

Проведемо розрахунок напружень за формулою (1). Ми отримали напруження, які виникали в маточині колеса, на якій буди наклеєні тензодатчики.

Висновки

Проведені експерименти показали, що контактні напруження в ходовому колесі набагато менше (приблизно в чотири рази), ніж дає розрахункова практика.

Література

1. Григоров О.В. Вантажопідйомні машини / О.В. Григоров, Н.О. Петренко. Харків. НТУ «ХПІ», 2006. – 304с.

ТРИБОФІЗИКА ЕЛЕКТРОТЕРМОМЕХАНІЧНОЇ ФРИКЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПАР ТЕРТЯ ГАЛЬМ

Фідровська Наталія Миколаївна, докт. техн. наук, професор каф. БДМ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail:
nfidrovskaya@ukr.net, ORCID: [ORCID: 0000-0002-5248-273X](https://orcid.org/0000-0002-5248-273X)

Стебелецька Наталія Миронівна, канд. техн. наук, ВП НУБіП
«Бережанський агротехнічний інститут»

Коцюмбас Олег Йосифович, канд. техн. наук, доцент кафедри
автомобільного транспорту, Національний університет «Львівська політехніка»
ORCID: 0000-0002-6590-4022

Головин Михайло Андрійович, аспірант кафедри прикладної механіки
та інженерії матеріалів Національний авіаційний університет,
e-mail: nau12@ukr.net.

Костецький Іван Володимирович, аспірант кафедри прикладної
механіки та інженерії матеріалів Національний авіаційний університет,
e-mail: nau12@ukr.net

Механізм зношування полімерних матеріалів має свої особливості, що визначаються їх будовою та властивостями. Об'ємна і поверхнева міцність полімерних матеріалів характеризуються їх структурно-чутливими властивостями і різко змінюються в залежності від стану матеріалу, виду і параметрів зовнішнього впливу, поверхнево-об'ємної температури та умов навколишнього середовища. Полімери мають складнішу структурну будову, ніж метали. У полімерах, як правило, одночасно присутні аморфна та кристалічна фази: надмолекулярна структура характеризується великою різноманітністю молекулярних утворень (ланцюги, глобулі, фібрили тощо).

Характеристикою рівня теплової енергії є поверхнево-об'ємна температура, яка залежить від кількості підведеної до будь-якого виду гальма механічної енергії, фізико-механічних та теплотехнічних властивостей матеріалів елементів тертя та ефективності дисипації енергії при оцінці складових потужності тертя

(електричної, теплової та хімічної) навколишнє середовище. У зв'язку з цим статичний коефіцієнт пари тертя гальма, який за визначенням не враховує впливу поверхнево-об'ємної температури, можна розглядати як характеристику потенційних фрикційних властивостей сполучених поверхонь гальма.

У процесі еволюції трибосистеми до стаціонарного стану вона прагне мінімуму виробництва ентропії. При досягненні мінімуму ($dS/dt = \min$) незворотні процеси всередині системи здійснюються з меншою інтенсивністю, і система працює в режимі електротермомеханічного тертя та зношування з мінімальною витратою енергії на тертя.

Так, при розробці металополімерних трибосистем запропоновано комплекс вимог до складу, структури та властивостей матеріалу (табл. 1), що забезпечує мінімізацію накопичення ентропії у трибосистемі.

Таблиця 1 – Комплекс вимог до складу, структури та властивостей матеріалу

№ п/п	Вимоги до матеріалу	Досягаємий ефект
1.	Регламентовані міцність, жорсткість та підатливість металополімерних пар тертя, а також їх розширення та усадка при поверхнево-об'ємній температурі	Зниження деформації під імпульсним навантаженням та збільшення конфігураційної ентропії
2.	Максимально великі коефіцієнти тепло- та температуропровідності.	Збільшення дисипації теплової ентропії
3.	Максимальна теплоємність	Збільшення питомої ентропії
4.	Статичний і динамічний коефіцієнт тертя, що регламентується в парі тертя	Зниження кількості акумульованої теплоти та ентропії
5.	Здатність полімерної матриці до утворення більш упорядкованої шаруватої (орієнтованої) структури типу рідкокристалічного стану аморфної фази	Виробництво конфігураційної негативної ентропії та зниження темпу накопичення загальної ентропії
6.	Наповнювачі повинні відповідати виконанню вимог щодо п.п. 1 - 5	Збільшення питомої ентропії та міжшарової відстані, рідкокристалічного стану, зменшення накопичення ентропії
7.	Технологія виготовлення метало полі- мерних пар тертя має забезпечувати отримання прогнозованої структури (витяжка молекул) у поверхневому шарі	Зниження ентропії у початковому стані та за її накопиченні у конфігураційному стані.

Повний приріст ентропії визначається виразом, що відображає сутність другого закону термодинаміки:

$$dS = d_e S + d_i S,$$

де $d_e S$ і $d_i S$ – зміна ентропії при: обміні з навколишнім середовищем та незворотних процесів усередині трибосистеми.

Отже, мінімальне збільшення ентропії системи може бути досягнуто під час виконання двох умов:

- при мінімальному темпі виникнення ентропії у цій системі (трибосистемі);

- при максимальному відтоку (дисипації) ентропії з цієї системи з допомогою обміну з навколишнім середовищем.

Перехід трибосистеми з нерівноважного термодинамічно нелінійного стану пов'язані з утворенням дисипативної поверхневої структури, що у результаті самоорганізації. Для реалізації процесу самоорганізації потрібні відповідні умови. Завдання створення таких умов має вирішуватися під час вибору та розробки матеріалів трибосистем для конкретних умов тертя, конструкцій деталей пар тертя.

Розвиток активаційних процесів характеризується також синтезом нових фаз, що визначаються ентальпією трибохімічних реакцій H_t і ентропією S_t , і збільшенням рухливості та орієнтації макромолекул при зміні конфігураційної ентропії S_k . Структурні зміни (аморфізація та утворення шаруватої впорядкованої структури) та орієнтація макромолекул створюють умови для значного зближення та забезпечують тісний мікроконтакт, достатній для утворення вандер-ваальсових та хімічних зв'язків між полімером та металом з енергією ΔE . Утворення адгезійних зв'язків в умовах значної деформації полімеру на мікроставуках сполученої металеві поверхні забезпечує їх високу адгезійну міцність, яка стає більшою за роботу когезії в полімерній фазі, відбувається розрив міжмолекулярних зв'язків полімеру та перенесення його макромолекул і цілих фрагментів на металічну поверхню фрикційного.

Накопичення енергії E в поверхневому шарі та плівці фрикційного переносу призводить систему до деякого стану, при якому реалізується дисипативний фазовий перехід з утворенням дисипативної структури (термотропних рідких кристалів, рентгеноаморфної міді і т.д.).

У процесі тертя в умовах значного деформування, що повторюється, і знакозмінних напружень у плівці фрикційного перенесення і поверхневому шарі накопичуються внутрішня енергія ΔE і мікродефекти, зростає ентропія ΔS , після досягнення деякої допустимої величини відбувається руйнування і знос плівки. При цьому накопичення дефектів та руйнування відбувається раніше в областях мікроставувів, де ступінь деформації найбільший. Продукти зносу плівки виносяться із зони контакту, реалізуючи функцію обміну речовиною та енергією з навколишнім середовищем, а оголені ділянки знову вступають в адгезійну взаємодію з поверхнею полімерної деталі, і процес часткового руйнування та відновлення плівки фрикційного переносу (дисипативних структур) період.

Література

Технологічне забезпечення зносостійкості деталей трибомеханічних систем дискретними поверхнями: монографія / М. В. Кіндрачук, В. Є. Марчук, О. І. Духота, О. В. Радіоненко. – К.: НАУ, 2020. –224 с.

Ehlers H.-R. et al. Potential and limits of opportunities of the block brake. *Glaser's Annalen*, 2002, no. 6/7, pp. 290-300.

Проектний та перевірений розрахунок фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок / А. Х. Джанахмедов, Д. А. Вольченко, Д. Ю. Журавльов [та ін.] // Стандарт – Баку: Апострофф, 2016 - 312 с.