

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ТРИБОСИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В СЕРЕДОВИЩІ ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Журавель Д.П., к.т.н., доц.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (061)42-25-85
e-mail: dmitriy041169@mail.ru

Анотація. Досліджено зміни властивостей поверхневих шарів трибоспряжень при експлуатації мобільної техніки показано, що енергоємність поверхневих шарів характеризує їх довговічність по показнику «ресурс» шляхом визначення накопичення деформації в поверхневих шарах спряжень та здатності протистояти зношенню від дії абразивного зерна.

Ключові слова: трибоспряження, енергоємність, змащувальна фаза, триботехнічні властивості, гетерофазна трибосистема, фрикційний контакт, змащувальний матеріал.

Постановка проблеми. Основним недоліком сучасної теорії тертя, змащування і зношування трибосистем, що спонукало постановку даної роботи, є слабкий зв'язок аналітичних і експериментальних результатів із властивостями речовин, нечітке трактування механізмів розсіювання енергії, зношування матеріалів і змащування поверхонь тертя. У задачу дослідження входив розгляд роботи трибосистеми у взаємозв'язку з властивостями матеріалів, умовами її роботи і її конструктивними особливостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливі методологічні аспекти прогнозування ресурсу деталей і вузлів та експлуатаційна надійність вузлів сільськогосподарської техніки, що працюють в середовищі змащувальних матеріалів, запропонували Р.М. Матвеевський, В.Л. Лашхі, И.А. Буяновський, В.П. Коваленко, М.А. Григорьев та інш.[1]. Аналіз процесів, які відбуваються під час тертя двох поверхонь було, детально описано такими вченими, як Крагельський І.В. [1], Костецький Б.І. [2], Гаркунов Д.М [3] і та інш. Однак аналіз опублікованих досліджень показав, що всі процеси взаємодії абразивного зерна з перлітною основою чавунів в процесі абразивного зношування, розглядаються з точки зору міцнісних і мікрогеометричних параметрів, що не дає узагальненої характеристики поведінки поверхневих шарів в процесі абразивного зношування[4]. Такою узагальненою характеристикою є енергоємність структурних складових металів.

Мета дослідження. Підвищення вірогідності прогнозування ресурсу вузлів і агрегатів мобільної техніки шляхом визначення розподілу енергії в поверхневих шарах трибоспряжень.

Основна частина. Трибосистема навантажена нормальними і тангенціальними силами P і F , види обміну енергії та масою з навколишнім середовищем показане на рис.1.

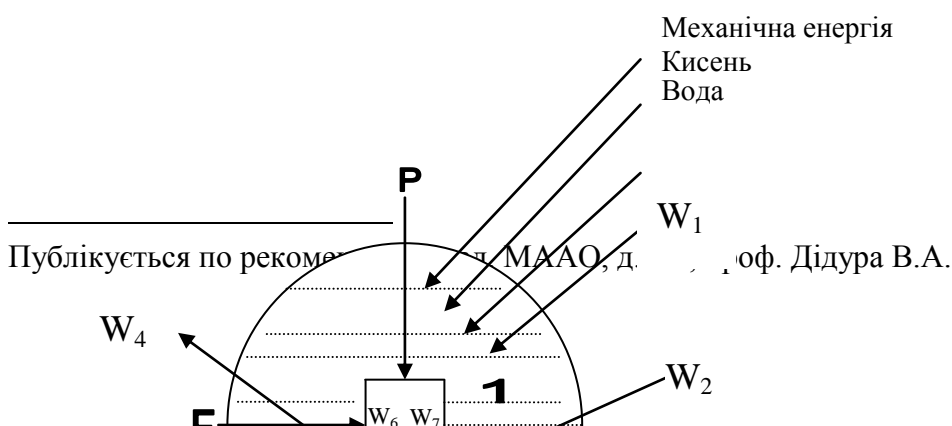


Рисунок 1 - Розрахункова модель гетерофазної трибо системи 1 –змащувальна фаза; 2 – пари тертя (тверда фаза)

Розробка прискорених методів хімотологічної оцінки змащувальних матеріалів без знання триботехнічних процесів у реальних спряженнях машин і механізмів не представляється можливим.

Використовуючи рівняння енергетичного балансу при терті в середовищі досліджуваного змащувального матеріалу [1] можна показати сумою енергій (рис.1):

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + W_8 + W_9 + W_{10}; \quad (1)$$

де W – енергія, що генерується в процесі тертя, Дж;

W_1 – енергія, яка витрачається при зовнішньому підігріві;

W_2 – поглинена енергія;

W_3 - енергія, що відводиться в результаті конвекції;

W_4 - енергія, яка витрачається на тепловіддачу в змащувальний матеріал;

W_5 - енергія, яка витрачається на руйнування змащувального шару;

W_6 - енергія, яка витрачається на структурні перетворення в контактуючих матеріалах;

W_7 - енергія, яка витрачається на диспергування в матеріалах;

W_8 - енергія, яка витрачається на руйнування мікронерівностей;

W_9 – енергія, яка витрачається на хімічне перетворення в змащувальному матеріалі;

W_{10} - енергія, яка витрачається на деформацію мікронерівностей.

З цих десяти видів енергій останні п'ять, спрямовані на руйнування поверхневих шарів при терті. Отже утворена енергія в процесі тертя контактуючих тіл витрачається на нагрівання, конвекцію і роботу руйнування поверхневих шарів деталей, що призводить до зміни триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів у зоні зношування, рис. 3.

Найбільш поширеним видом зношування деталей вузлів і агрегатів машин є абразивне зношування. Для абразивного зношування характерне впровадження абразивного зерна в поверхневі шари металів під дією зовнішніх сил, що є основним чинником руйнування поверхневого шару. Крім того, абразив, потрапляючи в зону контакту двох поверхонь, не лише є мікрорізцями, але і прямими деформатором поверхневого шару, привоздячи до накопичення деформацій, що сприяє руйнуванню і подальшому прискореному зносу поверхневих шарів металів[4].

Одним із параметрів, що характеризує поведінку поверхневих шарів металів, є їх енергоємність. Енергоємність – це кількість енергії необхідної для деформації об'єму основної структури поверхневого шару металу. Енергоємність поверхневих шарів залежить від механічних і фізичних властивостей матеріалу деталі і зміцнюючих технологій, а також середовища роботи. Інакше можна сказати, що енергоємність поверхневих шарів металу – це відношення зовнішнього одиничного навантаження Δq_i , що діє на i -те абразивне зерно до об'єму деформованого матеріалу поверхневого шару V_{Mi} .

$$\mathcal{E}_M = \frac{\Delta q_i}{V_{Mi}}, \frac{H}{M^2} \quad (2)$$

При розгляді одиничної площі, енергоємність матеріалу визначається відношенням питомого навантаження P_y до одиничного об'єму деформованого матеріалу V_M^1 .

$$\mathcal{E}_M^1 = \frac{P_y}{V_M^1}, \frac{H}{M^2}. \quad (3)$$

Таким чином, об'єм деформованого металу поверхні можна визначити через енергоємність поверхневих шарів металів деталей трибоспряження.

$$V_M = \frac{P_y}{\mathcal{E}_M}. \quad (4)$$

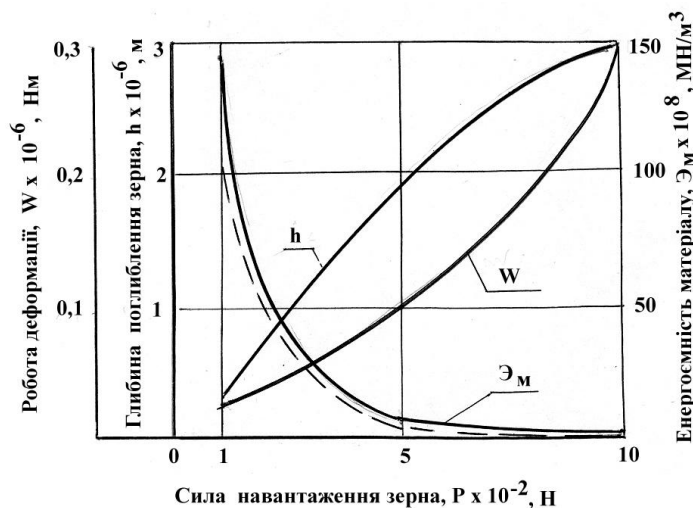


Рисунок 2 - Залежність глибини поглиблення абразивного зерна h , роботи деформації W і енергоємності матеріалу \mathcal{E}_M від сил навантаження зерна P .

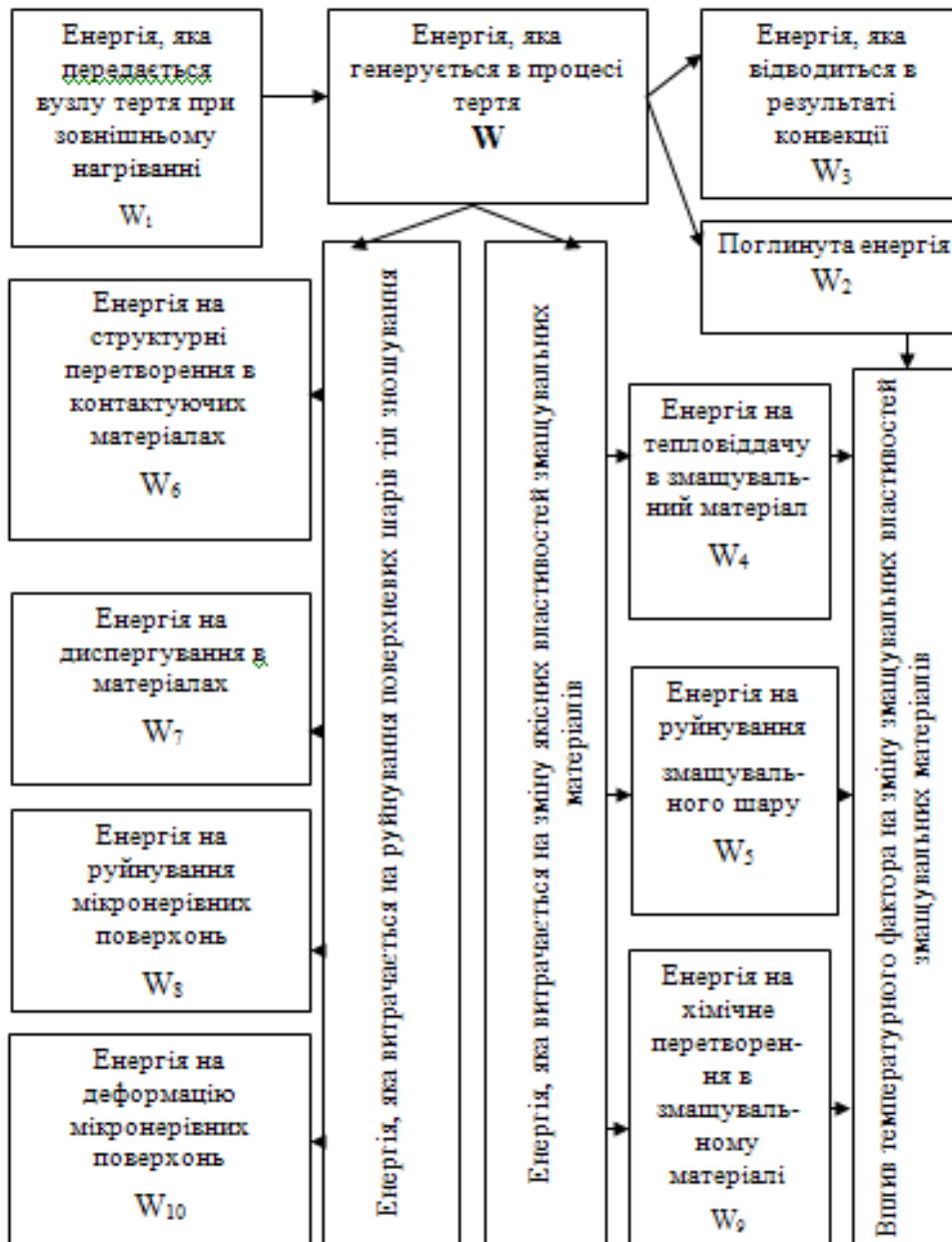


Рисунок 3 - Механізм розподілу енергій при експлуатації мобільної техніки.

Тиск на абразивне зерно створюється за рахунок зміни зазорів в трибосопряженнях мобільної техніки в процесі роботи. На рис.2 представлені залежності: глибини поглиблення h , роботи деформації W і енергоємності поверхневих шарів перлітної основи чавунів $Эм$ від сили навантаження або сили впровадження абразивного зерна (діамантової піраміди). Із цих залежностей видно, що із збільшенням сил деформації або сили втискування, глибина поглиблення h зростає, зростає і робота деформації W , а енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів – падає. Робота деформації знаходиться в зворотній залежності від механічних властивостей чавунів.

Висновки. Енергоємність поверхневих шарів металу є характеристикою, яка дозволяє оцінювати здатність поверхневих шарів накопичувати деформацію та протистояти зношуванню від дії абразивного зносу. Крім того, будучи функцією сил деформації, енергоємність поверхневих шарів металу дозволяє встановлювати межі силових характеристик вузлів тертя при абразивному зношуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матвеевский Р.М. Смазочные материалы: антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник/ Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский и др. —М.: Машиностроение, 1989. — 224с.
2. Костецкий Б.И. Трение, износ и смазка/ Б.И. Костецкий.- М.: Техника, 1970. - 396 с.
3. Гаркунов Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – [2-е изд., перераб. и доп.]– М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
4. Журавель Д.П. Деформація та енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів при абразивному зношуванні/Д.П. Журавель, В.Б.Юдовинський.-Праці ТДАТА.- Вип. 31.- Мелітополь, 2005. - с. 62-67.

BIBLIOGRAPHY

1. Matveevskiy R.M. Lubricating materials: antifriction and antiwear properties. Testing methods: Reference / R.M. Matveevskiy, V.L. Lashhi, I.Ya. Buianivskiy [i dr.]. — М.: Mashinostroenie, 1989. — 224s.
2. Kostetskiy B.I. Friction, wear and lubrication / B.I. Kostetskiy. – М.: Tehnika, 1970. – 396s.
3. Garkunov D.N. Tribo engineering / D.N. Garkunov. – [2-e izd., pererab. i dop.]– М. : Mashinostroenie, 1989. – 328 s.
4. Zhuravel' D.P. Deformation and power intensity of cast iron perlite base surface layer under abrasive wear / D.P. Zhuravel', V.B. Yudovinskiy // Pratsi TDATA. – Vyp. 31. – Melitopol, 2005. – s. 62-67

MODELING OF POWER BALANCE OF MOBILE TECHNICAL EQUIPMENT TRIBOSYSTEM IN ENVIRONMENT OF LUBRICANTS

D. P. Zhuravel

Summary

Property changes of surface layer tribo-matchings under mobile technical equipment operation have been researched and it has been defined that energy capacity of surface layers characterized their durability by parameter “resource” through determination of the deformation development in surface layers of tribo-matchings and their property to stand up to wear from abrasive grain action.

Key words: tribo-matchings, power intensity, lubrication phase, tribotechnical properties, heterophase tribosystem, frictional contact, lubricating material.