

**ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЕЛЕКТРОІСКРОВИМ
ЛЕГУВАННЯМ ПУЧКОМ ЕЛЕКТРОДІВ****Шуляк Михайло Леонідович**

доктор, технічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-7286-6602
m.l.shulyak@gmail.com

Тарельник В'ячеслав Борисович

доктор технічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-2005-5861
viacheclav.tarelnyk@snau.edu.ua

Гецович Євген Мойсейович

доктор технічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-4868-1573
email: e.getsovich@i.ua

Василенко Ольга Олександрівна

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1643-0702
vasylenko.sumy@gmail.com,

Доценко Артем Олексійович

PhD студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0009-0000-7230-9435
a.dotsenko.olivija@gmail.com

В статті вирішувалась проблема, пов'язана з підвищенням зносостійкості металорізальних інструментів (МІ) будь-якої геометричної форми і любых розмірів, методом електроіскрового легування (ЕІЛ).

Аналіз літературних джерел показав, що незважаючи на досить високі результати по зміцненню МІ методом локального електроіскрового нанесення на установках типу «Елфа – 541», цей спосіб має ряд недоліків: обробляються тільки плоскі поверхні; для обробки криволінійних поверхонь потрібно додатково використовувати спеціальні пристосування; розмір інструмента, що обробляють, обмежується розміром столу і переміщенням цанги з електродами на відстань 200×200×200 мм; дуже мала продуктивність ЕІЛ ~1 см²/хв.

Новий спосіб нанесення покриттів на механізованих установках типу «Елфа» пучком електродів з твердого сплаву ВК6М, молібдену і вуглецю (графіту марки ЕГ-4), пройшов виробничу апробацію на хімічному виробництві СМНВО ім. М.В. Фрунзе (тепер АТ «СМНВО ІНЖИНІРИНГ») (м. Суми) при нарізуванні різьби у важкооброблюваних матеріалах. Випробовувалися як зміцнені, так і незміцнені мітчики М10 при нарізуванні різьб в рамках і корпусах, мітчики М12 при нарізуванні різьб в цапфах, штовхачах і роторах другого каскаду. Стійкість зміцнених мітчиків вище незміцнених в 5,0-7,2 разів. При заміні в пучку електродів електроду Ø1,0 мм з твердого сплаву ВК6М на композиційний матеріал, виготовлений методом порошкової металургії (ПМ) складу (90% ВК6 + 10% 1М) стійкість мітчиків збільшується в порівнянні з незміцненими до 7,7 раз. Результати порівняльних виробничих випробувань МІ, зміцнених на установці з ручним вібратором моделі «УІЛВ-8» пучком електродів з композиційного матеріалу виготовленого методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М), молібдену і графіту марки ЕГ-4 показали в порівнянні з незміцненими збільшення зносостійкості до 7,8 раз.

До практичної реалізації рекомендується новий спосіб зміцнення МІ методом електроіскрового легування пучком електродів з композиційного матеріалу, який відрізняється тим, що МІ зміцнюються пучком електродів, один з яких з композиційного матеріалу, виготовленого методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М), другий з молібдену і третій з графіту марки ЕГ-4 на установках з ручним вібратором будь-якої моделі що забезпечують енергію розряду в діапазоні $W_p=0,08-0,4$ Дж і продуктивності, $Q = 0,5-0,9$ см²/хв.

Ключові слова: металорізальний інструмент, електроіскрове легування, електрод, зносостійкість, поверхневий шар, обробка, продуктивність, сталь, твердий сплав, композиційний матеріал

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.1.15>

Вступ. Металорізальні інструменти (МІ) є дуже важливими знаряддями для різних галузей промисловості: автомобілебудування, машинобудування тощо. Вони зазвичай виготовляються з міцних матеріалів, здатних витримувати високі температури та тиск.

Суспільство та галузі, які його обслуговують, постійно вимагають вищої продуктивності та точності продукції, яка постачається з меншими фінансовими та екологічними витратами. Як результат, промислові процеси та інструменти постійно перебувають під тиском, щоб бути більш ефективними, стійкими та забезпечувати більшу віддачу від інвестицій. Це змушує інженерів-дослідників проектувати промислові процеси з інструментом, який служить довше, рідше ламається, є більш продуктивним і водночас споживає менше ресурсів, наприклад енергії. Для цього поверхневі шари інструменту повинні мати більшу стійкість до зношування та корозії.

Параметри якості поверхневих шарів МІ покращують, як правило, шляхом нанесення на їх ріжучі кромки зміцнюючих покриттів з більш зносостійких матеріалів. Шляхів нанесення таких покриттів існує велика кількість. Останнім часом це методи які використовують висококонцентровані потоки енергії. Одним з цих методів є метод електроіскрового легування (ЕІЛ) (Lobachova N.H., 2012).

Постановка проблеми. Відомі способи зміцнення деталей методом ЕІЛ на установках з ручним вібратором моделей: «УИЛВ-7», «УИЛВ-8», «Елітрон-14», «Елітрон-22-А» із застосуванням електродів з нових композиційних зносостійких матеріалів, отриманих за допомогою порошкової металургії (ПМ), що складаються з тонкодисперсної суміші 1М (70% Ni, 20% Cr, 5% Si, 5% В) і ВК6 (Tarelnyk N.V. & Maifat M.M., 2023, a; Tarelnyk N.V. & Maifat M.M., 2023, b).

Зокрема, електродами, виготовленими у такий спосіб, проводилося ЕІЛ зразків із сталі Р6М5 (HRC 63) на установці з ручним вібратором моделі «УИЛВ-8» (Tarelnyk

V.B. et al, 2011). З метою визначення найбільш переважного матеріалу покриття МІ в СМНВО ім. М.В. Фрунзе (тепер АТ «СМНВО ІНЖИНІРИНГ») (м. Суми) випробувалися кінцеві фрези (Ø36 мм із сталі Р6М5 при фрезеруванні пазів в деталі диска на верстаті з ЧПУ мод. 654Ф3. Фрези зміцнювалися методом ЕІЛ на установці «УИЛВ-8» при енергії розряду, $W_p=0,2$ Дж і продуктивності, $Q = 0,6$ см²/хв.

Результати випробувань занесені до табл. 1.

Таким чином, застосування нових матеріалів електродів, отриманих за допомогою ПМ (90% ВК6 + 10% 1М) для нанесення покриттів на різальний інструмент (кінцеві фрези Ø36 мм із сталі Р6М5) методом ЕІЛ, дозволяють значно, в 4,0-4,2 рази збільшити його стійкість, що спричиняє підвищення продуктивності праці і економію дорогих матеріалів (Tarelnyk V.B. et al, 2011).

Наразі, значного поширення в промисловості набули зносостійкі покриття різальної частини МІ карбідом і нітридом титану, молібдену, ніобію, цирконію, окислом алюмінію, завдяки чому створюються шари з різними властивостями (Ivankova O.V. et al, 2020).

Згідно (Наронова О. et al, 2024) відомо, що карбідні з'єднання тугоплавких металів утворюють щільний шар покриття, і унаслідок невисокої хімічної активності, вони найменш чутливі до складу навколишнього середовища і матеріалу основи (деталі). Такі покриття мають мінімальну схильність до схоплювання при терті і надають поверхні високої зносостійкості і твердості, що у поєднанні з низькою схильністю до схоплювання при терті надзвичайно бажано для поверхонь тертя. Проте порівняно високий коефіцієнт тертя (0,3-0,7) не завжди дозволяє застосовувати ці покриття для деталей тертя без додаткової обробки, що знижує коефіцієнт тертя.

Відомо також (Tarelnyk N.V., 2024), що ЕІЛ вуглецем (графітом) знижує шорсткість нанесених раніше електроіскрових покриттів.

Таблиця 1

Результати порівняльних виробничих випробувань стійкості кінцевих фрез з швидкорізальної сталі Р6М5 з різними покриттями ЕІЛ при обробці сталі 09ХА15Н8Ю

Матеріал електроду	Кількість виготовлених деталей, шт	Коефіцієнт збільшення стійкості, раз
-	1,0	1,0
-	1,0	1,0
-	1,0	1,0
70% ВК6 + 30% 1М	3,0	3,0
70% ВК6 + 30% 1М	3,1	3,1
70% ВК6 + 30% 1М	3,2	3,2
80% ВК6 + 20% 1М	3,5	3,5
80% ВК6 + 20% 1М	3,5	3,5
80% ВК6 + 20% 1М	3,6	3,6
90% ВК6 + 10% 1М	4,0	4,0
90% ВК6 + 10% 1М	4,2	4,2
90% ВК6 + 10% 1М	4,1	4,1
ВК6	1,7	1,7
ВК6	1,9	1,9
ВК6	2,0	2,0

Існує спосіб зміцнення МІ на механізованих установках типу «Елфа» – метод локального електроіскрового нанесення (ЛЕН) [4]. Характерними особливостями, що відрізняють його від інших, є те, що оброблювальний електрод має циліндрову форму діаметром не більше 2,0 мм і обертається навколо своєї осі, а електронна система підтримує певну відстань між легуючим електродом і оброблюваною поверхнею. Покрыття, отримані за допомогою цього методу, – щільні, рівномірні, з мінімальною шорсткістю, точно повторюють профіль оброблюваної поверхні.

При нанесенні зносостійких покриттів як матеріал електродів застосовуються переважно тверді сплави (ВК6М, ВК20, Т5К10, Т15К6 і ін.).

Проведені виробничі випробування кінцевих фрез Ø28, мітчиків М12'1,0 і різців довбальних свідчать про стабільне збільшення стійкості МІ в 2,0-3,5 рази (табл. 2).

Зміцнення мітчиків проводилося по передній поверхні, кінцевих фрез – по задній, стругальних різців – по передній і задній поверхнях. Мітчики і стругальні різці закріплювалися в механічних лещатах, закріплених на робочому столі установки «Елфа – 541», при цьому зміцнювана поверхня розташовувалася перпендикулярно до електроду.

Кінцева фреза закріплювалася в центрах, встановлених на столі установки. За межами столу встановлювався штатив з прикріпленою до нього перпендикулярно планкою. Планка має можливість переміщатися уздовж штатива і жорстко фіксуватися в необхідному положенні. Протилежний від штатива кінець планки має округлу форму і розташовується під передньою поверхнею кінцевої фрези. Якщо задається подовжнє переміщення робочому столу по осі Х, то разом з ним переміщуються центри із закріпленою в них кінцевою фрезою, а жорстко закріплена на штативі планка, залишаючись нерухомою, упирається в передню поверхню зуба кінцевої фрези, розташованого по евольвенті, і провертає її в процесі легування. Оброблювальний електрод підводиться до задньої поверхні зуба кінцевої фрези перпендикулярно до місця легування, задається «стеження» по осі Z, і таким чином відбувається зміцнення зуба кінцевої фрези по задній поверхні. При зміцненні використовувався електрод діаметром 1,0 мм з твердого сплаву ВК6М.

В [4] був запропонований спосіб зміцнення металоріжучого інструменту, що здійснювався таким чином. У цангу для кріплення електроду спільно з електродом

з твердого сплаву вставляється електрод з молібдену і вуглецю (графіту). Таким чином відбувається обробка зміцнюваної поверхні пучком електродів.

Пропонована комбінація електродних матеріалів дозволяє різко підвищити (у 2 – 3 рази) стійкість МІ. Можна припустити, що сумісне легування твердим сплавом ВК6М з вуглецем дозволяє формувати в покритті складніші карбіди вольфраму W₂C, а сумісне легування молібдену з вуглецем – карбіди молібдену.

Новий спосіб нанесення покриттів на механізованих установках типу «Елфа» пройшов виробничу апробацію на хімічному виробництві СМНВО ім. М.В. Фрунзе (тепер АТ «СМНВО ІНЖІНІРИНГ») (м. Суми) при нарізуванні різьби у важкооброблюваних матеріалах. Випробовувалися як зміцнені, так і незміцнені мітчики М10 при нарізуванні різьб в рамках і корпусах, мітчики М12 при нарізуванні різьб в цапфах, штовхачах і роторах другого каскаду. Результати випробувань як зміцнених, так і незміцнених мітчиків наведені в табл. 3.

Як видно з таблиці, стійкість зміцнених мітчиків вище незміцнених в 5,0 – 7,2 разів, що свідчить про перспективність нової технології зміцнення металоріжучого інструменту на механізованих установках типу «Елфа – 541».

При заміні в пучку електродів електроду Ø1,0 мм з твердого сплаву ВК6М на композиційний матеріал, виготовлений методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М) стійкість мітчиків збільшується в порівнянні з незміцненими до 7,7 раз (табл. 4).

Незважаючи на досить високі результати по зміцненню мітчиків на установках типу «Елфа – 541» спосіб має ряд недоліків:

1. Цим способом без додаткових пристосувань можливо обробляти інструменти, які мають плоску поверхню.
2. Для обробки криволінійних поверхонь, таких як задня поверхня кінцевої фрези потрібно додатково використовувати пристосування у вигляді центів, штатива, планки тощо.
3. У кінцевій фрези можна обробляти тільки задню поверхню і неможливо передню і торцеву при фрезуванні, наприклад шпонкових пазів.
4. Цим способом неможливо обробляти такі ріжучі інструменти як: свердло, розгортка, дискова і черв'ячна фреза, протяжка тощо.
5. Розмір інструмента, що обробляють обмежується розміром столу і переміщенням цанги з електродами 200'200'200 мм.

Таблиця 2

Результати виробничих випробувань металоріжучого інструменту, зміцненого на установці «Елфа-541»

Найменування інструменту	Матеріал інструменту	Матеріал деталі	Кількість виготовлених деталей інструментом		Коефіцієнт стійкості, раз
			незміцненим	зміцненим	
Кінцева фреза Ø28 мм	Р6М5	10Г2	7	25	3,5
Мітчик М12'1,0	ХВГ	10Х17Н13М3Т	28	57	2,0
Мітчик М12'1,0	ХВГ	10Х17Н13М3Т	29	62	2,1
Різець довбальний S=30 мм	Р6М5	50	2	4,5	2,25
Різець довбальний S=30 мм	Р6М5	50	2	4,0	2,0

6. Дуже мала продуктивність ЕІЛ ~1 см²/хв.

Отже, метою роботи є підвищення зносостійкості металорізальних інструментів будь-якої геометричної форми і будь-яких розмірів, шляхом розробки способу, який би не мав недоліків, присутніх при ЕІЛ на установках типу «Елфа – 541».

Результати проведених досліджень. При зміцненні МІ на установках з ручним вібратором можливо обробляти інструменти будь-якої геометричної форми і розміру при продуктивності до 10 см²/хв.

Крім цього, стійкість мітчиків, зміцнених на установці з ручним вібратором моделі «УІЛВ-8» при енергії розряду, $W_p=0,2$ Дж і продуктивності, $Q = 0,6$ см²/хв. пучком електродів з композиційного матеріалу, виготовленого методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М), молибдену

і графіту марки ЕГ-4, зростає до рівня (7,6-7,8 разів) як і на механізованих установках типу «Елфа – 541», а довбальних різців $S = 30$ мм і кінцевих фрез $\varnothing 36$ мм в 1,5 раз.

Результати проведених досліджень зведені в табл. 5.

До практичного використання рекомендуються наступні режими ЕІЛ: енергія розряду в діапазоні $W_p=0,08-0,4$ Дж і продуктивності, $Q = 0,5-0,9$ см²/хв.

Енергія розряду менша 0,08 Дж не забезпечує потрібної товщини зміцненого шару, а більша за 0,4 Дж різко знижує якість покриття (збільшення шорсткості поверхні і зниження суцільності покриття).

Слід відмітити, що покращити параметри якості, нанесеного поверхневого шару покриття (знизити шорсткість і збільшити суцільність) можна шляхом подальшого ЕІЛ

Таблиця 3

Результати порівняльних виробничих випробувань мітчиків, зміцнених пучком електродів з твердого сплаву ВК6М, молибдену і вуглецю (графіту марки ЕГ-4)

Найменування інструменту	Матеріал деталі	Кількість отворів оброблених		Коефіцієнт стійкості
		незміцненим мітчиком	зміцненим мітчиком	
Мітчик М10'1,0	12Х18Н10Т	26	186	6,6
Мітчик М10'1,0	12Х18Н10Т	38	190	5,0
Мітчик М10'1,0	12Х18Н10Т	31	194	6,2
Мітчик М12'1,0	Х18Н9Т	31	163	5,2
Мітчик М12'1,0	Х18Н9Т	34	170	5,0
Мітчик М12'1,0	Х18Н9Т	30	168	5,6
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	36	242	6,7
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	28	204	7,2
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	32	220	6,8

Таблиця 4

Результати порівняльних виробничих випробувань мітчиків, зміцнених на механізованій установці типу «Елфа – 541» пучком електродів з композиційного матеріалу виготовленого методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М), молибдену і графіту марки ЕГ-4

Найменування інструменту	Матеріал деталі	Кількість отворів оброблених		Коефіцієнт стійкості
		незміцненим мітчиком	зміцненим мітчиком	
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	34	269	7,7
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	29	218	7,5
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	31	236	7,6

Таблиця 5

Результати порівняльних виробничих випробувань МІ, зміцнених на установці з ручним вібратором моделі «УІЛВ-8» пучком електродів з композиційного матеріалу виготовленого методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М), молибдену і графіту марки ЕГ-4

Найменування інструменту	Матеріал деталі	Кількість виготовлених деталей		Коефіцієнт стійкості
		Без покриття	З покриттям	
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	35	273	7,8
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	34	259	7,6
Мітчик М12'1,0	10Х17Н13М3Т	34	262	7,7
Кінцева фреза $\varnothing 36$	07Х16Н6	0,5	3,1	6,2
Кінцева фреза $\varnothing 36$	07Х16Н6	0,6	3,9	6,5
Кінцева фреза $\varnothing 36$	07Х16Н6	0,5	3,2	6,4
Різець довбальний $S=30$ мм	Сталь 50	2,0	6,6	3,3
Різець довбальний $S=30$ мм	Сталь 50	2,0	5,8	2,9
Різець довбальний $S=30$ мм	Сталь 50	2,0	6,8	3,4

цим же електродом, але в 2-3 рази меншою енергією розряду.

Висновки:

1. Незважаючи на досить високі результати по зміцненню металоріжучих інструментів методом ЛЕН на установках типу «Елфа – 541» спосіб має ряд недоліків: обробляються тільки плоскі поверхні; для обробки криволінійних поверхонь потрібно додатково використовувати спеціальні пристосування; розмір інструмента, що обробляють, обмежується розміром столу і переміщуванням цанги з електродами на відстань 200×200×200 мм; дуже мала продуктивність ЕІЛ ~1 см²/хв.

2. Новий спосіб нанесення покриттів на механізованих установках типу «Елфа» пройшов виробничу апробацію на хімічному виробництві СМНВО ім. М.В. Фрунзе (тепер АТ «СМНВО ІНЖИПІРИНГ») (м. Суми) при нарізуванні різьби у важкооброблюваних матеріалах. Випробувалися як зміцнені, так і незміцнені мітчики М10 при нарізуванні різьб в рамках і корпусах, мітчики М12 при нарізуванні різьб в цапфах, штовхачах і роторах другого каскаду. Стійкість зміцнених мітчиків вище незміцнених в 5,0 – 7,2 разів,

3. При заміні в пучку електродів електроду Ø1,0 мм з твердого сплаву ВК6М на композиційний матеріал, виготовлений методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М) стійкість мітчиків збільшується в порівнянні з незміцненими до 7,7 раз.

4. Результати порівняльних виробничих випробувань МІ, зміцнених на установці з ручним вібратором моделі «УІЛВ-8» пучком електродів з композиційного матеріалу виготовленого методом ПМ складу (90% ВК6 + 10% 1М), молібдену і графіту марки ЕГ-4 показали в порівнянні з незміцненими збільшення зносостійкості до 7,8 раз.

5. До практичної реалізації рекомендується новий спосіб зміцнення МІ методом електроіскрового легування пучком електродів з композиційного матеріалу, який відрізняється тим, що МІ зміцнюють пучком електродів, один з яких з композиційного матеріалу, виготовленого методом порошкової металургії складу (90% ВК6 + 10% 1М), другий з молібдену і третій з графіту марки ЕГ-4 на установках з ручним вібратором будь-якої моделі що забезпечують енергію розряду в діапазоні $W_p=0,08-0,4$ Дж і продуктивності, $Q = 0,5-0,9$ см²/хв.

Бібліографічні посилання:

1. Haponova O, Tarelnyk V, Mościcki T, Tarelnyk N, Pórolniczak J, Myslyvchenko O, Adamczyk-Cieślak B, Sulej-Chojnacka J. Investigation of the Structure and Properties of MoS₂ Coatings Obtained by Electrospark Alloying. *Coatings*. 2024; 14(5):563. <https://doi.org/10.3390/coatings14050563>

2. Ivankova, O. V., Velit, I. A., Bartosh, V. Yu., & Yakimenko, D. I. (2020). Study of the influence of electrode materials on the properties surface of parts during recovery by the method of electro spark. *Journal Modern Scientific Researches*, 13, 34–41. doi: 10.30889/2523-4692.2020-13-01-027

3. Lobachova H.H. Poverkhneve zmitsnennia splaviv zaliza elektroiskrovym lehuванням tsyrkoniiem, tytanom, khromom ta khimikotermichnoiu obrobkoiu [Surface strengthening of iron alloys by electrospark alloying with zirconium, titanium, chromium and chemical thermal treatment]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk : spets. 05.16.01 "Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv" – Kyiv, 2012. – 20 s. (in Ukrainian).

4. Tarelnyk N.V. Sposib usunennia zcheplennia elektrodov pry elektroiskrovomu lehuванні stalevykh detalei obladnannia, yake pidliahaie radiatsiinomu oprominiuvanniu [The method of eliminating adhesion of electrodes during electrospark alloying of steel parts of equipment subject to radiation exposure]: pat. 155134 Ukrainy na korysnu model, MPK (2024.01) B23P 6/00 – u 2023 04455 (22); opubl. 17.01.2024, Biul.№ 3.

5. Tarelnyk N.V., Maifat M.M. Novyi sposib zakhystu stalevykh detalei vid hidroabrazyvnoho znosu ekolohichno bezpechnymy tekhnolohichnymy metodamy [A new method of protecting steel parts from hydroabrasive wear using environmentally safe technological methods.]. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, № 4/87, 2023. S 165-172. (in Ukrainian)

6. Tarelnyk N.V., Maifat M.M. Zakhyst detalei z vysokomitsnoho chavunnu vid hidroabrazyvnoho znosu kombinovanymy ekolohichno bezpechnymy metodamy [Protection of parts made of high-strength cast iron from water-abrasive wear by combined environmentally safe methods.]. «Naukovi notatky» Lutskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, Lutsk: LNTU, випуск 76, 2023. S 66-71. (in Ukrainian)

7. V. B. Tarelnyk, Ye. V. Konoplianchenko, V. S. Martsynkovskiy ta in. Pidvyshchennia stiikosti rizalnoho instrumentu tekhnolohichnymy metodamy [Increasing the stability of the cutting tool by technological methods]: navch. posibnyk . – Sumy : Universytetska knyha, 2011. – 189 s.

Shulyak M. L., Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Tarelnyk V. B., Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Getsovych E. M., Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Vasylenko O. O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Dotsenko A. O., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Strengthening of metallic tools by electro-spark alloying with a beam of electrodes

The article addressed the problem of increasing the wear resistance of metal-cutting tools (MI) of any geometric shape and size by the method of electrospark alloying (ESA).

The analysis of literary sources showed that despite the rather high results of strengthening MI by the method of local electrospark application on Elfa-541 type installations, this method has a number of disadvantages: only flat surfaces are

processed; for the processing of curved surfaces, you need to additionally use special devices; the size of the processing tool is limited by the size of the table and moving the collet with electrodes to a distance of 200'200'200 mm; very low productivity of ESA ~1 cm²/min.

A new method of applying coatings on mechanized installations of the «Elf» type with a bundle of electrodes made of hard alloy VK6M, molybdenum and carbon (graphite of the EG-4 grade) has passed production approval at the chemical production of SMNVO named after M.V. Frunze (now JSC «SMNVO ENGINEERING») (Sumy) when cutting threads in difficult-to-process materials. Both reinforced and unreinforced M10 taps were tested when cutting threads in frames and cases, M12 taps when cutting threads in trunnions, pushers and rotors of the second stage. The strength of reinforced taps is 5.0 – 7.2 times higher than non-reinforced ones. When replacing the 1.0 mm VK6M hard alloy electrode in the electrode bundle with a composite material made by the powder metallurgy (PM) method of composition (90% VK6 + 10% 1M), the stability of the taps increases by up to 7.7 times compared to unreinforced ones. The results of comparative production tests of MI, strengthened on the installation with a manual vibrator of the «UJLV-8» model with a bundle of electrodes from a composite material produced by the PM composition method (90% VK6 + 10% 1M), molybdenum and graphite of the EG-4 brand, showed an increase in comparison with unreinforced wear resistance up to 7.8 times.

For practical implementation, a new method of strengthening the MI by the method of electrospark alloying with a bundle of electrodes from a composite material is recommended, which differs in that the MI is strengthened with a bundle of electrodes, one of which is made of a composite material produced by the PM composition method (90% VK6 + 10% 1M), the other from molybdenum and the third from EG-4 graphite on installations with a manual vibrator of any model that provide discharge energy in the range of $W_p=0.08-0.4$ J and productivity, $Q = 0.5-0.9$ cm²/min.

Key words: metal cutting tool, electrospark alloying, electrode, wear resistance, surface layer, processing, performance, steel, hard alloy, composite material