

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук,  
професора Кузнецова Юрія Миколайовича  
на дисертаційну роботу Будар Мохамед Р.Ф. «Підвищення ефективності алмазно–абразивного інструменту для обробки високоміцних композиційних матеріалів», подану до захисту в спеціалізовану вчену раду К23.073.02 при Центральноукраїнському національному технічному університеті на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

### 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**1.1. Актуальність.** Сучасне машинобудування характеризується активним зростанням обсягів використання нових композиційних матеріалів, що володіють заданими фізико-механічними властивостями та спроможні працювати в умовах високих і низьких температур. Але обробка таких матеріалів, зокрема алмазним інструментом, пов'язана з низкою проблем.

Для найбільш застосовуваних скло- та вуглепластиків, карбон–карбонівих матеріалів ці складнощі обумовлюються наявністю в структурі композиту високоміцних армувальних волокон (вуглецевих або високомодульних скляних), які погіршують спроможність інструмента керувати впливом на зону обробки. Як правило, різання матеріалів є достатньо тривалим. За час обробки алмазний інструмент внаслідок деградації змінює стан та власні різальні властивості. Така деградація не є однорідною та пропорційною, і відбувається переважно у зонах, в яких умови обробки досить сильно відрізняються від умов усталеного різання. Зазначена особливість найбільш повно виявляється на інструментах типу алмазної струни, насадки для реноватору, трубчастих свердлах.

Виходячи із принципів та основ функціонально–орієнтованого підходу, розробка умов забезпечення ефективного оброблення виробів із

композиційних армованих матеріалів та прив'язка властивостей крайок інструменту до конкретного виду композиту є дієвим засобом, реалізація якого дозволяє не тільки покращити та стабілізувати умови різання, а і досягти більш повного використання масиву алмазних зерен, підвищити ефективність процесу в цілому.

Таким чином, розробка принципів та методик застосування функціонального підходу до створення алмазного інструменту є подальшим перспективним його розвитком, а дослідження і адаптація процесів формування кластерів робочих поверхонь за допомогою універсального метода лазерного термодформаційного спікання (ЛТДС) дозволить розв'язати важливу народно-господарську задачу, вирішення якої значно скоротить витрати алмазної сировини, підвищить ефективність обробки композитів в цілому.

Дисертаційна робота виконана відповідно до наукової тематики кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету і пов'язана з тематикою науково-дослідної роботи кафедри «Підвищення ефективності алмазно-абразивного різання карбонових композитів на основі функціонального підходу» (номер державної реєстрації №0120U104288).

**1.2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій та їхня достовірність.** Наукові положення, висновки і пропозиції у достатній мірі обґрунтовані теоретичним аналізом та експериментальними дослідженнями. Достовірність основних наукових положень, отриманих результатів і зроблених у дисертації висновків визначається основними положеннями теорії різання, механіки деформованого пружного тіла, теорії тепло- та масообміну, теорії пластичного деформування. Формулювання принципів пошуку раціональних умов роботи окремих ділянок інструментальних поверхонь здійснено з використанням теорії графів та теорії комбінаторики. Залучено сучасні методи експериментальних досліджень поверхонь твердих тіл: Експериментальні та

аналітичні дослідження виконувалися із застосуванням сучасних засобів досліджень – електронну растрову мікроскопію та енергодисперсійний рентгенівський мікроаналіз поверхні, засоби відтворення профілю поверхні.. Достовірність також підтверджена послідовністю висновків, відповідністю теоретичних результатів та експериментальних даних. Таким чином, наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертації, достовірні, а їх обґрунтування проведено з необхідною повнотою. Результати роботи в повній мірі викладено в опублікованих автором працях.

**1.3. Наукова новизна** отриманих результатів полягає у тому, що автором:

- на основі аналізу процесу алмазно–абразивного різання композиційних матеріалів вперше запропоновано математичну модель, яка враховує особливості взаємодії пружного нежорсткого інструменту із додатковими ступенями вільності з порожнистою структурою композиту, та доведено, що ця взаємодія характеризується відмінностями за локалізацією та часом. Зроблено висновок про доцільність формування робочих поверхонь інструменту у вигляді окремих кластерів;

- удосконалено функціонально–орієнтований підхід до створення алмазно–абразивного інструменту шляхом залучення процедур опису умов роботи кластерів та зіставлення із засобами – матеріальними носіями – їх формування. Показано, що відмінність функціональних особливостей кластерів описується поліномами другого порядку; врахування відмінностей дозволяє активізувати інтенсифікуючі та пригнітити стримуючі чинники процесу взаємодії;

- удосконалено математичну модель формування кластерів поверхні ЛТДС алмазного шару, яка враховує не тільки теплові процеси і явища в зоні обробки, але й динаміку руху робочих органів; запропоновано залежності для визначення розміру кластеру;

- набула подальшого розвитку теорія алмазного мікрорізання композиційних армованих матеріалів шляхом урахування динамічних явищ у

зоні різання як наслідку сукупності роботи окремих поверхневих кластерів. Показано, що більш стабільним і ефективним є різання інструментом, крок розміщення кластерів на якому відповідає кроку армування матеріалу джгутами волокон.

#### **1.4. Практична цінність.**

Практичною цінністю дисертаційного дослідження є:

- сформульовано вимоги до інструментів, що використовуються для різання високоміцних композитів типу КІМФ, розроблено й апробовано низку нових технічних рішень щодо виготовлення інструментів із нанесеним алмазним шаром, зокрема алмазних струн, полотен реноватора та кільцевих свердел;

- розроблено методику визначення функціональних особливостей жорстких (кільцевих свердел), пружних (полотен реноватора) та гнучких (алмазних струн) інструментів, призначених для обробки матеріалів, армованих скляними та вуглецевими волокнами;

- запропоновано емпіричні залежності для визначення режимів ЛТДС при формуванні кластерів робочих поверхонь пропонувані інструментів;

- наведено економічне обґрунтування застосування функціонально-орієнтованого підходу до створення алмазовмісного інструменту;

- розроблені рекомендації щодо виконання операцій різання алмазним інструментом та принципи ведення обробки передано до впровадження на підприємство ТОВ «Кіровоградський інструментальний завод «Лезо»». Отримані результати роботи, методики та моделі використовуються в навчальному процесі Центральноукраїнського національного технічного університету для викладання дисциплін «Технологія фізико-технічної обробки матеріалів» і «Технологія і обладнання фізико-технічної обробки матеріалів».

## **2. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Дисертаційна робота складається із вступу, 5 основних розділів,

