаратів за рахунок збільшення частки магнієвих сплавів у їхніх конструкціях.
2. Розробка нових технологій отримання високоякісного лиття з магнієвих сплавів для різних типів авіаційної техніки.
3. Масштабування технології для інших галузей машинобудування (автомобілебудування, приладобудування, хімічна промисловість) з потенціалом експорту на європейські ринки.

CRL 4

К
Р
І
(S)

ТЕХНІЧНІ. Використання розроблених магнієвих сплавів із підвищеним комплексом властивостей для виготовлення авіаційного лиття забезпечує підвищення ККД двигунів, підвищення швидкості, корисного навантаження та дальності польоту літальних апаратів.

ЕКОНОМІЧНІ. Підвищення надійності та довговічності роботи авіаційних агрегатів і літальних апаратів.



Рис. 2 – Деталь «корпус компресора низького тиску»,
× 0,2

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Патенти України: № 25055, № 25056, № 39357, № 39358, № 41995, № 41996, № 42033, № 42428, № 44922, № 29386, № 36320, № 36342, № 29388, № 18562, № 35868, № 29387, № 39375, № 39376.

IPRL 6

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на новітнє літакобудування та машинобудування:

- авіадвигунобудування (корпусне литво авіаційних двигунів);
- літакобудування (елементи конструкцій літальних апаратів);
- автомобілебудування (конструкції автомобілів).

IRL 6

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ІЗ ТОНКОСТІННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

РОЗРОБНИКИ: Дядя Сергій Іванович, Козлова Олена Борисівна,
Тришин Павло Романович

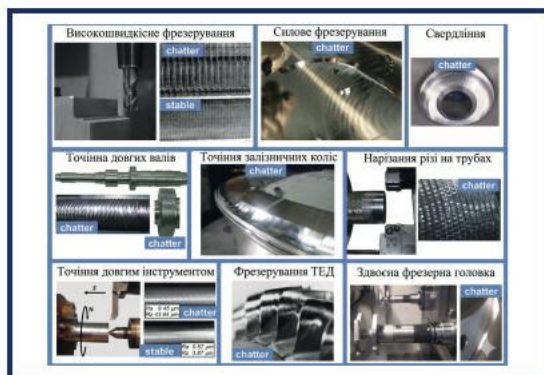


Рис. 1 – Приклади впливу вібрацій на якість оброблених поверхонь під час різання

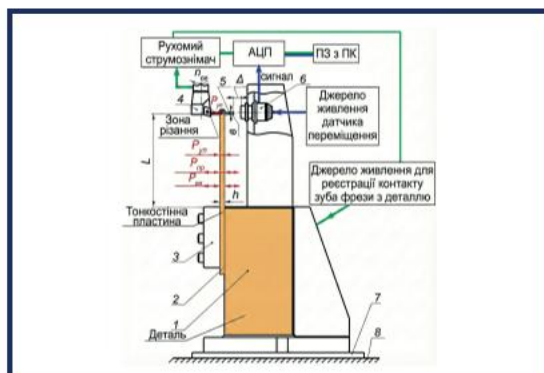


Рис. 2 – Принципова схема вимірювання коливань під час фрезерування тонкостінних деталей



Рис. 3 – Конструкція еспериментального стенду для дослідження динамічних процесів під час фрезерування тонкостінних деталей

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Умови експлуатації авіаційних двигунів визначають вимоги до деталей, з яких вони складаються. До них належать висока міцність, складнопрофільність, мала маса. Як правило, такі деталі виготовляються з важкооброблюваних матеріалів, що за наявності в них тонкостінних елементів ускладнює механічну обробку через чутливість до вібрацій, що виникають при різанні.

Найбільш поширеною операцією при обробці таких деталей є кінцеве фрезерування. Для забезпечення при цьому стабільного різання використовують інструменти зі спеціальною геометрією, такі, як фрези з перемінним кроком зубців з перемінним кутом нахилу гвинтової різальної крайки, можливості верстатів з ЧПК періодично змінювати швидкість різання, що руйнує регенеративні коливання. Однак широкому впровадженню цих заходів при механічній обробці деталей із тонкостінними елементами заважає відсутність інформації про динамічні процеси, що супроводжують різання. Тому здебільшого при обробці таких деталей режими різання при фрезеруванні на верстатів із ЧПК визначаються їх підбором, що впливає на продуктивність обробки.

Для вирішення цієї проблеми пропонується попередньо проводити дослідження з визначення умов стабільності фрезерування шляхом визначення динамічної складової процесу різання.

Суть дослідження полягає у використанні спеціального стенду, який дозволяє моделювати як динамічні характеристики оброблюваних деталей, так і властивості матеріалу, з яких вони виготовляються. Це дозволяє: визначити режими різання, за якими буде відбуватися продуктивна обробка з отриманням якості обробленої поверхні відповідно до вимог креслення.

РЕЗУЛЬТАТИ

Технологія знаходиться на рівні TRL 3 (Investment Readiness Level) та TRL 4 (Laboratory prototype). Отриманий продукт: методологія визначення динамічних процесів при різанні деталей з тонкостінними елементами, розроблення стабільних технологічних процесів їх виготовлення.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект для промислових підприємств авіаційної та автомобільної галузей за рахунок зниження вартості виготовлення та підвищення якості деталей із тонкостінними елементами.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення дослідно-виробничого ланцюга для визначення умов стабільного фрезування деталей із важкооброблюваних матеріалів, що мають тонкостінні елементи.
2. Впровадження результатів дослідження для створення стабільних технологічних процесів обробки складнопрофільних деталей

CRL 1

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Підвищення продуктивності оброблення деталей із тонкостінними елементами.

ВИРОБНИЧІ. Забезпечення точності виготовлення деталей із тонкостінними елементами.

ТЕХНІЧНІ. Повноцінне використання можливостей верстатів із ЧПК.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Зменшення енергетичних ресурси на виготовлення деталей з тонкостінними елементами

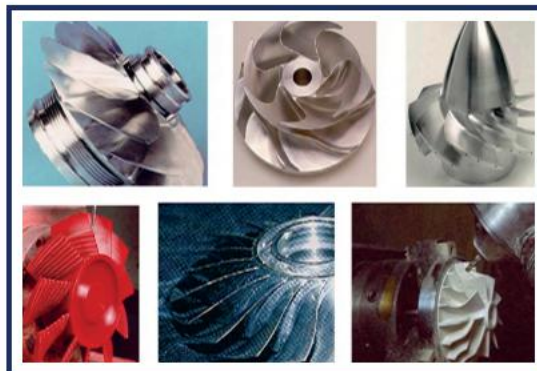


Рис. 4 – Конструкції деталей з тонкостінними елементами

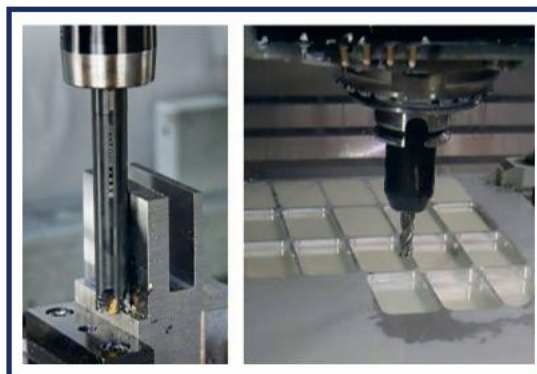


Рис. 5 – Обробка тонкостінних деталей фрезеруванням

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методологія та технологічне оснащення розроблені на кафедрі «Технологія машинобудування» Національного університету «Запорізька політехніка». Результати захищені патенти України № 94974, № 124787, № 122686, № 128485, № 140591, № 141811, № 114006, № 105920

IPRL 4

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на галузі з високими вимогами до продуктивності та точності виготовлення деталей:

- авіаційна та космічна промисловість (виробництво деталей ГТД із тонкостінними елементами);
- машинобудування (виготовлення складнопрофільних деталей).

IRL 4

НИЗЬКОМОДУЛЬНІ СПЛАВИ БІОМЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

РОЗРОБНИК: Грешта Віктор Леонідович

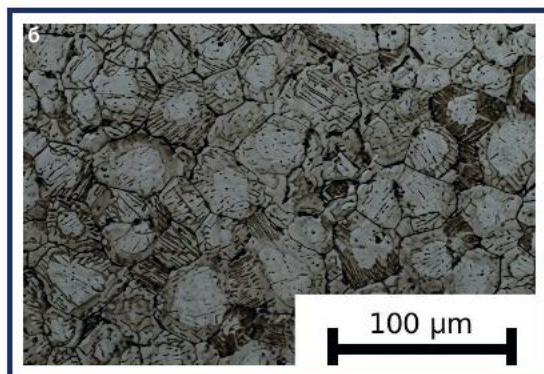
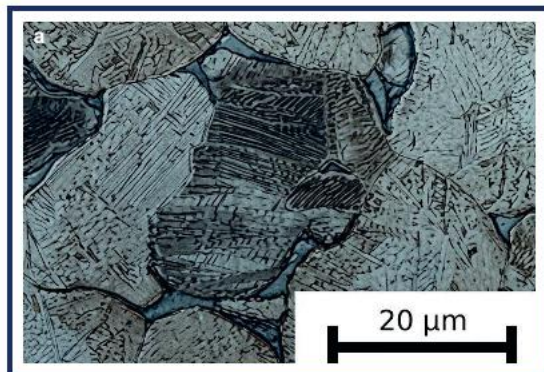


Рис. 1 – Мікроструктура сплаву системи Mg-Nd-Zr
а – в литому стані
б – після інтенсивної пластичної деформації

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

У сучасних воєнних умовах травми опорно-рухового апарату становлять 62–75 % усіх бойових поранень. Близько 40 % переломів є відкритими з високим ризиком інфекційних ускладнень. Наявні металеві матеріали імплантатів істотно відрізняються від кісткової тканини за модулем пружності, що призводить до ефекту «екранування напружень», погіршення остеointegraції та необхідності повторних операцій для видалення фіксаторів.

Для вирішення цієї проблеми пропонується комплексна технологія створення низькомодульних сплавів двох типів: біодеградувальних магнієвих сплавів системи Mg-Nd-Zr з контрольованою швидкістю розчинення та некомпактних титанових сплавів з пористою структурою для узгодження жорсткості з кістковою тканиною.

Суть технології полягає в синергетичному поєднанні оптимізації хімічного складу, застосуванні інтенсивної пластичної деформації для формування ультрадрібнозернистої структури та поверхневого модифікування для контролю швидкості біодеградації.

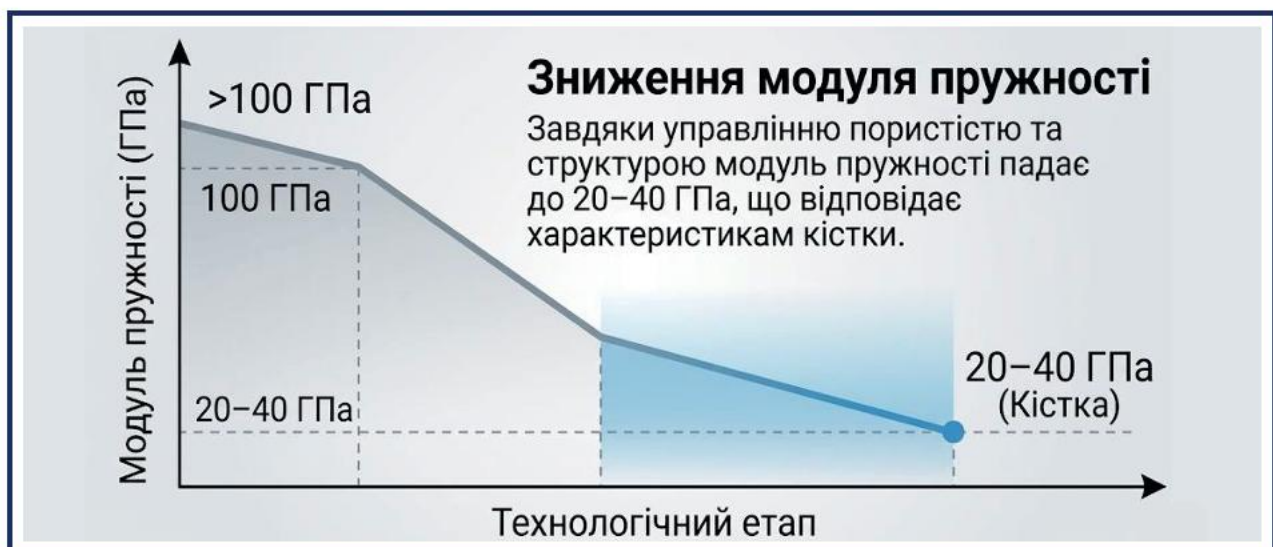


Рис. 2 – Залежність модуля пружності титанового сплаву від пористості

РЕЗУЛЬТАТИ

T
R
L

M
R
L

Розроблено новий біодеградувальний магнієвий сплав з оптимізованим хімічним складом та некомпактні титанові сплави систем Ti-Al-V, Ti-Al-V-Mo, Ti-Mo з контрольованою пористістю. Отримано такі характеристики:

- біодеградувальні магнієві сплави: міцність 302-315 МПа, відносне подовження 7,2-8,5%, контрольована біодеградація протягом трьох місяців синхронно з остеорепарацією;
- некомпактні титанові сплави: модуль пружності 20–105 ГПа (залежно від пористості 15–50 %), міцність при стисканні 150-450 МПа, відповідність біомеханічним характеристикам кісткової тканини;
- ультрадрібнозерниста структура (розмір зерна < 1 мкм) після інтенсивної пластичної деформації з підвищенням міцності на 20–50 % та зниженням швидкості корозії на 73 %;
- високі антибактеріальні властивості сплавів, легованих сріблом, проти широкого спектру патогенних мікроорганізмів;
- успішно проведені доклінічні випробування на лабораторних тваринах з підтвердженням відсутності токсичності та ефективної остеointegraції;
- клінічні випробування за участю пацієнтів із переломами внутрішньої кісточки підтвердили ефективність біодеградації імплантатів синхронно з регенерацією кісткової тканини.



Рис. 3 – Біодеградувальні імплантанти з сплаву на основі магнію

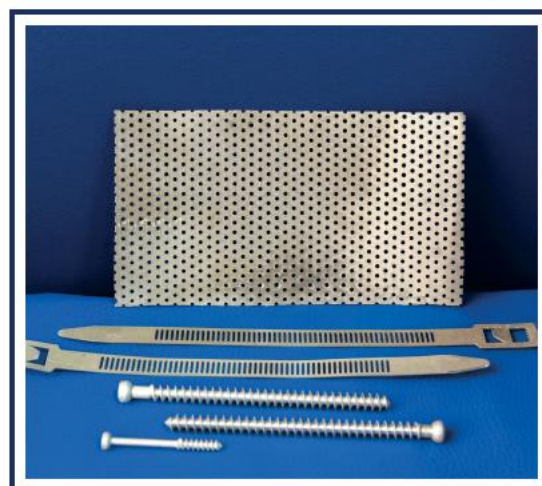


Рис. 4 – Елементи системи для остеосинтезу з біодеградуємого сплаву



Рис. 5 – Технологічна схема виробництва імплантатів з титанових сплавів

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний та соціальний ефект на систему охорони здоров'я України в умовах воєнного та післявоєнного періодів. Технологія відповідає стратегічним пріоритетам держави у сферах національної безпеки, оборони та охорони здоров'я.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення виробничого ланцюга для масового виготовлення біодеградуючих магнієвих Гвинтів, пластин та стрижнів для остеосинтезу травм опорно-рухового апарату;
2. Розробка індивідуальних міжтілових кейджів з некомпактних титанових сплавів для спінальної хірургії;
3. Масштабування технології для виробництва імплантатів для цивільної медицини з потенціалом експорту на європейські ринки;

CRL 3

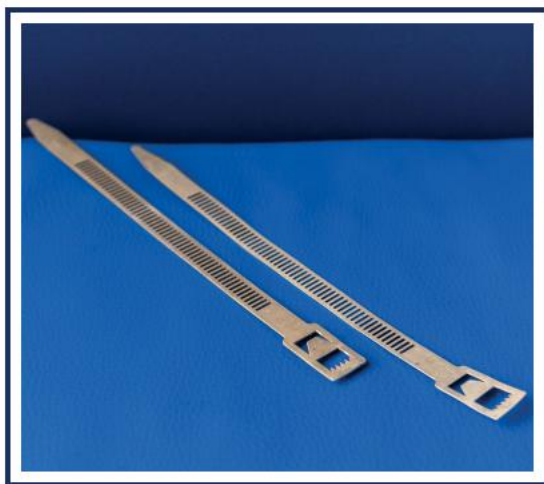


Рис 6а – Елементи системи для остеосинтезу –
стяжка



Рис. 6б – Елементи системи для остеосинтезу –
гвинт

К
Р
І
(S)

МЕДИЧНІ. Усунення ефекту «екранування напружень», контрольована біодеградація магнієвих імплантатів, висока антибактеріальна активність.

ТЕХНІЧНІ. Підвищення міцності на 20–50 % при збереженні пластичності, стабільна швидкість біодеградації.

СОЦІАЛЬНІ. Пришвидшення реабілітації та відновлення працездатності постраждалих завдяки відсутності необхідності повторних операцій. Підвищення якості життя пацієнтів із дегенеративними захворюваннями хребта.

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження загальних витрат на лікування, зменшення термінів госпіталізації.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Патенти України: № 155211, № 155212, № 158413, № 157242

IPRL 3

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на галузі біомедичних матеріалів:

- військова медицина та травматологія (малеоларні гвинти, пластини, стрижні для остеосинтезу травм від мінно-вибухової зброї);
- ортопедія (міжтілові кейджі для спінальної хірургії, ендопротези для лікування дефектів кісткової тканини);
- цивільна медицина (лікування складних переломів, дегенеративних захворювань хребта).

IRL 6

ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ІЗ НИЗЬКОСОРТНОЇ СИРОВИНИ

РОЗРОБНИКИ: Мітяєв Олександр Анатолійович, Фролов Роман Олександрович

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Сучасне світове машинобудування, будівництво та інші галузі промисловості вимагають значної кількості кольорових металів та їх сплавів, у першу чергу, алюмінію. Нині алюміній та його сплави є основним конструкційним матеріалом після сплавів на основі заліза.

Традиційне виробництво виливків відповідальних деталей із ливарних і деформівних алюмінієвих сплавів вимагає використання коштовних первинних сплавів та супроводжується накопиченням великої кількості відходів виробництва (до 40 мас. %). Використання вторинних сплавів, лому та відходів виробництва має обмежений характер через високу засміченість шихти, нестабільність хімічного складу та, як наслідок, низький рівень механічних і експлуатаційних властивостей.

Водночас багато країн світу, зокрема і Україна, не має власного виробництва алюмінієвих сплавів і постійно збільшувані потреби вимушені задовольняти за рахунок валютних закупівель або шляхом розвитку високоефективних технологій рециклінгу.

Суть технології полягає в удосконаленні процесів рафінування та модифікування розплавів, а також у залученні механізму впливу на структуру та рівень властивостей спадковості шихти. Це дозволяє отримувати високоякісні вторинні алюмінієві сплави із шихти низької якості.

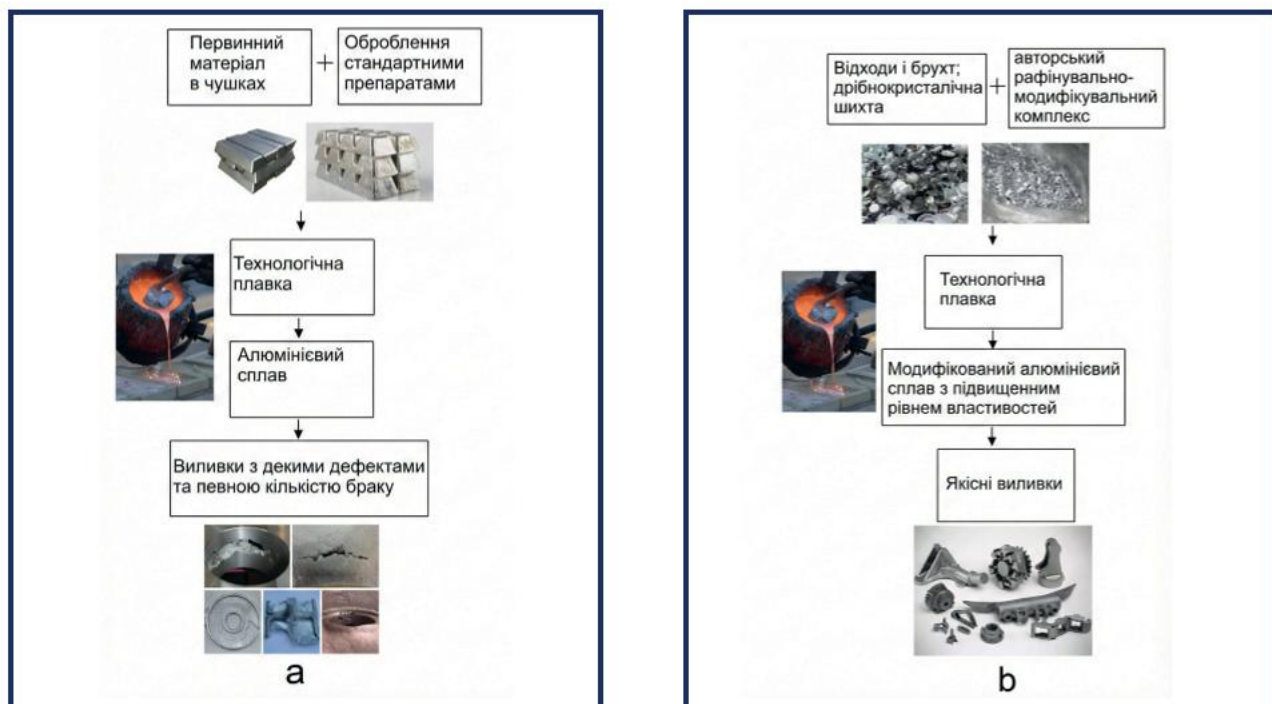


Рис. 1 – Технологічна схема виготовлення виливків

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL
MRL

Технологія знаходиться на рівні TRL 5 (Technology Readiness Level) та IRL 4 (Investment Readiness Level).

Отриманий продукт: високоякісні алюмінієві сплави широкої номенклатури зі сприятливою мікроструктурою; високим рівнем механічних, технологічних і експлуатаційних властивостей (підвищеними опором втомі та кавітаційному руйнуванню; корозійною стійкістю). Рівень властивостей не нижчий за вимоги ДСТУ 2839-94.

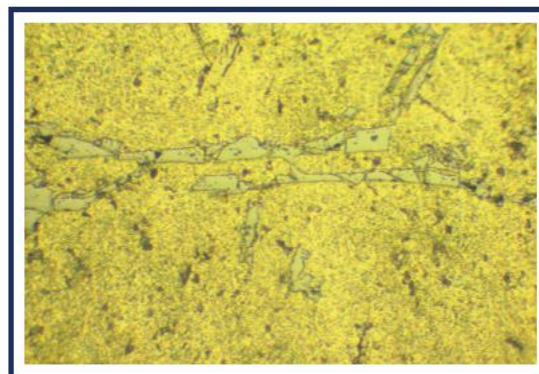


Рис. 2 – Типова структура шихтових матеріалів, x400

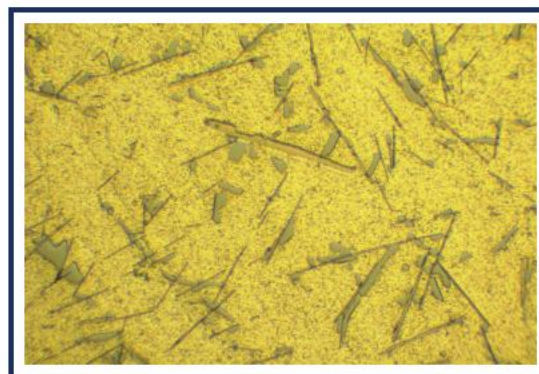


Рис. 3 – Структура сплаву за класичною технологією без модифікувальної обробки, x400

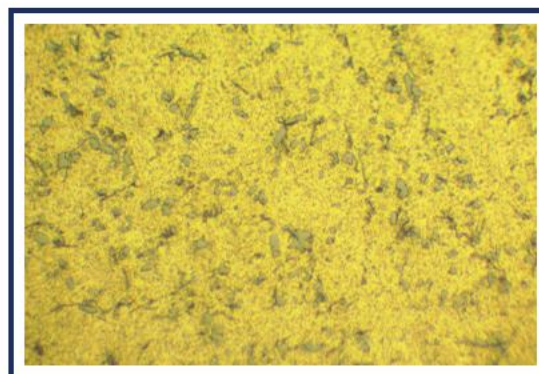


Рис. 4 – Структура модифікованого алюмінієвого сплаву, x400

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована на галузі з високими вимогами до надійності та експлуатаційних характеристик матеріалів:

- авіаційна та космічна промисловість (корпусні деталі, двигуни БПЛА, елементи обшивки тощо);
- оборонна промисловість;
- транспортне машинобудування (елементи рухомого складу, корпусні деталі двигунів внутрішнього згоряння, плавучі засоби, полегшені конструкції тощо);
- будівництво (вироби з алюмінієвого профілю);
- народне господарство (товари широкого вжитку).

IRL 4

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Технологію та рафінувально-модифікувальні комплекси розроблено на кафедрі «Композиційні матеріали, хімія та технології» Національного університету «Запорізька політехніка». Результати захищено патентами України: № 31862; № 32929; № 42653; № 44463; № 46094; № 57584А; № 58793А; № 69720; № 70447; № 110214.

IPRL 6



Рис. 5 – Модифікувальний комплекс готовий до використання

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме суттєвий позитивний економічний ефект на підприємствах, що працюють з алюмінієм та його сплавами (авіаційна та оборонна промисловість, транспортне машинобудування, народне господарство та ін.), завдяки доступності та нижчій вартості сировини, скорочення кількості стандартних рафінувально-модифікувальних препаратів, підвищення коефіцієнта використання матеріалів та техніко-експлуатаційних показників готової продукції.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення виробничого ланцюга для виготовлення високоякісних виливків із раціональною схемою підбору матеріалів, їхньої кількості, умов виробництва.
2. Впровадження розробленого технологічного процесу для розширення номенклатури застосування ливарних і деформівних алюмінієвих сплавів і виробів із них.

CRL 4



Рис. 6 а – Кінцевий продукт до опису Інвестиційний потенціал



Рис. 6 б – Кінцевий продукт до опису Інвестиційний потенціал

К Р І (S)

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження собівартості продукції (відносні витрати знижуються у 2–3 рази за рахунок використання дешевої сировини як шихти) порівняно з традиційною технологією виготовлення. Значна економічна доцільність, оскільки на первинне оброблення й металургійне перероблення вторинної сировини витрачається в 6–10 разів менші капіталовкладення, ніж для отримання еквівалентної кількості металу з мінеральної сировини.

ВИРОБНИЧІ. Висока гнучкість для різних умов виробництва; технологія розрахована на використання серійного обладнання та не потребує додаткових капіталовкладень. Зменшує кількість відходів виробництва та підвищує коефіцієнт використання матеріалів. Потребує застосування значно меншої кількості стандартних флюсів і модифікаторів.

ТЕХНІЧНІ. Гарантоване отримання високого рівня фізико-механічних, технологічних і експлуатаційних властивостей; підвищення надійності та довговічності виробів. Отримання сприятливої раціональної структури в конкретних виливках.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Висока екологічна доцільність через скорочення шкідливих викидів у навколишнє середовище до 20 разів у порівнянні з виробництвом первинних сплавів. Зменшення об'ємів викидів шкідливих та парникових газів за рахунок використання високоефективних рафінувально-модифікувальних комплексів. Покращення санітарно-гігієнічних умов праці.

МОДЕЛЮВАННЯ БІМЕТАЛЕВИХ НАНОКЛАСТЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ПОТЕНЦІАЛІВ І ПРИСКОРЕНОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ

РОЗРОБНИК: Широкоград Дмитро Вікторович

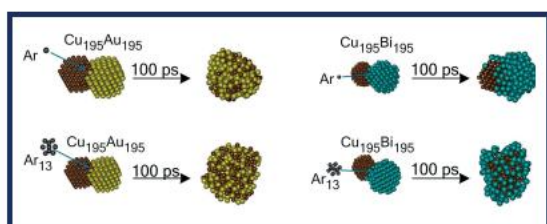
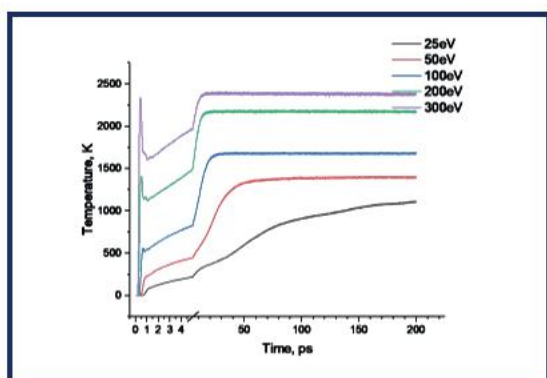
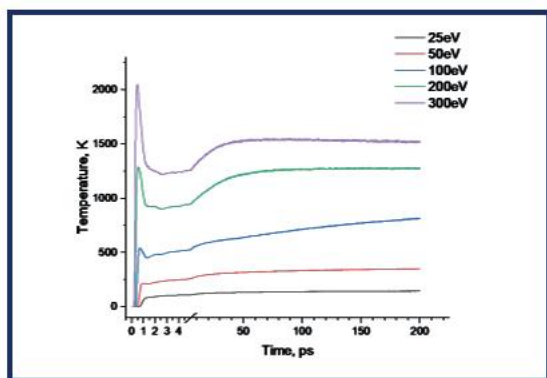


Рис.1 – Еволюція біметалевих кластерів під впливом бомбардування частинками аргону різних розмірів



А



Б

Рис. 2 – Приклади еволюції температури дослідження динаміки кластерів (а – NiAl, б – CuBi)

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Класичні міжатомні потенціали (МЕАМ тощо), налаштовані на масивні кристалічні зразки, погано відтворюють поведінку нанокластерів, де домінує поверхня, а часові масштаби структурних перебудов виходять далеко за межі стандартної молекулярної динаміки. Це особливо критично для біметалевих янусоподібних наночастинок, які під дією низькоенергетичного іонного бомбардування формують складні морфології (янусоподібні, core-shell, змішані фази) з нетривіальною кінетикою.

Запропонований у проєкті підхід ґрунтується на поєднанні нейромережових міжатомних потенціалів (Neural Network Potentials, NNP) із методами прискореної молекулярної динаміки (Accelerated MD: temperature-accelerated dynamics, hyperdynamics тощо) на основі пакету LAMMPS та інтегрованих модулів (наприклад, deepmd). NNP дають змогу відтворювати потенціальні енергетичні поверхні з точністю, наближеною до DFT, при значно нижчих обчислювальних витратах, тоді як прискорені МД-алгоритми «розтягують» часову шкалу, роблячи досяжними рідкі та довготривалі події (перебудова кластерів, зародження дефектів, фазові переходи).

Суть технології полягає у створенні валідованого NNP для вибраних біметалевих систем, його інтеграції з temperature-accelerated dynamics та hyperdynamics і реалізації повного програмного конвеєра: генерування початкових конфігурацій кластерів, іонне бомбардування, тривала еволюція, автоматизована постобробка та аналіз траєкторій.

РЕЗУЛЬТАТИ

**T
R
L

M
R
L**

Після реалізації проєкту буде створено повноцінний програмно-алгоритмічний комплекс для моделювання біметалевих янусоподібних нанокластерів із використанням сучасних нейромережових потенціалів та прискореної молекулярної динаміки на основі LAMMPS.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

До завершення проєкту буде сформовано прототип програмного продукту та методологію, придатних для масштабування та подальшої комерціалізації.

CRL 1

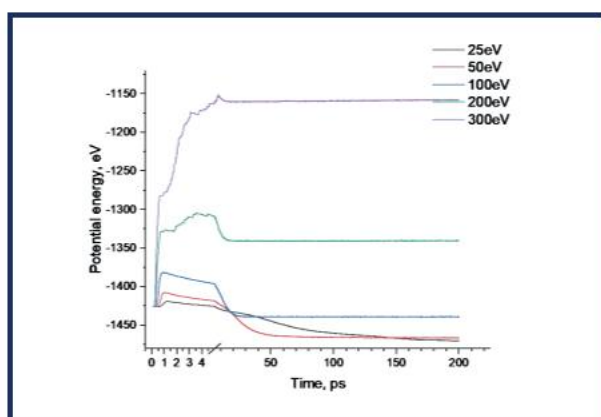
К
Р
І
(S)

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ. Якісний перехід від класичних потенціалів до NNP із точністю, наближеною до DFT, без експоненційного зростання обчислювальних витрат. Можливість досліджувати рідкі події, фазові переходи та тривалі структурні перебудови, які недосяжні у межах стандартної МД.

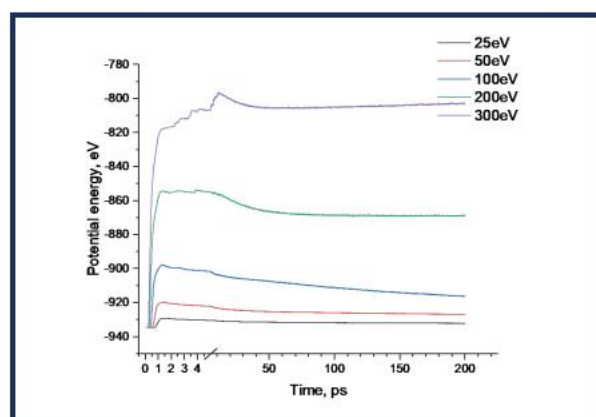
ТЕХНОЛОГІЧНІ. Можливість швидкого підбору складу *in silico* та структури біметалевих кластерів під цільові функціональні вимоги (каталітична активність, стабільність, вибіркова адсорбція).

ЕКОНОМІЧНІ. Зменшення потреби в дорогих та довготривалих експериментальних серіях за рахунок попереднього чисельного відбору перспективних структур.

ОСВІТНІ. Використання програмного комплексу як навчального інструменту для підготовки фахівців із комп'ютерного матеріалознавства, молекулярної динаміки та застосувань машинного навчання у фізиці.



А



Б

Рис. 3 – Приклади еволюції потенційної енергії кластерів (а – NiAl, б – CuBi)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

У межах проєкту формується кілька груп об'єктів інтелектуальної власності:

- нейромережеві потенціали (NNP) та їх параметризації для конкретних біметалевих систем;
- програмні модулі та скрипти (генерація структур, інтеграція NNP з LAMMPS/AMD, постобробка траєкторій) — об'єкти авторського права на програмне забезпечення;
- бази даних DFT-конфігурацій і результатів симуляцій.

IPRL 1

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

1. Фундаментальні й прикладні дослідження наноматеріалів.
2. Каталіз і енергетика.
3. Наномедицина та біосумісні матеріали.
4. Електроніка та сенсорика.
5. Розробники програмного забезпечення для моделювання матеріалів.

IRL 1

ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ

РОЗРОБНИКИ: Петруша Юрій Петрович, Парахневич Євген Миколайович

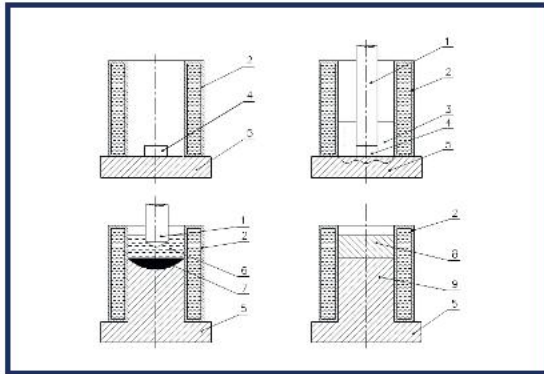


Рис. 1 – Технологія відновлення деталей до опису

ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ:

- 1 – витратний електрод;
- 2 – мідний кристалізатор;
- 3 – флюс;
- 4 – витратний опір;
- 5 – підкладка;
- 6 – рідкий флюс;
- 7 – металева ванна;
- 8 – шлакова шапка;
- 9 – наплавлена частина.

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

У машинобудуванні, металургії, транспорті та багатьох інших галузях гостро постає проблема ремонту зношених деталей. Їх утилізація завдає значної шкоди економіці: сотні тонн дорогих легованих і високолегованих сталей потрапляють у переплавку, а виготовлення нових деталей потребує великих витрат.

Сучасне виробництво вимагає прогресивної, маловідходної технології відновлення деталей, яка б відповідала низці вимог, серед яких на першому місці – висока якість ремонту, продуктивність, ефективність, а також простота й надійність у роботі. Основна складність полягає в тому, щоб забезпечити відновленим деталям такі експлуатаційні властивості, які має нова деталь. Розв'язання цього завдання ускладнюється важкими умовами експлуатації та браком ефективних методів ремонту.

Найчастіше в деталях зношуються шліцьові та різьбові з'єднання, шийки та цапфи, які становлять лише незначну частину їх загальної ваги. Тому одним із найбільш ефективних способів відновлення є видалення зношеного елемента та заміна його новим. Новий робочий елемент є електрошлаковою заготовкою, що потребує термічної та механічної обробки. Оптимальним рішенням є поєднання в заготовці необхідної форми з високою якістю металу.

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL
MRL

Технологія знаходиться на рівні TRL 8 (Technology complete and qualified, available design documentation. Preparations are underway for serial production) та IRL 9 (Setting up serial production and launching products on the market). Розроблено відновлювальну технологію та оснастку для електрошлакового ремонту деталей. Створена виробнича ділянка з відновлення деталей цим методом, яка включена у виробничий процес ремонту електровозів.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Процес електрошлакового відновлення деталей, необхідне обладнання та оснастка розроблені та випробувані у Національному університеті «Запорізька політехніка» і впровадженні на ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод».

Патенти України: №49674, №79985.

IPRL 4

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект для підприємств всіх галузей господарства завдяки зниженню вартості ремонту та підвищенню якості деталей.

Потенційні шляхи розвитку:

1. Апробація оснастки та технологічного процесу для високоякісного ремонту деталей обладнання, машин та механізмів.
2. Включення технологічного процесу електрошлакового відновлення деталей у виробничий цикл підприємства.

CRL 9

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження собівартості (витрати на ремонт у 5–10 разів нижчі, ніж вартість нових деталей).

ВИРОБНИЧІ. Висока гнучкість, що забезпечує ремонт деталей зі сталей та сплавів із хімічним складом під конкретні вимоги замовника. Технологія використовує розроблене обладнання та оснастку для електрошлакового процесу.

ТЕХНІЧНІ. Гарантоване отримання високої якості металу відновлених деталей з необхідним рівнем механічних властивостей.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Технологія є високоефективною, оскільки усуває потребу у використанні значної кількості високоякісних металів і сплавів, енергії та інших ресурсів для виробництва нових деталей. Завдяки цьому скорочується обсяг відходів, що утворюються під час традиційного виробничого циклу, а також зменшується навантаження на природні ресурси. Відновлення деталей замість їх повної заміни дозволяє знизити рівень промислових викидів, зменшити енергоспоживання та оптимізувати використання матеріалів. У комплексі це суттєво зменшує втрати й негативний вплив на екосистему, сприяючи формуванню більш екологічно відповідального виробництва.



Рис.2 – деталь «Шестерня» після наплавлення



Рис. 3 – деталь «Шестерня» після механічної обробки

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія орієнтована практично на всі галузі господарства:

- важка промисловість: металургія, машинобудування, енергетика;
- видобувна промисловість;
- харчова та хімічна промисловість;
- сільське господарство;
- транспорт.

IRL 7

ЩІТКОВЕ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНЕ ПОЛІРУВАННЯ: ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНИХ ПОВЕРХОНЬ

РОЗРОБНИКИ: Гончар Наталя Вікторівна, Тришин Павло Романович,
Степанов Дмитро Миколайович

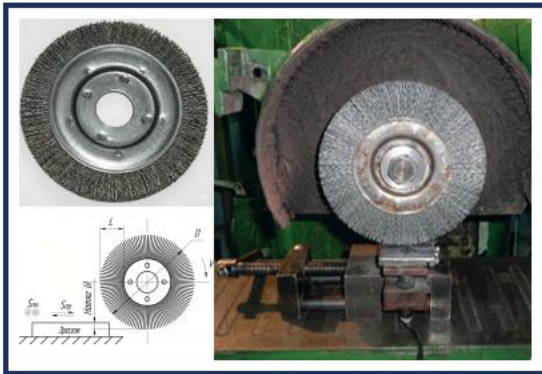


Рис. 1 – ПАЩ різних конструкцій і полірування
дисковою ПАЩ зразка на плоскошліфувальному
верстаті

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Полімерно-абразивні щітки ПАЩ є інноваційним підходом до фінішної обробки складнопрофільних і тонкостінних деталей, які є невід'ємною частиною авіадвигунів, медичних імплантатів, приладів, спеціалізованих інструментів та інших високотехнологічних виробів. Ці деталі здебільшого є складнопрофільними, із важкодоступними місцями для оброблення, і тонкостінними, через що під час оброблення виникають обмеження щодо силової та теплової складових. На відміну від традиційних методів фінішної обробки, ПАЩ поєднують гнучкість щіткової структури з ефективністю абразивної обробки, забезпечуючи локальну механічну дію без надмірної силової і температурної дії.

Технологія базується на вивченні фізико-механічних принципів взаємодії полімерно-абразивних волокон з оброблюваною поверхнею. Ключовими досягненнями є: визначення температурних обмежень роботи щіток, розробка режимів обробки для різних матеріалів і обґрунтування комбінованого використання щіток різних видів та обробки в комплексі з іншими фінішними методами.

Суть технології полягає в обробленні деталей полімерно-абразивними щітками обертальної дії, у полімерних волокнах яких по всьому об'єму розташовані абразивні зерна; за рахунок пружності волокон є можливість з мінімальним впливом на деталь обробляти з високою якістю поверхні, в тому числі важкодоступні ділянки, видаляти задирки і скругляти гострі краї, а також знімати нагар, покриття і фарбу в ремонтному виробництві.

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL

Технологія знаходиться на рівні TRL 3 (Technology Readiness Level) та IRL 4 (Investment Readiness Level). Отриманий продукт: розроблено технологічні рекомендації для обробки ПАЩ сталей, алюмінію, жароміцних нікелевих та титанових сплавів; запропоновано комбінування ПАЩ різних видів (попередньо та одночасно) для підвищення продуктивності і якості оброблення.

MRL

Розроблено метод визначення температури розм'якшення та плавлення волокон, що дозволяє регламентувати температурні обмеження роботи із щітковими інструментами; обґрунтовано умови невисокої силової дії ПАЩ, що дає змогу обробляти тонкостінні деталі без деформації. Розроблено методи автоматизованого та механізованого оброблення щітковими полімерно-абразивними інструментами складнопрофільних деталей із важкодоступними ділянками.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект на підприємствах зазначеного вище напрямку.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення лінії для обробки деталей авіадвигунів, медичних імплантатів, хвилеводів.
2. Впровадження полімерно-абразивних щіток (ПАЩ) у комплексну обробку відповідальних деталей.

CRL 3

К
Р
І
(S)

Економічні. Значне зниження собівартості і тривалості виконання фінішного етапу оброблення складнопрофільних і тонкостінних деталей.

ВИРОБНИЧІ. Можливість механізації та автоматизації процесу. Не потребує складного обладнання.

ТЕХНІЧНІ. Отримання високої якості поверхонь, наведення сприятливих параметрів поверхневого шару, що разом підвищує опір втомі. Можливість рівномірного видалення задирок і скруглення гострих крайок деталей, зокрема складної геометричної форми.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Менше енергоспоживання через значне зменшення часу фінішного етапу оброблення. Ефективно працює без застосування змащувально-охолоджувальних технологічних середовищ (ЗОТС), тому немає хімічних забруднювачів.



Рис. 2 – Автоматизація полірування фланців прямокутних хвилеводів за допомогою йоржикової та дискової ПАЩ на фрезерному верстаті з ЧПК

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Результати захищені патентами України: № 105954, № 110930, № 146708, № 152794, № 152729, № 156185

IPRL 4

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія полімерно-абразивного щіткового полірування орієнтована на високотехнологічні галузі з високими вимогами до якості поверхні:

- авіакосмічна промисловість: виробництво деталей газотурбінних двигунів, лопаток, елементів кріплення, компонентів авіаелектроніки та радіолокаційних систем;
- медична промисловість: виробництво суглобових імплантатів, остеосинтезу, стоматологічних приладів та хірургічного інструменту;
- машинобудування: фінішинг поверхонь деталей із різноманітних матеріалів та покриттями;
- радіоелектроніка та зв'язок: фінішне оброблення хвилеводів, антен, екранованих компонентів.

IRL 4

РОЗРОБКА ІМІТАТОРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

КЕРІВНИК АВТОРСЬКОЇ ГРУПИ: Андрієнко Петро Дмитрович

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Традиційні вітроенергетичні установки (ВЕУ) використовують одноканальні електромеханічні системи перетворення вітрової енергії в електричну, в яких генератори під'єднуються до осі вітроколеса через механічний мультиплікатор або безпосередньо. Для синхронізації напруги та частоти генераторів з мережею використовується перетворювач частоти. Недоліком таких систем є низький ККД, а також надійність при наявності мультиплікатора. За потужності понад 5 МВт суттєво зростає маса генераторів, що суттєво ускладнює конструкцію і збільшує собівартість вітроенергоустановок.

Використання багатоканальних ВЕУ з аеродинамічною мультиплікацією (ВЕУАМ), в яких перетворення механічної енергії в електричну досягається генераторами, встановленими на лопатях вітроколеса. У ВЕУАМ генерація енергії в мережу забезпечується без проміжних перетворювачів частоти.

У діапазоні потужностей 1-5 МВт активна маса генераторів зменшується від 10 до 5 разів.

Це сприяє зменшенню собівартості ВЕУ і підвищенню ККД на 5 відсотків. Використання двосистемних ВЕУ, у складі яких є ВЕУАМ і одноканальна система з прямим підключенням генератора до осі вітроколеса, дозволяє зменшити активну масу генераторів у 2 рази і у 4 рази потужність перетворювача частоти. ККД системи зростає на 3 відсотки.

Дослідження електромеханічних систем значної потужності потребує значних витрат на виготовлення дослідницьких зразків. Зменшення вартості дослідження й розробки таких ВЕУ досягається створенням перетворювачів енергії, розроблення яких для багатоканальних ВЕУ наразі відсутнє. Тому проблема створення таких імітаторів дуже актуальна і спрямована на скорочення термінів і собівартості потужних ВЕУ.

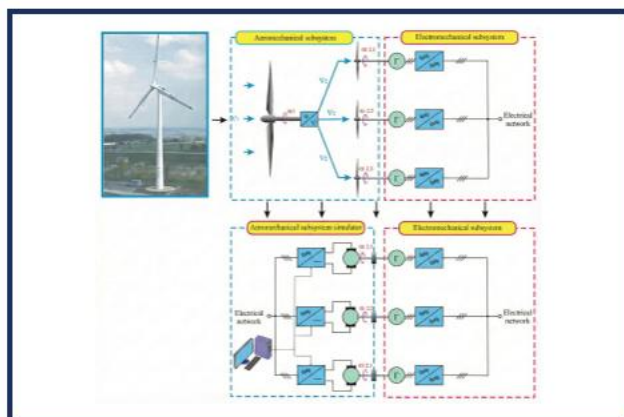


Рис. 1 – Функціональна схема імітатора електромеханічного перетворення вітрової енергії в багатоканальних вітроенергетичних установках

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL
MRL

Розробка документації, алгоритмів, візуальних моделей та створення імітатора електромеханічних систем багатоканальних ВЕУ, що дозволить суттєво зменшити витрати при проектуванні потужних ВЕУ.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект матиме прямий позитивний економічний ефект на всіх етапах виробництва та використання.

ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ:

1. Створення та удосконалення візуальних моделей ВЕУАМ з різними типами генераторів та перетворювачів.
2. Створення принципів побудови імітаторів з максимально подібними електромеханічними перетворювачами вітрової енергії.

CRL 2

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Скорочення строку та зниження собівартості досліджень, розробки технічної документації пусконаладжувальних робіт.

ВИРОБНИЧІ. Скорочення строків і зниження собівартості випробувань, налагодження під час виробництва та пусконаладжувальних роботах.

ТЕХНІЧНІ. Гарантоване отримання порівняно високих показників перетворення вітрової енергії на етапі розробки та налагодженні реальних багатоканальних ВЕУ, які принципово мають зменшену собівартість і високий ККД.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). ВЕУ належать до екологічних пристроїв при виробництві електроенергії. Принцип побудови ВЕУАМ із використанням аеродинамічної мультиплікації обертів вітроколеса сприяє зменшенню матеріальних ресурсів на їх виготовлення і відповідно енергетичних при їх виготовленні.

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Технологія використання імітаторів при розробці ВЕУ орієнтована на галузі електроенергетики та електротехніки. Цільовими ринками є машинобудівні та електротехнічні підприємства, зокрема:

- виробники ВЕУ й генераторів;
- НДІ та КБ вітрової енергетики.

IRL 1

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методика створення візуально блочних моделей ВЕУ та побудови імітаторів ВЕУАМ розроблена та апробована на першому в Україні зразку ВЕУ типу ТГ750. (Виготовлено ПФГ «Конкорд», м.Дніпро, під керівництвом к.т.н. М.С.Голубенко).

Робота НПП НУ «Запорізька політехніка» захищена 4 патентами на винахід, зокрема 2 патенти на імітатори ВЕУ.

IPRL 2

Наукову доповідь на першому науковому чемпіонаті країн Європи, Азії та Африки оцінено срібним дипломом (м.Дубай, 2023). Основи побудови потужних ВЕУАМ висвітлено у 8 публікаціях за останні 5 років в наукометричних базах SCOPUS, WEBofCENCE, захищено докторську та кандидатську дисертацію.

ІННОВАЦІЙНА СХЕМА ПРИЄДНАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДО ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

РОЗРОБНИКИ: Шрам Олександр Анатолійович, Качан Юрій Григорович

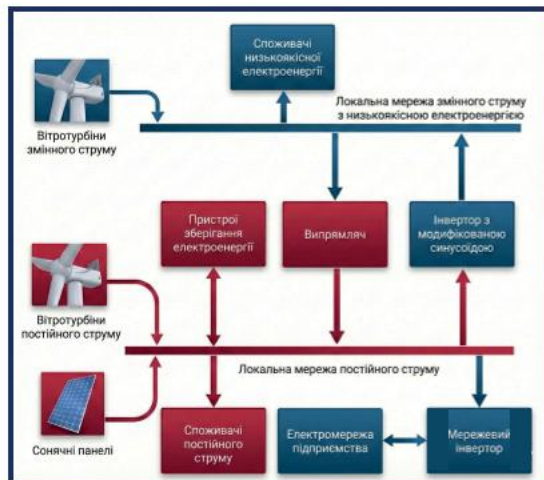


Рис.1 – Структурна схема підключення ВДЕ до електромережі

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Зростання встановленої потужності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та їх суттєва залежність від погодних умов може негативно впливати на енергетичну систему, погіршувати її надійність та енергоефективність. Крім того, підключення відновлюваних джерел енергії призводить до значних додаткових грошових витрат через необхідність забезпечення якості згенерованої ними електроенергії. Таким чином, використання відновлюваних джерел енергії потребує додаткових інноваційних рішень задля мінімізації вартості проєктів, які необхідно реалізувати для їх підключення до електромереж.

Суть запропонованого підходу полягає у формуванні інноваційної схеми приєднання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) до електричних мереж, що дає можливість підвищити ефективність використання цих джерел, зменшити кількість і потужність перетворювального обладнання та підвищити якість електроенергії.

Запропонований підхід до формування схем електромережі дозволяє замість достатньо великої кількості засобів забезпечення якості електроенергії, якими було б укомплектовано всі наявні ВДЕ, використовувати лише два інвертори: модифікованої синусоїди і мережевий інвертор. До того ж вони матимуть при цьому незначну потужність, оскільки основні обсяги енергії, згенерованої такими відновлюваними джерелами, будуть використані до приєднання цієї комбінованої локальної мережі до загальної мережі споживача. Одночасно суттєво зменшується варіативність взаємодії ВДЕ із загальною електромережею й покращується їхня електромагнітна сумісність.

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL
MRL

Технологія знаходиться на рівні TRL 3 (Technology Readiness Level) та IRL 4 (Investment Readiness Level). Розроблені та проаналізовані варіанти інтеграції ВДЕ в електричні мережі споживачів. Проведено математичне та комп'ютерне моделювання енергоефективних електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії. Досліджено вплив ВДЕ на показники якості електроенергії в інноваційних мережах.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методологія формування інноваційної схеми приєднання відновлюваних джерел енергії до електричних мереж була запропонована та розроблена в Національному університеті «Запорізька політехніка».

IPRL 3

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Інвестиційний потенціал інноваційних схем приєднання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) визначається необхідністю швидкої декарбонізації та модернізації застарілих електричних мереж. Крім того, інвестиції, спрямовані на децентралізовані системи (мікромережі) та гібридні рішення, гарантують енергетичну безпеку держави.

Потенційні шляхи розвитку:

1. Інтеграція штучного інтелекту у систему керування інноваційною електричною мережею.
2. Створення повністю автономної мережі із ВДЕ.

CRL 2

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження витрат споживачів електроенергії на її оплату та інтеграцію ВДЕ у власні електричні мережі.

ВИРОБНИЧІ. Підвищення ефективності використання ВДЕ та скорочення витрат на їх інтеграцію в електромережі завдяки запропонованому підходу.

Технічні. Збільшення пропускної спроможності наявних електричних мереж на 20-40% без будівництва нових об'єктів завдяки використанню ВДЕ безпосередньо біля споживачів.

Значне покращення показників якості електричної енергії. Підвищення гнучкості електричної мережі завдяки можливості швидкої адаптації до змінних графіків генерації ВДЕ за допомогою систем накопичення енергії.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Технологія є енергоефективною, оскільки спрямована на декарбонізацію економіки та розвиток відновлюваної енергетики.



Рис.2 – Обладнання для дослідження відновлюваних джерел енергії

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

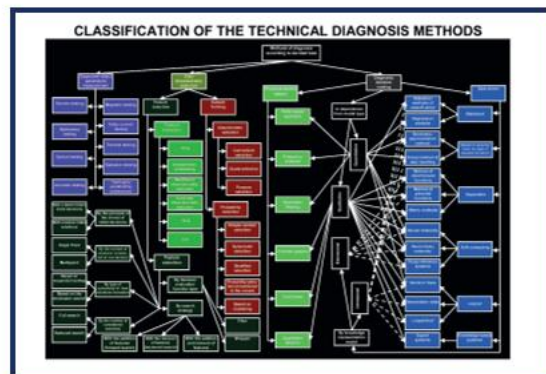
Технологія орієнтована на електричні мережі з відновлюваними джерелами енергії:

- власні електричні мережі промислових підприємств;
- децентралізовані системи (мікромережі);
- електричні мережі сільськогосподарських підприємств.

IRL 4

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕРУЙНІВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ, КЕРОВАНОГО ДАНИМИ

РОЗРОБНИК: Субботін Сергій Олександрович



COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE GROUPS OF DATA-DRIVEN METHODS OF TECHNICAL DIAGNOSIS										
Methods group	Statistical	Neural networks	Support vector machines	Bayesian	Decision trees	Fuzzy logic	Genetic algorithms	Evolutionary algorithms	Ant colony optimization	Swarm intelligence
Input data for DM construction	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data	Training and testing data
Specific requirements to the task	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
The requirement for compactness of classes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Processing of complex symbolic data	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Applicability to large-scale machine vision problems	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Applicability to noisy and incomplete data	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Automatic generalization of data	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low
The level of automation of DM building	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
Applicability	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
The need for a large amount of observations	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
The complexity of DM building	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
The use of local aspects of the DM construction	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

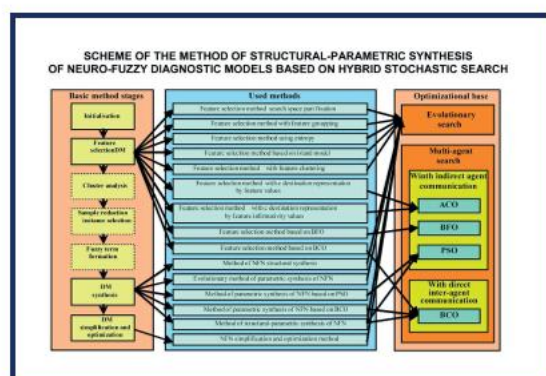


Рис. 1 – Класифікація методів технічного діагностування

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Сучасне виробництво потребує автоматизації прийняття діагностичних рішень стосовно малодосліджених об'єктів діагностування за відсутності або нестачі експертних знань. Ефективним засобом вирішення подібних задач можуть бути методи й моделі штучного інтелекту, керовані даними.

Відомі методи штучного інтелекту орієнтовані в основному на підвищення точності моделі і не враховують при цьому широкий спектр інших властивостей моделей, важливих для діагностування.

Тому актуальною проблемою є розроблення інтелектуальних інформаційних технологій (ІІТ) синтезу діагностичних моделей, здатних поєднати через розв'язання суперечності між різними властивостями моделей, важливих для користувача.

Практичне значення результатів полягає в тому, що розроблено ІІТ побудови діагностичних моделей на основі нейро-нечітких мереж, що дозволяє автоматизувати скорочення розмірності вибірок даних (відбір інформативних ознак і найбільш значущих екземплярів), структурно-параметричний синтез, спрощення й аналіз діагностичних моделей. Проведені експериментальні дослідження властивостей і характеристик розробленої ІІТ шляхом синтезу діагностичних моделей при вирішенні практичних завдань неруйнівного діагностування й автоматичної класифікації, результати яких показали, що запропонована ІІТ за рахунок використання додаткової інформації про об'єкт діагностування дозволяють скоротити розмірність діагностичних даних, підвищити швидкість побудови і роботи діагностичних моделей на основі нейро-нечітких мереж, а також забезпечити врахування вимог користувача щодо їхніх властивостей.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

ІІТ розроблена на кафедрі програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка». Результати захищені патентами України № 46006, № 59633, № 128826 та свідоцтвом авторського права на твір № 35431.

— IPRL 4

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL

Технологія знаходиться на рівні TRL 4 – технологія, перевірена в лабораторії, наявний лабораторний прототип.

MRL

Розроблено нові методи і програмні засоби для побудови інтелектуальних систем діагностування, які синтезують діагностичні моделі у нейро-нечіткому базисі з автоматичним налаштуванням параметрів та на основі гібридного стохастичного пошуку. Проведено експериментальне дослідження властивостей і характеристик та запропоновано рекомендації щодо використання розроблених методів при вирішенні практичних завдань діагностування й автоматичної класифікації. Отримані результати доведені до практичної реалізації та впроваджені на підприємствах і в організаціях.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Інвестування в проєкт може мати значний економічний ефект – ІІТ неруйнівного діагностування може дозволити автоматизувати процес контролю якості виробів у промисловості.

CRL 2

KPI (S)

ЕКОНОМІЧНІ. Економічний ефект може визначатися скороченням збитків від передчасного виходу з ладу виробів.

ВИРОБНИЧІ. Запропонована ІІТ може використовуватися для автоматизації окремих етапів виробництва та експлуатації виробів.

ТЕХНІЧНІ. Розроблена ІІТ може застосовуватися до широкого кола задач діагностування, де експертні знання відсутні або недостатні.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Екологічний ефект може полягати у продовженні ресурсу експлуатації виробів, що досягатиметься своєчасним виявленням потенційно ненадійних (дефектних) елементів. Це дозволить зменшити потенційне забруднення довкілля через передчасний вихід з ладу виробів і потребу їх заміни новими.

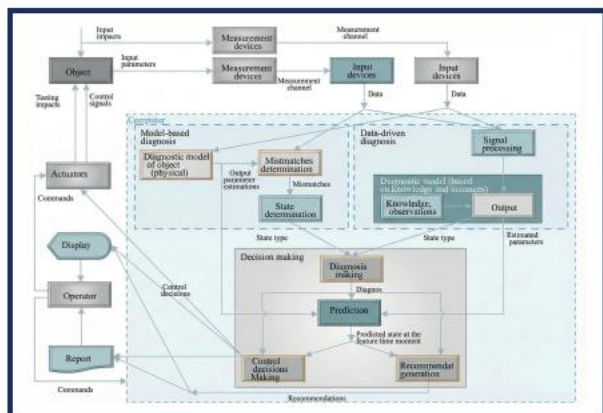


Рис. 2 – Порівняльна характеристика груп методів діагностування, керованого даними

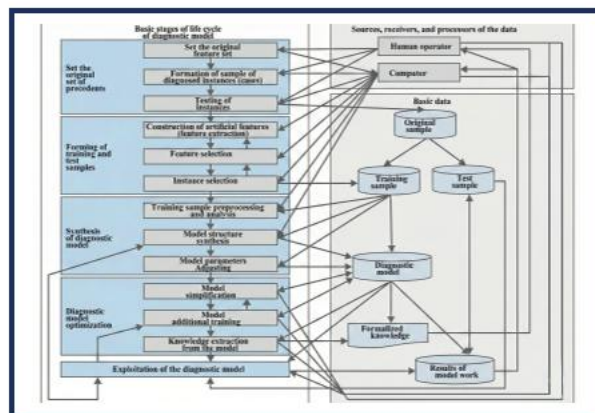


Рис. 3 – Схема методу синтезу нейро-нечітких діагностичних моделей

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Створена ІІТ може бути використана для побудови діагностичних моделей на основі вибіру даних, наданих сторонніми замовниками на підприємствах військового та цивільного машинобудування, радіоелектроніки та приладобудування.

IRL 4

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ВІЙСЬКОВІЙ І ЦИВІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

РОЗРОБНИК: Леоценко Сергій Дмитрович

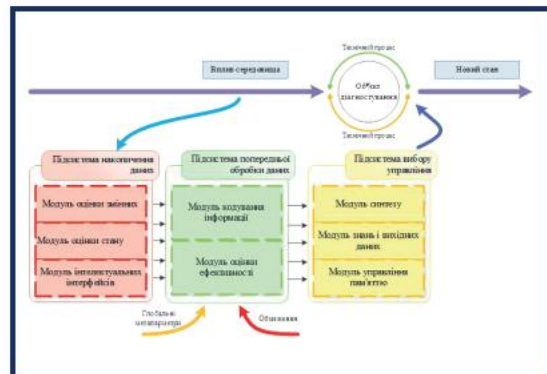


Рис. 1 – Технологія впровадження інтелектуальних систем для автоматизації прийняття рішень у промисловості

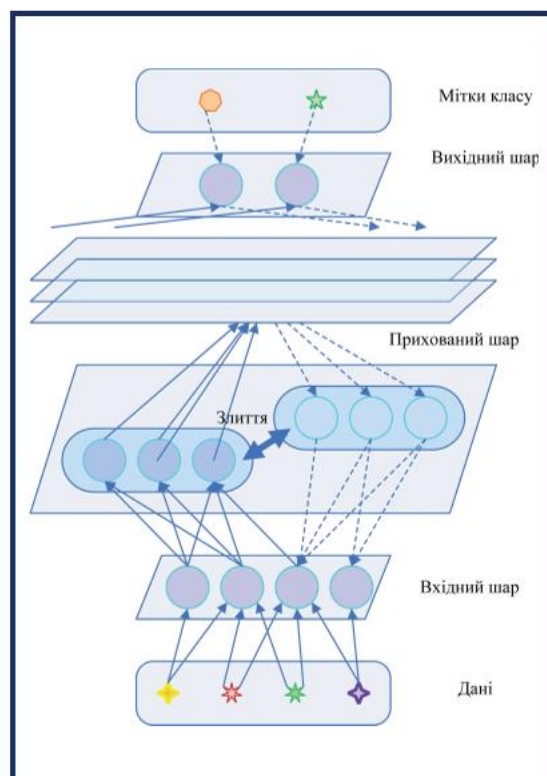


Рис.2 – Метод синтезу ансамблів нейромоделей на основі модularityних нейронних мереж

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

При розробці сучасних систем автоматизованого прийняття рішень у військовій та цивільній промисловості для оцінювання, діагностування та прогнозування постає проблема синтезу моделей обробки інформації. Це пов'язано з тим, що сучасні промислові об'єкти та системи є складними та часто включають багатовимірні дані, які часто можуть бути неповними.

Методи штучного інтелекту (зокрема, машинне навчання, ройовий інтелект та модулярні нейронні мережі) є перспективною основою для синтезу таких моделей, адже через структурні та параметричні особливості, такі моделі зможуть закодувати нелінійні зв'язки між багатовимірними даними складних промислових об'єктів та систем. Однак і наявні методи синтезу моделей відрізняються високою ресурсоемністю, а результуючі рішення відрізняються надмірністю та низькими значеннями узагальнення даних.

Таким чином, актуальною науково-прикладною задачею є розроблення нових інтелектуальних методів та засобів обробки інформації на базі штучного інтелекту та високопродуктивних обчислень, що знизять ресурсоемність процесів синтезу моделей та підвищать їх рівень узагальнення даних для використання в системах прийняття рішень у військовій і цивільній промисловості.

Практична цінність запланованих результатів полягає у тому, що буде створено інформаційну технологію для обробки інформації для прийняття рішень у військовій і цивільній промисловості, при оцінюванні, діагностуванні та прогнозуванні станів складних технічних та біомедичних об'єктів, що характеризуються багатовимірністю та нелінійністю, на основі методів машинного навчання та високопродуктивних обчислень.

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL

MRL

Технологія знаходиться на рівні TRL 2 (Technology Readiness Level) та IRL 3 (Investment Readiness Level). Отриманий продукт: розроблено паралельний метод синтезу модулярних нейромоделей з імплементацією стратегій ройового інтелекту, що передбачає створення системи, яка складається з декількох менших спеціалізованих нейронних модулів, які навчаються і працюють одночасно. Мета полягає в тому, щоб зробити процес навчання швидшим, ефективнішим і більш адаптованим до складних завдань за рахунок розподілу робочого навантаження.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Інвестування в проєкт може мати значний економічний ефект – системи діагностування та прогнозування можуть виявляти дефект або захворювання на ранній стадії, що дозволяє проводити своєчасне втручання для їх ліквідації.

CRL 2

KPI (S)

ЕКОНОМІЧНІ. Раннє виявлення та ремонт або ж профілактика дефектів у технічних системах, може сприяти значній економії коштів, відмовившись від більш дорогого втручання в системи, яке було б потрібно на пізніших стадіях.

ВИРОБНИЧІ. Запропоновані та розроблені методи і засоби можуть знайти широке застосування для вирішення проблем національної безпеки та оборони життя людей, у різних галузях науки, техніки та медицини, зокрема в авіадвигунобудуванні, військовій промисловості, приладобудуванні.

ТЕХНІЧНІ. Розроблювані методи зможуть застосовуватися до широкого кола задач, де не є відомими експертні знання про досліджувані об'єкти та будуть адаптивними відносно експериментальних спостережень та зможуть бути використані при синтезі моделей на основі великих наборів даних.

ЕКОЛОГІЧНІ (РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ). Моделі машинного навчання можуть постійно вчитися на нових даних, покращуючи точність роботи з часом та адаптуючись до змін в об'єктах або середовищі.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методи розробляються та досліджуються на кафедрі «Програмні засоби» Національного університету «Запорізька політехніка». Результати захищені авторськими свідоцтвами України: № 138594 та Патент № 138595

IPRL 4

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Створені інформаційно-аналітичні матеріали, методики та ін. можуть бути передані для використання поза межами Національного університету «Запорізька політехніка» на підприємствах військового та цивільного машинобудування, радіоелектроніки та приладобудування.

IRL 3

«ІНКЛЮЗИВНИЙ ПАСПОРТ ОБ'ЄКТА»: МЕТОДИКА ФІЗИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТУПНОСТІ

РОЗРОБНИКИ: Павленко Тетяна Олександрівна, Северін Катерина Вікторівна, Руденко Лілія Сергіївна

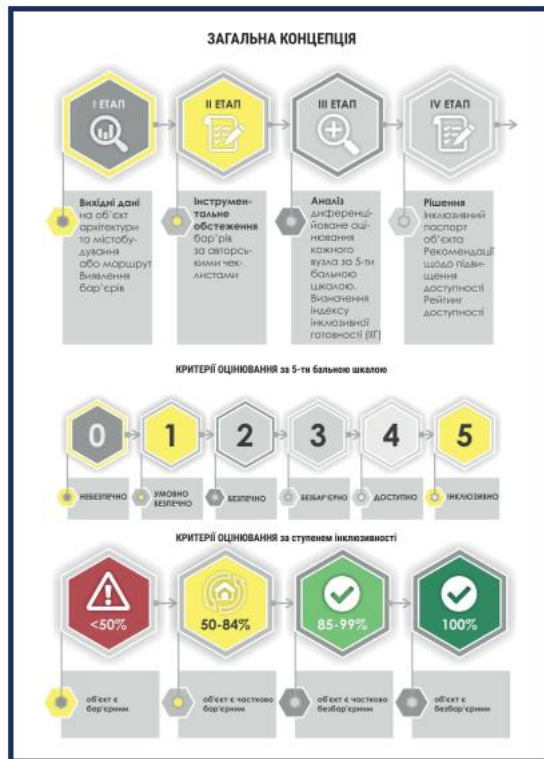


Рис. 1 – Загальна концепція та критерії оцінювання

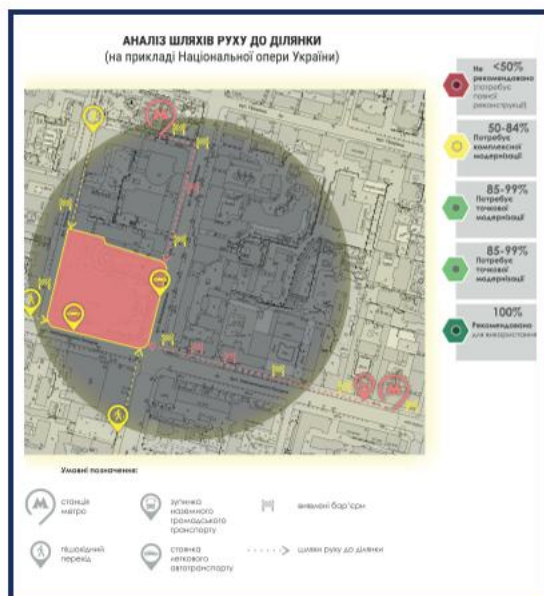


Рис. 2 – Аналіз шляхів руху (в контексті технології застосування методики)

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

ПРОБЛЕМА: Дослідження будівель на доступність часто є несистемним. Воно залежить від кваліфікації конкретного інспектора і не має єдиного, стандартизованого комплексу фізичних інструментів та уніфікованих бланків для фіксації результатів, що ускладнює порівняння та оформлення висновків.

РІШЕННЯ: Розроблення та тиражування уніфікованої методики формування «Інклюзивного паспорта об'єкта».

ЯК ЦЕ ПРАЦЮЄ: Команда дослідників виїжджає на об'єкт, використовуючи фізичний комплект (кейси), **ЯКИЙ МІСТИТЬ:**

- спеціалізовані інструменти-вимірювачі (для швидкої перевірки ухилів пандусів, ширини дверних прорізів та радіусів поворотів у санвузлах).
- чек-листи/акти для фіксації відповідності ДБН В.2.2-40:2018.

На основі зібраних даних формується Паспорт доступності з бальним рейтингом.

РЕЗУЛЬТАТИ

- TRL**
- повна методика;
 - створений та протестований зразок (прототип) комплексу інструментів;
- MRL**
- проведені пілотні дослідження одного об'єкта з використанням цієї методики та інструментів, що підтвердило її ефективність.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методика диференційованого п'ятибального оцінювання інклюзивності, алгоритми розрахунку індексів доступності та конструктивні рішення уніфікованого інструментарію аудиторів розроблені на основі архітектурно-дослідницьких напрацювань і експериментальної бази кафедри дизайну Національного університету «Запорізька політехніка».

— IPRL 4

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект має прямий позитивний економічний ефект для територіальних громад, девелоперських компаній та організацій, що працюють у сфері архітектурного проектування, капітального будівництва та міського планування. Використання методики диференційованого аудиту дозволяє суттєво знизити витрати на адаптацію міського простору, підвищити надійність та безпеку об'єктів фізичного оточення для МГН та підсилити інклюзивність наявної інфраструктури без великих капітальних вкладень у повну перебудову споруд. Підвищення точності виявлення критичних бар'єрів (0-1 бал) безпосередньо впливає на зменшення випадків травматизму, зниження ризиків юридичних претензій до власників будівель та покращення соціальних результатів при реалізації стратегій безбар'єрності.

ПОТРЕБА В ІНВЕСТИЦІЯХ: фінансування необхідне для закупівлі першої партії трьох комплектів інструментів.

CRL 7

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Значне зниження витрат на адаптацію архітектурних об'єктів під потреби маломобільних груп населення (МГН).

Застосування 5-бальної шкали дозволяє точно визначити критичність бар'єрів, мінімізуючи капітальні вкладення в надлишкові рішення – ресурси спрямовуються на усунення вузлів із нульовим показником безпеки. Автоматизація розрахунку індексу інклюзивної готовності скорочує витрати часу фахівців, запобігає штрафам за невідповідність нормам ДБН та підвищує капіталізацію нерухомості.

ВИРОБНИЧІ. Можливість проведення комплексного аудиту кварталів та локальних приміщень без дорогого лабораторного обладнання. Методика не потребує спеціальної інфраструктури, базується на уніфікованих чек-листах і доступна персоналу після короткого інструктажу. Використання стандартного цифрового інструментарію спрощує збір даних у складних польових умовах: на маршрутах, станціях метро та внутрішніх зонах.

ТЕХНІЧНІ. Гарантоване виявлення невідповідностей ухилів та геометричних параметрів шляхів із високою точністю. Диференційована градація оцінює не лише наявність елемента, а й реальну безпеку його використання. Сумісність із ДБН В.2.2-40:2018 та постановою КМУ № 537 забезпечує юридичну валідність результатів при аналізі нестандартних архітектурних рішень в історичній забудові чи на складному рельєфі.

ЕКОЛОГІЧНІ. Висока ефективність використання наявних конструкцій шляхом їх точкової модернізації замість повної заміни, що знижує загальну матеріаломісткість робіт. Оптимізація маршрутів руху МГН дозволяє мінімізувати обсяг будівельних відходів під час реконструкції архітектурно-містобудівного простору. Скорочення потреби в масштабному новому будівництві за рахунок професійної адаптації наявних споруд знижує ресурсне навантаження на довкілля та потребу у виробництві нових матеріалів.

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

- органи місцевого самоврядування (ОМС): як інструмент для комунальних служб та відділів містобудування, що відповідають за контроль доступності;
- приватні компанії, що надають послуги дослідження: як стандартизований продукт для підвищення їхньої професійної якості;
- будівельні та ремонтні бригади: для забезпечення дотримання норм під час виконання робіт;
- освітні установи: як обов'язковий практичний інструмент для навчання майбутніх архітекторів та будівельників.

IRL 7



Рис. 3 – Перелік інструментарію
(в контексті технології застосування методики)

СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПРИФРОНТОВИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЯК ЧИННИК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ

РОЗРОБНИЦЯ: Зеркаль Анастасія Вікторівна

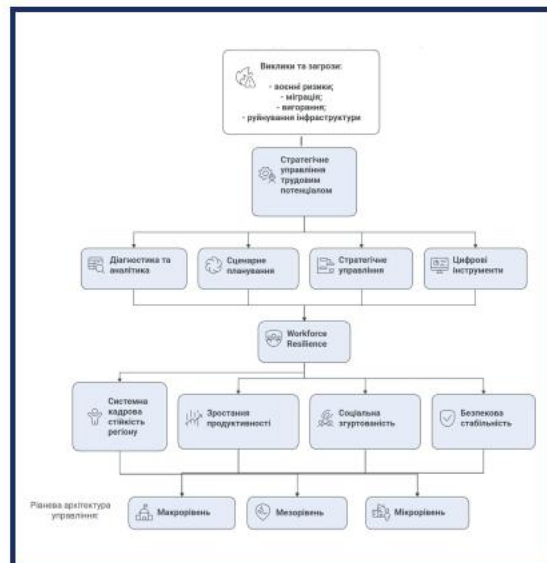


Рис.1 – Інтегрована модель стратегічного управління трудовим потенціалом прифронтових регіонів України

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

В умовах повномасштабної війни та тривалої нестабільності прифронтові регіони України стикаються з критичними втратами трудового потенціалу, зростанням трудової міграції, професійного вигорання та руйнуванням кадрової бази економіки. Традиційні підходи до управління персоналом і регіональної політики зайнятості мають реактивний характер і не враховують безпековий, поведінковий та цифровий виміри сучасних криз.

Проект пропонує інтегровану науково-прикладну модель стратегічного управління трудовим потенціалом прифронтових регіонів, що поєднує економічні, соціальні, психологічні та цифрові HR-підходи. Концепція базується на ідеї кадрової стійкості (workforce resilience) як ключового елемента соціально-економічної безпеки територій. Суть підходу — перехід від фрагментарних кадрових рішень до системного управління ризиками втрати людського капіталу із використанням цифрової HR-аналітики, індексних моделей оцінювання, сценарного планування та міжрівневої координації (держава – регіон – організація).

РЕЗУЛЬТАТИ

TRL
MRL

Проект перебуває на етапі формування та валідації концептуально-методологічної основи та інструментарію (TRL 3–4). Очікуваний результат – науково обґрунтована інтегрована модель стратегічного управління трудовим потенціалом, адаптована до умов воєнних і післявоєнних трансформацій.

Будуть розроблені: система діагностично-аналітичних показників кадрової стійкості; індекс адаптивності трудового потенціалу; цифрові прототипи HR-дашбордів і інтерактивних карт; стратегічна дорожня карта управління трудовим потенціалом для прифронтових регіонів.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Проект має значний потенціал для масштабування у вигляді пілотних впроваджень у громадах і регіонах, а також інтеграції в державні та міжнародні програми відновлення України.

РЕЗУЛЬТАТИ МОЖУТЬ БУТИ ВИКОРИСТАНІ ЯК АНАЛІТИЧНА ТА МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ:

1. Регіональних стратегій зайнятості та відновлення економіки.
2. Програм підтримки бізнесу й розвитку людського капіталу.
3. Міжнародних грантових і донорських ініціатив у сфері стійкості та людської безпеки (resilience та human security).

CRL 3

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Зниження втрат трудового потенціалу, підвищення продуктивності праці, оптимізація витрат на підбір і утримання персоналу, підвищення ефективності регіональних програм зайнятості.

УПРАВЛІНСЬКІ. Перехід від реактивного HR-менеджменту до стратегічного, впровадження доказових управлінських рішень, підвищення якості кадрового планування на макро-, мезо- та мікрорівнях.

Техніко-цифрові. Використання HR-аналітики, індексних моделей, цифрових панелей управління та відкритих даних для моніторингу кадрових ризиків у реальному часі.

Соціальні та безпекові. Зниження ризиків трудової міграції та професійного вигорання, підвищення мотивації до праці, посилення соціальної згуртованості та кадрової безпеки регіонів.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Результати дослідження формуватимуться з дотриманням принципів відкритої науки. Методики та аналітичні інструменти можуть бути використані як основа для подальших наукових розробок, освітніх програм, аналітичних записок (policy briefs) і практичних рекомендацій для органів влади та бізнесу.

IPRL 2

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Результати проекту орієнтовані на сектори та інституції, критично важливі для відновлення і стійкості прифронтових регіонів:

- органи державної влади та військові адміністрації прифронтових областей;
- промислові, логістичні, аграрні та енергетичні підприємства;
- заклади освіти, центри зайнятості, установи професійної перепідготовки;
- громадські та міжнародні організації, що працюють з ВПО, ветеранами, молоддю;
- HR-служби підприємств і регіональні агенції розвитку.

IRL 3



СТРАТЕГІЧНИЙ РОЗВИТОК ПРИФРОНТОВИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

РОЗРОБНИЦЯ: Безхлібна Анастасія Павлівна

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ

Заявлений проєкт базується на оновлених методологічних підходах до вивчення конкурентоспроможності прифронтових територій, які враховують сучасні виклики цифрової трансформації та потребу у відновлювальному розвитку регіональних соціально-економічних систем. Методика дослідження передбачає апробацію нових підходів до формування та функціонування підсистем забезпечення конкурентоспроможності регіонів у сучасних умовах воєнних загроз та післявоєнної відбудови.

Ключовим у межах запропонованої концепції є розгляд конкурентоспроможності регіональних екосистем як динамічного відновлювального процесу,

що зумовлює необхідність застосування інноваційних методів аналізу, заснованих на інформаційно-цифрових технологіях, обробці великих масивів даних та використанні інструментів штучного інтелекту.

Запровадження такої системи дозволить здійснювати об'єктивний аналіз результативності діяльності органів публічної влади у сфері реалізації програм регіонального відновлення та розвитку. Крім того, результати цих досліджень сприятимуть удосконаленню механізмів проєктного менеджменту та слугуватимуть інструментом підвищення довіри з боку міжнародних донорів, що відкриє нові можливості для залучення зовнішнього фінансування.

РЕЗУЛЬТАТИ

Т
R
L

Ключовими результатами проєкту стануть:

- розробка комплексної аналітичної моделі конкурентоспроможності прифронтових регіонів;
- створення цифрової інформаційно-аналітичної системи моніторингу соціально-економічного стану територій;
- формування прогнозних сценаріїв регіонального розвитку та практичних рекомендацій для інтеграції цифрових рішень у публічне управління.

M
R
L

Також передбачено створення програмного забезпечення для оцінювання рівня регіональної спроможності, підготовка комплексної програми регіональної відбудови.

ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Цифрові інструменти, аналітичні моделі й рекомендації, розроблені в межах проекту, можуть бути адаптовані до інших регіонів України або країн, які перебувають у фазі постконфліктного відновлення.

Це створює можливості для залучення інвестицій у реалізацію програм відбудови інфраструктури, підтримки малого та середнього бізнесу, цифрової трансформації органів місцевого самоврядування.

У середньостроковій перспективі це відкриває шлях до комерціалізації окремих компонентів проекту, участі у стартап-конкурсах та партнерства з технологічними компаніями й інноваційними хабами.

CRL 2

К
Р
І
(S)

ЕКОНОМІЧНІ. Розроблені методики прогнозування розвитку в умовах невизначеності сприятимуть підвищенню економічної стійкості прифронтових територій та залученню приватних інвестицій у відновлення інфраструктури.

ВПЛИВ НА БЕЗПЕКУ. Розроблені методики також можуть бути використані для оцінювання рівня соціальної безпеки, визначення вразливих територій і планування стратегій відновлення критичної інфраструктури.

ТЕХНІЧНІ. Впровадження інформаційно-аналітичної системи моніторингу соціально-економічного розвитку, розробленої в межах проекту, дозволить підвищити ефективність прийняття управлінських рішень на регіональному рівні.

СОЦІАЛЬНІ. Зміцнення соціальної згуртованості населення прифронтових регіонів, зниження рівня безробіття, підвищення якості життя й відновлення довіри громадян до інститутів публічної влади.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

Методика оцінювання конкурентоспроможності регіонів розроблена та вдосконалена на кафедрі «Туристичний, готельний та ресторанний бізнес» в Національному університеті «Запорізька політехніка».

У межах проекту буде створено декілька об'єктів, які підлягають правовій охороні. Серед них — програмне забезпечення для інформаційно-аналітичної системи, методика моделювання регіональної конкурентоспроможності, аналітичні алгоритми з використанням штучного інтелекту, бази даних, а також наукові публікації.

IPRL 3

ЦІЛЬОВІ РИНКИ

Проект спрямований на формування сучасної моделі стратегічного розвитку та підвищення конкурентоспроможності прифронтових регіонів України в умовах цифрової трансформації. Найбільший інтерес до практичного впровадження результатів дослідження у процесах управління відновленням, цифровізації адміністративних послуг, просторового планування, а також стратегічного проектування економічного зростання території мають:

- місцеві органами влади;
- регіональні агентства розвитку;
- суб'єкти підприємницької діяльності,
- бізнес-асоціації;
- освітні та дослідницькі установи.

IRL 3



МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЕТАПУ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ДО РІВНІВ ГОТОВНОСТІ

РІВЕНЬ ГОТОВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ

TRL1: СФОРМУЛЬОВАНО БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ТЕХНОЛОГІЇ

TRL2: СФОРМУЛЬОВАНО ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ

TRL3: ПРОВЕДЕНО ПЕРШУ ОЦІНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІДЕЇ І ТЕХНОЛОГІЇ, КОНЦЕПЦІЮ ДОВЕДЕНО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО

TRL4: ПЕРЕВІРЕНО ПРОТОТИП У ЛАБОРАТОРІЇ, ТЕХНОЛОГІЮ ПЕРЕВІРЕНО В ЛАБОРАТОРІЇ

TRL5: ПЕРЕВІРЕНО ПРОТОТИП В РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ КОРИСТУВАЧА, ТЕХНОЛОГІЮ ПЕРЕВІРЕНО У ВІДПОВІДНОМУ РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ (НА ВИРОБНИЦТВІ)

TRL6: ЗДІЙСНЕНО ВИПУСК ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА ПРОДУКТУ, ВКЛЮЧАЮЧИ ТЕСТУВАННЯ В РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ КОРИСТУВАЧА

TRL7: ПРОВЕДЕНО ДЕМОНСТРАЦІЮ ПІЛОТНОГО ВИРОБНИЦТВА НА МАЛІЙ ПАРТІЇ

TRL8: ВИРОБНИЦТВО З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВНІСТЮ ПЕРЕВІРЕНО, ЗАТВЕРДЖЕНО І ГОТОВЕ ДО ЗАПУСКУ

TRL9: ЗАПУСК ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ

РІВЕНЬ ГОТОВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

MRL1: ВИЗНАЧЕНО ОСНОВНІ ВИРОБНИЧІ ЗАВДАННЯ

MRL2: ВИЗНАЧЕНО ВИРОБНИЧІ КОНЦЕПЦІЇ

MRL3: РОЗРОБЛЕНО ВИРОБНИЧЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ

MRL4: ЗДАТНІСТЬ ВИРОБЛЯТИ ТЕХНОЛОГІЮ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

MRL5: ЗДАТНІСТЬ ВИРОБЛЯТИ ПРОТОТИПИ КОМПОНЕНТІВ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

MRL6: ЗДАТНІСТЬ СТВОРИТИ ПРОТОТИП СИСТЕМИ АБО ПІДСИСТЕМИ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

MRL7: ЗДАТНІСТЬ ВИРОБЛЯТИ СИСТЕМИ, ПІДСИСТЕМИ АБО КОМПОНЕНТИ У РЕПРЕЗЕНТАТИВНОМУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СЕРЕДОВИЩІ

MRL8: ПРОДЕМОНСТРОВАНО СПРОМОЖНІСТЬ ПІЛОТНОЇ СЕРІЇ; ГОТОВНІСТЬ ДО ПОЧАТКУ ПОЧАТКОВОГО ВИРОБНИЦТВА З НИЗЬКИМИ ТЕМПАМИ

MRL9: ПРОДЕМОНСТРОВАНО МАЛОСЕРІЙНЕ ВИРОБНИЦТВО; НАЯВНІ МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ПОЧАТКУ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВИРОБНИЦТВА

MRL10: ПРОДЕМОНСТРОВАНО ПОВНОМАСШТАБНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА ВПРОВАДЖЕНО ПРАКТИКИ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА

РІВЕНЬ ГОТОВНОСТІ ДО КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ

CRL1: ПОЧАТКОВЕ РОЗУМІННЯ КОМЕРЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ОКРЕСЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРИБУТКОВОСТІ З ОБМЕЖЕНИМ / ВІДСУТНІМ ЗНАННЯМ РИНКУ

CRL2: ПОЧАТКОВИЙ АНАЛІЗ РИНКУ. УСВІДОМЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

CRL3: ПОГЛИБЛЕННЯ РОЗУМІННЯ РИНКУ, ОБМЕЖЕНЬ І КОНКУРУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

CRL4: УЗГОДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЇ З ПОТРЕБАМИ РИНКУ. БАЗОВИЙ АНАЛІЗ КОНКУРЕНТІВ

CRL5: РОЗУМІННЯ ЦІЛЮВИХ КОРИСТУВАЧІВ. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ КОНКУРЕНТІВ. ВСТАНОВЛЕННЯ ПОЧАТКОВИХ КОНТАКТІВ З ПОСТАЧАЛЬНИКАМИ, ПАРТНЕРАМИ ТА КЛІЄНТАМИ. РОЗРОБКА БІЗНЕС-МОДЕЛІ

CRL6: ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИЗНАЧЕНИХ ПОТРЕБ НА ПОТРЕБИ ПРОДУКТУ. ЗАЛУЧЕННЯ ТЕСТОВИХ ПАРТНЕРІВ/ КЛІЄНТІВ. ПОВНЕ РОЗУМІННЯ ВСІХ СЕРТИФІКАЦІЙНИХ І РЕГУЛЯТОРНИХ ВИМОГ

CRL7: ЗАЛУЧЕННЯ ПЕРШИХ/ТЕСТОВИХ КОРИСТУВАЧІВ

CRL8: ПОЧАТКОВІ ПРОДАЖІ ЦІЛЮВИМ КЛІЄНТАМ. РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ДО КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ МАСШТАБУВАННЯ

CRL9: ДОСЯГНУТО ШИРОКОМАСШТАБНОГО ВИРОБНИЦТВА

МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЕТАПУ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ДО РІВНІВ ГОТОВНОСТІ

РІВЕНЬ ГОТОВНОСТІ ДО ІНТЕГРАЦІЇ

IRL1: ВИЗНАЧЕНО ЗВ'ЯЗОК МІЖ ТЕХНОЛОГІЯМИ

IRL2: ІСНУЄ ПЕВНИЙ РІВЕНЬ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ТЕХНОЛОГІЯМИ

IRL3: ІСНУЄ СУМІСНІСТЬ МІЖ ТЕХНОЛОГІЯМИ ДЛЯ ВПОРЯДКОВАНОЇ ТА ЕФЕКТИВНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

IRL4: ІСНУЄ ДОСТАТНЯ ДЕТАЛІЗАЦІЯ ЯКОСТІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕГРАЦІЇ МІЖ ТЕХНОЛОГІЯМИ

IRL5: ІСНУЄ ДОСТАТНІЙ КОНТРОЛЬ МІЖ ТЕХНОЛОГІЯМИ, НЕОБХІДНИЙ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ, УПРАВЛІННЯ ТА ЗАВЕРШЕННЯ ІНТЕГРАЦІЇ

IRL6: ІНТЕГРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОЖУТЬ БУТИ ВИКОРИСТАНІ ДЛЯ ЦІЛЬОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

IRL7: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВІРЕНА І ПІДТВЕРДЖЕНА З ДОСТАТНЬОЮ ДЕТАЛІЗАЦІЄЮ, ЩОБ БУТИ ДІЄВОЮ

РІВЕНЬ ГОТОВНОСТІ ПРАВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

IPRL1: СФОРМОВАНО ГІПОТЕЗИ ЩОДО ОПІВ

IPRL2: ІДЕНТИФІКОВАНО РІЗНІ ФОРМИ МОЖЛИВИХ ОПІВ В МЕЖАХ ПРОЄКТУ

IPRL3: ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС МОЖЛИВИХ КЛЮЧОВИХ ОПІВ

IPRL4: ПІДТВЕРДЖЕНА ПАТЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ

IPRL5: РОЗРОБЛЕНО СТРАТЕГІЮ ВИКОРИСТАННЯ ОПІВ ДЛЯ БІЗНЕСУ. ПОДАНО ЗАЯВКУ НА РЕЄСТРАЦІЮ

IPRL6: ОПІВ ЗАРЕЄСТРОВАНО

IPRL7: ЗА НЕОБХІДНОСТІ ЗАРЕЄСТРОВАНІ ДОДАТКОВІ ОПІВ

IPRL8: РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ОПІВ ДЛЯ БІЗНЕСУ

IPRL9: ПІДТРИМАННЯ ЧИННОСТІ ОХОРОННИХ ДОКУМЕНТІВ

ЕТАП	РІВНІ ГОТОВНОСТІ				
ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	TRL1 TRL2	MRL1 MRL 2	CRL1	IRL1 IRL2	IPRL1
ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	TRL3	MRL 3	CRL 2 CRL 3 CRL 4	IRL 3 IRL 4	IPRL 2 IPRL 3
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОЗРОБКА	TRL 4 TRL 5 TRL 6	MRL 4 MRL 5 MRL 6 MRL 7	CRL 5 CRL 6	IRL 5 IRL 6	IPRL 4 IPRL 5 IPRL 6 IPRL 7
КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ	TRL 7 TRL 8 TRL 9	MRL 8 MRL 9 MRL 10	CRL 7 CRL 8 CRL 9	IRL 7	IPRL 8 IPRL 9

ЕТАПИ РОЗРОБКИ

- ФУНДАМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОКУСУЄТЬСЯ НА БАЗОВОМУ НАУКОВОМУ ПІДХОДІ І МАЄ НА МЕТІ ОТРИМАННЯ НОВИХ ЗНАНЬ БЕЗ КОНКРЕТНОГО ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
- ПРИКЛАДНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДБАЧАЄ, ЩО ЗНАННЯ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ КОНКРЕТНИХ ПРОБЛЕМ АБО РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ.....	2
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ТИТАНОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ.....	4
ТЕХНОЛОГІЯ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА МЕТОДОМ ТЕРТЯ З ПЕРЕМІШУВАННЯМ (AFSD).....	6
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ, ОТРИМАНИХ СЕЛЕКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ СПІКАННЯМ, ШЛЯХОМ АЛМАЗНОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ.....	8
ВДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АВІАЦІЙНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.....	10
ЖАРОМІЦНІ МАГНІЄВІ СПЛАВИ ДЛЯ АВІАДВИГУНОБУДУВАННЯ.....	12
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ІЗ ТОНКОСТІННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ.....	14
НИЗЬКОМОДУЛЬНІ СПЛАВИ БІОМЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ.....	16
ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ІЗ НИЗЬКОСОРТНОЇ СИРОВИНИ.....	19
МОДЕЛЮВАННЯ БІМЕТАЛЕВИХ НАНОКЛАСТЕРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ПОТЕНЦІАЛІВ ТА ПРИСКОРЕНОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ.....	22
ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ТА УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ НАНОРОЗМІРНОГО ЕВТЕКТОЇДА, ЯКИЙ ОТРИМУЮТЬ ГАРТУВАННЯМ З КОНТРОЛЬОВАНИМ ЧАСОМ ВИТРИМКИ.....	24
РОЗРОБКА ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛЕЙ ТА ПОЛЬОВОГО РЕМОНТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ.....	26
ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ.....	28
ЩІТКОВЕ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНЕ ПОЛІРУВАННЯ: ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНИХ ПОВЕРХОНЬ.....	30
ВИЯВЛЕННЯ ВІДЕОСИГНАЛІВ БЕЗДРОТОВИХ АНАЛОГОВИХ ПЕРЕДАВАЧІВ БПЛА.....	32
ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ БПЛА ЧЕРЕЗ ДОВГІ ФІДЕРНІ ЛІНІЇ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ РЕТРАНСЛЯТОРА ЗВ'ЯЗКУ.....	34
РОЗРОБКА ІМІТАТОРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ.....	36

ІННОВАЦІЙНА СХЕМА ПРИЄДНАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДО ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	38
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕРУЙНІВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ, КЕРОВАНОГО ДАНИМИ.....	40
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ВІЙСЬКОВІЙ І ЦИВІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ.....	42
«ІНКЛЮЗИВНИЙ ПАСПОРТ ОБ'ЄКТА»: МЕТОДИКА ФІЗИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТУПНОСТІ.....	44
СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПРИФРОНТОВИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЯК ЧИННИК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ.....	46
СТРАТЕГІЧНИЙ РОЗВИТОК ПРИФРОНТОВИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ.....	48
ВИКОРИСТАННЯ СТРІЛЕЦЬКОГО ХОРТИНГУ ЯК ЗАСОБУ ПОЧАТКОВОЇ І БАЗОВОЇ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДІ.....	50
МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЕТАПУ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ДО РІВНІВ ГОТОВНОСТІ.....	52



ТОВ «НАУКОВИЙ ПАРК НУ
„ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА“»



НАУКА В НУ "ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА"