

## ВІДГУК

офіційного опонента

Скоркіна Антона Олеговича

на дисертаційну роботу Волошкіної Ірини Віталіївни  
«Удосконалення процесу алмазного шліфування надтвердих  
матеріалів за рахунок управління контактними напруженнями»,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 131- Прикладна механіка

### Актуальність теми

Синтетичні полікристалічні алмази (СПА) та інші надтверді матеріали становлять особливу групу оброблюваних матеріалів які мають унікальні фізико-механічні властивості і насамперед саму високу в природі твердість. Завдяки цьому існує серйозна проблема їх обробки.

На сьогоднішній день одним із найпоширеніших методів формоутворення виробів з СПА (лезові ріжучі інструменти та ін.) є алмазне шліфування. Але оскільки СПА і алмазні зерна шліфувального круга мають практично однакову твердість, то зняття припуску з оброблювального матеріалу можливе лише за рахунок його крихкого мікроруйнування. Це можливо якщо на поверхні алмазних зерен постійно утворюються гострі мікро- і субмікрокромки. Тобто потрібно постійно на протязі процесу обробки забезпечувати самозаточування алмазних зерен. Як свідчать матеріали літературного аналізу це важливіше науково-технічне питання потребує свого вирішення.

Авторка роботи вважає, що вирішити його можна шляхом удосконалення існуючих способів шліфування СПА за рахунок управління контактними напруженнями. Тому тему дисертаційної роботи Волошкіної І.В., що спрямована на вирішення науково-практичної задачі підвищення ефективності процесу обробки надтвердих матеріалів можна вважати важливою і актуальною.

Тема дисертації пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка» НТУ «ХП». Здобувачка брала участь у науково-дослідних роботах:

1. М2246 «Дослідження прискореного виготовлення складнопрофільних виробів оборонного призначення на базі адитивних технологій і фінішної алмазно-абразивної обробки», ДР № 0113U000425. Строки виконання НДР: 2020-2021 рр.. Науковий керівник НДР: д-р техн. наук, проф. А.І. Грабченко. Участь автора –

виконавець;

2. М2248 «Удосконалення процесів адитивних технологій прискореного виготовлення складнопрофільних виробів на базі лазерної стереолітографії і фінішної вібраційно-абразивної обробки», ДР № 0122U001435. Строки виконання НДР: 2022-2023 рр. Науковий керівник НДР: д-р техн. наук, проф. А.І. Грабченко, д-р техн. наук, проф. В.О. Федорович. Участь автора – виконавець.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.**

Положення та висновки, наведені в дисертації Волошкіної І. В. можна вважати обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів завдяки використанню сучасних положень теорії обробки матеріалів різанням, теорії електрохімічної обробки, класичної механіки, положення теоретичної та прикладної статистики, елементів теорії математичної обробки експериментальних даних. Для дослідження напружено-деформованого стану системи шліфування «СПА-алмазне зерно-металофаза-зв'язка круга» стосовно процесів шліфування синтетичного полікристалу алмазу алмазними кругами на органічних і металевих зв'язках використовувалася методологія 3D моделювання, заснована на методі скінчених елементів. У дисертації застосовувалося програмне забезпечення SolidWorks, КОМПАС, CorelDRAW, Visio, Maple, ToupView, Statistica, Microsoft Office та його додаток Microsoft Office Excel.

Експериментальні дослідження проводилися з використанням загальноприйнятих і запропонованих оригінальних методик на спеціальному стенді на базі універсально – заточувального верстата. Отримані результати перевірялися шляхом проведення верстатних експериментів, що також підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

**Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних (верстатних) досліджень. Всі наукові результати дисертації опубліковані, апробація результатів є достатньою.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

- вперше, враховуючи встановлений факт, що високопродуктивне шліфування СПА в умовах введення в зону обробки низькочастотних механічних коливань потребує збільшених значень швидкостей примусового видалення металевої зв'язки круга, запропоновано розширити діапазон регулювання сили струму в ланцюгу електрохімічної правки РПК шляхом зміни величини омичного опору і технологічної напруги поперемінно, що дозволяє значно поліпшити техніко - економічні показники обробки;

- вперше встановлено, що поліпшення якості формоутворення ріжучих кромок лезових інструментів з СПА в умовах введення в зону шліфування механічних коливань низької частоти заснованих на використанні енергії додаткового вантажу, що вільно падає, доцільне за рахунок використання раціональних поєднань значень параметрів механічних коливань, зокрема, потрібно прагнути використовувати верхні граничні частоти коливань для механічних вібраторів при зменшених амплітудах;

- вперше запропонований до використання такий режимний комплексний фактор, як імпульс сили, який в даному випадку є результатом поєднання таких параметрів процесу, як маса додаткового вантажу і амплітуда механічних коливань враховуючи той факт, що постійність імпульсу сили при різних поєднаннях вказаних параметрів дає практично однакові значення вихідних показників обробки при незмінних інших умовах;

- розширено уявлення відносно процесу шліфування СПА алмазними кругами на органічних зв'язках згідно з яким в умовах взаємодії двох рівнотвердих алмазних структур, алмазозного шару круга і ОМ, алмаз одночасно виступає у якості ОМ і правлячого олівця, тобто має місце комбінація і одночасна реалізація в часі двох процесів – високопродуктивного шліфування виробу з СПА і правки алмазного шліфувального круга за допомогою цього ж виробу методом «точіння»;

- отримало подальший розвиток ідея, що в основі процесу самозагострення алмазних зерен лежить можливість їх вдавлення у зв'язку круга під дією нормальної складової і їх самозагострення шляхом мікро- і макроруйнування переважно під дією тангенціальної складової сили шліфування, оскільки межа міцності алмазу на вигин практично на порядок менше ніж на стиск, що доказано

шляхом 3D розрахунків еквівалентних напружень і деформацій при моделюванні системи «СПА-алмазне зерно-металофаза-зв'язка круга»;

- отримало подальший розвиток використання коефіцієнта шліфування для оцінювання ефективності процесу шліфування для чого запропоновано встановлювати його значення на базі ефективної складової тангенціальної сили шліфування, що дозволяє більш коректно оцінювати ріжучу здатність алмазного круга при шліфуванні СПА, а, отже, і ефективність процесу шліфування в цілому.

### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Вважаю, що науково технічні результати дисертаційної роботи Волошкіної І.В. є вагомим внеском в теорію і практику алмазного шліфування надтвердих матеріалів. У наступному вона матиме продовження.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) при впровадженні в навчальний процес кафедри «Інтегровані технології машинобудування ім. М.Ф. Семка» при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю «Прикладна механіка», зокрема при викладанні дисциплін «Теоретичні основи технологій машинобудування» та «Наукові дослідження в галузі» та на підприємстві «Полтавський алмазний інструмент» – удосконалені процеси алмазного шліфування впроваджено при заточуванні лезових інструментів з синтетичного полікристалу алмазу, що дало значний економічний ефект.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях**

Результати досліджень опубліковані у 32 роботах, серед них: 3 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, прирівняна до одноосібної колективна монографія, яка пройшла рецензування і рекомендована до друку вченою радою НТУ «ХПІ»; 13 патентів України на корисні моделі і 13 тез доповідей. Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі. За темою дисертації зараховано 5 публікацій: 3 статті у

наукових фахових виданнях України, 1 прирівняна до одноосібної колективна монографія, яка пройшла рецензування і рекомендована до друку вченою радою НТУ «ХП», 1 стаття у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази даних Scopus. Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертація Волошкіної І.В. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, наведена її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

В першому розділі проаналізовано сучасні світові тенденції в області виробництва, застосування і методів обробки синтетичного полікристалу алмазу, що дало можливість виявити невирішені питання. Це дозволило висунути робочу гіпотезу, суть якої полягає у можливості підвищення ефективності процесів обробки синтетичного полікристалу алмазу удосконаленням існуючих способів алмазного шліфування шляхом керування контактними напруженнями в зоні обробки.

Другий розділ присвячений методичній частині дисертації. Тут викладена загальна методика проведення досліджень, наведено ряд приватних відомих і оригінальних методик. Значна частина останніх виконана на рівні винаходів (отримано 4 патенти на корисні моделі) і стосується контролю лінійного зносу алмазного круга і лінійного знімання СПА. Запропоновано ряд оригінальних методик контролю лінійного зносу алмазного круга як безпосередньо в зоні шліфування, так і в автономній зоні, які орієнтовані на процес шліфування СПА. Запропоновано оригінальну методику непрямого контролю лінійного знімання деталі орієнтовану на процес шліфування СПА. На основі

запропонованих оригінальних методик виконана «систематизація» методик контролю лінійного зносу круга.

В третьому розділі виконано дослідження (модельні експерименти) з застосуванням 3D моделювання напружено-деформованого стану системи шліфування з метою уточнення механізму самозаточування алмазних кругів, що у подальшому було використано для удосконалення існуючих способів шліфування СПА алмазними кругами на металевих і органічних зв'язках.

Четвертий розділ присвячено теоретико - експериментальним дослідженням направленим на удосконалення комбінованого процесу шліфування СПА алмазними кругами на металевих зв'язках з введенням в зону шліфування низькочастотних механічних коливань. Досліджено вплив режимів обробки на основні показники процесу шліфування. На 4 розробки в даному розділі отримано патенти на корисні моделі.

В п'ятому розділі проведено дослідження направлені в основному на удосконалення існуючих способів шліфування СПА алмазними кругами на органічних зв'язках. Це дало можливість забезпечити підвищення ефективності обробки СПА. Удосконалено спосіб шліфування СПА в умовах високих контактних напружень якими характеризується процес самозаточування алмазних кругів на органічних зв'язках. На 5 технічних розробок отримані патенти на корисні моделі.

Висновки за розділами та за результатами роботи в цілому сформульовані коректно і повністю відповідають змісту дисертації.

Список використаних джерел із 215 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації і достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

#### **Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих

наукових пошуків здобувачки.

**По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

1. На жаль в першому розділі здобувачка не приділила достатньої уваги альтернативним методам обробки СПА в плані порівняльних характеристик і перспектив розвитку у майбутньому.

2. Не зрозуміло чому в першому розділі авторка не приділила уваги питанню доведення робочих елементів лезових інструментів з СПА алмазними кругами на основі мікропорошків алмазу? Адже саме ця операція забезпечує остаточну якість обробки.

3. В другому розділі роботи авторка вважає, що зробила систематизацію способів контролю лінійного зносу алмазного круга. На мій погляд в даній ситуації більш коректно говорити про спрощену або навіть умовну систематизацію.

4. В розділі 3 здобувачка реалізувала ряд важливих модельних експериментів. Але при цьому вона нічого не говорить про те навіщо в системі шліфування враховувалася наявність металофази в алмазному зерні? Яка її роль в реалізації того чи іншого механізму самозаточування алмазних зерен і кругу в цілому?

5. В розділі 4 здобувачка не дає пояснень чому була використана саме така схема вібратора механічних коливань? І чому саме за пружною схемою шліфування? Може і жорстка схема в такому процесі має свій потенціал?

6. В розділі 5 авторка запропонувала оригінальні способи оцінювання ефективності процесу шліфування СПА і визначення ефективної складової тангенціальної сили різання. Фактично це можна назвати методиками. Може ці дані можна було б винести в розділ 2?

В роботі виявлені деякі недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи. А саме: за текстом іноді зустрічаються друкарські, та стилістичні помилки. Але вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної дисертаційної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Волошкіної І.В. «Удосконалення процесу алмазного шліфування надтвердих матеріалів за рахунок управління контактними напруженнями» за своїм змістом відповідає спеціальності 131 – Прикладна механіка. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в розширенні технологічних можливостей процесу алмазного шліфування надтвердих матеріалів за рахунок управління контактними напруженнями, безпосередньо, в зоні шліфування.

Подана дисертаційна робота «Удосконалення процесу алмазного шліфування надтвердих матеріалів за рахунок управління контактними напруженнями» Волошкіної І.В. відповідає спеціальності 131 – «Прикладна механіка», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувачка Волошкіна Ірина Віталіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент

Доцент кафедри  
машинобудування, транспорту і  
зварювання Української інженерно-  
педагогічної академії, к.т.н., доцент



*Anton Skorpin*  
Антон СКОРКІН

