

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003172

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-07-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пікула Іван Іванович

2. Ivan I. Pikula

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-3950-551X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 161

Назва наукової спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Галузь / галузі знань: хімічна та біоінженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Дата захисту: 15-09-2025

Спеціальність за освітою: 133 - Галузеве машинобудування

Місце роботи здобувача: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10392

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 61.61.29

Тема дисертації:

1. Композити на основі фторполімерів та діоксиду кремнію для вузлів тертя технологічного обладнання.
2. Composites Based on Fluoropolymers and Silicon Dioxide for Friction Units of Technological Equipment.

Реферат:

1. Актуальність роботи обумовлена нестачею матеріалів триботехнічного призначення, які працюючи у вузлах тертя здатні зменшити витрати енергії на подолання тертя до мінімуму. Об'єкт дослідження закономірності створення полімерних композитів на основі фторполімерів і силікагелю для вузлів тертя технологічного обладнання. Предмет дослідження фторполімери на основі політетрафторетилену, кополімеру тетрафторетилену з етиленом, полівініліденфториду і силікагелю та методи виготовлення виробів із них. У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету, задачі, об'єкт і предмет досліджень, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено зв'язок роботи із іншими науковими тематиками та приведено особистий внесок здобувача. У першому розділі приведено літературний огляд джерел інформації щодо матеріалів триботехнічного призначення. Обґрунтовано доцільність використання фторполімерів і композитів на їх основі. Розглянуто основні види наповнювачів та модифікаторів. Обґрунтовано доцільність використання силікагелю у якості наповнювача. Проведено огляд основних способів переробки полімерів у виробі. У другому розділі було розглянуто

інформацію щодо об'єктів та методів дослідження, які використовуються у роботі. В якості полімерних основ було обрано наступні фторполімери: політетрафторетилен, кополімер тетрафторетилену з етиленом та полівініліденфторид. В якості наповнювача було обрано діоксид кремнію силікагель. Наведено усі методики досліджень, із посиланнями на стандарти. У третьому розділі приведено результати експериментів щодо визначення найкращої методики переробки фторполімерів у виробі та оптимальних параметрів переробки. Запропонована нова методика *in situ* суміщення вихідних компонентів полімерної композиції. Визначено, що оптимальний тиск та час витримки під тиском при брикетування досліджуваних матеріалів на основі фторполімерів лежить в інтервалі 25-30 МПа та 60-90 секунд відповідно. Визначено що переробку у виробі методом пресування у формах із підігрівом необхідно проводити для композитів на основі кополімеру тетрафторетилену з етиленом при температурі 270оС та тиску 40 МПа, а для матеріалу на основі полівініліденфториду при 180оС та 40 МПа. У четвертому розділі розглянуто вплив складів та методів переробки на властивості розроблених полімерних композитів на основі фторполімерів. Доведено, що введення силікагелю у склад фторполімерів дозволяє збільшити їх термо- та теплостійкість на 30-40 та 6-16оС. Визначено, що полімерні композити, отримані за допомогою *in situ* суміщення мають на 10-15 та 1-6оС кращі показники значень температур початку активної деструкції та розм'якшення за Віка ніж ті, що отримані за стандартним методом суміщення. Визначено, що введення силікагелю до фторполімерів дозволяє покращити їх фізико-механічні властивості. Так напруження при межі текучості та модуль пружності при стисканні та твердість збільшуються на 25-55% для композиту на основі політетрафторетилену, 25-30% кополімеру поліетилену із тетрафторетилену та на 30-35% полівініліденфториду. Встановлено, що композити на основі політетрафторетилену та полівініліденфториду, отримані за *in situ* методом суміщення мають на 10-20% кращий рівень фізико-механічних властивостей ніж аналоги. У п'ятому розділі приведені результати трибологічних властивостей розроблених полімерних композитів. Визначено, що всі досліджені композити на основі фторполімерів повинні проходити попереднє притирання впродовж 10 хвилин при навантаженні 0,75 МПа та швидкості ковзання 0,75 м/с. Встановлено, що температура на поверхні тертя композитів на основі фторполімерів має на 25-35% менші значення ніж аналогічний параметр при терті вихідних фторполімерів. При цьому найменші її значення характерні для композитів на основі політетрафторетилену і лежать в інтервалі від 33-37оС. Визначено, що температура при терті композитів, що отримані за *in situ* суміщенням вихідних компонентів полімерних композицій має на 5-10оС менші значення ніж для аналогів. Встановлено, що значення коефіцієнту тертя та інтенсивності лінійного зношування для розроблених композитів при їх фрикційній взаємодії із сталлю зменшуються на 45-50% та у 4-10. Встановлено, що мікротвердість поверхонь після фрикційної взаємодії із композитами на 25% перевищує аналогічний показник для вихідної сталеві поверхні. У висновках приведені результати досліджень, підтверджені досягнення мети та задач роботи, визначені напрями подальших досліджень.

2. The relevance of the work is due to the shortage of materials for tribotechnical purposes, which, when working in friction units, are able to reduce energy consumption to overcome friction to a minimum. The object of the study is the regularity of the creation of polymer composites based on fluoropolymers and silica gel for friction units of technological equipment. The subject of the study is fluoropolymers based on polytetrafluoroethylene, tetrafluoroethylene copolymer with ethylene, polyvinylidene fluoride and silica gel and methods for manufacturing products from them. The introduction substantiates the relevance of the dissertation work, formulates the goal, objectives, object and subject of research, highlights the scientific novelty and practical significance of the results obtained, provides a connection between the work and other scientific topics and gives the personal contribution of the applicant. The first section provides a literature review of sources of information on materials for tribotechnical purposes. The feasibility of using fluoropolymers and composites based on them is substantiated. The main types of fillers and modifiers are considered. The feasibility of using silica gel as a filler is substantiated. The main methods of processing polymers into products are reviewed. The second section considers information on the objects and research methods used in the work. The following fluoropolymers were chosen as polymer bases: polytetrafluoroethylene, tetrafluoroethylene copolymer with ethylene, and polyvinylidene fluoride. Silicon dioxide silica gel was chosen as a filler. All research methods are presented, with references to standards. The third

section presents the results of experiments to determine the best method of processing fluoropolymers into products and optimal processing parameters. A new method of in situ combining the initial components of the polymer composition is proposed. It was determined that the optimal pressure and holding time under pressure during briquetting of the studied materials based on fluoropolymers lies in the range of 25-30 MPa and 60-90 seconds, respectively. It was determined that processing into products by pressing in heated molds should be carried out for composites based on a copolymer of tetrafluoroethylene with ethylene at a temperature of 270°C and a pressure of 40 MPa, and for a material based on polyvinylidene fluoride at 180°C and 40 MPa. The fourth section considers the influence of compositions and processing methods on the properties of the developed polymer composites based on fluoropolymers. It is proven that the introduction of silica gel into the composition of fluoropolymers allows to increase their thermal and heat resistance by 30-40 and 6-16°C. It was determined that polymer composites obtained by in situ combination have 10-15 and 1-6°C better values of the temperatures of onset of active destruction and Vicat softening than those obtained by the standard combination method. It was determined that the introduction of silica gel into the fluoropolymers allows to improve their physical and mechanical properties. Thus, the stress at the yield point and the modulus of elasticity in compression and hardness increase by 25-55% for a composite based on polytetrafluoroethylene, 25-30% of a copolymer of polyethylene with tetrafluoroethylene and by 30-35% of polyvinylidene fluoride. It was established that composites based on polytetrafluoroethylene and polyvinylidene fluoride obtained by in situ combination method have 10-20% better level of physical and mechanical properties than analogues. The fifth section presents the results of the tribological properties of the developed polymer composites. It was determined that all the studied composites based on fluoropolymers should undergo preliminary grinding for 10 minutes at a load of 0.75 MPa and a sliding speed of 0.75 m/s. It was established that the temperature on the friction surface of composites based on fluoropolymers is 25-35% lower than the similar parameter during friction of the original fluoropolymers. At the same time, its lowest values are characteristic of composites based on polytetrafluoroethylene and lie in the range of 33-37°C. It was determined that the friction temperature of composites obtained by in situ combination of the original components of polymer compositions is 5-10°C lower than for analogues. It was found that the values of the friction coefficient and linear wear intensity for the developed composites during their frictional interaction with steel are reduced by 45-50% and 4-10. It was found that the microhardness of the surfaces after frictional interaction with composites is 25% higher than the similar indicator for the original steel surface. The conclusions present the results of the research, confirm the achievement of the goal and objectives of the work, and identify directions for further research.

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:

- Kabat O. S., Derkach O. D., Pavlushkina N. V., Pikula I. I. Polymeric composites of tribotechnical purpose based on fluoropolymers // Problems of Tribology. – 2019. – Vol. 92, № 2. – P. 75–81.
- Пікула І.І., Кабат О.С. Визначення оптимальних технологічних параметрів брикетування фторполімерів // Питання хімії та хімічної технології. – 2024. – № 2. – С. 70–74. (Scopus)
- Пікула І. І., Кабат О. С. Визначення оптимальних технологічних параметрів перероблення фторполімерів // Питання хімії та хімічної технології. – 2024. – № 4. – С. 34–40. (Scopus)

- Кабат О. С., Пікула І. І. Композити на основі фторполімерів та метод їх переробки у виробі// Питання хімії та хімічної технології. – 2025. – №п2. – С.п67–74. (Scopus)

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість:

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. Кабат Олег Станіславович
2. Oleh S. Kabat

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7995-5333

Додаткова інформація: ;<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6505641073>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Вакулюк Поліна Василівна
2. Polina Vakuliuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7828-1349

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Кієво-Могилянська академія"

Код за ЄДРПОУ: 16459396

Місцезнаходження: вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гриценко Олександр Миколайович
2. Oleksandr M. Grytsenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8578-4657

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Черваков Денис Олегович
2. Denys O. Chervakov

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1521-9171

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/inward/authorDetails.uri?authorID=56556971100&>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Третяков Артем Олегович
2. Artem O. Tretiakov

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1678-6901

Додаткова інформація: ;<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004437274>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

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

Ебіч Юрій Рахмієлевич

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

Сухий Константин Михайлович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Пікула Іван Іванович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна