

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу

Національний університет  
“Львівська політехніка”

# ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ (Електронна версія)

XIV Міжнародної науково-технічної конференції

## Прогресивні технології в машинобудуванні



XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
ADVANCED TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING

9-13 лютого 2026 р.  
Івано-Франківськ — Яремче

ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026  
ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026  
ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026 ATME2026



## НАНОСТРУКТУРОВАНІ ПОКРИТТЯ, ОТРИМАНІ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СПЕЦІАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

Лапоног Г.П., *аспірант*, Смоленко С.В., *аспірант*, Гапонова О.П., *д.т.н., професор*

*Сумський державний університет*

Сучасний розвиток машинобудування та енергетики висуває підвищені вимоги до зносостійкості та довговічності відповідальних деталей машин. Значна частина відмов зумовлена тертям і зношуванням, що спричиняє економічні втрати. Перспективним методом підвищення ресурсу є формування наноструктурованих поверхневих шарів з високими фізико-механічними властивостями. Електроіскрове легування (ЕІЛ) дозволяє отримувати покриття з високою адгезією та керованою структурою. Використання спеціальних технологічних середовищ (СТС) із наноконпонентами сприяє рівномірному введенню наночастинок, підвищенню суцільності, твердості покриття та покращенню фізико-механічних властивостей матеріалу, проте технологічні особливості цього процесу, структура та її вплив на властивості покриттів залишаються недостатньо вивченими.

Дослідження проводили на зразках із армко заліза. Формування покриттів здійснювали за схемою ЕІЛ Мо → СТС → ЕІЛ Мо на установці «Елітрон-22А». Як легуючий електрод використовували молібден. Склад СТС: одностінні вуглецеві нанотрубки Tuball Ocsial (0,01 % за масою), дисперговані в епоксидній смолі Ероху 510 без затверджувача. Диспергування нанотрубок проводили ультразвуковим методом. Енергія розряду ( $W_p$ ) становила 0,13 і 0,52 Дж. Досліджували топографію поверхні, мікроструктуру методами оптичної та сканувальної електронної мікроскопії, товщину зміцненого шару та мікротвердість за Віккерсом.

Встановлено, що застосування СТС з вуглецевими нанотрубками забезпечує формування суцільного наноструктурованого зміцненого шару товщиною 30-50 мкм залежно від енергії розряду. Мікроструктура покриттів характеризується подрібненням кристалітів та формуванням ноноструктури. Мікротвердість поверхневого шару складає 949 HV і 1438 HV при ЕІЛ з  $W_p$  0,13 і 0,52 Дж, відповідно. Показано, що введення 0,01 % нанотрубок є оптимальним, оскільки подальше збільшення їх вмісту не призводить до покращення суцільності та твердості покриттів. Мікрорентгеноспектральний аналіз підтвердив рівномірний розподіл елементів і формування дифузійної зони молібдену.

**Висновки.** Метод ЕІЛ з використанням СТС, що містить вуглецеві нанотрубки, дозволяє ефективно формувати наноструктуровані покриття на залізовуглецевих сплавах. Введення 0,01 % вуглецевих нанотрубок у СТС забезпечує істотне підвищення мікротвердості та суцільності покриття. Отримані покриття мають перспективи практичного застосування для підвищення зносостійкості відповідальних деталей машин.

## Генеральний спонсор конференції



Компанія Прогрестех-Україна розробляє інженерні та ІТ рішення для підприємств високотехнологічного сектору економіки. Має у своєму штаті більш як 1000 інженерів і програмістів та є найбільшим у Центральній і Східній Європі постачальником послуг для корпорації Boeing.

Компанія спільно із провідними університетами втілила комплекс освітніх проєктів і програм дуального навчання для фахової підготовки кваліфікованих інженерів та їхнього працевлаштування в Україні.

## Спонсори конференції



ТОВ «ІВЦ «Європрилад» пропонує широкий асортимент продукції для систем опалення, водо-, газопостачання та каналізації.

Підприємство займається розробкою і впровадженням систем комплексної автоматизації та диспетчеризації котелень, насосних станцій, систем обліку енергоносіїв, кліматично-вентиляційних установок, і технологічних процесів в різних галузях промисловості та в побуті.



# MOTORIMPEX

## **Рішення в гідравліці будь-якого рівня складності — це Група компаній "Моторімпекс"**

Наша спеціалізація — це проектування та виробництво гідравлічних, змащувальних та пневматичних систем. Багаторічний досвід, широка лінійка продукції та повний цикл виробництва дозволяє комплексно закривати будь-які потреби у сфері силової гідравліки.

У своїй роботі ми використовуємо комплектуючі від кращих європейських виробників, якість та надійність яких перевірена часом.

До нас звертаються, коли необхідно:

- створити гідросистему під індивідуальні характеристики;
- модернізувати існуючу гідравлічну систему, включаючи підбір комплектуючих;
- інжиніринг інновацій, унікальних та експериментальних проектів з використанням гідравліки, за рахунок яких запроваджуються нові технології та процеси.

Завдяки чіткій взаємодії між Торгівельною компанією, Конструкторським бюро та Виробничими підприємствами - ми розробляємо потрібне рішення та втілюємо його в життя.

Для максимальної якості продукції та оптимізації технологічних процесів, ми використовуємо сучасне виробниче обладнання постійно збільшуючи його кількість. На сьогоднішній день ми використовуємо близько десятка різноманітних станків торгової марки HAAS.

Ще одне досягнення, яке ми реалізували за рахунок збільшення виробничих площ - це запуск власної лінії хімічної оксидації монтажних плит — що надає більше можливостей для контролю якості та пришвидшує терміни виробництва гідравлічних блоків, які ми пропонуємо.

Останні три роки — це активний пошук нових можливостей. Ми вдосконалювали асортимент, розширювали мережу постачальників і, як результат, подвоїли площу складів. Тепер у нас ще більше рішень для ще більшої кількості задач.

Ставка на експорт додала швидкості. Команда виросла з 90 до 150 людей. Ми суттєво посилили наш виробничий напрям, регулярно реалізовуючи проекти для іноземних замовників, враховуючи специфіку місцевих технічних вимог та умов експлуатації устаткування. Нашими рішеннями користуються у Польщі, Молдові, Великобританії та ОАЕ. Ми теж втратили частину внутрішнього ринку, але замість того, щоб скорочуватись, вирішили шукати нові можливості — і пішли на зовнішній ринок з продуктами нашого власного виробництва більш активно. Маючи міцні зв'язки з європейськими постачальниками, ми почали формувати експортну стратегію. Великий поштовх ми отримали завдяки участі у міжнародних виставках разом із Федерацією роботодавців України — спочатку як відвідувачі, потім як співучасники національного стенду (Hannover Messe 2024, EIMA 2024). А в 2025 році — вже як повноцінні учасники Hannover Messe зі своїм власним стендом (1 з 3 українських компаній)

Не забуваємо і про науку. Саме тому з незапам'ятних часів наші інженери проходять навчання в компаніях-виробниках гідравлічних компонентів, таких як наприклад Hydac, Atos та Ponar. Відстежуючи та впроваджуючи інноваційні рішення наших західних партнерів для втілення їх в наших проєктах, восени 8 наших інженерів відвідали чеський навчальний центр виробника гідромоторів Poclain Hydraulic. Також ми любимо і самі дослідити новинки та випробувати цікаві рішення колег. Наприклад, взимку ми придбали для тестування діагностичний прилад LPA3 розробки і виробництва MP Filtri, який, як ми впевнились — знає все про стан вашої гідравлічної рідини!

В нашій Академії гідравліки та пневматики все частіше стали проходити професійні семінари. За 20 років роботи ми накопичили унікальний досвід у співпраці з підприємствами різних галузей промисловості, тому створили Motorimpex Academy — для навчання наших клієнтів та партнерів, які прагнуть підвищити кваліфікацію свого персоналу та ефективно працювати з гідравлічним і пневматичним обладнанням. Ми аналізуємо рівень підготовки учасників і створюємо навчальні програми, які відповідають індивідуальним потребам.

За понад 20 років роботи ми накопичили унікальний практичний досвід співпраці з виробництвами з різних галузей. І сьогодні ми передаємо ці знання нашим клієнтам і партнерам — через офлайн- і онлайн-семінари, адаптовані під рівень і потреби кожної конкретної команди.

У 2023–2024 роках ми провели близько **сотні тренінгів**. І Академія впевнено стала *центром знань* — місцем, де технічні рішення стають зрозумілими, а робота з обладнанням — ефективнішою.

Ми прагнемо ділитися досвідом та сприяти розвитку галузі в цілому.

Окрім цього, ми самостійно тестуємо нові розробки. Наприклад, взимку ми придбали й випробували діагностичний прилад **LPA3** від *MP Filtri*. І тепер можемо точно сказати: цей прилад знає про стан вашої гідравлічної рідини більше, ніж ви самі.

Сьогодні ми і далі динамічно зростаємо (+25% до оборту), вкладаємо у розвиток обладнання та навчання персоналу (інвестиції 2024го року склали близько 500 тис. дол), гідно представляємо країну на міжнародному ринку та розвиваємо промисловості в усьому світі за рахунок експертизи у своїй справі.

У грудні оновили сертифікат ISO 9001:2015. У січні ми потрапили до **списку Next250** — переліку найперспективніших українських компаній із річним виторгом від 10 млн до 1 млрд грн. і офіційно перейшли в нову податкову категорію — наш обіг перевищив 1 мільярд гривень. Для нас це сигнал, що ми рухаємось у правильному напрямку.

У лютому розпочали ребрендинг. Один із перших результатів — оновлений логотип, який ви бачите прямо на цій листівці. А щодо нового слогану... Ми ще дискутуємо. Бо хочемо, щоб він був справжнім.

А ще ми занурилися у соціальні мережі. Запустили повноцінний СММ і тепер ділимося більше, ніж будь-коли: внутрішнім життям, виробництвом, історіями команди. Підписуйтесь — буде цікаво!