

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Кондакова Андрія Вадимовича «Технологічне забезпечення керованого формування параметрів поверхневих шарів сталей при електроерозійній обробці дротяним електродом», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка»

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота, що подана до захисту, в умовах економічних проблем, що існують в Україні та світі, присвячена вирішенню актуальної проблеми – підвищенню ефективності управління формуванням геометричних параметрів та фізико-механічних властивостей деталей після електроерозійної обробки та відповідно збільшення ресурсу експлуатації важконавантажених відповідальних сталевих деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування. Для вирішення цієї проблеми автор пропонує застосовувати високопродуктивний, гнучкий, з високим рівнем відтворюваності, процес електроерозійного дротяного вирізання. Розроблені технологічні принципи його побудови, методи розрахунку та отримані дослідні зразки. Розвинуто механізм різання та загартування, встановлені взаємозв'язки між головними технологічними параметрами процесу обробки та визначений їх вплив на формування заданої мікрогеометрії та фізико-механічні властивості поверхні деталей.

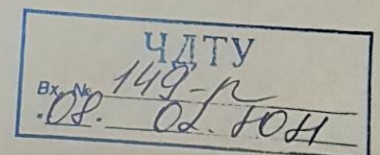
Обґрунтованість наукових положень. Наукові положення та результати, які викладені у дисертаційній роботі обґрунтовані та підтверджені автором низкою виконаних теоретичних та експериментальних досліджень із застосуванням сучасних методик і лабораторного обладнання, спрямованих на підвищення ефективності використання електроерозійної обробки для покращення якості робочих поверхонь відповідальних сталевих деталей.

Одержані результати досліджень пройшли лабораторне опробування та рекомендовані для використання у промисловості України.

Наукова новизна та значення результатів роботи для науки і практики. Наукова та практична цінність отриманих результатів у роботі Кондакова А.В. полягає у тому, що: вперше показано визначальний вплив тривалості імпульсу струму на процес формування термічно зміцненого шару поверхні зразків. При цьому визначено, що величина енергії розряду, яка виділяється на аноді має другорядний вплив на цей процес.

В дисертаційній роботі вперше встановлено, що в зоні термічного впливу сталевих зразка після дротяного електроерозійного вирізання, максимальна напруга розтягу скорочується зі збільшенням кількості додаткових проходів.

Вперше в даній роботі отримана система рівнянь, яка дозволяє на етапі проектування технологічного процесу електроерозійного дротяного вирізання для відомих: енергії розряду, що



виділяється на аноді, тривалості розряду та коефіцієнта перекриття лунок - розраховувати базові параметри шорсткості для широкої номенклатури вуглецевистих та легованих сталей.

Не менш важливим результатом, наведеним у роботі, є розроблена методологія прогнозування шорсткості оброблених поверхонь при багатопрохідній електроерозійній обробці з енерго-часовими параметрами розрядів характерними для генераторів сучасних електроерозійних вирізних верстатів, що дозволить підвищити умови роботи в парі тертя і забезпечувати високі експлуатаційні властивості відповідальних деталей.

Рекомендації щодо використання результатів. Одержані результати можуть бути використані для розробки технологічних процесів дротяного електроерозійного вирізання у багатьох галузях промисловості, а також для створення технологічної бази даних для керованого формування параметрів поверхневих шарів сталей необхідних для тих чи інших умов експлуатації деталей.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Результати аналізу роботи, в тому числі за допомогою перевірки тексту дисертації з використанням системи виявлення текстових збігів, свідчать про відповідність дисертації принципам академічної доброчесності.

Повнота опублікованих результатів дисертації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 5 наукових праць, у тому числі 3 статті у наукових фахових виданнях (з них 1 стаття у іноземному періодичному виданні, 2 - у рекомендованих фахових виданнях України) та 2 тези доповіді в збірнику матеріалів конференцій. Вказані публікації відображають основний зміст дисертації, об'єм та характер проведених теоретичних та практичних досліджень.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідалися на наукових конференціях: студентської науково-практичної конференції ЧДТУ (18-20 квітня 2017 р.); міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття в країнах Європи та Азії» (31.01.2018)

Оцінка змісту роботи. Дисертаційна робота Кондакова А.В. складається: з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 143 найменувань, додатків; містить 190 сторінку машинописного тексту, 67 рисунків та 20 таблиць.

У **вступі** до дисертаційної роботи висвітлена актуальність теми, сформульована мета та основні положення, які подаються на захист, обґрунтовані наукова новизна та практична цінність роботи, надана інформація про апробацію результатів і публікації за темою роботи.

Перший розділ містить аналіз сучасного стану питання, що вивчається, визначення мети та формулювання задач дослідження.

Проведений детальний аналіз параметрів сучасних генераторів технологічного струму електроерозійних вирізних верстатів та механізми їх впливу на продуктивність процесу різання та якість сформованих поверхонь. Проаналізовано вплив характеристик дротяного електроду-інструменту на процес електроерозійного вирізання. Розглянуто відомі моделі формоутворення поверхні при електроерозійній обробці та особливості формування структури поверхневих шарів.

Другий розділ присвячено опису технологічного обладнання, методик виконання експериментальних досліджень та розробці методики розрахунків залишкових напружень, що виникають у результаті електроерозійної обробки та контактних навантажень.

Наведено методику визначення мікрогеометрії, структури та фізико-механічних властивостей поверхневих шарів сталей в умовах наближених до реальних.

У **третьому розділі** наведені результати розрахунків базових параметрів шорсткості в залежності від змін режимів роботи генератора. Показано збільшення енергоефективності процесу руйнування конструкційної сталі 45 в обраному діапазоні. Для групи вуглецевистих та легованих сталей отримана система рівнянь, яка дозволяє на етапі проектування технологічного процесу електроерозійного дротяного вирізання для відомих енергії розряду, що виділяється на аноді, тривалості розряду та коефіцієнта перекриття лунок розраховувати основні геометричні параметри оброблюваної металевої поверхні. Отримані закономірності виникнення та впливу вібрацій дротяного електроду-інструменту на формування мікрогеометрії оброблених поверхонь. Розроблено математичну статистичну модель для розрахунку впливу вібрацій дротяного електроду-інструменту на мікрогеометрію оброблюваних поверхонь.

Адекватність результатів моделювання і експериментів підтверджується при порівнянні розподілу температур при впливі одиничної зміцненої зони в результаті моделювання з розмірами зміцненої зони, яка спостерігається на шліфах. Зони оплавлення, загартування з твердого стану та перехідної зони на шліфах відповідають границям температур перетворень на графіку розподілу температур, отриманому в результаті розрахунку.

У **четвертому розділі** наведено результати структурних та фізико-механічних досліджень а також досліджень мікротвердості оброблених деталей, проведено аналіз отриманих експериментальних даних, встановлено технологічні закономірності процесу електроерозійної обробки, проведено аналіз результатів вивчення характеристик якості поверхневих металевих шарів. Висунуто, обґрунтовано та експериментально підтверджено гіпотезу про те, що при електроерозійній обробці вуглецевистих та легованих сталей за використання розрядних імпульсів струму з енергетичними та часовими параметрами характерними для сучасних електроерозійних вирізних верстатів - домінуючий вплив на формування товщини термічно зміцненого шару має тривалість імпульсу струму. Проведена серія чисельних експериментів в цілому підтвердила отримані експериментальні результати, що дозволяє з похибкою, що не перевищує 15% використовувати їх для прогнозування та керування формуванням необхідної за умовами експлуатації товщини термічно зміцненого шару при електроерозійній обробці широкої групи конструкційних та інструментальних вуглецевистих та легованих сталей.

Загальні висновки щодо дисертації. Дисертація Кондакова А.В. є актуальною, завершеною комплексною науково-дослідною роботою, яка містить нові результати, що розкривають наукові та практичні досягнення. Дослідження виконувались із застосуванням ефективних методик та сучасного обладнання при проведенні статистичного та математичного аналізу та вивчення змін структури, властивостей, структурно-фазового складу, фізико-механічних властивостей досліджуваних матеріалів. Приведені в роботі висновки, пропозиції та рекомендації безумовно мають наукову та практичну цінність.

Матеріали дисертації відображені у достатній кількості фахових та міжнародних наукових виданнях, тезах доповідей.

Зауваження до роботи:

1. При аналізі розділу 2.2.3 не зрозуміло у чому полягає оригінальність та доробок автора у наведеній методиці вимірювань мікротвердості за методом «Вікерса»?
2. Викликає сумніви ствердження автором про «нормальний» (Гаусовий) розподіл енергії по площі контакту каналу розряду (рис. 3.6, розділ 3.1.3).
3. Наявна певна декларативність деяких висновків про те, що «електроерозійна обробка є одним з найбільш найновітніших та масових способів обробки металів», адже в роботі відсутнє порівняння з іншими методами обробки (плазмова, лазерна, гідроабразивна та інше.)
4. В роботі (розділ 2.2.2) є посилання на стандартну методику визначення шорсткості поверхні деталей (ISO4287-1997), а у розділі 3.3 наведено посилання на стандарт ДСТУ ISO 4287:2012, незрозуміло у чому різниця між ними?
5. Незрозуміло також, навіщо автор повторно наводить формули для визначення основних параметрів що характеризують нерівності поверхні (3.21, 3.23, розділ 3.3), які вже раніше наведені у розділі 2.2.2?
6. В роботі відсутнє обґрунтування вибору досліджуваних матеріалів. Також викликає сумніви достатньо сміливе ствердження автора, що вибрані вуглецевисті та леговані сталі мають відмінності величин теплофізичних характеристик, які не перевищують 10% (розділ 4.2).
7. В роботі зустрічаються деякі помилки, наприклад, недостатня інформативність рисунків, оскільки не всі необхідні параметри вказані (рис. 3.10, 3.11 та інші), допущені окремі описки та неточності.

Заключення. Дисертація А.В. Кондакова за рівнем теоретичних і експериментальних досліджень є завершеною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, що у сукупності вирішують важливу науково-прикладну задачу управління процесом електроерозійного дротового вирізання з метою покращення якості виробів і відповідає спеціальності 131 – «Прикладна механіка».

Дисертаційна робота за змістом та одержаними результатами, незважаючи на зауваження, за актуальністю обраної теми, обґрунтованістю наукових положень, сформульованих висновків і рекомендацій, їх новизною, повнотою викладення результатів в наукових публікаціях та відсутністю порушень академічної доброчесності відповідає вимогам пунктів 9-12 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора

філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 року №167, а її автор – Кондаков Андрій Вадимович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка».

Офіційний опонент,
старший науковий співробітник
Фізико-технологічного інституту
металів і сплавів НАН України,
кандидат технічних наук



Шатрава О.П.

Підпис Шатрави О.П. "ЗАСВІДЧУЮ"
Вчений секретар ФТІМС НАН України.



Лахненко В.Л.