

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
ШАШКА ЮРІЯ АНАТОЛІЙОВИЧА
на тему «Розробка технології чистової обробки лопаток турбін
турбонасосних агрегатів, виготовлених методом 3D друку»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
в галузі знань 13 «Механічна інженерія»

1. Актуальність теми дисертації

Ракетно-космічна галузь переживає період інтенсивного технологічного прогресу, втілюючи в життя передові методики проєктування, конструкції та виробництва. Унікальність виробництва в цій сфері полягає у використанні складних технологічних процесів та спеціалізованого обладнання, що збільшує вартість і час розробки ракетно-космічної техніки. Відповідно, акцент сучасних розробок у ракетно-космічному машинобудуванні робиться на інноваціях, спрямованих на оптимізацію виробничих циклів та спрощення конструкції агрегатів і ракет-носіїв.

Серед новаторських підходів особливе місце займають адитивні методи виробництва, зокрема технології 3D-друку, як-от метод селективного лазерного спікання. Його застосування відкриває нові горизонти у виробництві за рахунок здатності створювати складні конструкції з високою точністю. Однак, ці технології стикаються з проблемою підвищеної шорсткості поверхні надрукованих деталей, яка залежить від багатьох факторів, включно з режимами обробки, властивостями використовуваного порошку, а також орієнтацією деталей під час друку. Розв'язання цього завдання є важливим кроком для подальшого вдосконалення адитивних методів виробництва, забезпечуючи не лише оптимізацію процесів виготовлення, але й покращення функціональних характеристик ракетно-космічної техніки.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності

Структура дисертаційної роботи є логічною та послідовною. Результати та висновки роботи в цілому відповідають темі, сформульованій меті та задачам дослідження. Робота складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, п'яти розділів, двох додатків та списку використаних джерел.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання, об'єкт та предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено дані щодо апробації матеріалів дисертації.

У першому розділі проведено аналіз конструктивно-технологічних особливостей турбін турбонасосних агрегатів, методів отримання заготовок дисків турбін та забезпечення якості поверхонь робочих лопаток.

У другому розділі проаналізовано наявні методи підготовки зразків. Розроблено 3D-моделі зразків для сегментів лопаток турбіни. Визначено методику дослідження та оцінки якості поверхонь лопаток. Надано рекомендації щодо підбору та підготовки абразивних матеріалів, а також ієрархію цих матеріалів. Описано програмне забезпечення, що використовується для моделювання процесу обробки чисельними методами.

У третьому розділі виконано моделювання у програмному комплексі ANSYS CFX, проаналізовані швидкості ерозії уздовж різних ліній зразків. Досліджено вплив різнозернистості абразивного матеріалу та форми внутрішнього каналу сопла на ефективність та якість обробки.

Четвертий розділ присвячено опису практичної реалізації результатів дослідження. Зокрема, досліджено шорсткість поверхонь закритих лопаток, отриманих 3D-друком, після обробки різними абразивними матеріалами. Виявлено та усунуто конструктивний недолік обладнання, що дозволило покращити контроль над процесом обробки. Визначено ефективні режими обробки міжлопаткового каналу сегмента лопаток турбіни.

У п'ятому розділі надано рекомендації для розробки технологічного процесу, зосереджуючись на абразивно-струменевій чистовій обробці закритих поверхонь лопаток.

За результатом перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння можна зробити висновок, що вона 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.

3. Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наведені у роботі наукові положення та практичні рекомендації, а також висновки, подані після кожного розділу, є достатніми. Отримані здобувачем результати в цілому не суперечать існуючим у цьому напрямі досліджень роботам. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що вперше, з використанням скінченно-елементної моделі руху абразивних частинок у міжлопатковому каналі турбіни закритого типу, встановлені та експериментально підтверджені характеристики процесу ерозії поверхні лопаток залежно від кута встановлення та зазору між кромкою лопатки та соплом. Практичну значимість мають отримані у роботі раціональні режими обробки поверхонь лопаток турбін та розроблений маршрутний технологічний процес.

4. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні положення дисертаційної роботи повною мірою висвітлені у публікаціях здобувача. Зокрема, ним опубліковано п'ять статей у наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на восьми наукових конференціях різних рівнів.

5. Дискусійні положення та зауваження до дисертації

Дисертаційна робота, на мій погляд, містить досить велику кількість слабких місць та недоробок. Узагальнюючи їх, вважаю за необхідне висловити наступні дискусійні питання та зауваження:

1. Дисертація оформлена частково з порушенням вимог ДСТУ щодо тексту, написів на рисунках, списку використаних джерел та подекуди одиниць виміру величин. Деякі речення сформульовані складно та нечітко, що ускладнює розуміння викладеного матеріалу. Також у переліку використаних джерел велика частка посилань на відносно «старі» публікації, є необґрунтоване використання джерел інформації держави-агресора, що суперечить рекомендаціям комітету з питань етики.

2. Заявлені у першому пункті наукової новизни математичні моделі, за допомогою яких, за ствердженням автора, підтверджено закономірності процесів руху абразиву у міжлопатковому каналі, чітко не визначені в роботі.

3. Пункти наукової новизни сформульовано не досить повно: не визначено, чим відрізняються нові моделі та режими обробки поверхонь лопаток від існуючих.

4. Фрази "вперше встановлено" та "вперше розроблено" при формулюванні пунктів практичного значення отриманих результатів не ясно відділяють новизну від практичного значення результатів роботи, що ускладнює оцінку внеску дослідження.

5. Адекватність використаної моделі при симуляції двофазного потоку для моделювання процесів абразивно-струменевої обробки в програмному комплексі ANSYS CFX не підтверджено експериментально. Особливо це стає актуальним з огляду на спрощення форми абразивних частинок в моделі. Це ставить під сумнів результати дослідження.

6. У розділі 3, при розробці плану експерименту, доцільно було використати теорію планування експерименту з послідовним використанням дрібно та повнофакторних планів з аналізом дисперсії, що вноситься кожним із факторів.

7. Пункт 3.7 "Вплив форми внутрішнього каналу сопла на параметри обробки та шорсткість поверхні лопаток" складається з шести рядків тексту і не містить жодної інформації про вплив форми каналу сопла на параметри обробки.

8. В роботі не проведено порівняння отриманих результатів з існуючими дослідженнями у цій області, що ускладнює оцінку їх новизни та значення для розвитку авіаційної галузі.

9. Загальні висновки не мають конкретики та частково не слідують із результатів досліджень.

6. Висновок про дисертаційну роботу

Незважаючи на висловлені зауваження і недоліки, дисертаційна робота Юрія Шашка є завершеною науковою працею і свідчить про внесок здобувача у розвиток механічної інженерії. Вважаю, що дисертаційна робота за актуальністю, ступенем новизни, науковою і практичною цінністю достатньою мірою відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пунктах 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 № 44 від 12 січня 2022 року.

Здобувач Шашко Юрій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри
«Технологія авіаційних двигунів»
Національного університету
«Запорізька політехніка»
д-р техн. наук, проф.

 Дмитро ПАВЛЕНКО

Засвідчено:

Учений секретар

 Віктор КУЗЬМІН
М.П.