

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, доцента Кусого Ярослава Маркіяновича
на дисертаційну роботу Ше Сяньнін
«Підвищення ефективності механічного оброблення деталей з титанових
сплавів на основі імітаційного моделювання процесу формоутворення»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 131 – Прикладна механіка
(галузь знань 13 – Механічна інженерія)

Актуальність теми дисертаційного дослідження

В умовах впровадження основних принципів Industry4.0 у машинобудівне виробництво пріоритетного значення набуває технологічне забезпечення показників точності, якості поверхневих шарів, експлуатаційних характеристик, показників надійності та конкурентоспроможності виробів. Вирішення цієї важливої для народного господарства країни задачі досягається як в результаті конструктивного вдосконалення машин і застосування нових конструкційних матеріалів, так і за рахунок використання прогресивних технологій виготовлення деталей і складання машин.

Завдяки високому співвідношенню міцності до маси титанові сплави використовують як конструкційний матеріал в авіаційній і ракетно-космічній техніці, в хімічній і нафтовій промисловості, суднобудуванні, холодильній техніці тощо. Однак через високі характеристики міцності титанові сплави погано обробляються різанням, що вимагає інтенсифікувати наукові дослідження у даному напрямку для ґрунтовного дослідження фізичних процесів і явищ під час оброблення титанових заготовок із врахуванням впливу елементів системи верстат – пристрій – інструмент – заготовка деталі. Ступінь достовірності отриманих результатів забезпечується комплексним поєднанням методів моделювання та експериментальних досліджень.

Тому тему дисертаційної роботи є актуальною, важливою і перспективною для здійснення системних досліджень у галузі технології оброблення сплавів на основі титану.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконувалася цілеспрямовано впродовж останніх чотирьох років відповідно до плану наукових робіт кафедри «Робототехніка та

інтегровані технології машинобудування» Інституту механічної інженерії та транспорту Національного університету «Львівська політехніка» і є частиною досліджень в рамках «Концепції Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку промисловості на період до 2020 року» (розпорядження КМУ від 17.07.2013 р. № 603-р), «Деяких питань визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017–2021 роки» (затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 28 груд. 2016 р. № 1056). Поряд з тим здобувач був відповідальним виконавцем держбюджетної роботи МОН України «Комплексна система функціонально-орієнтованого проектування механічного оброблення деталей з титанових та хромонікелевих сплавів» (№ держреєстрації 0119U101127). Ше Сяньнін приймав участь у НДР «Комплексна система функціонально-орієнтованого проектування механічного оброблення деталей з важкооброблюваних матеріалів для військово-промислового комплексу» згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 20.03.2022 №264 «Про затвердження плану заходів з реалізації міжнародних наукових та науково-технічних програм і проектів за напрямом «Наука» на 2022 рік» та наказом Міністерства освіти і науки України від 14.04.2022 № 335 «Про фінансування спільних українсько-литовських науково-дослідних проектів у 2022 році».

Дисертаційні дослідження узгоджуються із Законом України про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2012, № 19-20, ст. 166 (із змінами внесеними згідно із Законом № 5460-VI від 16.10.2012, ВВР, 2014, № 2-3, ст. 41)), де в статті 4 “Стратегічні пріоритетні напрямки інноваційної діяльності на 2011-2021 роки”, декларується освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії.

Ступінь обґрунтованості основних положень і висновків, сформульованих у дисертації

Теоретичні дослідження дисертаційної роботи ґрунтуються на фундаментальних наукових положеннях статистичних теорій міцності, теорії різання конструкційних матеріалів, методології функціонально-орієнтованого проектування технологічних процесів, теорії технічних систем і теорії механічних коливань. Під час виконання дисертаційної роботи застосовувалися сучасні методи модельних та натурних досліджень. Для імітаційного

моделювання напружено-деформованого стану заготовки у зоні різання використано метод скінченних елементів. Аналіз формування вихідних параметрів імітаційних досліджень - деформаційних, термодинамічних та залишково-напружених параметрів оброблюваних поверхонь виконувався на основі результатів реологічного моделювання в системі Deform 2D. У методиках опрацювання результатів досліджень застосовано числові методи розв'язання систем диференціальних рівнянь та чисельного інтегрування.

Отримані та сформульовані здобувачем основні наукові результати є обґрунтованими. Із теми дисертаційних досліджень Ше Сяньнін коректно визначено мету роботи, яка спрямована на підвищення ефективності оброблення титанових сплавів та проектування структури технологічних операцій за допомогою імітаційного реологічного моделювання процесів різання із врахуванням напружено-деформаційних та термодинамічних особливостей формоутворення виробів.

Основні завдання дисертації сформульовано чітко; вони є достатньо аргументовані для досягнення мети роботи. Здобувачем проведено детальне опрацювання сучасного стану технологічного забезпечення та розроблення методів прогнозуючого моделювання процесів механічного оброблення виробів з титанових сплавів, що підтверджується 139 джерелами літератури, в переважній більшості англійськомовної. Це забезпечує ґрунтовність і високий рівень проведених досліджень.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях. Достовірність наукових положень підтверджується значною кількістю опублікованих статей у наукових фахових виданнях України, наукових періодичних виданнях інших держав, у наукових виданнях, які включено до міжнародних наукометричних БД Scopus і WoS.

З огляду на сказане вище можна відзначити обґрунтованість і достовірність отриманих наукових результатів і положень, які можна реалізувати на виробничих підприємствах України. Висновки дисертаційної роботи узгоджуються із поставленими завданнями та відповідають вимогам сучасного машинобудування.

Наукова новизна дисертаційної роботи

Основні наукові результати роботи полягають:

- у подальшому розвитку методології технологічного забезпечення процесу різання титаномістких сплавів;
- у розробленні методики поєднання імітаційного і експериментального дослідження трибомеханічних процесів різання титанових сплавів, заснована на двохетапному вирішенні завдань методом спроб або пробних розрахунків;
- у подальшому розвитку дослідження динаміки процесу різання титанових сплавів;
- у розробленні комплексної методики, яка полягає у поєднанні результатів аналітичного моделювання вібраційних процесів під час оброблення виробів з титанових сплавів із результатами імітаційного моделювання процесів різання;

Практичне значення отриманих результатів

З огляду на новизну отриманих у дисертації результатів досліджень, вони мають теоретичну та практичну цінність.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні теоретичних основ, конкретних пропозицій і методичних рекомендацій для подальшого розвитку технологічних основ теорії різання титанових сплавів.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у машинобудівне виробництво та навчання студентів за спеціалізацією 131.3 «Технології машинобудування» спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Опубліковані праці

Дисертантом опубліковано 12 наукових праць за тематикою наукових досліджень, причому 2 статті у наукових фахових виданнях України, 4 – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus та Web of Science і 6 тез доповідей на конференціях. 11 із 12 публікацій, зокрема усі шість статей, написані англійською мовою.

Основні положення та результати дисертаційного дослідження заслухано, обговорено та схвалено на таких всеукраїнських та міжнародних науково-практичних та науково-методичних конференціях: International Conference “Drives of vehicles, computer modeling of constructions and technological systems» (Санок, Польща 22-24 вересня, 2019 р); ІХ Міжнародна науково-практична

конференція «Прогресивні технології в машинобудуванні (Львів–Плай, 3–7 лютого, 2020 р.); Grabchenko’s International Conference on Advanced Manufacturing Processes (InterPartner-2020) (Одеса, 8-11 вересня, 2020 р.); XIX-XX Міжнародна науково-технічна конференція «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво» (Суми, 25-26 листопада 2020 р.), International Youth Scientific and Technical Conference «Young science - robotics and nano-technologies of modern mechanical engineering» (Краматорськ, 14-15 квітня, 2021 р.); 4-th International Conference «Advances in Design, Simulation and Manufacturing. DSMIE-2020» (Львів, 8-11 червня 2021 р.); X Міжнародна науково-практична конференція «Прогресивні технології в машинобудуванні» (Івано-Франківськ - Яремче, 1–5 лютого 2022 р.); IX Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні технології у промисловому виробництві» (Суми, 19–22 квітня 2022 р.); 5-th International Conference “Advances in Design, Simulation and Manufacturing. DSMIE-2020” (Познань, Польща 7-10 червня 2022 р.); XX Міжнародна науково-технічна конференція «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку» (Краматорськ-Тернопіль, 1 - 3 вересня 2022 р.).

Структура дисертації

Дисертаційна робота викладена на 378 сторінок, основна частина дисертації займає 215 сторінок, з них 68 рисунків по тексту; 1 таблиць по тексту; списку використаних джерел з 139 найменувань, 7 додатків.

Окремі дискусійні питання і зауваження

Щодо зауважень та положень дискусійного характеру, то можна відмітити наступне:

1. Доцільно було б у формулюванні усіх положень наукової новизна використовувати усталені вирази: «вперше розроблено», «отримала подальший розвиток», «удосконалено».

2. У розділі 1 при аналізі сучасного стану технологічного забезпечення та розроблення методів прогнозуючого моделювання процесів механічного оброблення виробів з титанових сплавів необгрунтовано зв’язок між високою надійністю різальних лез і їхньою високою стійкістю в процесі обробки титанових виробів пластинами компанії Sandvik з інструментального сплаву GC1105. В роботах О.О. Леонова встановлено, що інтенсивність відмов

металорізального інструменту, як важлива характеристика безвідмовності, для експоненціального закону надійності є обернено пропорційною стійкості інструмента. У подальших дослідженнях варто звернути увагу на даний аспект, що дозволить використовувати математичний апарат дослідження марківських процесів, побудову і розв'язання диференціальних рівнянь Колмогорова-Чепмена та прогнозування поведінки матеріалу на важливих етапах і стадіях життєвих циклів машинобудівних виробів.

3. Відсутні висновки до першого розділу.

4. Доцільно було б описати методіку проведення експериментальних досліджень зношування різального інструменту та привести метрологічні характеристики пристрою для вимірювання величини його зношування.

5. Варто уникати неусталених термінів, невідповідних зворотів тощо, наприклад, «приспосування» (с. 58, 64) (коректно «пристрій»), «при обробці» (коректно «під час обробки», «в процесі обробки») тощо.

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової та практичної цінності.

Висновки

Дисертаційна робота Ше Сяннїн є розвитком наукової школи, сформованої проф. Ступницьким В.В. Автором розв'язана актуальна науково-прикладна задача технології машинобудування, яка полягає у розробленні методів оцінювання та способів підвищення ефективності механічного оброблення виробів з титанових сплавів шляхом проектування раціональної структури та параметрів технологічних операцій. Для цього здобувачем була розвинута методологія імітаційного реологічного моделювання процесів різання із врахуванням напружено-деформаційних та термодинамічних особливостей формоутворення виробів.

Представлена дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, що містить нові науково-обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 13 – Механічна інженерія, причому тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 131 – Прикладна механіка.

Загалом робота справляє приємне враження, добре структурована, має чітку постановку наукової задачі. Розділи повністю розкривають вирішення поставлених завдань. Матеріал, який базується на класичних положеннях

технології машинобудування, теорії різання, теорії міцності та руйнування матеріалів і теорії механічних коливань, викладено технічно коректно. Робота є науково цінною та має практичне значення.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота аспіранта Ше Сяньнін на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ»** за спеціальністю 131 – Прикладна механіка, містить нові науково обгрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які мають теоретичне та практичне значення, що повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», від 12.01.2022 р. № 44 та «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженими наказом МОН України від 12.01.2017 № 40, а її автор, громадянин КНР Ше Сяньнін, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Рецензент

доцент кафедри робототехніки та
інтегрованих технологій
машинобудування Національного
університету «Львівська політехніка»,

д.т.н., доцент



Кусий Я.М.

Підпис д.т.н., доц. Кусого Я.М.

Засвідчую

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Брилинський Р.Б.