

УДК 514.18

ФОРМУВАННЯ ДІАГРАМИ ЗНОШУВАННЯ ЕВТЕКТИЧНИХ ШАРІВ

Мартин Є.В., д. т. н.

Козуб В.В., к. т. н.

Рак Т.Є., к. т. н.

Ренкас А.Г., к. т. н.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Тел. (0322) 21-20-72

Анотація – розглядаються багатовиди як геометричні моделі результатів експериментальних досліджень зносостійкості поверхонь пожежотехнічного устаткування у вигляді границь областей параметрів. Встановлені властивості графічного подання складної функції зв'язків параметрів взаємодії складових елементів дослідних зразків та досліджені особливості формоутворення багатовидів.

Ключові слова: *n*– вимірні простори, складні функції, багатовиди, область параметрів, евтектичне покриття, зносостійкість.

Постановка проблеми. Проблема зносостійкості вузлів і агрегатів пожежотехнічного устаткування являє головну передумову довговічності та стійкості їх роботи. Дослідження зносостійкості евтектичного покриття виробу виконують на експериментальних зразках, система ”вал - вкладиш”, використовуючи елементи лабораторного обладнання з заданим покроковим інтервалом зміни функціональних параметрів взаємодії складових частин дослідних взірців. Евтектичне покриття складається із легованого бором та марганцем цементиту та фаз боридів заліза [1]. Геометрично зв'язки параметрів визначають багатовиди охоплюючого багатовимірного фазового простору. В сучасних умовах обмежених можливостей проведення експериментальних випробувань побудова відповідних результатам випробувань геометричних моделей багатопараметричних залежностей уможливорює при зменшенні числа

лабораторних дослідів замінити візуальні засоби аналізу дослідженнями поведінки евтектичних шарів на засадах вивчення структури геометричної моделі процесу зношування.

Аналіз останніх досліджень. Геометричні засоби знаходять практичне застосування у дослідженнях залежностей багатьох змінних параметрів процесів, об'єктів та систем на засадах візуалізації та подальшого аналізу геометричних моделей простих чи складних функцій [2]. В основу аналізу зносостійкості покладені переважно результати досліджень знятих експериментально двопараметричних залежностей. У першому випадку доступний аналіз геометричних моделей з можливістю визначення критичних значень параметрів процесу. При дослідженні зносостійкості маємо, як і для цього випадку, сталість знаків усіх чисел, що визначають змінні параметри; це дозволяє використати правдоподібно геометричні засоби одного координатного підпростору багатовимірною фазового простору. Врахування одночасного впливу багатьох параметрів процесу зношування на евтектичне покриття вимагає розроблення нових методів розрахунку із залученням засобів геометричного моделювання. Важливим питанням, що потребує дослідження, являє розроблення геометричних засобів подання обмежуючих діапазон зміни робочих параметрів пари тертя "вал - вкладиш" багатовидів, зокрема, нелінійних підпросторів.

Формулювання цілей статті. Розроблення геометричних моделей подання результатів експериментальних досліджень стійкості вузлів і агрегатів пожежнотехнічного устаткування в умовах абразивного зношування евтектичного покриття; встановити характер відповідних багатовидів охоплюючого фазового n -простору.

Основна частина. Результати експериментальних досліджень приведені для випадку пари тертя "вал - вкладиш" [1]. Кожний черговий експеримент проводився для поінтервальних значень швидкості v (м/с) ковзання вала в робочому діапазоні її зміни. Питоме навантаження p (Мпа) для досягнення належного рівня напруженого стану, адекватного зовнішнім навантаженням у вузлах чи агрегатах, встановлювалось за допомогою еталонів, які задають значення p в інтервалі 1, 2, 3, 4, 5 Мпа. Значення зносу g (мг/мм²) для серії експериментів з об'ємним загартуванням вкладиша і евтектичним боридним покриттям вала приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Залежності зносу g для пари тертя "вал - вкладиш"

№ п/п	швидкість ковзання, v (м/с)	знос g , (мг/мм ²)				
		питоме навантаження p , (Мпа)				
		1	2	3	4	5
1	0.4	15	18	25	32	36
2	0.5	17	22	28	34	38
3	0.6	18	25	32	36	40
4	0.7	22	30	37	41	47
5	0.8	24	35	42	46	52

Дані металографічного аналізу вкладишів після проведення серії експериментів щодо товщини δ (мкм) білих шарів і мікротвердості μ (Гпа) приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Залежності питомого навантаження p для пари тертя "вал - вкладиш"

параметри	питоме навантаження, p (Мпа)				
	1	2	3	4	5
δ	30	35	38	30	20
μ	5	4.9	4.8	4.5	4.2

Згідно одержаних експериментальних даних має місце зміна п'яти параметрів: зносу g , питомого навантаження p , швидкості ковзання v , товщини δ білих шарів і мікротвердості μ поверхні вкладишів. Серед них маємо три залежних параметри g , δ , μ як функцій двох незалежних параметрів v і p , причому одночасно від двох параметрів v і p залежить тільки знос g поверхні вкладишів. Для відображення проєкцій багатовиду як геометричної моделі одержаних експериментальних даних виконаємо вибір комплексного креслення охоплюючого багатовимірного фазового простору. Для змінних п'яти параметрів ($n=5$), поданих дійсними числами, маємо п'ятивимірний простір $Og\delta\mu vp$, підпростір аргументів якого двовимірний і подається двовимірною площиною Ovp . Для усього

розмаїття епюрів n - просторів спільним є спосіб їх формування з використанням двовимірних площин. Такі епюри подаються у загальній або ортогональній декартовій системі координат [2]. З огляду на практичне використання залежностей в процесі металографічного аналізу, де результати експериментальних даних візуалізуються в ортогональній декартовій системі координат, прийmemo за базовий один з таких епюрів, наприклад, Радищева (рис.1).

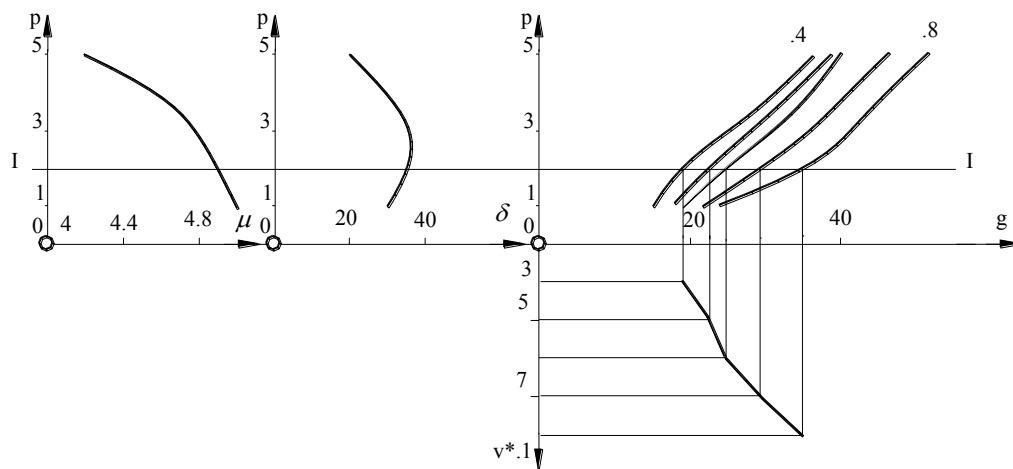


Рис.1.Проекції 2- багатовиду простору $Og\delta\mu vp$

Багатовид як геометричну модель результатів експериментальних даних подамо одержаними за допомогою перерізів січними гіперплощинами рівня $v_i = const$ проекціями у двовимірні координатні площини. Враховуючи суттєві обмеження у проведенні експериментів, покажемо розширені можливості графічного відображення їх результатів. Умови проведення експериментів такі, що параметри зносу відслідковуються при поінтервальної зміні питомого навантаження і постійних значеннях швидкості ковзання. Стосовно узагальнення результатів досліджень з практичних міркувань важливішими є залежності із значеннями швидкості ковзання в якості аргументу. Використаємо у площині епюра додаткове поле Ogv , в якому розташуємо одержані за допомогою січних гіперплощин p_i (з слідами, наприклад, $I- I$) проекції.

Багатовид п'ятивимірного простору подамо системою рівнянь

$$\begin{aligned} g &= g(v, p); \\ \delta &= \delta(p); \\ \mu &= \mu(p). \end{aligned} \quad (1)$$

Залежності (1) визначають напрямні багатовимірних циліндричних поверхонь. Залежність $g=g(v,p)$ подається у тривимірному координатному підпросторі $Ogvp$ двовимірною поверхнею P_1 . У п'ятивимірному просторі поверхня P_1 являє напрямний багатовид чотиривимірної циліндричної поверхні Π_1 . Твірні багатовиди утворюють двовимірні площини Π_1 , паралельні координатній площині $O\delta\mu$. Залежності $\delta=\delta(p)$ і $\mu=\mu(p)$ подаються одновимірними багатовидами P_2 і P_3 як напрямними чотиривимірних циліндричних поверхонь Π_2 і Π_3 . Твірні циліндричних поверхонь Π_2 і Π_3 являють тривимірні лінійні підпростори Π_2 і Π_3 , паралельні координатним підпросторам відповідно $Og\mu v$ і $Og\delta v$. У п'ятивимірному просторі $Og\delta\mu vp$ чотиривимірні циліндричні поверхні Π_2 і Π_3 , перетинаючись, визначають багатовид цього простору розмірності

$$l_1=m_1+m_2-n=3, \quad (2)$$

де l_1 - розмірність багатовиду;
 $m_i=4$ -розмірності гіперциліндрів.

Утворений багатовид розмірності $l_1=3$ у перетині з чотиривимірною циліндричною поверхнею Π_1 п'ятивимірного простору визначає багатовид як геометричну модель залежностей (1). Розмірність багатовиду

$$l_2=m_i+l_1-n=2, \quad (3)$$

тобто двовимірна поверхня п'ятивимірного простору $Og\delta\mu vp$. Розмірність l_2 багатовиду можна визначити також з урахуванням взаємного перетину одразу трьох чотиривимірних циліндричних поверхонь Π_1 , Π_2 і Π_3 п'ятивимірного простору [2].

Кожна вісь простору $Og\delta\mu vp$ щодо формування двовимірного багатовиду є рівнозначною. Проте, виходячи з практичних міркувань, в якості задаючої осі зручно прийняти вісь Op , тоді при конструюванні епюра січна чотиривимірна гіперплощина паралельна координатному підпросторові $Og\delta\mu v$. Це дозволяє визначати для кожного значення питомого навантаження p_i одразу всі значення функцій g_0, δ_0, μ_0 у січних площинах v_i :

$$\begin{aligned} g_0 &= g(v_i, p_i); \\ \delta_0 &= \delta(p_i); \\ \mu_0 &= \mu(p_i). \end{aligned} \quad (4)$$

Висновок. Розбудова методів металографічного аналізу покриттів металевих виробів у спрямуванні унаочнення взаємозв'язку багатьох функціональних параметрів засобами прикладної багатовимірної геометрії дає змогу оптимізувати число експериментів і одержувати результати, можливості експериментального визначення яких обмежені.

Література

1. *Козуб В.В.* Зносостійкість хромового евтектичного покриття при терті ковзання в корозійно – абразивному середовищі // Науковий вісник УкрНДІПБ. - Вип.2(14).- Київ, 2006. - С.112-115.
2. Прикладна геометрія та інженерна графіка / *Ковальов С.М., Гумен М.С., Пустюльга С. І., Михайленко В.Є., Бурчак І.Н.* – Луцьк: ЛДТУ, 2006. – С.58-89.

ФОРМИРОВАНИЕ ДИАГРАММЫ ИЗНАШИВАНИЯ ЭВТЕКТИЧНЫХ СЛОЕВ

Мартын Є.В., Козуб В.В., Рак Т.Є.

Аннотация

Рассматриваются многообразия как геометрические модели результатов экспериментальных исследований износостойчивости поверхностей пожарнотехнического оборудования в виде границ областей параметров. Установлены свойства графического отображения сложной функции связи параметров взаимодействия составляющих элементов исследуемых образцов и изучены особенности формообразования многообразий.

FORM GRAPHIC DURABLE EUTECT LAYERS

Martyn Є. V., Kozub V.V., Rak T.Є.

Summary

Consider the surface as geometrical model results of experimental research durable the surface fire plant how border region parameters. Mount property graphic reflection complex

**function connection parameters interaction constituent element
research model and learn peculiarity form the surface.**