

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**рецензента, д.т.н., професора Степанова Михайла Сергійовича**

**на дисертаційну роботу Хоу Чживеня**

**«Технологічне забезпечення високої стійкості інструменту при  
механічній обробці полімерних композитів»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

Детальний аналіз дисертаційної роботи Хоу Чживеня на тему «Технологічне забезпечення високої стійкості інструменту при механічній обробці полімерних композитів», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

### **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Композиційні матеріали все ширше застосовуються в техніці для створення різних компонентів машин, у тому разі корпусних деталей та силових агрегатів. Поширення їх застосування потребує їх якісної механічної обробки. Для цього використовують різні інструменти, які дуже інтенсивно зношуються за рахунок наявності твердих складових у композиті. Знос інструменту призводить до погіршення загальної якості, зростанню температури і появи припалів, погіршення точності. Зростання температури ріжучої частини інструменту стимулює його ще більш інтенсивний знос, що призводить до посилення ефекту його затуплення. Визначення характеру зносу і критерію затуплення є одним з більш важливих завдань проектування операцій механічної обробки композитів. Вирішення задачі прогнозування

величини зносу і стійкості інструменту при обробці композитів носить вирішальний характер при проектуванні усього технологічного процесу в цілому. Ця задача безпосередньо пов'язана з вибором технологічних параметрів обробки і загострення інструменту в залежності від марки композиту.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертація виконувалась на кафедрі технології машинобудування та металорізальних верстатів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Здобувач приймав участь у якості технічного помічника керівника дисертації при виконанні держбюджетних НДР: «Розробка теоретичних основ проектування гідротурбін» (ДР №011U002566, 2019-2021, МОН України), «Створення та удосконалення теоретичних основ, підходів, методів і моделей для синтезу систем прийняття рішень в умовах невизначеності інформації на етапах дослідження, проектування і експлуатації енергоустановок АЕС і ТЕС» (ДР № 0121U111696, 2021-2023, МОН України), де здобувач проводив дослідження під керівництвом наукового керівника.

## **3. Наукова новизна одержаних результатів**

Дисертація містить наукову новизну, з найбільш суттєвих доробок роботи можна назвати:

- вперше розроблено геометричну модель зміни форми вершини інструменту з урахуванням специфіки зношування при механічній обробці полімерних композитів;
- вперше запропоновано теоретичну модель зношування інструменту, що дозволяє зв'язати втрату ваги зі зміною форми інструменту і, таким чином, оцінити ступінь зносу інструменту;
- удосконалено модель урахуванням напрямку армування до вибору режимів оброблення і початкових параметрів інструменту, яка дозволяє забезпечити високу якість і продуктивність за рахунок підвищення стійкості інструменту;
- подальший розвиток набула спадково-старіюча модель зношування, для оцінки інтенсивності зносу по задній поверхні;

– отримано подальший розвиток врахування фактору тертя безпосередньо в математичних моделях контактної взаємодії інструменту і полімерного композита.

#### **4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Практична цінність полягає у тому, що запропонований підхід визначення зношування інструменту за рахунок підрахування втрати ваги. Це дає можливість контролювати працездатність та стійкість інструменту за період роботи без проведення складних замірів на різного роду додаткових приладах. Це також дозволяє проводити корегування технологічних параметрів обробки для подальшої експлуатації інструменту, здійснювати передбачення працездатності інструменту без втрати якості обробки поверхонь.

Практична цінність роботи також підтверджується застосуванням у навчальному процесі кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів Національного технічного університету «ХП» при підготовці фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів бакалавр та магістр за спеціальностями 131 «Прикладна механіка» (спеціалізації 131-03 Технологія автоматизованого виробництва, 131-04 Металорізальні верстати та системи) та 133 Галузеве машинобудування (спеціалізація 133-08 Автоматизовані та роботизовані технологічні комплекси в машинобудуванні). Зокрема при проведенні лекційних занять з курс «Програмування обробки на верстатах з ЧПУ», «Металорізальні верстати», «Основи наукових досліджень».

#### **5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.**

За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 22 наукових праці, з них у фахових наукових виданнях, рекомендованих ДАК Міністерства освіти і науки України – 4, у реферативній базі Scopus та Web of Science – 2, наукових праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 16. Зазначене вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням,

результати якого мають значення для подальшого розвитку технології механічної обробки полімерних композиційних матеріалів.

## **6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Дисертаційна робота Хоу Чживеня «Технологічне забезпечення високої стійкості інструменту при механічній обробці полімерних композитів» є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел і додатки.

Дисертація присвячена розробці методу оцінки зношування різального інструмента. Це здійснюється шляхом визначення їм втрати ваги у процесі різання, створенню методів прогнозування стійкості та працездатності різального інструменту і забезпечення високої стійкості інструменту за рахунок постійного контролю його зношування.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси механічної обробки полімерних композиційних матеріалів і зношування інструменту в машинобудуванні. В роботі надана спроба створення та реалізації методів прогнозування стійкості та працездатності різального інструменту для обробки полімерних композитів, що забезпечують задану якість виробу. Запропоновано прогнозування зміни форми ріжучої частини у часі та визначення умов стабільної стійкості ріжучого інструменту за рахунок вибору раціональних технологічних параметрів обробки.

В першому розділі розглянуто полімерні композиційні матеріали, базові закономірності зношування і загальне формулювання проблеми. Розглянута різноманітність армування композитів, а також фізична суттєвість і характер зношування інструмента за рахунок абразивної взаємодії. Розглянуто види зношування, механізм зношування і засоби його вимірювання.

В другому розділі розглядаються особливості формування стружки. Наведені відомі методи моделювання геометрії ріжучої частини інструмента. Запропоновано технологічний критерій зношування та його зв'язок з

геометрією різальної частини інструменту. Розглянуті співвідношення для абразивного зносу.

Третій розділ дисертації присвячено розробці спадково-старіючої моделі абразивного закону зношування. Наведена специфіка розрахунку постійних, що входять до закону з урахуванням напрямку армування та вагової складової наповнювача. Запропонована математична модель визначення коефіцієнту тертя з урахуванням властивостей композиту і напрямку армування.

У четвертому розділі надана геометрична модель видалення ваги в процесі зношення інструменту, що базується на припущенні зносу вершини інструменту тільки по задній поверхні. Одержані численні співвідношення, що пов'язують технологічний критерій зношування з втратою ваги.

У розділі 5 розглянуто модель оцінки стійкості інструменту і визначенню критерію його затуплення в математичній моделі оцінки зносу інструменту через втрату ваги. Надана практична реалізація запропонованого підходу оцінки зношування через втрату ваги та аналізується загальна стратегія призначення режимів обробки.

*Висновки*, що сформульовані у роботі, свідчать, що результати дослідження є наслідок вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які пред'являються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Список літератури* охоплює предметне поле дослідження, це стосується як вітчизняних, так і закордонних публікацій. Надано повний аналіз моделювання роботи ріжучої крайки інструменту та характер абразивного зношування. Приведено загальну стратегію вибору режимних параметрів обробки, що забезпечують високу стійкість інструменту.

*Додатки* містить в себе математичне забезпечення, що розроблено автором до обчислень за геометричною моделлю, регресійний аналіз залежності зміни умовної величини зносу по задній поверхні від технологічних параметрів обробки та часу. Наведено приклад визначення

швидкості обробки і подачі за постановою загальної стратегії призначення режимів обробки з точки зору забезпечення якості обробленої поверхні при заданій стійкості інструменту.

### **7. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів підтверджена порівнянням одержаних розрахунків за запропонованою методикою з експериментальними результатами і розрахунками інших авторів, що наведені у відкритому друці.

### **8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у 4 фахових статтях, двох закордонних статтях, а також дисертант активно приймав участь в українських та закордонних конференціях, де була проведена апробація ідей, що викладено у дисертаційному дослідженні.

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

1. Не зовсім ясно з тексту дисертації як застосовувати запропонований підхід визначення ваги інструменту при обробці нового або модифікованого полімерного композита?

2. Яким чином змінюється алгоритм визначення зносу по задній поверхні інструменту, якщо використовується різець, відмінний від стандартного?

3. Яким чином враховується метод одержання полімерного композиту при визначенні технологічних параметрів обробки? Тобто враховується або ні спадковий фактор матеріалу?

4. Яка кількісна різниця в значенні технологічних параметрів при обробці уздовж і поперек волокон? Чому стверджується, що для перехресно

армованих композитів методика призначення параметрів обробки незначно відмінна від односпрямованих?

## 10. Висновки

Дисертаційна робота Хоу Чживеня є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 13 – «Механічна інженерія» та спеціальності 131 – «Прикладна механіка».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Хоу Чживеня «Технологічне забезпечення високої стійкості інструменту при механічній обробці полімерних композитів» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Хоу Чживень, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Рецензент – доктор технічних наук,  
професор кафедри технологій машинобудування  
та металорізальних верстатів,  
Національного Технічного Університету  
«Харківський Політехнічний  
Інститут»

Михайло СТЕПАНОВ

8.08.25

Підпис проф. Степанова М.С.  
завідуючого



М.С. Степанов