

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0425U000151

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-05-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хімко Маргарита Сергіївна

2. Marharyta S. Khimko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-4364-5444

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.02.04

Назва наукової спеціальності: Тертя та зношування в машинах

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 10-06-2025

Спеціальність за освітою: технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

Місце роботи здобувача: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.062.06

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.03.11.17, 55.03.33.19, 55.09.43.17

Тема дисертації:

1. Підвищення зносостійкості шарнірних підшипників застосуванням металополімерних та полімерних композиційних матеріалів
2. Increasing the wear resistance of hinged bearings by the use of metal-polymer and polymer composite materials

Реферат:

1. В дисертаційній роботі вирішувалась науково-технічна проблема підвищення зносостійкості авіаційних шарнірних підшипників ковзання із полімерними композиційними матеріалами, що працюють в умовах реверсивного руху. Розроблено структурну логічну схему досліджень впровадження металополімерних та полімерних композиційних матеріалів для шарнірних підшипників ковзання в авіації. Розроблено методику та спеціальний комплекс установок для досліджень металополімерних та полімерних композиційних матеріалів, які можливо використовувати у шарнірних підшипниках ковзання для 18 авіаційної промисловості. Проаналізовано та вибрано найбільш оптимальні структури металополімерних та полімерних композиційних матеріалів, які можна використовувати в трибоконтакті шарнірних підшипників ковзання з урахуванням сполучника та армуючих компонентів. Визначено вискоефективні антифрикційні

композиційні матеріали із різною структурою, які підвищують зносостійкість та довговічності шарнірних підшипників а авіаційній галузі. Встановлено, що армуючі компоненти та наповнювачі в композиційних матеріалах відіграють першочергове значення в забезпеченні зносостійкості полімерних композиційних матеріалів при підвищенні навантаження, при низькочастотних вібраційних випробуваннях та при випробуваннях на реверсивне тертя. Визначено, що полімерний композиційний матеріал Fluroglide, який складається із армуючої тканини із додаванням матеріалу PTFE та функціональними добавками показує високі триботехнічні характеристики, які можна порівняти із класичною металофторопластовою стрічкою. Встановлені механізми прояву релаксаційних процесів в композиційних матеріалах в умовах швидкодіючих низькочастотних реверсивних рухів: релаксація локальних напружень в металополімерній стрічці відбувається за рахунок підвищення мікропластичності та зростання внутрішнього тертя проміжного шару бабіту; в композиційних матеріалах на полімерній основі (до 35...65 % сполучника) релаксації напружень сприяє в'язкопружність матеріалу. Встановлена висока зносостійкість покриття молібдену (вакуумно-дуговий метод) в умовах фретинг-корозії, при 20 та 30 МПа дане покриття на сплаві ВТ-22 характеризується зменшенням лінійного зносу в 2,6 та 1,2 рази, в порівнянні з покриттям на сталі 95Х18Ш. Розроблено модель напружено-деформованого стану шарнірних підшипників із композиційними антифрикційними матеріалами. Визначено, що композиційні матеріали Zedex ZX324VMT та Iglidur TX1 при моделюванні напруженодеформованого стану знижують максимальне питоме напруження на 50 % в матеріалі при навантаженнях в 3, 100 та 200 кН, в порівнянні з металополімерною стрічкою. Моделюванням напружено-деформованого стану шарнірних підшипників із композиційними антифрикційними матеріалами доведено зменшення питомих напружень у поверхневих шарах матеріалів підшипників при використанні титанових сплавів ВТ22 замість підшипникової сталі 95Х18Ш до 20 %, в залежності від матеріалу та умов навантажень. Визначено, що шарнірний підшипник із полімерним композиційним матеріалом Fluroglide (армуюча тканина, PTFE та функціональні добавки) показує зносостійкість в 1,8 - 2 рази більшу на відрізьку 40-100 тис. циклів, ніж підшипники із іншими композиційними матеріалами. Промисловими випробуваннями доведено, що при заміні внутрішнього кільця шарнірного підшипника ковзання на титановий сплав із покриттям молібдену зносостійкість композиційних матеріалів аналогічна їх зносостійкості по сталі. Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблено методикку оціни триботехнічних показників композиційних матеріалів при низькочастотних реверсивних рухах та модернізовано спеціальний комплекс установок для досліджень металополімерних та полімерних композиційних матеріалів, які можливо використовувати у шарнірних підшипниках ковзання для авіаційної промисловості. Запропоновані технологічні рекомендації щодо виробництва шарнірних підшипників ковзання із полімерними антифрикційними композиційними покриттями для авіаційної промисловості. Розроблено структурну схему досліджень полімерних композиційних антифрикційних матеріалів та впровадження шарнірних підшипників на базі цих матеріалів, для отримання додаткового сертифікату типу STC (supplemental type certificate) у важелі автомату перекоосу гелікоптерів серії Мі-8Т, Мі-8Р, Мі-8РS, Мі-8МТV-1(Мі-17-V), Мі8МТV(Мі-17), Мі-8АМТ, Мі-171, Мі-17V-5, які працюють на африканському континенті у підтримку міжнародних місій Всесвітньої продовольчої програми (WFP) та Організації Об'єднаних Націй (UN)

2. In the dissertation, the scientific and technical problem of increasing the wear resistance of aviation articulated plain bearings with polymer composite materials operating in reverse motion was solved. A structural logical scheme of research on the introduction of metal-polymer and polymer composite materials for articulated plain bearings in aviation has been developed. A methodology and a special set of installations for the study of metal-polymer and polymer composite materials that can be used in articulated plain bearings for the aviation industry have been developed. The most optimal structures of metal-polymer and polymer composite materials that can be used in tribocontact hinged plain bearings, taking into account the conjunction and reinforcing components, have been analyzed and selected. Highperformance anti-friction composite materials with different structures have been identified, which will increase the wear resistance and durability of hinge bearings in the aviation industry. It has been established that reinforcing components and fillers in composite materials play a paramount importance in ensuring the wear resistance of polymer composite materials under increased load, low-frequency vibration

tests and reverse friction tests. It has been determined that the polymer composite material Fluroglide, which consists of a reinforcing fabric with the addition of PTFE material and functional additives, shows high tribotechnical characteristics that can be compared with a classic metal-fluoroplastic tape. The mechanisms of manifestation of relaxation processes in composite materials under conditions of high-speed low-frequency reversible movements have been established: relaxation of local stresses in the metal-polymer tape occurs due to an increase in microplasticity and an increase in internal friction of the intermediate layer of the babbitt; in polymer-based composite materials (up to 35... 65% of the conjunction) stress relaxation is facilitated by the viscoelasticity of the material. High wear resistance of molybdenum coating (vacuum-arc method) under conditions of fretting corrosion is established, at 20 and 30 MPa, this coating on VT-22 alloy is characterized by a decrease in linear wear by 2.6 and 1.2 times, compared to the coating on 95X18Sh steel. A model of the stress-strain state of hinged bearings with composite antifriction materials has been developed. It was determined that the composite materials Zedex ZX324VMT and Iglidur TX1 when modeling the stress-strain state reduce the maximum specific stress by 50 % in the material at loads of 3, 100 and 200 kN, compared to metalpolymer tape. Simulation of the stress-strain state of hinged bearings with composite antifriction materials proved a decrease in specific stresses in the surface layers of bearing materials when using titanium alloys VT22 instead of bearing steel 95X18Sh up to 20%, depending on the material and load conditions. It was determined that a hinge bearing with polymer composite material Fluroglide (reinforcing fabric, PTFE and functional additives) shows wear resistance 1.8 - 2 times greater on a segment of 40-100 thousand km. cycles than bearings with other composite materials. Industrial tests have proven that when replacing the inner ring of the hinged plain bearing with a titanium alloy coated with molybdenum, the wear resistance of composite materials is similar to their wear resistance to steel. The practical significance of the obtained results lies in the fact that a method for evaluating the tribotechnical indicators of composite materials under low-frequency reversing movements has been developed and a special complex of installations for the study of metal-polymer and polymer composite materials, which can be used in articulated plain bearings for the aviation industry, has been modernized. Technological recommendations for the production of articulated plain bearings with polymer anti-friction composite coatings for the aviation industry are proposed. A structural scheme of research of polymeric composite antifriction materials and the introduction of hinged bearings based on these materials has been developed to obtain an additional STC type certificate (supplemental type certificate) in the automatic skew arm of helicopters of the Mi-8T, Mi-8R, Mi-8RS, Mi-8MTV-1 (Mi-17-V), Mi-8MTV (Mi-17), Mi-8AMT, Mi-171, Mi-17V-5, which work on the African continent in support of the international missions of the World Food Program (WFP) and the United Nations Nations (UN)

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Мікосянчик О.О., Мнацаканов Р.Г., Кіндрачук М.В., Хімко М.С. Оцінка динамічної ефективної в'язкості мастильних матеріалів в триботехнічному контакті. Проблеми тертя та зношування. 2014. № 4. С. 83-89 (категорія Б).
- 2. Мікосянчик О.О., Мнацаканов Р.Г., Хімко М.С. Моделювання інтенсивності зношування гільзи циліндра двигуна внутрішнього згорання. Проблеми тертя та зношування. 2015. № 1. С. 140-145 (категорія Б).

- 3. Мікосянчик О.О., Мнацаканов Р.Г., Хімко М.С., Шакулієв С.В. Реологічні властивості змащувальних шарів та енергонавантаженість в контакті тертя при змінних контактних напругах. Проблеми тертя та зношування. 2015. № 4. С. 21-27 (категорія Б).
- 4. Бородій В.М., Кудрін АП., Якобчук О.Є., Хімко М.С. Вплив тиску на формування профілю і товщини мастильної плівки у локальному контакті кочення в умовах еластогідродинамічного мащення. Проблеми тертя та зношування. 2016. № 3. С. 46-51 (категорія Б).
- 5. Хімко М.С., Якобчук О.Є., Хімко А.М., Науменко Н.О. Методика випробувань шарнірних підшипників на зносостійкість. Проблеми тертя та зношування. 2017. № 1 (74). С. 118-122 (категорія Б).
- 6. Khimko M.S. Development and modernization of a complex of installations for wear testing of metal-polymer composite materials for spherical sliding bearings. Problems of friction and wear. 2024. № 1 (102). P. 73-83 (категорія Б).
- 7. Khimko M., Khimko A., Mnatsakanov R., Mikosyanchyk O. Resource testing of modified plain bearings for the aviation industry/ Problems of tribology. V.29, № 2/112-2024, P.16-22.
- 8. Хімко М.С., Хімко А.М., Мнацаканов Р.Г., Кліпаченко В.В., Макаренко Р.О. Зносостійкість полімерних композиційних матеріалів для шарнірних підшипників. Проблеми тертя та зношування. 2024. № 2 (103). С. 29-42. (категорія Б).
- 9. Хімко М.С., Хімко А.М., Мнацаканов Р.Г., Мікосянчик О.М. Вплив теплофізичних властивостей металополімерних композиційних матеріалів на зносостійкість. Проблеми тертя та зношування. 2024. № 3 (104). С. 91-100. (категорія Б).
- 10. Tareq M.A. Al-quraan, O.O. Mikosyanchik, R.G. Mnatsakanov, M.S. Khimko Evaluation of effectiveness the breaking-in of friction pair in the non-stationary work conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2015. № 9 (33). P. 301- 307.
- 11. Мікосянчик О.О. Мнацаканов Р.Г., Хімко М.С., Петренко М.А. Вплив контактного навантаження на антифрикційні властивості базових оливо. Авіа-2015: XII Міжнародної наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015, Київ: матеріали. К.: НАУ, 2015. С. 25-28.
- 12. Mikosianchik O.O., Mnatsakanov R.G., Khimko A.M., Khimko M.S., Shakuliev M.S. Tribotechnical characteristics of self-fluxing covering in non-stationary condition of friction. Aviation in the XXI-st century: Safety in Aviation and Space Technologies, 19-21 september, 2016 Kyiv, Ukraine: proceedings the seventh world congress. Kyiv: NAU, 2016. P. 1.4.51-1.4.56.
- 13. Хімко М.С., Гречуха А.В. Установка для випробувань шарнірних підшипників ковзання. 2024 XXIV Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Політ. Сучасні проблеми науки. Сучасні авіаційні технології. Підтримка льотної придатності повітряних суден», 4-5 квітня 2024, Київ: НАУ, 2015. С. 3-4.
- 14. Хімко М.С., Мнацаканов Р.Г., Хімко А.М. Розробка структурної схеми досліджень шарнірних підшипників та формування принципів вибору металополімерних трибопар. XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (ІПРТК-2024), 21-22 травня 2024 р. Київ: НАУ, 2024. С. 118-120.
- 15. Хімко М.С., Кліпаченко В.В., Філоненко О.Є. Аналіз композиційних полімерних матеріалів для авіаційних шарнірних підшипників. XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (ІПРТК-2024), 21-22 травня 2024 р. Київ: НАУ, 2024. – С. 121-123.
- 16. Khimko A., Hrechukha A., Khimko M. Research of the impact of ambient temperature on the wear resistance of metal-polymer composite materials used in aviation plain bearings. Aviation in the XXI-st century: Safety in Aviation and Space Technologies, 25-27 september, 2024 Kyiv, Ukraine. NAU, 2024. – С. 1.3.60-1.3.63.
- 17. Пат. 92071, Україна, МПК G01N 3/56. Спосіб припрацювання пар тертя в нестационарних умовах роботи / Мікосянчик О. О., Мнацаканов Р. Г., Хімко М. С.; заявник та патентовласник Мікосянчик О. О., Мнацаканов Р. Г., Хімко М. С. – № u 2014 02492; заявл. 13.03.2014; опубл. 25.07.2014, Бюл. № 14. – 4 с.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мнацаканов Рудольф Георгійович
2. Рудольф Г. Мнацаканов

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Беспалов Сергій Анатолійович
2. Сергій А. Беспалов

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шимчук Сергій Петрович
2. Serhii P. Chimchuk

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Луцький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05477296

Місцезнаходження: вул. Львівська, буд. 75, Луцьк, Луцький р-н., 43018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Мікосянчик Оксана Олександрівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Мікосянчик Оксана Олександрівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Свирид Михайло Миколайович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна