

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ РОЛИКОМ-РОЗРЯДНИКОМ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛІ

Ковалевський С. В., Ємець В. В., Пелипинко О. О.

Предложен и обоснован способ электроразрядной обработки поверхностей деталей машин. Предложена гипотеза, основанная на электроразрядной обработке (ЭРО). Выдвинуто предположение о положительном эффекте высоковольтного разряда заданной полярности на структуру поверхностного слоя материала детали в результате действия наведенных полей, способствующих упрочнению его структуры. Представлена схема экспериментальной установки, а также методика исследований. Особенностью методики исследований является использование информации спектра, полученного при измерении. Представлены результаты проведенных экспериментальных исследований, в результате которых показана чувствительность выбранного источника информационного канала к изменяющимся условиям. В ходе исследования выявлено существование особых областей, настройки установки относительно обрабатываемой поверхности и режимов процесса ЭРО. Показаны направления дальнейших исследований в виде испытания на продолжительность износа модифицированного поверхностного слоя.

Запропоновано та обосновано спосіб електророзрядної обробки поверхонь деталей машин. Запропонована гіпотеза, яка ґрунтується на електророзрядній обробці. Висунуто припущення про позитивний ефект високовольтного розряду заданої полярності на структуру поверхневого шару матеріалу деталі в результаті дії наведених полів, які сприяють зміцненню його структури. Представлена схема експериментальної установки, а також методика досліджень. Особливістю методики досліджень є використання інформації спектра, отриманого при вимірюванні. Представлені результати проведених експериментальних досліджень, в результаті яких показана чутливість обраного джерела інформаційного каналу до постійно змінюваних умов. В ході дослідження виявлено існування особливих областей, настройки установки щодо оброблюваної поверхні і режимів процесу електророзрядної обробки. Показані напрямки подальших досліджень у вигляді випробування на тривалість зносу модифікованого поверхневого шару.

The method of electric-discharge machining of parts surfaces is proposed and justified in the article. A hypothesis based on the electric discharge processing is proposed. The assumption that the high-voltage discharge of a given polarity has a positive effect on the structure of a part surface layer in the result of the action of induced fields contributing to the strengthening of its structure was put forward. The scheme of the experimental setup is presented, as well as the research methodology. A special feature of the research methodology is the use of the information from the measured spectrum. The results of the conducted experimental studies are presented, in which the sensitivity of the selected source of an information channel to constantly changing conditions is shown. Existence of special areas of setting the installation relative to the surface under treatment and the modes of electric discharge processing was revealed. Directions for further investigations in the form of wear-resistance testing in the modified surface layers are shown.

Ковалевський С. В.

д-р техн. наук, проф., зав. каф. ТМ ДДМА
kovalevskii@dgma.donetsk.ua

Ємець В. В.

магістр ДДМА

Пелипинко О. О.

магістр ДДМА

ДДМА – Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ.

УДК 621.9

Ковалевский С. В., Ємець В. В., Пелипинко О. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ РОЛИКОМ-РОЗРЯДНИКОМ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛІ

Зміцнення робочих поверхонь деталей машин завжди турбувало виробників. З плином часу винаходились нові методи обробки поверхонь, створювались різноманітні пристрої для їх зміцнення. В наш час тема доцільного використання наявних ресурсів є особливо актуальною, так як це призводить до зайвих затрат коштів, які, зокрема, впливають на вартість готової продукції, а також зменшення кількості речовин, які використовуються для зміцнення робочих поверхонь зараз [1].

На основі аналізу існуючих методів обробки деталей машин [2, 3, 4] більшість з них показала свою недоцільність через використання додаткових речовин, вартості і складності схем зміцнення поверхонь деталей машин. Одним з таких є метод електроіскрового легування.

Метою роботи є дослідження впливу обробки роликом-розрядником поверхневого шару деталі.

Електроіскрове легування відноситься до технологій зміцнення, яка базується на взаємодії матеріалів з висококонцентрованими потоками енергії і речовинами. Зміцнення поверхневого шару відбувається в результаті складних плазмохімічних, теплофізичних і механотермічних процесів, що реалізуються на мікролокальних ділянках взаємодії матеріалу з одиничним іскровим розрядом [2, 5].

1. Розплавлення. При зближенні на певну відстань ролика-обкатника з зміцнювальною поверхнею відбувається імпульсний електричний розряд тривалістю 10^{-6} – 10^{-3} с. В результаті на поверхні анода (ролик) і катода (зміцнювальна деталь) утворюються локальні осередки електроерозійного руйнування.

2. Електрична ерозія. Являє собою комплексний процес руйнування, що включає в себе розплавлення, випаровування, термодинамічне руйнування і інші механізми. Ерозійна маса легуючого ролика, маючи надлишковий позитивний розряд і потрапляючи в міжелектродний простір, спрямовується до поверхні катода-деталі, прискорюючись і нагріваючись за рахунок електричного поля анода і катода.

3. Фізико-хімічна взаємодія. При русі анодна ерозійна маса вступає у фізико-хімічну взаємодію з міжелектродним середовищем і леткими продуктами ерозії катода-деталі. До моменту осадження фрагменти ерозійної маси несуть в собі електричну, кінетичну і теплову енергію, які при взаємодії з зміцнювальною поверхнею виділяються у вигляді теплового імпульсу великої потужності.

Серед перелічених способів обробки поверхонь деталей машин найбільш економічно вигідною технологією обробки електроіскровим легуванням (ЕІЛ) деталей машин є електрична ерозія [5]. Сутність способу електророзрядної обробки в даній роботі заснована на використанні імпульсних іскрових розрядів у повітряному середовищі при періодичному контактуванні ролика з виробом. В наслідок чого здійснюється перенесення і осадження матеріалу ролика на поверхню виробу, а також зміцнення поверхневого шару під дією імпульсних іскрових розрядів, тобто в процесі зміцнення поверхневого шару деталі відбувається також поява упорядкованої структурованої решітки з зерен внутрішнього шару під дією токів Фуко [5, 6].

Висунуто припущення про позитивний ефект високовольтного розряду заданої полярності на структуру поверхневого шару матеріалу деталі в результаті дії наведених полів, які сприяють зміцненню його структури.

Для підвищення ефективності, а також зменшення затрат при зміцненні поверхневого нано-шару деталі основоючись на електророзрядній обробці створена принципова схема (рис. 1), де:

$\varnothing D$ – діаметр досліджуваного зразка;

$\varnothing d$ – діаметр ролика.

Методика досліджень, створена в «науково-дослідницькій лабораторії спеціальних методів обробки деталей машин важкого машинобудування» кафедри «Технології машинобудування», показала те що за допомогою акустичного способу контролю процесу обробки в результаті якого отримано звуковий спектр, який показує залежність зміцнення поверхневого шару від чинників, які впливають на процес зміцнення поверхневого нано-шару зразків, такі як:

швидкість обертання зразка;

– кут зміщення вісі ролика відносно вісі зразка (+/-);

– маса ролика.

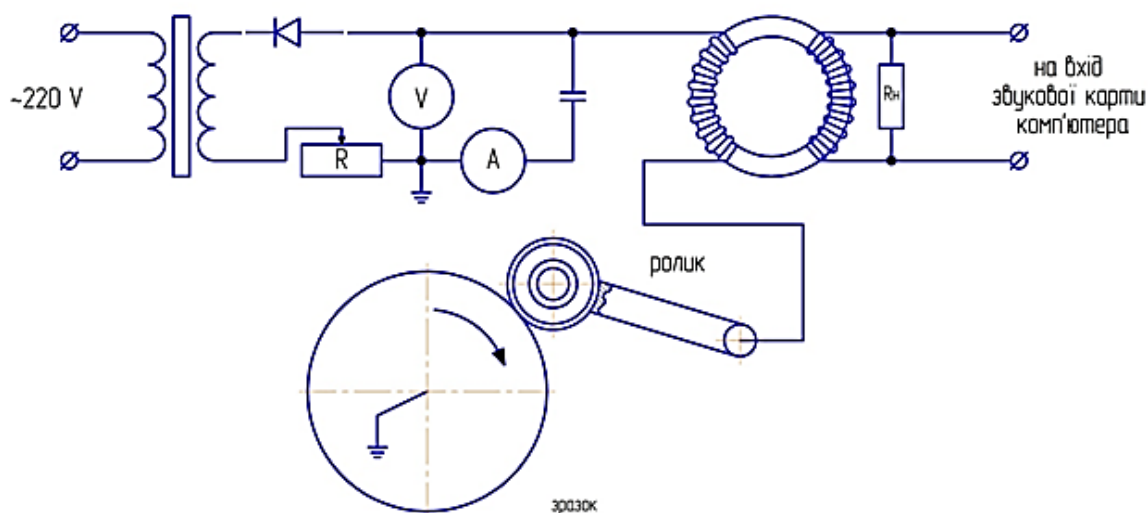


Рис. 1. Принципова схема технологічного інструмента

Особливістю методики досліджень є використання інформації спектра, отриманого при вимірюванні (рис. 2, 3). В ході експериментів фіксувались спектри сигналів наведених в вимірювальній обмотці трансформатора, який увімкнений в ланцюг напруги розряду (рис. 4), а також спектри сигналів при тривалій обробці (рис. 5). Обговорення отриманих результатів у вигляді спектрограм, дозволяє припустити, що ефективність процесу відповідає кожній з спектрограм, які залежать від площини охопленої спектрограмою, тобто енергія процесу:

$$S \equiv E = k \int_0^{f_{max}} [A(t)dt], \quad (1)$$

де S – площа;

E – витрати енергії;

$A(t)$ – АЧХ;

f – частота;

k – коефіцієнт пропорційності.

Представлені результати проведених експериментальних досліджень, в результаті яких показана чутливість обраного джерела інформаційного каналу до постійно змінюваних умов. Опираючись на них, визначені напрямки подальших досліджень у вигляді випробування на тривалість зносу модифікованого поверхневого шару.

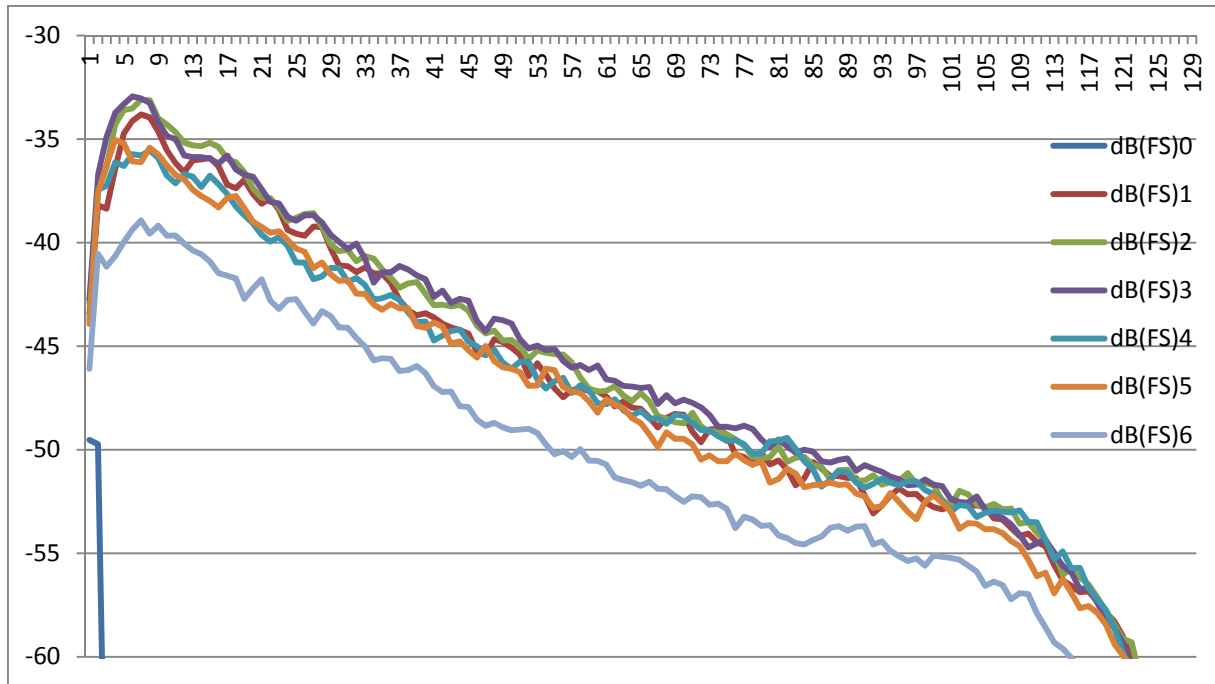


Рис. 2. Спектры сигналів, наведених в вимірвальній обмотці трансформатора

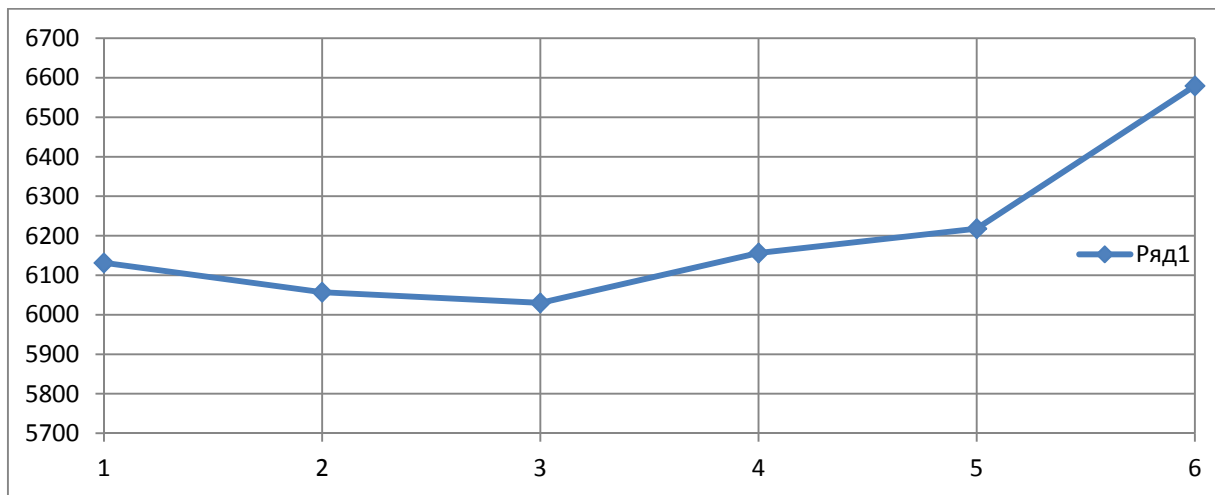


Рис. 3. Площини під спектром

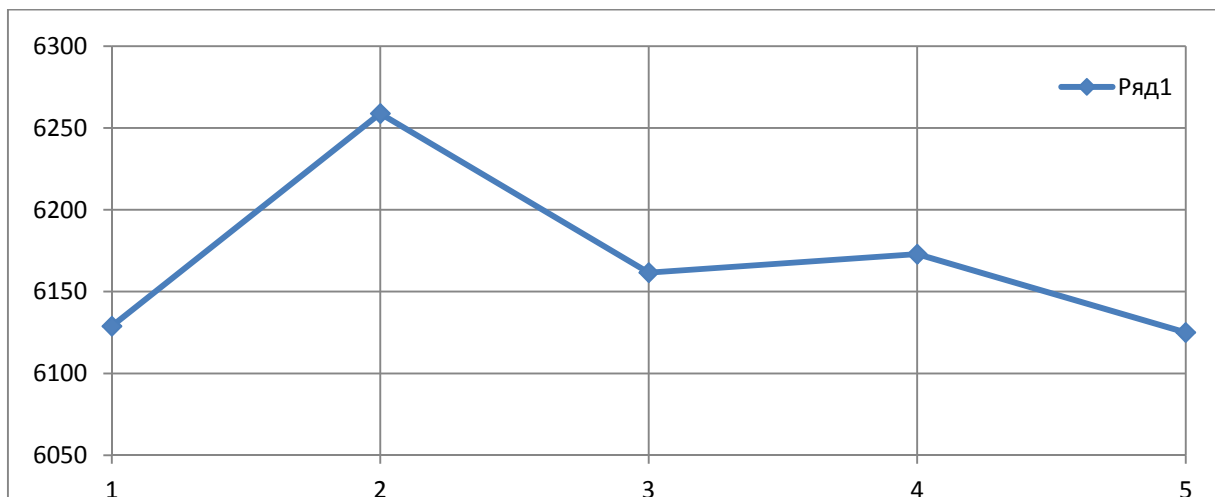


Рис. 4. Площини під спектром при тривалій обробці

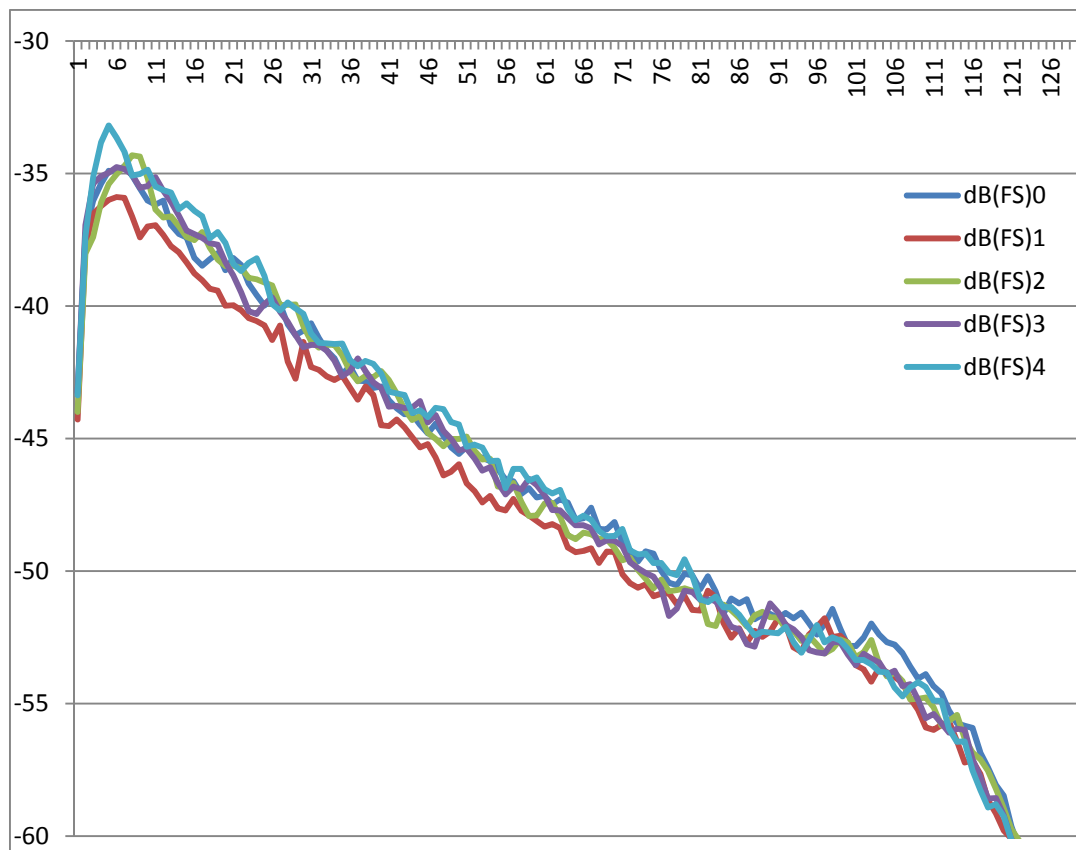


Рис. 5. Спектри сигналів при тривалій обробці

ВИСНОВКИ

Розроблений спосіб впливу на робочу поверхню деталей машин дозволяє змінити їх властивості з використанням електро-розрядної обробки. Встановлено можливість керування властивостями поверхні обробленої електро-розрядами високого струму за допомогою спеціального ролика. Запропонований спосіб контролю енергії, яка затрачується, як інтегральної характеристики спектрограми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Материаловедение : учеб. для студ. вузов / В. С. Кушнер, А. С. Верещака, А. Г. Схиртладзе, Д. А. Негров, О. Ю. Бургонова ; под ред. В. С. Кушнера. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2008. – 224 с.*
2. *Jain V. K. Nanofinishing Science and Technology / V. K. Jain // Basic and Advanced Finishing and Polishing Processes (Taylor & Francis Group, 2017–617p.)*
3. *Elman C. Jameson, Electrical Discharge Machining / Elman C. Jameson // Society of Manufacturing Engineers, 2001. – 329p.*
4. *Завойко О. С. Теоретичні основи електротехнології зміцнення металів / О. С. Завойко [Текст] / О. С. Завойко ; Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : Рута, 2004. – 124 с.*
5. *Источники питания для электроискрового легирования / Фурсов С. П., Парамонов А. М., Семенчук А. В., Семенник А. В. – Кишинев : Штиинца, 1978. – С. 118.*
6. *Ємець В. В. Дослідження впливу обробки роликком-розрядником поверхневого шару деталі / В. В. Ємець, О. О. Пелипинко // Перспективні технології на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень та комп'ютерного конструювання матеріалів : Збірка тез доповідей Десятої міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 20–21 квітня 2017 р., Київ, Україна. – К. : «КПІ імені Ігоря Сікорського». – С. 41–42.*