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
в галузі знань 13 Механічна інженерія
за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

1. Актуальність теми дисертації

Через високу відповідальність роботоспроможності робочого колеса турбіни турбонасосних агрегатів як запоруки стабільної роботи насосів та двигунної установки в цілому, до якості його виготовлення висуваються жорсткі вимоги як за точністю розмірів так й за параметрами чистоти поверхонь. Конструктивна складність робочих коліс турбіни закритого типу обумовила впровадження у їх виробництво сучасної адитивної технології лазерного спікання металу (SLM), що серед іншого дозволило зменшити час на технологічну підготовку їх виробництва. Але поруч з перевагами вказаної технології 3D-друку головним її недоліком є неможливість задовільнити технічним вимогам, що висуваються до лопаток турбін, за параметрами чистоти поверхонь, зокрема шорсткості. Дійсно, сучасне обладнання, яке працює SLM технологією забезпечує параметри шорсткості 6…11 мкм, у той час як регламентовані вимоги до шорсткості поверхонь лопаток турбін лежать в діапазоні 0,63…0,8 мкм. Вочевидь виробництво таких деталей потребує чистової обробки за фінішними технологіями. У той же час конструкція робочих коліс турбіни закритого типу має низьку технологічність через наявність малих зазорів між поверхнями лопаток (2…3,5 мм) й бандажного кільця, й, як слідство, вибір ефективної фінішної технології є і натепер невирішеною задачею. Тому вважаю, що розробка технології чистової обробки лопаток турбін турбонасосних агрегатів, виготовлених методом 3D друку є актуальним науково-практичним завданням.

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

Дисертація складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 186 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання, об’єкт та предмет дослідження, наукову новизну й практичне значення отриманих результатів. Висвітлено наукову

новизну та практичне значення отриманих результатів досліджень, наведено данні, щодо апробації матеріалів дисертації.

У першому розділі проведено науково-технічний аналіз існуючих методів чистової обробки деталей типу лопаток турбін.

У другому розділі дослідження зосереджені навколо вивчення існуючої методики підготовки зразків, на прикладі металографії, розробка 3D-моделей зразків сегментів лопаток турбіни, їх виготовлення та розробка методики для оцінки шорсткості закритих поверхонь лопаток турбіни. Визначено метод вимірювання мікрорельєфу шорсткості та обрано, згідно наведених рекомендацій, перелік абразивних матеріалів що застосовуються при обробці зразків-свідків та зразків закритих лопаток турбіни.

Третій розділ присвячено моделюванню процесу сухої абразивно-струменевої обробки поверхонь лопаток закритого типу методом скінчених елементів в програмному середовищі ANSYS CFX. За результатами аналізу отриманих результатів визначено залежності інтенсивності розвитку ерозії, як показника мікрорельєфу поверхні, опосереднено шорсткості, від технологічних режимів роботи обладнання абразивно-струменевої обробки, зокрема просторовому положенню сопла обладнання, й підібрано ефективні режими технології абразивно-струменевої обробки.

У четвертому розділі експериментально вивчалися технологічні можливості обладнання абразивно-струменевої обробки на зразках-свідках та сегментах закритих лопаток турбін. Досліджено параметри шорсткості та форми експериментальних зразків. Під час експериментальних досліджень виявлено конструктивний недолік обладнання абразивно-струменевої обробки, усунення якого за допомогою спеціального оснащення, дозволило зробити режими обробки більш контрольованими.

П’ятий розділ присвячено розробці маршрутної технології абразивно-струменевої чистової обробки закритих поверхонь лопаток турбін турбонасосних агрегатів з підрахунком операційного часу.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям галузі знань 13 Механічна інженерія.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Шашко Юрія Анатолійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

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

Наведені в роботі наукові положення та практичні рекомендації, а також висновки, подані після кожного розділу є переконливими. Застосовані здобувачем у теоретичних та експериментальних дослідженнях методи є цілком адекватними; результати досліджень не суперечать існуючим в цьому напрямку дослідженнь відомим роботам.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному. Уперше з використанням розроблених математичних моделей встановлено і експериментально підтверджено закономірності процесів руху абразиву у міжлопатковому каналі, що спричиняють створення на поверхні лопаток зон з різною шорсткістю та змінного розміру в залежності від режимів обробки.

Практичну значимість роботи представляють встановлені найбільш ефективні режими обробки поверхонь лопаток турбін на основі моделювання та експериментальної обробки, й розроблений й впроваджений експериментальний маршрутний технологічний процес чистової обробки лопаток турбін закритого типу (з бандажем) на дослідно-виробничому комплексі з розробки рідинних ракетних двигунів ТОВ «ФЛАЙТ КОНТРОЛ» (Підтверджено Актом реалізації результатів дисертації Шашка Ю.А. у дослідно-виробничому комплексі з розробки рідинних ракетних двигунів ТОВ "ФЛАЙТ КОНТРОЛ" (Flight Control LLC).

4. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 5 наукових публікаціях здобувача, зокрема опубліковано 5 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 8 наукових конференціях.

5. Дискусійні положення та зауваження до дисертації

Опонент вважає за необхідне у якості дискусійних питань та зауважень висловити наступне.

За результатами досліджень у другому розділі дисертації зроблено висновок про розроблення методики дослідження якості та шорсткості поверхні лопаток під конкретний тип конструкції робочого колеса турбіни, а саме закритий (з бандажем). У той же час з тексту дисертації не ясно у чому саме полягає розроблена методика, й які вона має відмінні від відомих риси.

У третьому розділі дисертації проведено моделювання за методом скінчених елементів газодинамічного двофазного процесу течії, при цьому в дисертації не представлено верифікацію розробленої моделі, а також відсутня

інформація про величину Y+, хоча для досліджуваного процесу, зокрема у пристінковій зоні значення Y+ суттєво впливає на отримуваний результат.

Крім зазначеного, недоліком дисертації вважаю посилання на старі стандарти, а саме ГОСТ 2789-73, наряду зі вживанням в тексті термінів недіючих стандартів, зокрема класифікацію поверхонь за класами чистоти, у той час як діючим державним стандартом України ДСТУ ISO 4287:2012 «Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення понять і параметри структури» регламентовано вживання визначених параметрів.

6. Висновок про дисертаційну роботу

Незважаючи на висловлені зауваження і недоліки, дисертаційна робота Шашка Ю.А. є завершеною науково-технічною працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям галузі знань 13 Механічна інженерія.

Вважаю, що дисертаційна робота «Розробка технології чистової обробки лопаток турбін турбонасосних агрегатів, виготовлених методом 3D-друку» здобувача ступеня доктора філософії Шашко Юрія Анатолійовича за актуальністю, ступенем новизни, науковою й практичною цінністю, достовірністю та апробацією результатів 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 Шашко Юрій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Офіційний опонент:

Доцент кафедри технології
виробництва літальних апаратів
Національного аерокосмічного
університету ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
канд. техн. наук, доцент Ольга ШИПУЛЬ

01 лютого 2024 року

Підпис Ольги Шипуль
засвідчую

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО
"ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"
№02066769

учений секретар
університету
Тетяна Бондарєва