

## СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕТАЛІ ТИПУ ВАЛУ

**Вступ.** Підвищення ефективності використання сучасної техніки в різних галузях промисловості можна досягнути продовженням її експлуатаційного ресурсу шляхом поверхневого зміцнення робочих поверхонь, а також її швидкий і якісний ремонт та відновлення деталей. Значний інтерес для практики становить метод електроіскрового легування (ЕІЛ), який відноситься до групи електрофізичних методів поверхневого зміцнення деталей машин. Основні переваги методу полягають в можливості переносу на поверхню, що обробляється, матеріалів високої твердості (твердих сплавів), в високій міцності зчеплення зміцненого прошарку з основою, нанесенні покриття без помітної деформації деталей. Значного ефекту можна досягти, використовуючи технології комбінованого зміцнення деталей машин з поєднанням ЕІЛ та поверхневого пластичного деформування (ППД). За допомогою комбінованого зміцнення з'являється можливість створення багат шарових зносостійких покриттів на робочих поверхнях деталей машин. При цьому вдається в значній мірі подолати недоліки кожного методу зміцнення, а також керувати властивостями покриття.

**Метою** роботи є розробка технологій поверхневого зміцнення деталей машин типу валів шляхом створення комбінованих багат шарових зносостійких покриттів з заданими властивостями.

### **Основний матеріал та результати.**

В процесі виконання роботи були досліджені методи нанесення монопокриттів:

1. Електроіскрове легування (ЕІЛ).
2. Поверхневе пластичне деформування (ППД) – обкатування роликом або кулею.

Окрім того, досліджувались комбіновані методи поверхневого зміцнення:

1. Електрофізичні методи та поверхневе пластичне деформування:
  - ППД+ЕІЛ твердосплавним електродом + ППД; ППД+ЕІЛ+ППД+ЕІЛ міддю.
  - Багатократне нанесення покриття ЕІЛ+ППД+ЕІЛ+ППД (до 4 проходів) [1].
2. Поєднання різних видів електроіскрового легування:
  - ЕІЛ графітовим електродом, наступне ЕІЛ твердосплавним електродом, ЕІЛ графітовим електродом та ЕІЛ мідним електродом;
  - Нанесення покриття в декілька прошарків шляхом проведення ЕІЛ різними режимами;
  - Періодична обробка ЕІЛ в процесі зношування ріжучих кромки при роботі штампу.

Для лабораторної оцінки ефективності зміцнення використовували дослідження на машині тертя М-22М за схемою «вал-вкладиш» [2]. Дослідження показали збільшення зносостійкості відпаленої сталі У7 (HV 220...240) з комбінованим покриттям після пробігу 25 км – в 4 рази, при пробігу 50 км – в 2,5 рази (рисунок 1), а загартованої сталі 45 (HV 337 та HV 420) з комбінованим покриттям після пробігу 22 км в 5 разів (рисунок 2). Це свідчить, що на стадії припрацювання зносостійкість покриття значно вища, ніж на усталеній стадії [2].

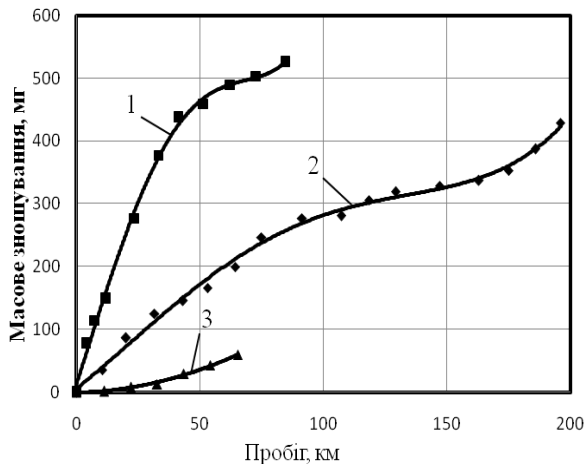


Рисунок 1 – Залежність масового зношування зразків зі сталі У7 (HV 220...240) після комбінованої обробки (обкочування кулькою з зусиллям 1,6 кН, ЕІЛ та знову обкочування кулькою) від пробігу:

- 1 – зразок без обробки (P=400 Н);
- 2 – зразок після обробки (P=400 Н);
- 3 – зразок після обробки (P=300 Н)

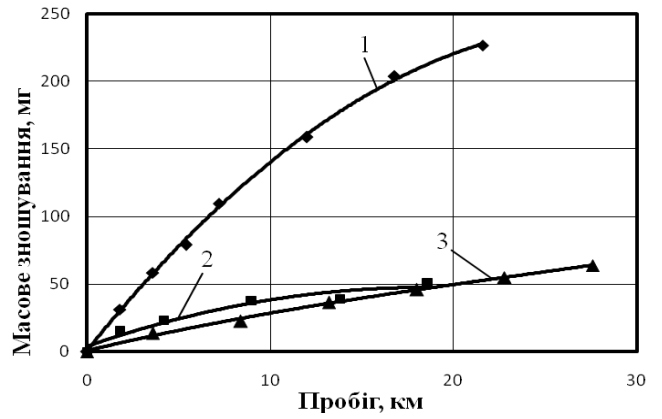


Рисунок 2 – Залежність масового зношування зразків із сталі 45 після комбінованої обробки:

- 1 – зразок (HV 337) без обробки після випробувань при P=500 Н;
- 2 – зразок (HV 337) після обробки та випробувань при P=500 Н;
- 3 – зразок (HV 420) після обробки (P=500 Н)

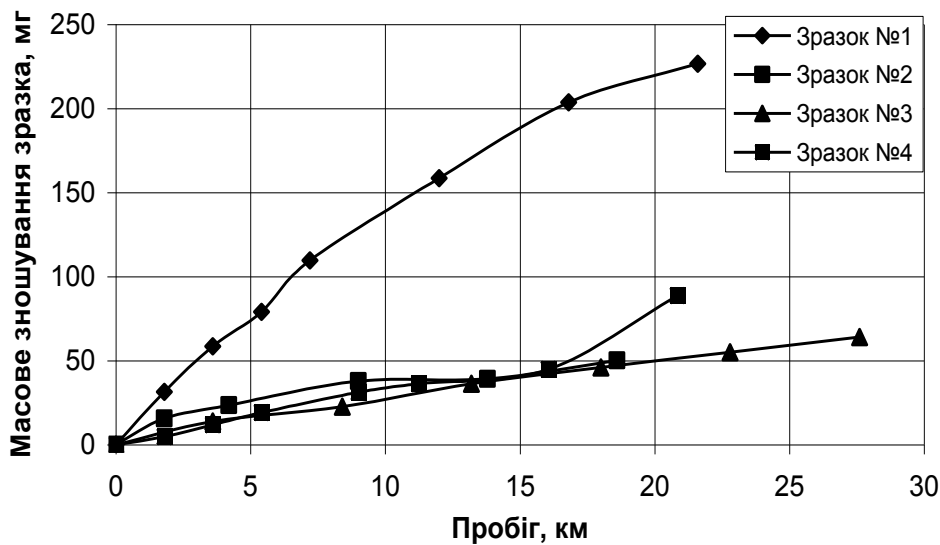


Рисунок 3 – Дослідження впливу комбінованого зміцнення (ЕІЛ та обкатування) на зносостійкість кільцевих зразків із сталі 45:

- Зразок №1 - HV 420; обкатування роликом (1,6 кН, 4 переходи)
- Зразок №2 - HV417; обкатування роликом (2,4 кН, 4 переходи) + обробка ЕІЛ механізоване (струм 5-6 А, 63 об/хв) + обкатування кулею (1,6 кН, 4 переходи)
- Зразок №3 - HV 420; обкатування роликом (1,6 кН, 4 переходи) + обробка ЕІЛ механізоване (струм 7-8 А, 63 об/хв) + обкатування кулею (1,6 кН, 4 переходи)
- Зразок №4 - HV 400; обкатування роликом (2,4 кН, 4 переходи) + обробка ЕІЛ механізоване + обкатування роликом (1,6 кН, 4 переходи)

Вплив комбінованого зміцнення, яке включає ЕІЛ та обкатування, на зносостійкість кільцевих зразків із сталі 45 приведені у вигляді графічних залежностей (рисунок 3), що дозволяє порівняти їх ефективність.

На основі проведених досліджень був зроблений висновок, що зміцнення поверхні комбінованим покриттям за схемою ППД→ЕІЛ→ППД→ЕІЛ→ППД [1] дозволяє створити багат шарову структуру, підвищити твердість робочих поверхонь в 2 – 2,5 рази та зносостійкість поверхонь в 1,5-5 разів. При нанесенні комбінованого зносостійкого покриття за схемою ППД→ЕІЛ→ППД→ЕІЛ→ППД [1] виникають загартовані ділянки із багат шарової структури із загартованих та декілька разів перегагартованих об'ємів, в яких підвищений склад карбідів вольфраму та лінз.

В результаті була розроблена технологія підвищення зносостійкості деталей машин типу валів, гребенів колісних пар локомотивів, валів цементних фасувальних машин, яка включає попереднє поверхнєве пластичне деформування кулькою за допомогою пристрою, який встановлюється в різцетримач токарно-гвинторізного верстату, механізоване ЕІЛ твердим сплавом за допомогою спеціальної головки, теж розташованої в різцетримачі. Режим обробки обкочуванням повинен бути оптимальним. В першу чергу це відноситься до зусилля обкочування (тиску кульки на деталь), подачі та кількості проходів. Визначення режимів обкочування ускладнюється тим, що залежність між ним та ступенем зміцнення та шорсткістю нелінійна. Певна оптимізація по зусиллю проведена для кульки діаметром 10 мм. Встановлено, що оптимальним для пластичних сталей є навантаження 200...350 кг. Збільшення тиску на поверхню приводить до порушення цілісності металу на поверхні та виникненню лущення поверхні. Твердість деталей при обкочуванні не повинна перевищувати 50 HRC.

По запропонованій технології формується зміцнений поверхнєвий шар, твердість якого на поверхні досягає 1200 HV. Його припрацювання супроводжується полірувальним ефектом.

Для механізованої обробки деталей типу тіл обертання розроблена технологія нанесення комбінованих зносостійких покриттів. В загальному вигляді така технологія включає наступні етапи [1]:

- підготовка деталей, що включає механічну обробку до кінцевих розмірів або до розмірів з припуском під шліфування;
- підготовка установки ЕІЛ-2 до роботи, що включає підбір оптимальних струмів, електродів та їх матеріалів;
- підготовка установки для ППД, що включає підбір оптимального зусилля;
- нанесення покриття проводиться пошарово:

ППД→ЕІЛ→ППД→ЕІЛ→ППД;

- робочий режим легування з контролем параметрів процесу та контролем сили притискання електроду;
- контрольні обміри деталі для визначення товщини отриманого покриття;
- остаточне шліфування деталі до отримання розмірів, потрібних по кресленням.

Розроблена технологія здійснюється за допомогою спеціально розробленого устаткування. На рисунку 4 зображена тривимірна модель-схема комплексу пристроїв для формування комбінованого зносостійкого покриття на деталях типу вал.

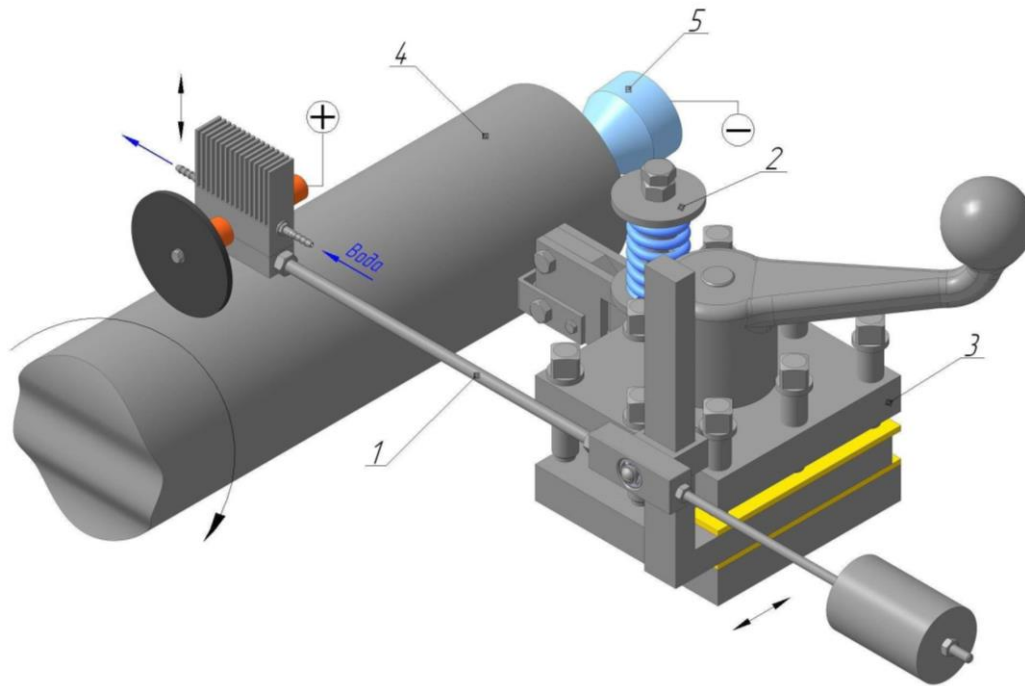


Рисунок 4 – Тривимірна модель-схема установки для формування комбінованого зносостійкого покриття на деталях типу вал: 1 – пристрій для ЕІЛ; 2 – пристрій для обкочування; 3 – супорт токарно-гвинторізного верстату; 4 – оброблювана деталь; 5 – центр з електричним контактом

При багаторазовому повторному легуванні по технології: попереднє ППД обкочуванням кулькою - ЕІЛ твердим сплавом - ППД обкочуванням кулькою - ЕІЛ твердим сплавом - ППД обкочуванням кулькою виникають загартовані ділянки із багатшарової структури із загартованих та декілька разів перегагартованих об'ємів, в яких підвищений склад карбідів вольфраму та літз. При пластичному деформуванні поверхневого шару відбувається деформування, подрібнення та утворення вторинних структур, які складаються з перенесених карбідів та основного матеріалу. Обкочування кулькою після ЕІЛ дає можливість проведення повторного ЕІЛ, збільшує товщину зміцненого шару та його щільність. У випадку високовуглецевих сталей багаторазове ЕІЛ та обкочування кулькою проводять до термообробки.

### Висновки

1. Отримані результати представляють практичний інтерес для технологічних розробок, що забезпечують формування покриттів з необхідними експлуатаційними властивостями для різних умов роботи деталей машин, а також інформацію про можливість зміни властивостей покриттів методом варіювання електродними матеріалами.

2. Нанесення електроіскрових покриттів збільшує експлуатаційну стійкість деталей машин в 3-6 разів.

### Література

1. Патент на корисну модель №40858 Україна, МПК В23Н 1/00. Спосіб електроіскрового зміцнення поверхні металів та сплавів/ Маковей В. О., Бородій Ю. П., Куріхін В. С. (Україна) НТУУ. – № u2008 13977 Заявл. 04.12.2008; Опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8.

2. Бородій Ю.П. Экспериментальное исследование особенностей формирования поверхностного износостойкого слоя рабочих элементов разделительных штампов/ Бородій Ю. П., Маковей В. А.// Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 2 (37). – 2013. – ПолтНТУ. – С. 61–65.