

РЕЦЕНЗІЯ

Офіційного рецензента Зубко Владислава Миколайовича, доктора технічних наук, професора дисертації Zhang Zhengchuan (Чжан Чженчуаня) «Technological support of friction unit at commissioning stage by forming the running-in coatings» («Технологічне забезпечення входження вузлів тертя в період нормальної експлуатації формуванням припрацювальних покриттів»)

**що подана на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю
133 – Галузеве машинобудування**

1 Актуальності теми дисертації

Газова турбіна працює в умовах високого навантаження, високої швидкості та високої температури, але на неї також впливає корозійне та абразивне робоче середовище. Підшипник ковзання є одним з ключових компонентів великої газотурбінної установки, який витримує вагу ротора і забезпечує швидкісну і стабільну його роботу. Матеріал опорної втулки використовується в парі зі сталеву цапфою.

Основними вимогами до матеріалів підшипників ковзання є взаємна сумісність матеріалів, низький коефіцієнт тертя, стійкість до високого тиску, сильна стійкість до втоми, висока термічна стабільність, висока стійкість до корозії, підвищена зносостійкість, висока стійкість до ударів, низька вартість, структурна стабільність і можливість відновлення продуктивності після вимушеного контакту. Ці матеріали повинні бути достатньо твердими без надмірного зносу валу, легко піддаватися пластичній деформації під дією локальних напружень і мати здатність накопичувати мастильний матеріал на охоплюючій поверхні підшипника. Опорний ротор підшипника парової турбіни є різновидом підшипника ковзання з великим навантаженням і високою швидкістю. Матеріалом підшипника є бабітовий сплав на основі олова, який має малий коефіцієнт тертя, високу зносостійкість та міцність на

стиск. Бабітовий сплав - це різновид антифрикційного сплаву з хорошими характеристиками. У порівнянні з іншими матеріалами підшипників, сплав підшипників на основі олова має малий коефіцієнт розширення, гарну здатність до вбудовування та антифрикційна здатність, чудова міцність та стійкість до корозії, а також хороше зчеплення із задньою частиною підшипника.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми в галузі галузевого машинобудування: розробці інноваційної, енергоефективної та екологічно безпечної технології покращення робочого стану поверхні тертя для сприяння режимам припрацювання, деформації під час роботи. високе питоме навантаження забезпечує автоматичне регулювання і компенсацію похибок виготовлення бронзових втулок підшипників. Вирішення цієї проблеми підвищить надійність роторних машин, створе умови для збільшення ресурс їх робочих органів, та зменшення споживання енергії, що дуже важливо для сучасної України.

Здобувачем проведено ряд ґрунтовних фундаментальних досліджень, які дозволили виявити особливості умов роботи даного вузла та запропонувати шляхи вдосконалення існуючої технології виготовлення бронзових втулок гідродинамічних підшипників.

Було визначено, що деякі матеріали розташовані на охоплюючій частині підшипників ковзання забезпечують не тільки швидке припрацювання пар тертя, але й у подальшому забезпечують велику зносостійкість та надійність усього підшипникового вузла у цілому.

2. Зв'язок з науковою тематикою

Наукові дослідження дисертаційної роботи виконувалися відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт кафедри технічного сервісу Сумського національного аграрного університету (Україна) та є фрагментом наукової програми науково-дослідної роботи Міністерства освіти і науки України «Наукова методика забезпечення збереження властивостей робочих поверхонь деталей енергоефективними екологічно чистими методами» (№

3. Наукова новизна і теоретичне значення дисертації

Аналіз змісту дисертаційної роботи аспіранта Чжан Чженчуаня та основних наукових праць здобувача, показав найважливіші теоретико-методологічні положення, висновки та рекомендації, що доводять наукову новизну.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в теоретичному та експериментальному обґрунтуванні нових способів, а саме;

1. Вперше олов'яна бронза QSn10-1 обрана як матеріал підкладки, а срібло, мідь, Б83, ОГ – як матеріали покриття. Субстрат і покриття мають хороше металургійне зв'язування, утворюється нова фаза Ag_3Sn , розмір зерен уточнюється, поверхнева твердість знижується, а коефіцієнт тертя значно знижується. Дуже добре підходить для обкатуваних покриттів.

2. Вперше, відповідно до обраних матеріалів підкладки та матеріалів покриттів, були вивчені параметри процесу електроіскрового легування, а обладнання DZ-4000III було обрано як обладнання для легування для визначення оптимальних параметрів електроіскрового легування.

3. Вперше була створена система оцінки індексу електроіскрового легування покриттів, вага кожного індексу була визначена ентропійним методом, а модель TOPSIS використовувалася для комплексної оцінки різних покриттів.

Отримані автором результати досліджень є теоретичним підґрунтям для розробки нових та вдосконалення існуючих технологічних процесів формування припрацювальних покриттів на поверхнях тертя підшипників ковзання та можуть бути використанні при проведенні подальших фундаментальних та прикладних досліджень у напрямку технологій галузевого машинобудування.

4. Практичне значення результатів дисертації

Практичне значення отриманих результатів полягає у наданні технічних пропозицій щодо виготовлення олов'яної бронзової втулки

підшипника ковзання обертових машин. Адаптація до цього технічного циклу підшипника ковзання в обертовій машині та умов роботи вузла тертя з використанням олов'яних бронзових втулок для обертового руху основних компонентів. На основі виконаних фундаментальних та прикладних досліджень, розроблено технологію виготовлення втулок. Розроблено нормативну та технологічну документацію на технологічний процес виготовлення втулки підшипника ковзання. Розроблена технологія апробована у лабораторних та промислових умовах, та впроваджені на підприємствах галузі в Україні та Китаї.

5. Головні результати, отримані особисто автором

Оцінюючи основні результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, необхідно підкреслити їх теоретичну обґрунтованість та орієнтованість здобувача Чжан Чженчуаня, на чітке формулювання власної позиції.

Основні положення дисертаційної роботи науково обґрунтовано, зроблено чіткі логічні висновки та надано практичні рекомендації щодо впровадження розробленої технології у виробництво. Робота містить всі потрібні теоретичні, методологічні, методичні та аналітичні дослідження, належним чином висвітлені у відповідних розділах.

Наукова обґрунтованість і достовірність викладених у дисертаційній роботі результатів забезпечується творчим використанням наукових підходів, системним вивченням та узагальненням результатів наукових розробок вчених у світовому галузевому машинобудуванні.

Був проведений аналіз звіту перевірки на плагіат на наявність текстових запозичень (програма Strike plagiarism). Рецензенти дійшли висновку, що дисертаційна робота Zhang Zhengchuan (Чжан Чженчуаня) на тему «Technological support of friction unit at commissioning stage by forming the running-in coatings» («Технологічне забезпечення входження вузлів тертя в період нормальної експлуатації формуванням припрацювальних покриттів») є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить

елементів плагіату та запозичень згідно постанови КМУ від 12.01.2022 № 44 п. 9. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

6. Кількість наукових публікацій

За результатами досліджень опубліковано 9 наукових праць, з них: 5 статей у фахових виданнях України, 8 доповідей на конференціях, 4 патенти; 4 статті – в зарубіжних виданнях, що є в науково-метричному виданні Scopus або WOS.

Основні наукові положення, результати і висновки дисертаційної роботи Чжан Чженчуаня мають істотну новизну, достатній ступінь обґрунтованості, достовірність яких доведено автором.

7. Зауваження і побажання до змісту

Поряд з позитивною оцінкою дисертаційної роботи, можна відзначити, що деякі твердження є дискусійними, або потребують доопрацювання та уточнення:

1) З роботи не зрозуміло, для якихмарок сталей основи втулок може бути застосована запропонована технологія;

2) З роботи не зрозуміло, чи можливо використовувати запропоновану технологію формування припрацьованих покриттів для інших типів пар тертя;

3) З роботи незрозуміло, як товщина сформованого покриття впливає на припрацьовання пари тертя.

Наведені дискусійні положення і певні недоліки істотно не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

8. Відповідність дисертації спеціальності та профілю ради:

Дисертаційна робота Zhang Zhengchuan (Чжан Чженчуаня) на тему «Technological support of friction unit at commissioning stage by forming the running-in coatings» («Технологічне забезпечення входження вузлів тертя в період нормальної експлуатації формуванням припрацьовальних покриттів»), яка подана до захисту у спеціалізовану вчену раду на здобуття ступеня

доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування за своїми актуальністю, науково-теоретичним рівнем, основними результатами обґрунтованості, основними положеннями і результатами опублікованими у фахових виданнях, новизна постановки та практичним значення відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та Постанові Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 341 від 21.03.2022. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності.

Рецензент, д.т.н., проф.

Владислав ЗУБКО

