

## **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.**

Магнітно-абразивний інструмент це інструмент, що формується з магнітно-абразивного порошку у ході магнітно-абразивного оброблення. Формування визначається низкою факторів різного походження (типом та розміром частинок магнітно-абразивного порошку, величиною магнітної індукції, типом магнітної системи, кінематикою та динамікою процесу і т. д.). Процес магнітно-абразивного оброблення в великих магнітних зазорах є особливо вигідним при фінішному обробленні виробів складної форми таких як різальний інструмент, лопатки газотурбінних двигунів і т. д. Багатофакторність умов формування інструменту від створює складності в його дослідженні та ефективному використанні.

Суттєвою проблемою в широкому використанні методу магнітно-абразивного оброблення є необізнаність в реальних силах, процесах та явищах, що мають місце під час оброблення. Ця необізнаність прямо впливає на можливість формування ефективного магнітно-абразивного інструменту та є критичною проблемою у розрахунку верстатів для проведення оброблення через неможливість коректної постановки технічного завдання.

Дисертаційна робота Заставського К. О. присвячена визначенню особливостей формування магнітно-абразивного інструменту та дослідженню явищ, що супроводжують процес оброблення з урахуванням впливу технологічних умов процесу, реологічних характеристик МАІ, розмірів, форми та матеріалу оброблюваних деталей.

**Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1) Вперше визначено реальні сили, що діють в результаті взаємодії МАІ з оброблюваними деталями при МАО деталей різних форм, виготовлених з феро- та парамагнітних матеріалів з урахуванням зміни технологічних факторів, таких як індукція магнітного поля, швидкість рухів при обробленні, типу, форми та розміру частинок МАП.



2) Вперше досліджено вплив реологічних властивостей МАІ в умовах великого магнітного зазору на процеси силової взаємодії, що відбуваються між МАІ і реальною деталлю при МАО з урахуванням характеристик оброблюваної деталі та магнітно-абразивних порошків.

3) Експериментально підтверджено теоретичні припущення, щодо впливу характеристик МАІ та технологічних факторів на силову взаємодію деталі та МАІ при МАО у великих магнітних зазорах. Визначено зв'язок силової взаємодії між оброблюваною деталлю та МАІ та процесами видалення матеріалу при МАО.

4) Запропоновано уточнення механізму формування МАІ і особливостей його взаємодії з поверхнями деталей складної форми виготовлених з матеріалів з різними магнітними властивостями в умовах великих магнітних зазорів кільцевого типу.

Варто зазначити, що більшість результатів дослідження були отримані в перше та являють собою важливу наукову базу для подальших досліджень. Належна обґрунтованість та достовірність результатів забезпечена великою кількістю емпіричних дослідів, використанням різноманітних методичних прийомів аналізу поставлених проблем, достатньою джерельною базою та апробацією отриманих результатів.

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 механіката 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" за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Заставського К. О. 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.

Робота Заставського К. О. відповідає принципам академічної доброчесності.

**Мова та стиль викладення результатів**



Дисертаційна робота Заставського К. О. написана українською мовою в науковому стилі. Дисертація чітко структурована, відзначається цілісністю та логічністю викладу матеріалу.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 138 сторінок.

У вступі зазначено актуальність роботи, її наукова новизна, мета та задачі що ставилися у дослідженні.

У першому розділі, що присвячений огляду проблематики формування інструментального середовища при магнітно-абразивному обробленні, розкрито фактори та чинники, що прямо впливають на формування магнітно-абразивного інструменту. Аналіз технічної літератури довів обмеженість інформації про силову взаємодію при магнітно-абразивному обробленні та відсутність інформації про дослідження сил, що виникають між деталлю та магнітно-абразивним інструментом при обробленні в умовах великих магнітних зазорів. Цей аналіз підтвердив актуальність теми та дав змогу обґрунтувати задачі досліджень дисертації.

У другому розділі наведено методику дослідження сил, що виникають між деталлю та магнітно-абразивним інструментом при МАО в умовах великих магнітних зазорів, зокрема дослідження тангенціальної та нормальної складової.

У третьому розділі представлені результати дослідження нормальної та тангенціальної складової сил, що виникають між деталлю та магнітно-абразивним інструментом. Встановлено, що магнітні властивості матеріалу деталі мають суттєвий вплив на величину сил, що виникають при обробленні. Також визначено вплив технологічних факторів (таких як швидкість оброблення, магнітна індукція, тип та розмір частинок магнітно-абразивного порошку) на силову взаємодію між деталлю та магнітно-абразивним інструментом. Подальший аналіз цих результатів дозволив визначити коефіцієнти тертя у парі деталь – МАІ та їх зміну від зміни технологічних факторів.

У четвертому розділі показано результати дослідження сили опору при зміні розмірів оброблюваної деталі. Визначено, що зміна розміру феро- та парамагнітних деталей по-різному впливає на зміну величини сили опору через відмінний механізм взаємодії деталей за формоутвореннями магнітно-абразивного інструменту. Підтверджено наявність явища розриву веретеноподібних формоутворень магнітно-абразивного інструменту при обробленні тонких деталей. Розглянуто причини та наслідки періодичних коливань сили опору та вплив технологічних параметрів на величину цих коливань.



У п'ятому розділі визначено, що зміна форма деталі практично не впливає на зміну сили опору при обробленні. Встановлено явище розширення «мертвих зон» магнітно-абразивного інструменту, що впливає на величину сили опору та підтверджено здатність цього явища до інтенсифікації процесу оброблення.

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 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Варто зазначити, що результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені автором у його наукових публікаціях. Кожна публікація автора має прямий зв'язок з розділами дисертації. Крім того, у цих працях відсутній плагіат і дотримано принципи академічної доброчесності.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу у цілому, варто звернути увагу на декілька дискусійних положень та зауважень. Зокрема:

1. При наведенні експериментальних результатів вимірювань сил опору з боку МАІ при МАО зразків різної форми, виготовлених з різних матеріалів у вигляді гістограм доцільно було б надати інформацію про довірчі інтервали отриманих даних.

2. При визначенні коефіцієнту форми деталей по результатам значень сил питомого опору з боку МАІ зразків при МАО (табл.5.3) бажано було б його виконувати по відношенню до значень питомого опору притаманного зразкам з трикутним перетином при умові їх руху в МАІ, коли лобова поверхня є плоска. Саме за таких умов різниця в силах опору з боку МАІ для зразків з феромагнітних і парамагнітних матеріалів практично відсутня, не залежить від напруженості магнітного поля в робочих зонах, визначається тільки величиною міделевого перерізу (табл.. 5.2, табл. 5.2, рис. 5.7 і рис.5.8) .

3. При дослідженнях впливу розмірів деталей на ефективність процесу МАО, виконаних по характеру видалення матеріалу з дослідних зразків бажано було б не обмежуватися обробленням з використанням магнітно-абразивного порошку з розміром частинок 400/315 мкм. При цьому з'явилося б додаткове підтвердження або спростування ефекту розриву веретеноподібних ущільнень в МАІ при МАО тонких деталей типу лопаток ГТД.

4. При ствердженні наявності переважної пластичної деформації поверхневого шару бажано було б не обмежуватися візуальним аналізом



оброблених поверхонь, а навести зміни в величині поверхневої твердості оброблених поверхонь деталей, виготовлених з різних матеріалів.

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.

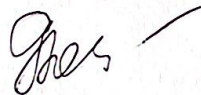
#### **Висновок про дисертаційну роботу**

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 механічної інженерії. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.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

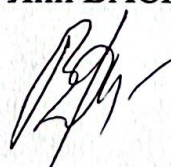
#### **Офіційний опонент:**

Завідувач кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту та технологій Донбаської державної машинобудівної академії д. т. н. проф.



Яна ВАСИЛЬЧЕНКО

Підпис завідувачки кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту та технологій Донбаської державної машинобудівної академії доктора технічних наук професора Яни ВАСИЛЬЧЕНКО завіряю:



Віктор КОВАЛЬОВ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року