

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Миговича Артура Володимировича

на тему «Оптимізація процесу контурного фрезерування на верстатах з ЧПК»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 – Механічна інженерія

за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

Актуальність теми дисертації.

Контурне фрезерування складних поверхонь є одним із провідних технологічних процесів у сучасному машинобудуванні, авіакосмічній галузі та сфері швидкого прототипування. Зміна геометрії оброблюваного контуру зумовлює коливання швидкості видалення матеріалу, сили та потужності різання, що спричиняє нестабільність навантаження на інструмент, зниження точності та погіршення якості обробленої поверхні. Для запобігання цим негативним явищам на практиці часто застосовують консервативні режими різання, що призводить до зниження загальної продуктивності оброблення.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває задача підвищення продуктивності процесу контурного фрезерування шляхом стабілізації параметрів різання та вибору оптимальних режимів оброблення з урахуванням конструкторсько-технологічних обмежень.

Результати проведеного дослідження мають як наукову новизну, так і практичну значущість, а запропоновані рішення можуть бути інтегровані в сучасні цифрові виробничі системи машинобудівних підприємств.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Матеріал, представлений у дисертаційній роботі Миговича Артура Володимировича, свідчить про достатню обґрунтованість наукових положень, висновків і технічних рішень, що виносяться на захист. Усі основні положення підтверджені результатами математичного моделювання та експериментальних досліджень на верстаті з ЧПК.

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше розроблено математичну модель, що дозволяє моделювати зміну швидкості видалення матеріалу та сили різання за траєкторією руху інструмента;
- запропоновано алгоритм управління подачею для стабілізації параметрів різання, зокрема підтримання постійного значення швидкості видалення матеріалу у змінних геометричних умовах;
- сформульовано й реалізовано задачу оптимізації процесу контурного фрезерування з урахуванням технологічних та конструкторських обмежень;

Наукові дослідження виконані здобувачем на кафедрі Технології машинобудування КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом доктора технічних наук, професора Петракова Юрія Володимировича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання – розроблення задачі оптимізації та способу стабілізації процесу контурного фрезерування на верстатах з ЧПК, що дає змогу підвищити продуктивність фрезерної операції та забезпечити дотримання всіх необхідних вимог до виробу – 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 Миговича А.В. 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 «Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Миговича Артура Володимировича 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.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертацію написано українською мовою відповідно до вимог академічного стилю, характерного для технічних наук. Виклад матеріалу є послідовним, логічно побудованим і добре структурованим. У тексті використовуються загальноприйнята науково-технічна та інженерна термінологія, всі поняття подано чітко й коректно.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 142 сторінок.

Вступна частина розкриває загальну концепцію роботи, аргументує її необхідність, окреслює ключову мету та етапи її досягнення. Також у вступі сформульовано наукова новизна та прикладну цінність дослідження, наведено відомості щодо його апробації та висвітлення у наукових публікаціях.

У першому розділі досліджено існуючі проблеми, пов'язані з контурним фрезерним обробленням профілів складної геометрії. Проаналізовано підходи до управління процесом різанням, стабілізації його параметрів та функціональні

можливості сучасних САМ-систем. За підсумками аналізу наукових джерел визначено напрямки та завдання роботи.

У другому розділі представлено математичний апарат для моделювання процесу різання та розрахунку швидкості видалення матеріалу і сили різання вздовж траєкторії руху інструмента. Описано числові методи, які було покладено в основу створеної прикладної програми.

У третьому розділі запропоновано спосіб стабілізації процесу різання, який ґрунтується на управлінні подачею для забезпечення сталого значення швидкості видалення матеріалу. Представлено програмний модуль, що реалізує даний спосіб шляхом генерації управляючих програм у G-кодах. Продемонстровано результати, отримані шляхом моделювання та експериментів, що засвідчують ефективність розробленого способу у порівнянні з САМ-системами.

У четвертому розділі поставлено задачу оптимізації для процесу контурного фрезерування. Розроблено відповідну математичну модель і втілено її у прикладному програмному забезпеченні. Дієвість запропонованих рішень доведена як чисельним моделюванням, так і серією експериментів на верстаті HAAS TM-0P.

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 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus, з яких 1 стаття у виданні, віднесених до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank і Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

– в першому розділі необхідно надати аналіз методів оптимізації процесів оброблення матеріалів різанням з подальшим визначенням доцільності їх використання для контурного фрезерування;

– в роботі не обґрунтовано вибір використання багатокомпонентного тензOMETричного датчика на верстаті HAAS TM-0P та не надано можливий робочий діапазон навантажень, точність та частоту запису;

– для отримання достовірних результатів експериментальних досліджень доцільно вказати мінімальну кількість повторювань вимірювань складових сил для визначена надійності отриманих результатів;

– в роботі проведено дослідження процесу контурного фрезерування лише для однієї фрези діаметром 12 мм із покриттям TiAlCrN. Тому бажано доповнити дослідження прикладами інструментів іншого діаметра та матеріалу і видів покриття, щоб наочно продемонструвати універсальність запропонованої методики оптимізації процесу контурного фрезерування;

– в дисертаційній роботі для розв'язання оптимізаційної задачі застосовано метод лінійного програмування, що не є ефективним для багатовимірного програмування. Для вирішення таких задач оптимізації бажано використовувати методи нелінійного математично програмування, що дозволило б підвищити точність отриманих рішень.

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 Миговича Артура Володимировича на тему «Оптимізація процесу контурного фрезерування на верстатах з ЧПК» 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 13 – 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 Мигович Артур Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Рецензент:

Професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій
виробництва приладів Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
доктор технічних наук, професор

М.П.

«16» вересня 2025 року

