

УДК 664.013:678-2

О.С. Кабат, М.П. Сула, В.С. Молоков

ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ АРОМАТИЧНОГО ПОЛІАМІДУ І СРІБЛА ДЛЯ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ АГРО-ХАРЧОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Навчально-науковий інститут «Український державний хіміко-технологічний університет»
Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро, Україна

У роботі розроблені полімерні композити на основі ароматичного поліаміду та дрібнодисперсного срібла, яке одержано при відновленні із нітрата срібла за допомогою міді. Визначено, що механічний метод суміщення вихідних компонентів полімерних композицій дозволяє зруйнувати агломерати срібла, отримані після його синтезу, що доведено за допомогою знімків крихких сколів отриманих полімерних композитів. Проведено фізико-механічні дослідження розроблених полімерних композитів і визначено, що введення срібла дозволяє збільшити рівень густини, твердості на 10–20% та напруження при межі текучості, модуль пружності при стисканні до 237 та 2350 МПа, відповідно. Визначені основні трибологічні властивості (коефіцієнт тертя, температура на поверхні тертя та інтенсивність лінійного зношування) розроблених полімерних композитів. Встановлено, що найкращий рівень цих властивостей має композит 90% ароматичного поліаміду та 10% срібла. Так, його значення коефіцієнта тертя, температури на поверхні тертя на 15–20%, а інтенсивності лінійного зношування у 1,8 разів кращі, ніж у вихідного полімеру. Результати проведених досліджень дозволяють стверджувати, що використання даного композиту у важконавантажених вузлах тертя агро-харчового обладнання буде сприяти покращенню їх рівня надійності та довговічності.

Ключові слова: ароматичний поліамід, срібло, тертя, зношування, мідь, твердість за Брінеллем, нітрат срібла, обладнання.

DOI: 10.32434/0321-4095-2026-165-2-68-74

Вступ

Сучасні машини і механізми, які використовуються у агро-харчовій промисловості не можуть існувати без використання полімерів та композитів на їх основі [1–3]. Зокрема такі матеріали використовуються для виготовлення корпусних деталей, покриттів, деталей, які сприймають помірні навантаження, працюють у активних(агресивних) середовищах, при дії знакоперемінних навантажень тощо. Особливу увагу

слід приділити деталям із полімерів та композитів на їх основі, що працюють у важконавантажених вузлах тертя машин і механізмів. Зважаючи на те, що вони досить часто контактують із харчовими продуктами та напівфабрикатами, до них висувається специфічний набір властивостей. Полімери та композити на їх основі повинні бути нейтральним до харчових продуктів, не засмічувати їх продуктами зношування, мати достатньо високий рівень фізико-механічних та

© О.С. Кабат, М.П. Сула, В.С. Молоков, 2026



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

О.С. Кабат, М.П. Сула, В.С. Молоков

теплофізичних властивостей [4]. При цьому деталі із полімерних композитів повинні зберігати високий рівень надійності і довговічності агро-харчового обладнання при фрикційній взаємодії у вузлах тертя без використання змащувальних середовищ чи при граничному змащуванні [5]. Це дозволяє значно зменшити собівартість машин і механізмів внаслідок відмови від досить дорогих змащувальних станцій та систем доставки змащувального середовища у зону тертя.

Існують досить широкий спектр полімерних матеріалів, які використовуються у вузлах тертя. До найбільш розповсюджених з них слід віднести: фторполімери, аліфатичні та ароматичні поліаміди, полііміди, поліефіри тощо [6–8]. Всі вони мають досить високі значення зносостійкості та мінімальні значення сили тертя при фрикційній взаємодії із сталлю. Однак рівень їх фізико-механічних, теплофізичних властивостей собівартості виготовлення деталей досить суттєво відрізняється. Це пов'язано із різним хімічним складом та структурою цих полімерів. Так найкращу стійкість до дії агресивних середовищ мають фторполімери, однак разом з цим вони відрізняються найменшими значеннями міцності (14–60 МПа) і їх використання у вузлах тертя обмежено цими значеннями [9]. Полііміди, зокрема ароматичні мають досить високі значення міцності (до 200 МПа) та термостійкості (до 400°C), однак їх собівартість значно обмежує їх широке використання у машинобудуванні [10]. Поліефіри, які мають досить високий рівень фізико-механічних та теплофізичних властивостей є теж досить дорогими полімерами, які як і полііміди доцільно використовувати тільки у наукоємних машинобудівних виробництвах (виробництва космічних кораблів, літаків тощо) [11]. Аліфатичні поліаміди є більш поширеними із усіх представлених матеріалів завдяки їх задовільному рівню міцності (до 180°C) та термостійкості (до 300°C) [12]. Однак вони мають порівняно невисокий рівень стійкості до дії агресивних середовищ.

Виходячи із вищезазначеного до найбільш універсального матеріалу, який можна використовувати у вузлах тертя агро-харчових машин і механізмів є ароматичні поліаміди. І розробка полімерних композитів на їх основі, які здатні покращити надійність та довговічність обладнання є актуальною задачею.

Методика експерименту

Об'єкти досліджень

В якості полімерів було ароматичний поліамід. Отримання дрібнодисперсного порошку срібла відбувалося за допомогою взаємодії нітра-

ту срібла (AgNO_3) із міддю (Cu).

Для проведення даного дослідження був використаний нітрат срібла (ч.д.а.) виробництва Metalor Technologies SA (Швейцарія) із вмістом срібла 63,5%.

Також для дослідження було узяті мідний анод фосфористий (Cu-DHP-anodePLATE) із вмістом міді 99,94% виробництва Фінляндія.

Методи досліджень

Для отримання фото дрібних частинок використовували оптичний мікроскоп CarlZeissJenaErgaval, також його було обладнано цифровим окуляром SCOPETEK DEM-130 (1.3MP). Тому, виходячи із отриманих фото, проводили також статистичну оцінку щодо визначення основного розміру дрібних частинок досліджених полімерів та срібла.

Брикети із полімерів та композитів на їх основі було отримано завдяки використанню прес-форм із діаметром формуючої порожнини 10, 15 та 24 мм на гідравлічному пресі із зусиллям пресування, яке дорівнює 5 т.

Густина полімерів та композитів на їх основі визначено по ISO 1183 за допомогою методу гідростатичного зважування із використанням аналітичних вагів ВЛР-200, із встановленим модулем для гідростатичного зважування.

Твердість за Брінеллем (НВ) матеріалів визначено методом вдавлення кульки на твердомірі 2013 ТШСП відповідно ISO 2039-1.

Напруження при межі текучості (σ_y) та модуль пружності (E) при стисканні вихідних полімерів та ПКМ на їх основі визначено за ISO 604 на універсальній розривній машині 2167 P-50 згідно з ISO 604.

Температуру розм'якшення за Віка T_{VC} визначено з використанням приладу FWV- 633/10 відповідно до ISO 1183-1.

Стійкість об'єктів дослідження до впливу температури здійснювали дані виміри методом термогравіметричного аналізу відповідно до ISO-11358 методами сканування за температурою на дериватографі TGA Q50.

Також коефіцієнт тертя та температуру на поверхні тертя і інтенсивність лінійного зношування полімерів, а також композитів на їх основі визначали за допомогою модернізованої машини тертя СМЦ-2.

Результати та обговорення

Відомі широкий спектр матеріалів на основі ароматичного поліаміду, які наповнені вуглецевими та кремнійвмісними дисперсними матеріалами, волокнами різної природи тощо [13,14]. Такі матеріали мають досить високий рівень

міцності та термостійкості до 260 МПа та 370°C, відповідно. Однак використання їх у вузлах тертя, що контактують із напівфабрикатами та харчовими продуктами не є допустимим внаслідок засмічення останніх продуктами зношування. Тому нами було запропоновано використовувати в якості наповнювача дрібнодисперсне срібло, яке є безпечним для харчової продукції і має антибактеріальний ефект, що сприятиме знищенню патогенних мікроорганізмів продукції агро-харчових виробництв.

Дрібнодисперсне срібло було отримане при відновленні із нітрату срібла за допомогою міді за наступною реакцією:

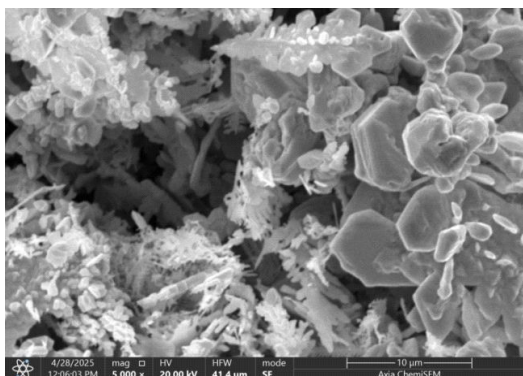


У результаті отримано дрібнодисперсні частинки, які являють собою суміш дендритів та кристалів срібла (рис. 1).

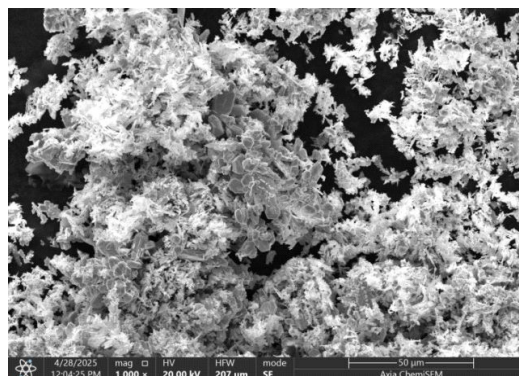
Відповідно до результатів попередніх досліджень [15], переважний розмір отриманих частинок срібла лежить в інтервалі від 2 до 10 мкм. Це дозволяє використовувати їх в якості наповнювача ароматичного поліаміду (вихідні частинки якого мають основний розмір 20–40 мкм), суміщаючи їх за допомогою механічного швидкохідного змішувача і отримувати при цьому систему із досить високою якістю розподілення вихідних компонентів (ароматичний поліамід та срібло).

При цьому вибраний механічний метод суміщення дозволяє розбивати агломерати срібла отримуючи при цьому його елементарні частинки у об'ємі полімерної матриці (рис. 2).

Зважаючи на вимогу до створення нових полімерних композитів для важко навантажених вузлів тертя агро-харчового обладнання, а саме високий рівень фізико-механічних та теплофізичних властивостей нами були визначені густина,

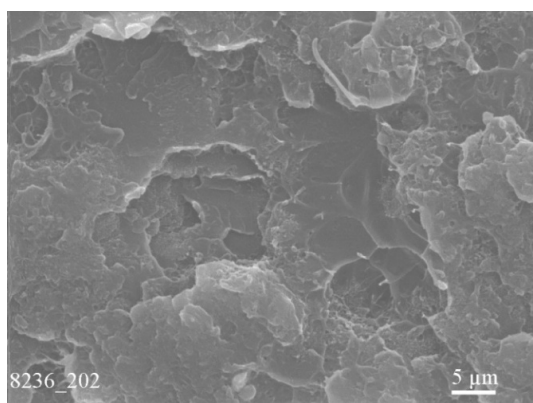


а

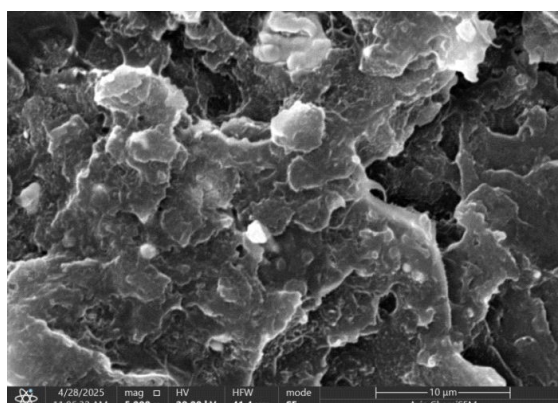


б

Рис. 1. Фото суміші дендритів та кристалів синтезованого срібла



а



б

Рис. 2. Фото поверхонь сколів (а) вихідного ароматичного поліаміду та (б) композиту на основі ароматичного поліаміду та срібла

напруження при межі текучості та модуль пружності при стисканні та твердість в залежності від вмісту наповнювача у полімері. Отримані результати приведені на рис. 3.

Відповідно до проведених досліджень можна стверджувати, що введення до 20 вагових відсотків срібла у ароматичний поліамід дозволяє збільшити значення фізико-механічних властивостей розроблених полімерних композитів. Так збільшення густини пояснюється суміщенням двох компонентів (полімер+наповнювач) із різними вихідними значеннями цієї властивості. Так густина ароматичного поліаміду дорівнює 1330–1350, а срібла – 10300–10700 кг/м³. Дійсно, введення у склад полімеру наповнювача із більшими значеннями густини призводить до підвищення рівня цього параметру для полімерної композиції у порівнянні із вихідним полімером (рис. 1а). Збільшення твердості композиції з 208 МПа для вихідного полімеру до 235 МПа для композиту із 20% срібла пов'язано, з однієї сторони, із введенням більш твердого компонента у склад полімеру, а з іншої – з фізичною взаємодією на границі розділу полімер-наповнювач, при якій спостерігається зміна структури вихідного полімеру. Збільшення напруження при межі текучості та модуля пружності при стисканні до 237 та 2350 МПа пов'язано із фізичною взаємодією дрібнодисперсного наповнювача із полімером у процесі переробки композиції у виробі.

Тобто можна стверджувати, що введення дрібнодисперсного срібла у ароматичний поліамід дозволяє покращити рівень фізико-механічних властивостей розроблених композитів у порівнянні із вихідним полімером.

Зважаючи на те, що матеріали розробляються для вузлів тертя, то являє зацікавленість

дослідити вплив срібла на рівень трибологічних властивостей розроблених композитів. Результати досліджень представлені на рис. 4.

Відповідно до результатів проведених досліджень можна стверджувати, що введення дрібнодисперсного срібла у склад ароматичного поліаміду приводить до покращення рівня трибологічних властивостей пари тертя полімерний композит–сталь у порівнянні із аналогом з вихідним полімером. Так введення срібла у ароматичний поліамід дозволяє зменшити коефіцієнт тертя, температуру на поверхні тертя на 15–20% та інтенсивність лінійного зношування у 1,8 разів у порівнянні із вихідним полімером. При цьому слід відмітити подібний характер концентраційних залежностей коефіцієнту тертя, температури на поверхні тертя та інтенсивності лінійного зношування для розроблених полімерних композитів при фрикційній взаємодії із сталлю. Що вказує на чітку кореляцію усіх досліджених трибологічних властивостей.

Слід відмітити, що на усіх залежностях спостерігається яскраво виражений екстремум трибологічних властивостей пари тертя із композитом з 10% вмістом наповнювача. Це пояснюється оптимальним характером тертя, який досягається, як завдяки зміні структури полімерного композиту, так і умов тертя (створення антифрикційного покриття на поверхні сталевого контртіла, створення оптимального за складом «третього» тіла при терті, тощо) при фрикційній взаємодії досліджених матеріалів.

Відповідно до отриманого рівня фізико-механічних та трибологічних властивостей можна стверджувати, що полімерний композит 90% ароматичний поліамід+10% срібло здатен працювати у важконавантажених вузлах тертя агро-харчово-

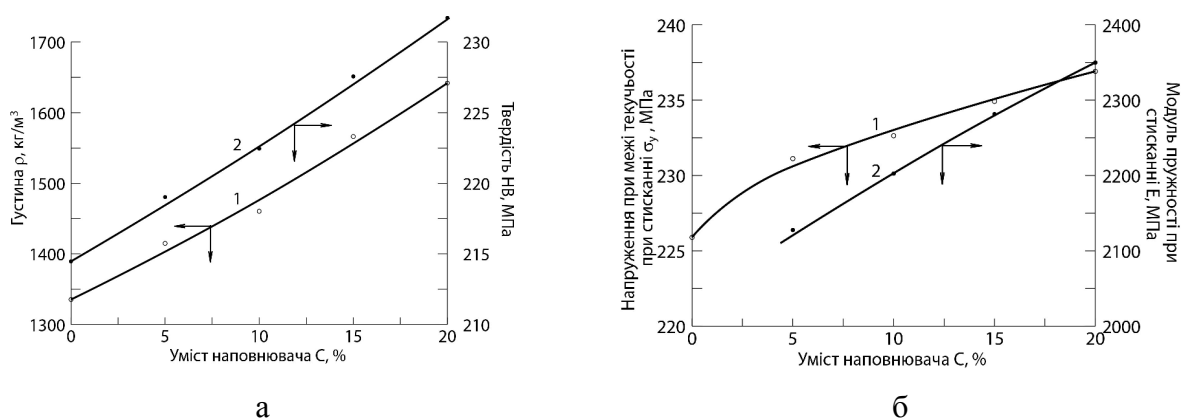


Рис. 3. Залежності (а) густини (ρ), твердості по Брінеллю (НВ) та (б) напруження при межі текучості (σ_y), модуля пружності (E) при стисканні від вмісту срібла у композиті на основі ароматичного поліаміду

го обладнання, покращуючи його рівень надійності та довговічності.

Висновки

Розроблені полімерні композити на основі ароматичного поліаміду та дрібнодисперсного срібла для важконавантажених вузлів машин і механізмів.

Доведено, що використання механічного методу суміщення основних компонентів полімерних композицій дозволяє зруйнувати агрегати срібла та отримувати композити із елементарним його частинками.

Визначено, що введення до 20% срібла у склад ароматичного поліаміду дозволяє збільшити рівень його фізико-механічних властивостей. Так густина, твердість збільшуються на 10–20% та напруження при межі текучості, модуль пружності при стисканні до 237 та 2350 МПа, відповідно. Зважаючи на значення даних величин можна стверджувати, що розроблені матеріали здатні працювати у важконавантажених вузлах машин і механізмів.

Визначено, що додавання до ароматичного поліаміду срібла дозволяє покращити його трибологічні властивості при терті по сталі. Так коефіцієнт тертя, температура на поверхні тертя зменшилися на 15–20% та інтенсивність лінійного зношування у 1,8 разів у порівнянні із вихідним полімером. Це дозволяє стверджувати, що розроблені композити здатні покращити надійність та довговічність важконавантажених вузлів тертя агро-харчового обладнання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Застосування полімерних композитів в агропромисловому комплексі: монографія* / Кобець А.С., Деркач О.Д., Чигвінцева О.П., Кабат О.С., Рула І.В., Дудін В.Ю., Макаренко Д.О., Бойко Ю.В. – Дніпро: Журфонд, 2022. – 356 с.
2. *Practice of using parts made of the heat-resistant polymer composites in the chemical industry and agricultural engineering* / Kabat O.S., Kobets A.S., Derkach O.D., Makarenko D.O., Hnatko O.M. // *ARPN J. Eng. Appl. Sci.* – 2024. – Vol.19. – No. 1. – P.40-47.
3. *Determining the influence of a filler on the properties of composite materials based on Phenylone C2 for tribojunctions in machines and assemblies* / Dudin V.Y., Makarenko D.O., Derkach O.D., Muranov Y.S. // *East.-Eur. J. Enterprise Technol.* – 2022. – Vol.5/12. – No. 119. – P.38-46.
4. *Gutierrez T.J. Polymers for food applications: news* // *Polymers for food applications.* – Cham: Springer, 2018. – P.1-4.
5. *Kabat O., Girin O., Heti K. Polymer composites based on aromatic polyamide and fillers of spherical and layered structure for friction units of high-performance equipment* // *Proc. Inst. Mech. Eng. L J. Mater. Des. Appl.* – 2023. – Vol.237. – No. 11. – P.2669-2676.
6. *Effect of filling materials on the tribological performance of polytetrafluoroethylene in different wear modes* / Fidan S., Korkusuz O.B., Toker P.O., Gulturk E., Ates B.H., Sinmazcelik T. // *Polym. Compos.* – 2024. – Vol.45. – No. 15. – P.13561-13577.
7. *A method for obtaining a polymer composite based on aromatic polyamide and silicon dioxide* / Kabat O.S., Sytar V.I., Heti K.V., Artemchuk V.V. // *J. Chem. Technol. Metall.* – 2021. – Vol.56. – No. 2. – P.283-288.

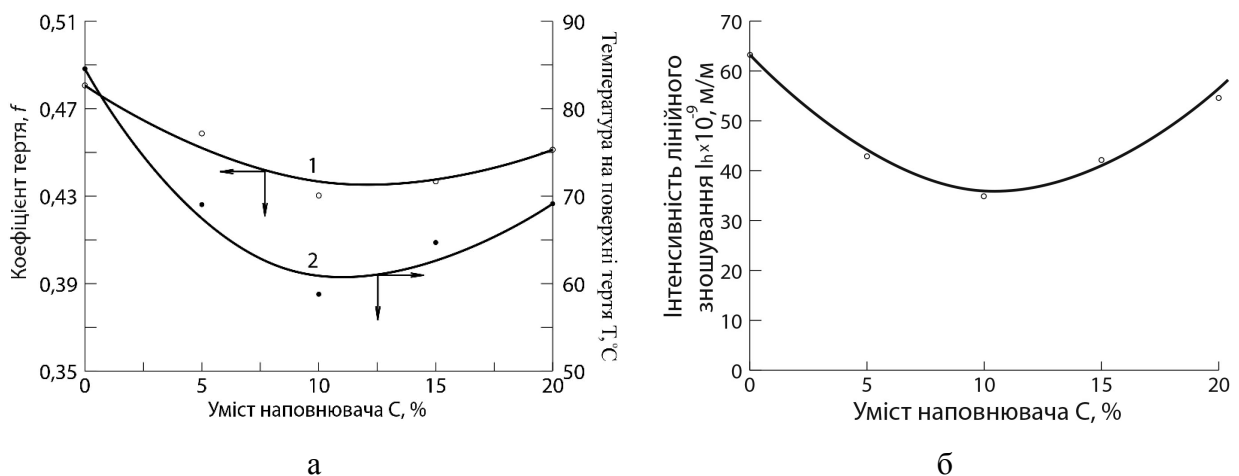


Рис. 4. Залежності (а) коефіцієнта тертя (f), температури на поверхні тертя (T) та (б) інтенсивності лінійного зношування (I_n) від умісту срібла у композиті на основі ароматичного поліаміду

8. *Crosslinked polyimide-polyethersulfone composite with enhanced breakdown strength and energy storage density for high temperature and high field energy storage capacitor* / Zhang Y., Wang Y., Wang S., Jiang K., Zhang C., Zhang Y., Zhang T., Wang Q., Shen T. // *J. Power Sources*. – 2025. – Vol.658. – Art. No. 238137.

9. *Stanitska M., Obushak M., Grazulevicius J.V.* Modification by fluorine as efficient tool for the enhancement of the performance of organic electroactive compounds – a review // *Chem. Chem. Technol.* – 2025. – Vol.19. – No. 1. – P.52-60.

10. *Comparative study of tribological behaviors of compression molded polyimide under varying load conditions* / Teng D., Wang J., Sa X., Zhao T., Zhu J. // *Wear*. – 2025. – Vol.582-583. – Art. No. 206359.

11. *Kurdi A., Kan W.H., Chang L.* Tribological behaviour of high performance polymers and polymer composites at elevated temperature // *Tribol. Int.* – 2019. – Vol.130. – P.94-105.

12. *Revealing patterns of change in the tribological efficiency of composite materials for machine parts based on phenylone and polyamide reinforced with arimide-t and fullerene* / Aulin V., Rogovski I., Lyashuk O., Tykhyi A., Kuzyk A., Dvornyk A., Derkach O., Lysenko S., Banniy O., Hrynkiv A. // *East-Eur. J. Enterprise Technol.* – 2024. – Vol.3/12. – No. 129. – P.6-18.

13. *Carbon plastics for structural purposes based on aromatic polyamide phenylone C-2* / Chihvintseva O., Rula I., Boyko Y., Mirjanic D. // *New technologies, development and application VII. NT 2024. Lecture notes in networks and systems*. – 2024. – Vol.1070. – P.556-563.

14. *Kabat O.S., Bannik N.G., Voronyi O.M.* Polymer composite materials of special purpose for the aerospace and rocket industry // *Sci. Innov.* – 2025. – Vol.21. – No. 1. – P.95-103.

15. *Kabat O.S., Сула М.П., Кулініч М.А.* Полімерні композити на основі політетрафторетилену та срібла для вузлів тертя обладнання харчової промисловості // *Питання хімії та хім. технол.* – 2025. – № 5. – P.146-153.

Надійшла до редакції 01.12.2025

Надійшла після виправлення 05.01.2026

Прийнята до публікації 16.03.2026

Опублікована 28.04.2026

POLYMER COMPOSITES BASED ON AROMATIC POLYAMIDE AND SILVER FOR HIGHLY LOADED FRICTION ELEMENTS OF AGRO-FOOD EQUIPMENT

O.S. Kabat, M.P. Sula, V.S. Molokov*

Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine

* e-mail: fgtdyfhbfhfhf@gmail.com

This work develops polymer composites based on aromatic polyamide and finely dispersed silver obtained by reduction of silver nitrate with copper. It was determined that the mechanical method of combining the initial components of the polymer compositions allows the destruction of silver agglomerates formed after its synthesis, as evidenced by photographs of fracture surfaces of the obtained polymer composites. Physical and mechanical studies of the developed polymer composites were carried out, and it was determined that the introduction of silver allows an increase in density and hardness by 10–20%, as well as in yield strength and the compressive modulus of elasticity to 237 and 2350 MPa, respectively. The main tribological properties (friction coefficient, temperature on the friction surface, and linear wear intensity) of the developed polymer composites were determined. It was established that the best values of these properties are exhibited by the composite containing 90% aromatic polyamide and 10% silver. Thus, its friction coefficient, temperature on the friction surface (by 15–20%), and linear wear intensity are 1.8 times better than those of the original polymer. The results of the conducted studies allow us to state that the use of this composite in heavily loaded friction units of agro-food equipment will contribute to improving their reliability and durability.

Keywords: aromatic polyamide; silver; friction; wear; copper; Brinell hardness; silver nitrate; equipment.

REFERENCES

1. Kobets AS, Derkach OD, Chygvintseva OP, Kabat OS, Rula IV, Dudin VYu, et al. *Zastosuvannya polimernykh kompozytiv v ahropromyslovomu kompleksi* [Application of polymer composites in the agro-industrial complex]. Dnipro: Zhurfond; 2022. 356 p. (in Ukrainian).

2. Kabat OS, Kobets AS, Derkach OD, Makarenko DO, Hnatko OM. Practice of using parts made of the heat-resistant polymer composites in the chemical industry and agricultural engineering. *ARPJ Eng Appl Sci*. 2024; 19(1): 40-47.

3. Dudin V, Makarenko D, Derkach O, Muranov Y. Determining the influence of a filler on the properties of composite materials based on phenylone C2 for tribojunctions in machines and assemblies. *East Eur J Enterprise Technol*. 2022; 5/12(119): 38-46. doi: 10.15587/1729-4061.2022.266160.

4. Gutierrez TJ. Polymers for food applications: news. In: Gutierrez T, editor. *Polymers for food applications*. Cham: Springer; 2018. p. 1-4. doi: 10.1007/978-3-319-94625-2_1.

5. Kabat O, Girin O, Heti K. Polymer composites based on aromatic polyamide and fillers of spherical and layered structure for friction units of high-performance equipment. *Proc Inst Mech Eng L J Mater Des Appl*. 2023; 237(11): 2669-2676. doi: 10.1177/14644207231176796.

6. Fidan S, Korkusuz OB, Tokar PO, Gulturk E, Ates BH, Sinmazcelik T. Effect of filling materials on the tribological performance of polytetrafluoroethylene in different wear modes. *Polym Compos*. 2024; 45(15): 13561-13577. doi: 10.1002/pc.28718.

7. Kabat OS, Sytar VI, Heti KV, Artemchuk VV. A method for obtaining a polymer composite based on aromatic polyamide and silicon dioxide. *J Chem Technol Metall*. 2021; 56(2): 283-288.

8. Zhang Y, Wang Y, Wang S, Jiang K, Zhang C, Zhang Y, et al. Crosslinked polyimide-polyethersulfone composite with enhanced breakdown strength and energy storage density for high temperature and high field energy storage capacitor. *J Power Sources*. 2025; 658: 238137. doi: 10.1016/j.jpowsour.2025.238137.

9. Stanitska M, Obushak M, Grazulevicius JV. Modification by fluorine as efficient tool for the enhancement of the performance of organic electroactive compounds – a review. *Chem Chem Technol*. 2025; 19(1): 52-60. doi: 10.23939/chcht19.01.052.

10. Teng D, Wang J, Sa X, Zhao T, Zhu J. Comparative study of tribological behaviors of compression molded polyimide under varying load conditions. *Wear*. 2025; 582-583: 206359. doi: 10.1016/j.wear.2025.206359.

11. Kurdi A, Kan WH, Chang L. Tribological behaviour of high performance polymers and polymer composites at elevated temperature. *Tribol Int*. 2019; 130: 94-105. doi: 10.1016/j.triboint.2018.09.010.

12. Aulin V, Rogovski I, Lyashuk O, Tykhyi A, Kuzyk A, Dvornyk A, et al. Revealing patterns of change in the tribological efficiency of composite materials for machine parts based on phenylone and polyamide reinforced with arimide-t and fullerene. *East Eur J Enterprise Technol*. 2024; 3/12(129): 6-18. doi: 10.15587/1729-4061.2024.304719.

13. Chihvintseva O, Rula I, Boyko Y, Mirjanic D. Carbon plastics for structural purposes based on aromatic polyamide phenylone C-2. In: Karabegovic I, Kovacevic A, Mandzuka S, editors. *New technologies, development and application VII. NT 2024. Lecture notes in networks and systems*, vol 1070. Cham: Springer; 2024. p. 556-563.

14. Kabat O, Bannyk N, Voronyi O. Polymer composite materials of special purpose for the aerospace and rocket industry. *Sci Innov*. 2025; 21(1): 95-103. doi: 10.15407/scine21.01.095.

15. Kabat OS, Sula MP, Kulinich MA. Polimerni kompozyty na osnovi politetraforetylenu ta sribla dlya vuzliv tertya obladnannya kharchovoyi promyslovosti [Polymer composites based on polytetrafluoroethylene and silver for friction units of food industry equipment]. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2025; (5): 146-153. (in Ukrainian). doi: 10.32434/0321-4095-2025-162-5-146-153.