

Потенціал та перспективи створення епоксикомпозиційних матеріалів для трибосистем ковзання

В роботі проаналізовано здобутки вітчизняних вчених в напрямку розробки триботехнічних полімеркомпозиційних матеріалів на основі епоксидних зв'язуючих. Окреслено напрямки та шляхи розвитку цих досліджень

Полімеркомпозиційні матеріали на основі епоксидних зв'язуючих (ЕКМ) активно використовуються у світовій та вітчизняній практиці як ефективний триботехнічний матеріал з високими характеристиками, що здатний, при відповідному підході на етапі конструювання, забезпечити необхідну керованість та прогнозованість властивостей, в тому числі і при складних умовах навантаження тертям. Такі системи мають значний науковий та практичний інтерес [1-3] за рахунок забезпечення оптимальних триботехнічних характеристик та стабільності взаємодії в умовах сухого фрикційного контакту. Так авторами [4, 5] показано, що при встановленні оптимальних значень складових потужності тертя, мінімізації негативного впливу мікросередовища і введення структурно-активних компонентів (тверді мастила тощо) забезпечується направлений вплив на трибологічний процес та реалізуються умови для формування в зоні тертя плівок переносу, що 1,6-1,9 рази підвищує довговічність роботи трибосистем ковзання.

В роботах [3, 5, 6] досліджено структурні зміни і характер трибологічних процесів при терті високонаповнених полімеркомполімеритів та розроблена модель для пояснення механізму фрикційного переносу. Методами рентгеноспектрального аналізу та електронної мікроскопії встановлено ефект масопереносу мікроелементів поверхонь спряжених тіл при терті та утворення проміжної термостійкої структури в зоні тертя, що підтверджується методами диференціального термічного аналізу і ІЧ-спектроскопії.

При цьому ЕКМ здатні ефективно функціонувати при низьких і високих значеннях коефіцієнту тертя [5-7]. Це досягається шляхом оптимального вдалого поєднання полімерної матриці та інгредієнтів полінаповненої системи, фізичної та термічної модифікації, а також формування високонаповненої системи, де зв'язуюче виконує функцію тонких граничних шарів для забезпечення достатньої адгезії на межі розділу фаз, а наповнювачі – оптимальну конструкційну міцність матеріалу та довговічність роботи трибопарі.

На основі проведених досліджень сформульовано принципи створення та оцінки ЕКМ [3]: забезпечення цілісності системи, єдності структурних та функціональних складових ЕКМ; забезпечення термодинамічної, механічної та кінетичної сумісності інгредієнтів полімернаповненої композиційної системи; врахування ефекту самоорганізації; формування запасу міцності при створенні матеріалу, що реалізується в умовах тривалої експлуатації; забезпечення

оптимального ступеня наповнення ЕКМ-системи варіюванням ступенем дисперсності та природи інгредієнтів.

Показано, що активний тепловий вплив при структуризації епоксикремнійорганічних систем у зоні максимально допустимих для епоксидної компоненти температур породжує ефект “адаптації” до прикладеного навантаження та забезпечує стабільність заданих характеристик при фрикційній взаємодії [3]. Експериментально обґрунтовано умови утворення та стабілізації самоорганізуючих плівок переносу при навантаженні епоксидних композитів тертям ковзання, що сприяє підвищенню зносостійкості та надійності трибосистем [3, 5, 7].

Оцінюючи перспективи продовження розробок в цьому напрямку необхідно виокремити такі складові й завдання на їх основі, а також шляхи їх вирішення:

- підвищення опору системи термодеструктивним процесам, що сприяють втомі полімерної матриці та обмежують довговічність роботи трибопари шляхом структурної модифікації композицій;

- створення умов для реалізації процесів вибіркового переносу в зоні трибоконтакту для стабілізації температури та нівелювання залишкових напружень в ЕКМ шляхом термофізичної модифікації та створення композиційних матеріалів із заданими властивостями;

- підвищення ресурсних можливостей ЕКМ шляхом оптимізації складу та властивостей при застосуванні як наповнювачів нанорозмірних складових.

Таким чином, ЕКМ триботехнічного призначення є перспективними і конкурентними у випадку функціонування трибопари в умовах сухого фрикційного контакту. Дослідження надійності й довговічності функціонування розроблених ЕКМ, стабільності властивостей запропонованих матеріалів при створенні й вдосконаленні сучасних трибосистем ковзання, є предметом подальших досліджень за даним напрямком.

Список літератури

1. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Кальба Є.М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. – Тернопіль: Збруч, 2005. – 182 с.
2. Савчук П.П., Косторнов А.Г. Особливості впливу процесів модифікації на триботехнічні характеристики епоксидних композиційних матеріалів // Проблеми тертя та зношування. – К.: НАУ. – 2010. – Вип. 48. – С. 135–148.
3. Савчук П.П. Наукові і технологічні основи створення та керованого функціонування епоксидних композитів з різним ступенем наповнення: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.02.01 / П.П. Савчук – Київ: ПІМ, 2010. – 40 с.
4. Савчук П. П. Особливості застосування епоксидних композиційних матеріалів у триботехніці / П. П. Савчук // Проблеми трибології. – 2008. – № 4 (50). – С. 120–125.
5. Савчук П.П. Формування самоорганізованих структур в процесі фрикційної взаємодії трибопари епоксикомпозит-сталь: монографія / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, О.Л. Садова. – Луцьк: Вежа-Друк, 2017. – 172 с.

6. Савчук П.П. Наукові підходи до створення епоксидних композитів з комплексом керованих властивостей / П.П. Савчук // Тези XXVI-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу “Актуальні проблеми та перспективи науки і виробництва” (Технічний напрямок). – Луцьк: ННВ ЛНТУ, 2012. – С. 127–129.

7. Савчук П.П. Фрикційні полімеркомпозити з комплексом керованих властивостей: Монографія / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, Л.А. Савчук, О.М. Люшук. – Луцьк: Іванюк В.П., 2022. – 136 с.