

Напрямок - створення новітніх технологій, технічних систем та матеріалів у промисловості та транспорті, діагностика машин, конструкцій і споруд;

Секція ради молодих вчених інституту інженерної механіки та транспорту

## ЗАПИТ

на отримання гранту Національного університету «Львівська політехніка»

для молодих вчених за проектом:

### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

#### 1. АВТОРИ ПРОЕКТУ:

Керівник проекту Войтович Андрій Андрійович  
(П.І.Б.):

науковий ступінь к.т.н. учене звання.

місце основної роботи Національний університет „Львівська політехніка”

посада асистент кафедри «Зварювальне виробництво, діагностика та відновлення металоконструкцій» Інституту інженерної механіки та транспорту

робоч. тел.: 032 258 2518 моб. тел.: 0682563228

Виконавці Хомич Іван Богданович, асистент

проекту: Гурський Володимир Миколайович к.т.н., старший викладач  
Лампівський Олександр Сергійович, інженер

## 2. АНОТАЦІЯ

Метою проекту є продовження ресурсу швидкозношувальних деталей машин військового призначення, будівельної та автотракторної техніки, які експлуатуються в умовах підвищеного абразивного зношування за рахунок наплавлення захисних шарів. Буде розроблено технологію наплавлення за одночасної дії механічної вібрації та електромагнітного поля. Технологія дозволить підвищити зносостійкість наплавленого металу з дешевих порошкових дротів системи Fe-Cr-B-C до рівня зносостійкості наплавленого металу, що легований дороговартісними елементами типу: вольфрам, ванадій, молібден, ніобій. Буде визначено абразивну зносостійкість та трибологічні характеристики покриттів в залежності від умов тертя. Планується провести дослідно-промислову перевірку ефективності отриманих покриттів, за результатами якої буде розроблено технологічну інструкцію для їх широкомасштабного впровадження.

## 3. СТАН ПРОБЛЕМИ

Багато деталей машин працюють в умовах абразивного середовища. Це ковші екскаваторів та гусеничні пальці військової техніки; вали соломотрясів та інші деталі сільськогосподарської техніки; гальмівні вали великотонажних автомобілів тощо. Такі деталі швидко зношуються та виводять із ладу агрегат в цілому. Відомий спосіб продовження ресурсу устаткування шляхом наплавлення відновлювальних зносостійких шарів на зношені поверхні елементів з використанням порошкових дротів (ПД). У світовій практиці використовують ПД, до складу шихти яких входять дороговартісні наповнювачі (вольфрам, ніобій, молібден, ванадій тощо). Наплавлені з їхньою допомогою шари ефективно захищають елементи устаткування від абразивного зношування за умов ударного навантаження. Проте, через високу вартість складників шихти цих дротів, суттєво підвищується вартість відновлених деталей. В Україні для наплавлення зношених елементів застосовують ПД системи Fe-Cr-B-C. Отримані шари мають задовільну зносостійкість та низьку собівартість. Високий вміст бору (до 4 мас. %) у складі шихти ПД цієї системи сприяє виділенню у мікроструктурі наплавленого металу великих дендритних включень боридів. Проте, маючи голкоподібну морфологію, вони виконують роль концентраторів напружень, що полегшує розтріскування наплавленого металу за ударних навантажень. Подрібнення таких включень повинно сприяти підвищенню зносостійкості наплавленого металу і збільшенню його довговічності за дії ударних навантажень. Саме тому метою даного проекту є дослідження синергетичного впливу під час наплавлення зносостійких шарів на диспергування структурних складових за дії механічної вібрації та електромагнітного поля.

#### 4. Мета і основні завдання проекту

Метою проекту є продовження ресурсу швидкозношувальних деталей машин військового призначення, будівельної та автотракторної техніки, які експлуатуються в умовах підвищеного абразивного зношування за рахунок наплавлення захисних шарів.

#### Основні завдання проекту:

- обґрунтувати вибір хімічного складу і конструкції порошкових дротів для наплавлення;
- оптимізувати режими наплавлення зносостійких шарів;
- встановити закономірності структуроутворення в наплавлених шарах за синергетичної дії механічної вібрації і електромагнітного поля на кристалізацію розплаву;
- дослідити трибологічні характеристики отриманих покриттів та наплавлених шарів;
- встановити механізми їх зношування в залежності від умов тертя;
- промислова перевірка напилених шарів

#### 5. Етапи роботи

№ п/п	Назва та зміст етапу	Очікувані результати
1.	<b>Розроблення технології наплавлення за дії механічної вібрації та магнітного поля.</b> Аналітичний огляд проблематики; опрацювання методики досліджень; підготовка та виготовлення експериментальних зразків; дослідження структури хімічного та фазового складу покриттів, зносостійкості.	Огляд запропонованих систем хімічного складу порошкових дротів у статтях профільних журналів. Розробка експериментальної установки із виготовленням дослідних зразків. Дослідження мікроструктури напилених шарів.
2.	<b>Дослідно-промислова перевірка порошкових дротів.</b> Визначення фізико-механічних характеристик (адгезія, когезія, рівень напружень, модуль пружності). Дослідження трибологічних характеристик покриттів за різних умов тертя. Оптимізація технологічного процесу електродугового нанесення покриттів та підготовка технологічної	Отримати значення фізико-механічних характеристик, а саме: адгезія, когезія, рівень напружень, модуль пружності. Провести дослідну перевірку наплавлених шарів на деталях машин військової та сільськогосподарської техніки.

## **6. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ ТА ЇХ НАУКОВА НОВИЗНА**

Проект спрямований на розв'язання важливої прикладної задачі, а його результати матимуть важливу соціально-економічну значимість і буде актуальним для декількох суміжних галузей науки.

Буде розроблено нову технологію одержання зносостійких покриттів, а також наплавлених шарів з використанням порошкових дротів для відновлення деталей військового призначення, сільськогосподарської та автотракторної техніки, поліграфічного обладнання, переробної промисловості тощо, які працюють в умовах присутності абразиву, що забезпечить продовження їх ресурсу в 2,5...4 рази.

Одночасно магнітне поле впливає на процес кристалізації алюмінієвих та сплавів на основі заліза в галузі ливарного виробництва. При цьому відбувається суттєве подрібнення зерен, що зумовлює покращення механічних характеристик. Відомо, що, механічна вібрація та модифікуючі добавки в розплав також подрібнюють зерна і зумовлюють покращення механічних характеристик. Для процесів наплавлення та де кристалізація відбувається надзвичайно швидко, а в структурі наплавлених зносостійких шарів або покриттів базової системи Fe-Cr-C-B, як правило, виділяються зміцнювальні фази (карбіди, бориди, карбобориди) голкової форми, що суттєво зменшує зносостійкість. В даний час питання впливу електромагнітного поля або додатків на процес кристалізації під час наплавлення розкрито недостатньо. Ми очікуємо, що взаємодія накладеного електромагнітного поля з механічною вібрацією і магнітним полем дуги буде суттєво впливати на кристалізацію розплаву. При цьому має зменшуватися поверхнева енергія розплаву, звузиться інтервал кристалізації, що зумовить подрібнення та глобулізацію голкових зміцнювальних фаз. Очікується, що такий комплексний вплив зумовить підвищення зносостійкості наплавлених шарів, особливо за умов ударно-абразивного зношування.

## **7. Практична використання результатів**

- Результати проекту спрямовані на розв'язання важливої прикладної задачі, та є актуальним для декількох суміжних галузей науки. Зокрема буде розроблено технологію одержання зносостійких покриттів з використанням порошкових дротів для відновлення деталей двигунів бронетранспортерів, сільськогосподарської та автотракторної техніки, поліграфічного обладнання, переробної промисловості тощо. В результаті для деталей які працюють в умовах присутності абразиву, забезпечиться продовження ресурсу в 2,5...4 рази.
- Наукові результати проекту будуть використані при розробці технології захисту від абразивного зношування. Це дасть змогу забезпечити створення нової продукції, яка не має аналогів на даний час.

- Буде розроблено нормативні документи на технологію (технологічна інструкція на процес відновлення деталей типу вал, що експлуатуються в умовах абразивного зношування).
- Очікувані наукові результати відповідають світовому рівню. Розроблена технологія дозволить надати підвищених механічних характеристик поверхонь, що підвищить довговічність вузлів машин.

## 8. Основні публікації авторів за тематикою проекту за останні три роки.

### Публікації що входять до міжнародної бази даних Scopus.

1. Похмурська Г. В. Вплив вібрації під час наплавлення захисного шару на його мікроструктуру та ударно-абразивне зношування / Г. В. Похмурська, М. М Студент, О. С Ланець, А. А Войтович // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2015. – **51**, №1. – С. 107–111.
2. Войтович А. А. Мікроструктура та опір абразивному зношуванню вібронаплавленого металу з порошкового дроту базової системи Fe–Cr–B / А. А Войтович, Г. В. Похмурська, М. М Студент, О. З Студент // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2016. – **52**, №3. – С. 63–68.
3. Дзюбик А. Р. Корозійна тривкість зварних з'єднань сталі типу ARMSTAL 500 / А. Дзюбик, Н. Червінська, А. Войтович, Л. Дзюбик // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2016. – Спецвип. №11. – С. 115–118.
4. Похмурская Г. В. Корозійна тривкість вібронаплавленого металу з порошкових дрітків базової системи Fe–Cr–B / Г. В. Похмурська, М. М Студент, А. Р. Дзюбик, А. А. Войтович, О. П. Хлопик // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2016. – **52**, №5. – С. 83–87.

### Публікації що входять до фахових видань України

1. Похмурська Г. В. Ударно-абразивне зношування поверхневих шарів, наплавлених порошковими дротами системи Fe–Cr–B–C / Г. В. Похмурська, А. А. Войтович // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – № 25.3. – С. 129–135.
2. Похмурська Г. В. Модифікування мікроструктури наплавлених шарів на основі порошкового дроту ПДCr10B3 із додаванням Al, Mg / Г. В. Похмурська, М. М. Студент, А. А. Войтович // Проблеми трибології. - 2015. – **78**, №3. – С. 98–104.
3. Войтович А. А. Особливості формування та руйнування наплавлених шарів з порошкових дрітків системи Fe–Cr–B–C за ударних навантажень / А. А. Войтович, Г. В. Похмурська, М. М. Студент, О. З. Студент // Проблеми трибології. - 2015. – **78**, №4. – С. 105–113.

4. Похмурская Г. В. Влияние высокочастотных механических колебаний изделия на структуру и износостойкость наплавленного металла X10P3Г2С / Г. В. Похмурская, М. М. Студент, **А. А. Войтович**, А. З. Студент, А. Р. Дзюбик // Автомат сварка. – 2016. – №10.-С. 22–27.

#### **Тези доповіді всеукраїнських конференціях**

1. **Войтович А.** Мікроструктура наплавлених шарів на основі порошкового дроту Cr10B3 із додаванням Al, Mg / А. Войтович, Р. Михальський, **І. Хомич**, М. Головчук // Зб. праць XXII відкр. наук.-техн. конф. молодих наук. і спец. ФМІ НАНУ (Львів, 2015). – Львів: ФМІ НАН України, 2015. – С.142–145.
2. Похмурська Г. В. Вплив вібрації під час наплавлення на мікроструктуру та мікротвердість наплавлених шарів з порошкового дроту X10P4Ю / Г. В. Похмурська, **А. А. Войтович** // Тези VIII Всеукр. конф. молодих вчених та спеціалістів "Зварювання та споріднені технології", Київ, 20–22 травня 2015 р. – К.: ІЕЗ НАН України, 2015. – С. 122.

#### **Тези доповіді на міжнародних конференціях в Україні**

1. **Войтович А. А.** Підвищення зносостійкості наплавлених шарів методом вертикальної вібраційної обробки / А. А. Войтович, Г. В. Похмурська, Р. Михальський // Тези доп. 12-го Міжнар симпоз украї інженерів-механіків у Львові (Львів, 2015) – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2015 – С. 101.

#### **9. Очікувана кількість публікацій за тематикою проекту**

Очікується 2–публікації що входять до міжнародної бази даних Scopus, 3–публікації, які входять до фахових видань України, планується взяти участь у одній конференції.