

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАТКИ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО
ЛЕГУВАННЯ**

Приведені результати дослідження нанесення твердосплавного покриття методом електроіскрового легування (ЕІЛ) на робочі поверхні інструменту з визначенням оптимальних технологічних режимів процесу.

Постановка проблеми

Відповідно до програми співпраці з підприємством машинобудування проведені дослідження можливості використання технології електро-

© С. М. Герук, П. П. Федірко, С. М. Борковський

іскрового легування функціональних поверхонь засобів інструментального оснащення виробництва.

Суть методу електроіскрової обробки ґрунтується на переважному руйнуванні матеріалу аноду в іскровому розряді і перенесенні матеріалу аноду на поверхню катода. Основні переваги технології полягають у можливості переносу на оброблювальну поверхню будь-яких струмопровідних матеріалів, у тому числі тугоплавких металів і сплавів, а також у високій адгезії зміцненого шару з основним матеріалом. Метод ЕІЛ дозволяє проводити локальне нанесення покриття без деформації основи, підвищити стійкість інструменту при абразивному спрацюванні, сухому терті, при впливі високих температур і механічних навантажень, зменшити коефіцієнт тертя.

В основному процес ЕІЛ здійснюється за схемою RC-генератора залежних імпульсів (рис. 1).

Комутація міжелектродного заряду здійснюється за рахунок вібрації аноду, частота коливань якого задається дискретними значеннями 100 і 200 Гц.

Технологія ЕІЛ поверхонь інструментальної оснастки достатньо досліджена в роботах [1, 2, 3, 4]. Основні наукові дослідження належать науковцям Інституту проблем матеріалознавства АН України, Інституту прикладної фізики АН Молдови та ряду зарубіжних наукових шкіл. Проте в багатьох працях відмічається неузгодженість і навіть протиріччя результатів, отриманих при випробуваннях зміцнених поверхонь, або недостатня кореляція отриманих закономірностей та показників поверхонь з технологічними режимами процесу. Протиріччя результатів пояснюються в основному складністю вибору оптимальних режимів легування, технологічними особливостями умов виготовлення і експлуатації інструментальної оснастки.

Завдання досліджень. Враховуючи неоднозначність результатів наукових пошуків і технологічних рекомендацій в перерахованих роботах, були визначені основні напрямки проведення дослідження технології ЕІЛ стосовно конкретних позицій інструментального виробництва з урахуванням специфіки їх виготовлення і експлуатації. Основну увагу звертали на підвищення зносостійкості опорних ножів при безцентровому шліфуванні циліндричних деталей. Це можна пояснити проблемами технічної і фінансової складності переточки фасонних поверхонь, а також технічними можливостями установки ЕІЛ, яка використовувалась при дослідженні.

На підприємстві обробка точних циліндричних поверхонь малих діаметрів виконується за достатньо відомою схемою безцентрового шліфування на верстаті швейцарської фірми "Кавітон".

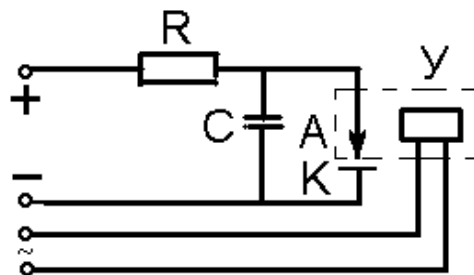


Рис. 1. Принципова схема установки ЕІЛ з генератором залежних імпульсів і вібратором (У) за схемою RC

Верстат у момент поставки був укомплектований опорними ножами що виготовлені з пресованого твердого сплаву, який має наближені фізико-механічні властивості до вітчизняного твердого сплаву ВК6М. Проте за тривалий термін експлуатації опорні ножі вичерпали свій ресурс використання. Взамін їх інструментальна дільниця виготовляє опорні ножі з інструментальних сталей У7, У10, ХВГ, Х12М, загартованих до твердості НРС 62...65, експлуатаційна стійкість яких значно нижча, ніж ножів, виготовлених з твердих сплавів. Застосування у виробництві швидкорізальної сталі Р6М5 обмежене вартістю матеріалу і технологією її обробки, хоча використання її, можливо, більш ефективно з точки зору експлуатаційної стійкості інструменту.

Методологічне планування дослідження полягає у наступних етапах:

1. Нанесення методом ЕІЛ твердосплавного покриття ВК6 на основу зразків з інструментальних сталей на різних технологічних режимах процесу легування з дослідженням порівняльних технологічних показників процесу.
2. Дослідження фізико-механічних і геометричних показників поверхні, залежності їх від технологічних режимів ЕІЛ.
3. Визначення оптимальних технологічних режимів нанесення покриття методом ЕІЛ.
4. Визначення порівняльних експлуатаційних характеристик функціональних поверхонь.

Результати досліджень

Матеріалом електроду покриття був вибраний твердий сплав ВК6 з міркувань задовільних технологічних властивостей при застосуванні в ЕІЛ, відносно невисокої вартості і доступності. Нанесення покриття було здійснено на установці "Елітрон-10" з ручним вібратором. Характеристики покриття зведені в табл. 1.

Таблиця 1. Технологічні показники процесу ЕІЛ

№ досліду	Технологічні режими		Товщина покриття сплавом ВК-8, h, мкм. на опорному ножі з матеріалу:			
	сила струму, А	частота f, Гц	сталь У7	сталь У10	ХВГ	Х12М
1	0,6	100	15–25	20	15–25	15–25
2	0,8	100	30	35	35	25–40
3	1,0	100	35	40	40	35–45
4	1,4	100	45	30	45	35–60
5	1,6	100	50	55	50	40–65
6	0,6	200	25	20	20	35–55
7	0,8	200	35	30	40	35–55
8	1,0	200	65	65	65	35–55
9	1,4	200	80	85	80	40–60
10	1,6	200	95	105	105	45–70
11	1,8	200	100	100	110	45–65

При низьких значеннях сили струму 0,6–0,8А (1–3 режими установки) спостерігалось прилипання електродів до поверхні зразка, що пояснюється недостатньою тепловою енергією імпульсу.

Значення товщини нанесеного шару, її зміна, структури підшарового матеріалу досліджувались за методикою косоного зрізу. Зразки зрізались під кутом $2^{\circ} 30'$ на електроерозійному вирізному верстаті і досліджувались на мікроскопі МІІ-7. Згідно дослідження [3] висота зміцненого шару поверхні складається із зони перегрітого “білого” шару та зони термічного впливу. Поверхнева зона “білого” шару характеризується геометричним “піками” нерівності поверхні та підвищеною крихкістю і складає приблизно 5–8 % товщини нанесеного шару. Структура перегрітого шару схильна до крихкого руйнування при незначних контактних навантаженнях, тому його товщину не слід оцінювати як робочу. Із збільшенням сили струму спостерігається ріст товщини покриття. Це пояснюється тим, що збільшується перенос матеріалу аноду на поверхню деталі. Проте при максимальних величинах струму збільшується крапельність перенесеного матеріалу і зменшується адгезія покриття. Крім того, спостерігається ріст частки “перегрітих піків” у загальній товщині шару покриття.

Специфіка використання опорних ножів в основному та інструментальному виробництві пов’язана з необхідністю обробки циліндричних поверхонь різних діаметрів і довжини та різноманітних конструкційних металів. Тому для оцінки стійкості був прийнятий критерій відношення загального об’єму знятого оброблювального металу заготовок до лінійної величини спрацювання робочої частини опорного ножа по висоті.

Дослідженнями [3] підтверджується ефект залишкової підвищеної стійкості робочої поверхні опорного ножа після повного спрацювання нанесеного шару зміцнювального покриття.

Таблиця 2. Порівняльні показники стійкості опорних ножів *

Матеріал оброблювальної заготовки	Експлуатаційні коефіцієнти для металу опорного ножа							
	У7		У10		ХВГ		Х12М	
	K_0	$K_{e_{пл}}$	K_0	$K_{e_{пл}}$	K_0	$K_{e_{пл}}$	K_0	$K_{e_{пл}}$
Сталь 45	1	1,45	1	1,4	1	1,52	1	1,9
Сталь 40Х13	1	1,6:	1	1,55	1	2,07...	1	2,13

* Примітка:

$K = V/H$ – прийнятий в роботі критерій стійкості опорної поверхні, що характеризується відношенням знятого об’єму припуску до висоти спрацювання інструменту;

K_0 – критерій стійкості опорного ножа без зміцненого шару;

$K_{e_{пл}}$ – критерій стійкості опорного ножа з покриттям ЕІЛ.

Висновки

1. Результати досліджень свідчать, що технологія покриття робочої поверхні опорних ножів з інструментальних сталей методом ЕІЛ дозволяє збільшити їх стійкість більш ніж у 2 рази.

2. Підвищена працездатність поверхні інструмента спостерігається і після повного спрацювання нанесеного шару, що підтверджує висновки роботи [1] про зміцнення основного матеріалу інструменту за рахунок дифузії твердого сплаву.
3. Експлуатаційна зносостійкість опорних ножів з нанесеним металом ЕІІ покриттям менша ніж цільних твердосплавних ножів приблизно на 22...28 %, що можна пояснити зниженою щільністю покриття відносно цільної твердосплавної поверхні.

Перспективи подальших досліджень повинні бути зосереджені на проведенні досліджень технологій ЕІІ стосовно інструментальних швидкоріжучих сталей.

Література

1. *Голубец В. М.* Влияние белого слоя на износостойкость деталей машин: Автореферат диссертации к. т. н. – Киев, 1973. – 184 с.
2. *Коваль Н. П., Зайцев Е. А. Матреницкий А. П.* Установка электроискрового механизированого легирования ЭФИ-66 // Электронная обработка материалов. – 1986. – № 1. – С. 82–84.
3. *Лазаренко Б. Р., Лазаренко Н. И.* Электроискровое легирование металлических поверхностей // Электронная обработка материалов. – 1977. – №3. – С. 12–16.
4. *Г. В. Самсонов, А. Д. Верхотуров.* – Электроискровое легирование металлических поверхностей. – К.: Наукова думка, 1976. – 212 с.