

4. J.-P. MERLET Parallel Robots //SOLID MECHANICS AND ITS APPLICATIONS. Volume 128. 2006 Springer

5. SU № 1633314 A1 «Стенд для испытания шин на износ» // Сибирский автомобильно-дорожный институт им. В.В. Куйбышева. 07.03.91 Бюл. №9

УДК 678.01: 539.53 539.21

**Буря О.І., канд. техн. наук, професор**

**Єршоміна К.А., канд. техн. наук**

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, [eka.yeriomina@gmail.com](mailto:eka.yeriomina@gmail.com)

## **ВПЛИВ САМОФЛЮСУЮЧОГО СПЛАВУ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ МЕТАЛОПОЛІМЕРІВ**

У машинобудуванні широко застосовують композиційні полімерні матеріали з більш високими експлуатаційними властивостями, ніж у вихідних пластмас. Властивості композиційних матеріалів можна змінювати, підбираючи компоненти з метою отримання систем з необхідними властивостями. Прикладом подібних систем можуть служити полімери, наповнені дрібнодисперсними частками металів, які останнім часом привертають до себе все більшу увагу та знаходять широке застосування як функціональні матеріали з цінним комплексом фізико-механічних, трибологічних та теплофізичних властивостей. Як показано в роботі [1], використання металів і сплавів, в якості наповнювачів в поєднанні з оригінальним методом переробки, дозволило отримати конструкційні металополімери (МП) для вузлів тертя, працездатні в широкому інтервалі температур і при високих навантаженнях. Однак, внаслідок недостатньої адгезії, ефективна кількість наповнювача в МП становить 15 мас.%, що не дозволяє застосовувати їх в тих галузях промисловості, де важливі підвищені магнітні та електричні властивості.

Одним із перспективних наповнювачів для МП є аморфні, нанокристалічні сплави, які, в порівнянні зі звичайними, характеризуються значними магнітними, механічними та електричними властивостями, що пов'язано з їх структурою. Ці цінні характеристики зумовлюють застосування таких сплавів у тих випадках, де інші матеріали виявляються непрацездатними. Також до переваг аморфних, нанокристалічних сплавів можна віднести просту схему їх виробництва – вона, як правило, складається з двох етапів: виплавки сплаву і розливу на кінцевий продукт. Все це дозволило аморфним і нанокристалічним сплавам вийти на етап промислового виробництва та зайняти своє місце на ринку збуту [2, 3].

У зв'язку з викладеним вище, мета роботи полягала в розробці МП з підвищеною адгезією між компонентами та вивченні впливу вмісту наповнювача на зносостійкість металополімерної пари.

Розглянемо двокомпонентні системи на основі термостійкого ароматичного поліаміду фенілон С2 (ТУ 6-05-221-226-72) і дрібнодисперсного порошку (40 – 100 мкм) самофлюсуєчих сплавів ПР-Н65Х25С3Р3 (ТУ 14-22-33-90, виробництво «Тулачермет»). Наповнені композиції отримували шляхом змішування порошків полімеру і сплаву в вихровому змішувачі. Зразки для випробувань виготовляли методом компресійного пресування при температурі 593 К і навантаженні – 40 МПа, витримка при цій температурі становила 10 хвилин. Інтенсивність зношування ( $I_h$ ) та коефіцієнт тертя ( $f$ ) композитів в режимі тертя без змащення досліджували на дисковій машині тертя, контртіло – сталь 45 (ГОСТ 1050-74), термооброблена до твердості 45-48 HRC, з чистотою поверхні Ra = 0,16 – 0,32 мкм. Поверхні тертя досліджували за допомогою мікроскопу Біолам-М у світлому полі відбитого падаючого світла. Твердість вимірювали за допомогою приладу 2074 ТПР згідно з ГОСТ 23677-79.

Як видно з даних, наведених у табл. 1, характеристики металополімерів визначаються ступенем наповнення, а саме зі збільшенням вмісту наповнювача інтенсивність

зношування та коефіцієнт тертя зменшуються і сягають свого мінімуму при вмісті 20 мас.% наповнювача, підкорюючись закономірності Ратнера, яка пов'язує фізико-механічні та трибологічні властивості матеріалів. Поява дисперсного металевого порошку у поліамідній матриці зміцнює композиційний матеріал і гальмує розвиток деформаційних процесів у матриці при стиранні, що підвищує зносостійкість металополімерів. З іншої сторони, збільшення вмісту металевого наповнювача знижує температуру на межі розділу МП – контртіло (див. табл. 1), що гальмує розвиток деструктивних процесів і, як наслідок, веде до підвищення зносостійкості наповнених систем.

Таблиця 1 – Залежність трибологічних властивостей від вмісту наповнювача

Властивості	С-2	С-2+10% ПРН	С-2+20% ПРН	С-2+30% ПРН	С-2+40% ПРН
Тертя по плівці перенесення					
$I_h \cdot 10^{-8}$	3,43	0,49	0,34	0,66	1,11
$f$	0,49	0,57	0,61	0,66	0,67
T, К	393	374	366	332	320
Тертя по відновлювальній поверхні					
$I_h \cdot 10^{-8}$	3,91	0,79	0,78	0,87	0,93
$f$	0,52	0,54	0,56	0,61	0,63
T, К	403	389	381	339	322
Твердість					
HRE, МПа	88	97,9	99,9	89,5	88,4

Примітка: швидкість ковзання – 1 м/с; навантаження – 0,6 МПа; шлях тертя – 1000 м.

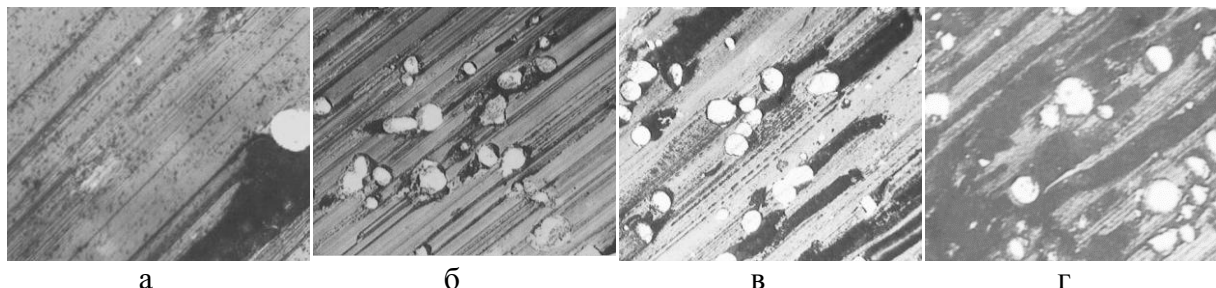


Рис. 1 – Поверхні тертя металополімерів, що містять: а – 10, б – 20, в – 30, г – 40 мас.% наповнювача. Збільшення x100

На поверхнях тертя МП (див. рис. 1) не спостерігається мікротріщин, що свідчить про пластичне руйнування матеріалу під впливом тертя ковзання, але є сліди схоплювання з контртілом у вигляді областей матеріалу, зміщених у напрямку тертя. При цьому, чим вища зносостійкість композиції, тим рідше вони зустрічаються.

#### Список посилань

1. Буря О.І. Металополімери на основі фенілону: розробка, властивості, застосування / О.І. Буря, К.А. Єршоміна, І.І. Половніков // Технології забезпечення життєдіяльності людини: зб. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 25-річчю УТА (Київ, 16–17 листопада 2017 р.) / УТА; КНУТД; НАДУ при Президентові України; редкол.: Е. А. Афонін [та ін.]. – Київ: КНУТД, 2017. – С. 238 – 247.
2. Attraktive Anwendungsgebietes für Glas-metalliolen mit eingelagerten Hartpartikeen // Mittex. – 1990. 97, №10. – Р. 434.
3. Стародубцев Ю. Аморфные металлические материалы / Ю. Стародубцев, В. Белозеров // Силовая Электроника. – 2009. – № 2: Технологии. – С. 86 – 89.