

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Заставського Костянтина Олеговича

на тему «Формування інструментального середовища при магнітно-абразивному обробленні в великих магнітних зазорах»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 – Механічна інженерія

за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

Актуальність теми дисертації.

Метод магнітно-абразивного оброблення (МАО) є одним із сучасних і перспективних методів фінішного оброблення деталей складної просторової форми (таких як лопатки газотурбінних двигунів, різальний та медичний інструмент, тощо) магнітно-абразивним інструментом (МАІ), й відрізняється комплексним впливом на оброблювану поверхню (зокрема мікрогеометрію поверхні – шорсткість, форму й радіус округлення кромek лопаток ГТД чи різального інструмента, а також стан фізико-механічних властивостей поверхневого шару – мікротвердості, наклепу, залишкових напружень та ін.). Зокрема метод МАО з кільцевим розташуванням робочої зони дозволяє працювати з відносно великими й змінюваними у часі зазорами. Суть МАО полягає у використанні магнітно-абразивного інструменту (МАІ), який формується в процесі МАО з магнітно-абразивного порошку (МАП) під дією магнітного поля. Змінюючи індукцію магнітного поля можна керувати жорсткістю МАІ й таким чином управляти продуктивністю і якістю оброблення.

В дисертаційній роботі Заставського К. О. вирішується актуальне науково-практичне завдання підвищення ефективності процесу МАО деталей складної просторової форми і з матеріалів широкого спектру магнітних властивостей: феро-, пара- та немагнітних, на верстатах з кільцевим розташуванням робочої зони й у великих магнітних зазорах. Завдання вирішено шляхом експериментально-аналітичного визначення силових характеристик процесу як основи для дослідження механізму формування інструментального середовища та супровідних явищ залежно від впливу технологічних умов процесу, реологічних характеристик МАІ, розмірів, форми та матеріалу деталей. Експериментальні дослідження такого плану з метою підвищення ефективності МАО деталей на верстатах з кільцевим розташуванням робочої зони й у великих магнітних

зазорах до цього часу не проведено. Тому тема дисертаційної роботи є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження, суть яких викладена далі, полягає в наступному:

1. Вперше для умов МАО деталей з матеріалів широкого спектру магнітних властивостей на верстатах з кільцевим розташуванням робочої зони й у великих магнітних зазорах визначено експериментально тангенціальну й нормальну складові сили, яка виникає в результаті взаємодії МАІ з оброблюваною деталлю, залежно від змінювання основних технологічних факторів: індукції магнітного поля, швидкості оберткових рухів деталі та подачі останньої, типу, форми та розміру частинок МАП і їхніх реологічних властивостей, що дозволило дослідити механізм формування інструментального середовища та супровідних явищ й сформулювати відповідні рекомендації здійснення процесу МАО.

Оскільки експериментального визначення складових сили взаємодії МАІ з оброблюваною деталлю для вказаних умов МАО до цього часу не проведено, науковий результат є новим, а його достовірність підтверджена апробацією публікацій здобувача методик вимірювання ефективного моменту тертя й сили опору МАІ руху подачі деталі, описаними у розділі 2 дисертаційної роботи включно із вдалою конструкцією відповідних вимірювальних пристроїв, що в сукупності забезпечило достовірність результату.

2. Вперше встановлено експериментально, що на нелінійне підвищення з часом оброблення радіусу заокруглення крайок деталі складної форми впливають лінійний розмір деталі й розташування крайки до вектору сили опору МАІ: більша інтенсивність видалення матеріалу (в 1,5 рази) має місце на фронтальній кромці на деталі малого розміру, вона має екстремум по часу оброблення й обумовлена дією сил тертя з МАП через подачу деталі, а менша – на бічних крайках на деталі великого розміру через ущільнення МАП поблизу малорухомої зони й конусоподібних утворень МАІ, запропоновано коефіцієнт форми деталі для питомої сили опору, що дозволяє порівнювати й прогнозувати видалення матеріалу під час МАО.

3. Уточнено фізичну модель механізму формування МАІ та особливостей його взаємодії з поверхнями деталей складної форми у великих магнітних зазорах на верстатах з кільцевим розташуванням робочої зони, а саме: встановлено експериментально відмінності у структурі МАІ залежно від

лінійного розміру деталі, вплив природи й зернистості МАП, зміну сили опору МАІ з часом, відмінності останньої залежно від магнітних властивостей деталі, факт аномального підвищення на 20...70% сили опору залежно від форми за максимального розміру деталей з феромагнітними властивостями, що забезпечило підвищення технологічної спроможності МАО шляхом використання потенційних можливостей формування МАІ.

Зазначені наукові результати відображають специфіку формування інструментального середовища процесу МАО в частині оброблення деталей складної форми у великих магнітних зазорах, яка до цього часу не була досліджена, тому вони є новими, а їхня достовірність підтверджена відповідним матеріалом у розділах 4-5 представленого дисертаційного дослідження й апробацією відповідних публікацій здобувача.

Загалом наукова новизни відображає результати особистого внеску дисертанта у масив досліджень у даному напрямку.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Заставського К. О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 131 – Прикладна механіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми "Прикладна механіка".

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям "Дослідження властивостей магнітно-абразивного інструменту при обробці в умовах кільцевої ванни". Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Заставського Костянтина Олеговича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело. Тому представлене дисертаційне дослідження не порушує принципи академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Стиль викладення результатів є послідовним й доступним для кваліфікованого рецензента або опонента. Висновки по роботі викладені ясно і зрозуміло. Однак дисертаційна

робота має певні недоліки використання загальноприйнятої термінології чи застосованих здобувачем власних термінологічних визначень, є зауваження до оформлення дисертаційної роботи.

Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 112 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, дослідною тематикою. Сформульовано об'єкт, предмет і мету, а також задачі дослідження, наведені наукова новизна й теоретичне та практичне значення отриманих результатів, вказано особистий внесок здобувача у виконану роботу. Подана інформація про апробацію роботи, структуру та обсяг дисертаційної роботи.

У першому розділі наведено аналіз явищ, що супроводжують процес формування інструментального середовища під час МАО, а саме: особливості процесу МАО, аналіз факторів що впливають на формування МАІ та сили, що діють під час оброблення, схеми та кінематика оброблення, вплив форми деталі та її магнітних властивостей, аналіз попередніх досліджень сил, що виникають під час МАО, сформульовано мету й задачі дослідження.

У другому розділі описано методику проведення експериментальних досліджень формування інструментального середовища під час МАО деталей складної просторової форми у великих магнітних зазорах, а саме: описано обладнання для проведення досліджень, наведено характеристику зразків для дослідження сил, використовуваних магнітно-абразивних порошків, методики дослідження тангенціальної й нормальної складових сили взаємодії МАІ з оброблюваним зразком через вимірювання ефективного моменту тертя й сили опору МАІ руху подачі деталі, вимірювання локальної індукції магнітного поля, вимірювання радіусу заокруглення крайок зразка деталей складної форми.

У третьому розділі наведено результати експериментального дослідження тангенціальної та нормальної складових сили, яка виникає під час МАО, а саме: впливу технологічних параметрів процесу МАО на сили тертя в парі МАІ-поверхня деталі, дослідження сили опору МАІ руху подачі деталі, визначення відношення питомої сили тертя до питомої сили опору МАІ.

У четвертому розділі наведено результати експериментального дослідження впливу лінійних розмірів деталі на силу опору МАІ, а саме: залежності останньої, питомої сили опору МАІ від розмірів деталі й технологічних умов, впливу швидкості оброблення, результати дослідження сили опору МАІ під час оброблення тонкої деталі типу лопатка ГТД.

У п'ятому розділі наведено результати експериментального дослідження впливу форми й розміру деталі на складові сили, яка виникає під час МАО, а

саме: явища ущільнення формувань МАП між полюсними наконечниками та сталевую деталлю, відмінностей характеру оброблення феромагнітних та немагнітних деталей, визначення питомої сили опору МАІ за зміни форми деталі.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 12 наукових публікаціях здобувача, серед яких 6 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача відповідає науковому рівню видань, в яких вони опубліковані, принципи академічної доброчесності в публікаціях витримані. Основні наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Наведене на стор. 18 дисертаційної роботи формулювання мети дослідження, а саме «Формування інструментального середовища при магнітно-абразивному обробленні в великих магнітних зазорах кільцевого типу, та дослідження явищ, які супроводжують процес оброблення з урахуванням впливу технологічних умов процесу, реологічних характеристик МАІ, розмірів, форми та матеріалу оброблюваних деталей» не відображає позитивного характеру дослідження для використання у практичних цілях, наприклад підвищення ефективності оброблення, про що йдеться у преамбулі до наукової новизни на стор. 20.

2. Пп. 2 і 3 наукової новизни – це формулювання у загальних рисах, як пункти про виконану роботу, не наведені встановлені наукові факти, характер взаємозв'язків між «входом» і «виходом», закономірності, що дозволяють використати їх у практичних цілях.

3. Є неочевидним сенс введення здобувачем власного термінологічного визначення «параметр коефіцієнту тертя» як відношення питомої сили тертя до питомої сили опору. Оскільки для процесу МАО питома сила тертя є «відповідальною» за видалення матеріалу з деталі, чому б по аналогії з коефіцієнтом шліфування не назвати зазначене відношення коефіцієнтом ефективності МАО?

4. В дисертаційній роботі відсутні у явному вигляді практичні рекомендації з ефективного фінішного оброблення деталей методом МАО, задекларовані п. 6 задач дослідження.

5. Зауваження до оформлення дисертаційної роботи:

– наявні окремі недоліки з втрати здобувачем змістовності тексту або помилки у викладенні результатів (стор. 2 – анотація, 22, 56, 73 – висновки до розд. 3);

– наявні похибки автоматизованого перекладу на українську мову (стор. 17 – вступ, 27 – дві, 56, 63, 71);

– викликає сумнів обґрунтованість вживання в роботі термінів «гібридний інструмент» (стор. 6 – ключові слова), «реальна величина сил» (стор. 2), «реальні сили» (стор. 19, 20, 21, 42, 45), «реальні значення сил» (стор. 37, 39, 43), або «сили лобового опору» (стор. 3-4, 71, 74, 87, 99, 121), «сила лобового опору» (стор. 84, 104-106, 109, 111), «сила опору» (стор. 2-5, 46, 48, 66-67, 75-82, 85-88, 92-102, 106-112, 114-115, 119-123), «сили опору» (стор. 3-4, 45-46, 51, 67-69, 73, 75, 78, 86, 88, 92, 96, 98, 102, 111, 113, 115), «сила питомого опору» (стор. 115), «коефіцієнти питомого опору» (стор. 113), «сили тангенційного походження» (стор. 70);

– наявна незначна кількість граматичних помилок (стор. 2-5, 20, 37, 67, 97, 121).

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

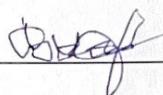
Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Заставського Костянтина Олеговича на тему «Формування інструментального середовища при магнітно-абразивному обробленні в великих магнітних зазорах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 13 – Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Заставський Костянтин Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.


Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник
відділу формування прецизійних
елементів складнопрофільних виробів
Інституту надтвердих матеріалів
ім. В. М. Бакуля НАН України,
доктор технічних наук, с.н.с.

 Сергій СОХАНЬ

Підпис д. т. н. С. Соханя засвідчую

Учений секретар ІНМ НАН України,
кандидат технічних наук

 Володимир СМОКВИНА



« ____ » _____ 2024 року