

УДК 620.178.16.004

ВПЛИВ СТРУКТУРИ І ЗЕРНИСТОСТІ МЕТАЛІВ ДЕТАЛЕЙ СПОЛУЧЕНЬ НА ЇХ КОЕФІЦІЄНТ ЗНОСУ

Юдовинський В.Б.

Кюрчев С.В.

Пеньов О.В.

Мирненко Ю.П.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена аналізу впливу структури і зернистості металевих сплавів деталей сполучень на їх коефіцієнт зносу.

Work is devoted the analysis of influence of structure and grittiness of metallic alloys of details of interfaces on their coefficient of wear.

Постановка проблеми

На знос металів і сплавів впливають їх властивості. А на властивості металів і сплавів впливає багато чинників. Основними з них є: структура і її однорідність, наявність легуючих компонентів і їх стан, попередня термічна обробка, розмір зерна та інше. Особливе місце серед чинників, що впливають на знос металів, займає зернистість і структура, а також її твердість, яка визначається хімічним складом матеріалу і термічною обробкою.

Аналіз останніх досліджень

Дослідження зносу структурно неоднорідних сплавів приділена значна увага в роботах М.М.Хрущова і М.А. Бабічева [1]. Проведені ними експерименти показали, що відносна зносостійкість при абразивному зношуванні структурно неоднорідного матеріалу, дорівнює сумі множення відносних об'ємів, займаного окремими структурними елементами, на їх відносна зносостійкість.

$$\xi = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \xi_i$$

де a_i – частка номінального об'єму, зайнятого i – структурним елементом;
 ξ_i – відносна зносостійкість структурного елемента.

Оскільки відносний показник зносостійкості окремих структурних складових не дає повної характеристики про зносостійкість конкретного матеріалу, то розглянемо здатність матеріалів протистояти зносу через коефіцієнт зносу K_z , який є зв'язком конструктивних параметрів деталей сполучення, силових, швидкісних, тимчасових параметрів і здатності матеріалу до зношування [2,3].

Формування мети статті

Метою статті є аналіз впливу структури і зернистості металів деталей сполучень на їх коефіцієнт зносу.

Основна частина

Для цього розглянемо окремі структурні складові чорних металів: ферит, перліт, сорбіт, аустеніт, тростит, цементит, мартенсит, порівняний із карбідом вольфраму (WC), як найбільш твердою і зносостійкою структурою. Твердість перерахованих вище структур HV кг/мм², а також величина розсіювання твердості кожної структури. Звідки видно, що розсіювання величини твердості структури збільшується із збільшенням твердості (рисунок 1).

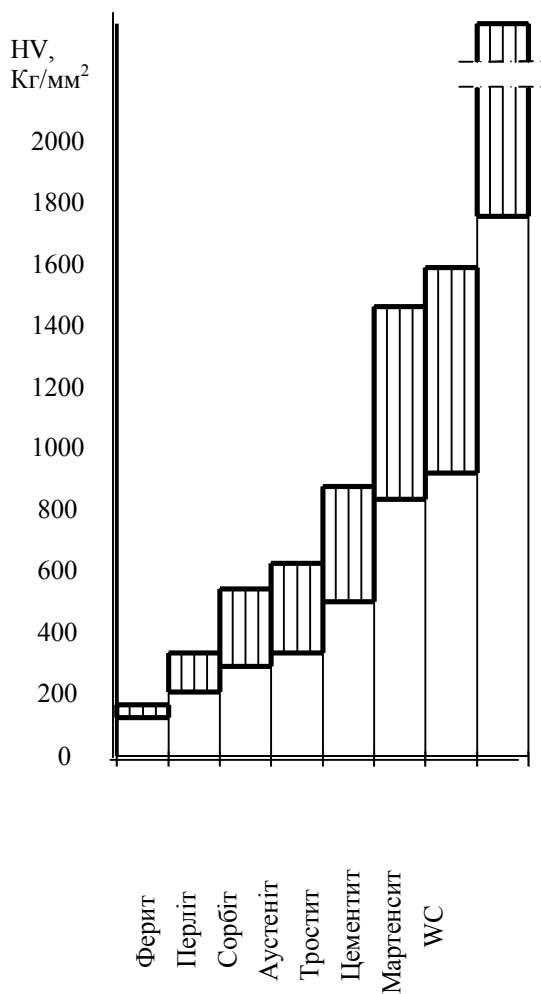


Рис. 1 Твердість структурних складових

Вибравши за основний параметр, що впливає на коефіцієнт зносу, твердість - HV, вказані складові по цьому параметру можна зобразити графіком. Аналіз коефіцієнта зносу по твердості структури дозволив отримати залежність коефіцієнта зносу від твердості по Вікерсу, представлена на рисунку 2.

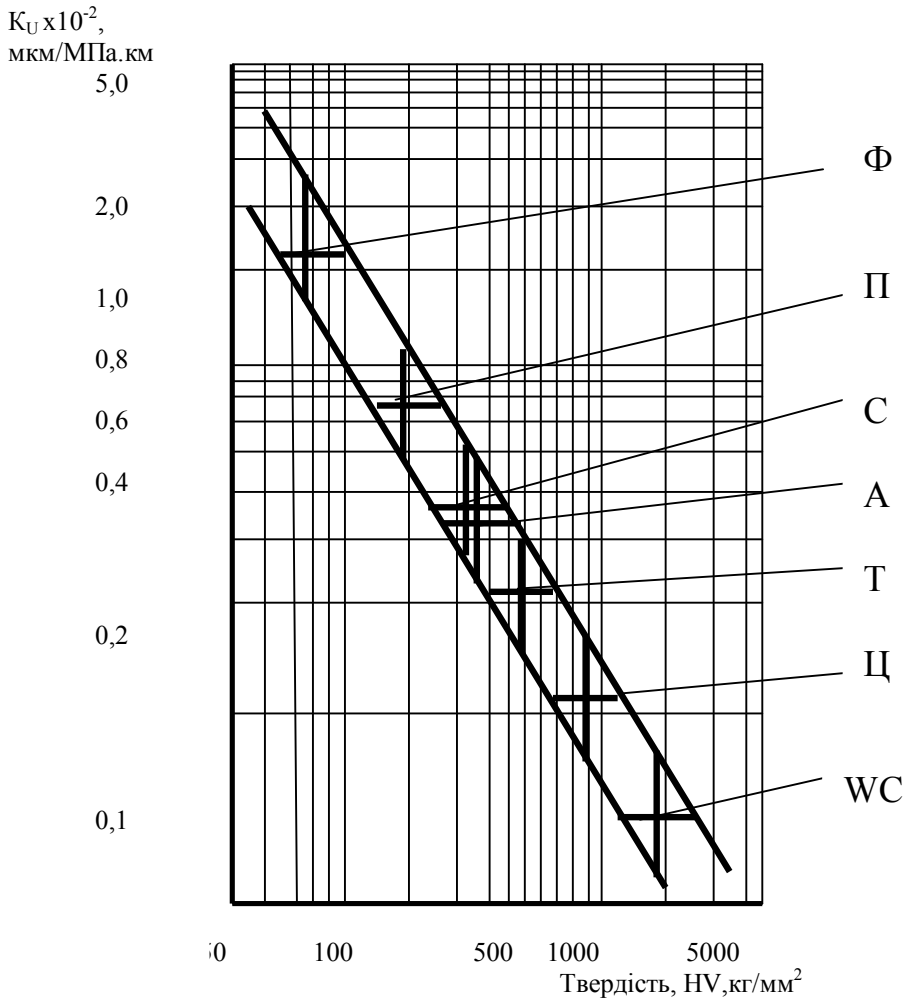


Рис. 2 Залежність коефіцієнту зносу K_U матеріалів деталей сполучення від твердості HV

Ця залежність є експонентою. Емпіричні залежності коефіцієнтів зносу від твердості для верхньої і нижньої меж твердості структури мають вигляд:

$$K_U^B = e^{-0,0137(HV)_i - 4,280}$$

$$K_U^H = e^{-0,0041(HV)_i - 5,875}$$

Знаючи верхню і нижню межі коефіцієнтів зносу структур можна знайти залежність для середніх значень коефіцієнта зносу, які будуть рівні:

$$K_{Ucp} = \frac{K_U^B - K_U^H}{2} = \frac{\exp[-0,0137(HV)_i - 4,28] - \exp[-0,0041(HV)_i - 5,875]}{2 \cdot 10^2}, \frac{\text{MKM}}{\text{MPa} \cdot \text{KM}}$$

Але оскільки твердість окремих складових структури має діапазон розсіювання ΔHV , то і коефіцієнт зносу для кожної структурної складової має розсіювання ΔK_U . При куті скосу рівному γ , можна записати

$$\Delta K_{U_i} = \Delta(HV)_i \cdot \text{tg} \gamma$$

Згідно ГОСТ 5639-81 існує 12 класів (номерів) зерна -1,0,1,2,8,9,10. З них чотири номери додаткові (-1,0,9,10) і 8 0 з першого у восьмій – основні.

Враховуючи, що твердість структурної складової залежить від розміру зерна або його номера (N), то твердість кожної структурної складової металу залежно від зернистості можна поділити на дві групи:

$$1 - 1 \leq N \leq 4, \quad HV_j = (HV)_{срi} - \frac{\Delta HV_i}{2^N};$$

$$2 - 4 \leq N \leq 8, \quad HV_j = (HV)_{срi} - \frac{\Delta HV_i}{N - 4}.$$

де j – змінний параметр зернистості матеріалу;

I – змінний параметр структури матеріалу;

N – номер зерна.

Значення розсіювання твердості кожною структурною складовою і розсіювання коефіцієнта зносу представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Значення розсіювання твердості структурною складовою і розсіювання коефіцієнта зносу

Структура	Фе-рит	Пер-літ	Сорбіт	Аусте-ніт	Трос-тит	Цемен-тит	Мартен-сит	WC
$\Delta HV_i, \text{кг/мм}^2$	35	90	200	210	230	420	530	1040
$\Delta K_{U_i} \times 10^{-2}, \text{мкм/МПа.км}$	1,8	0,41	0,23	0,20	0,19	0,15	0,09	0,04

Загальна картина полів розсіювання твердості і – структури і твердості

j - структури зернистості і перенесення на розсіювання коефіцієнтів зносу для і – структури і j – зернистості представлені на рисунку 3.

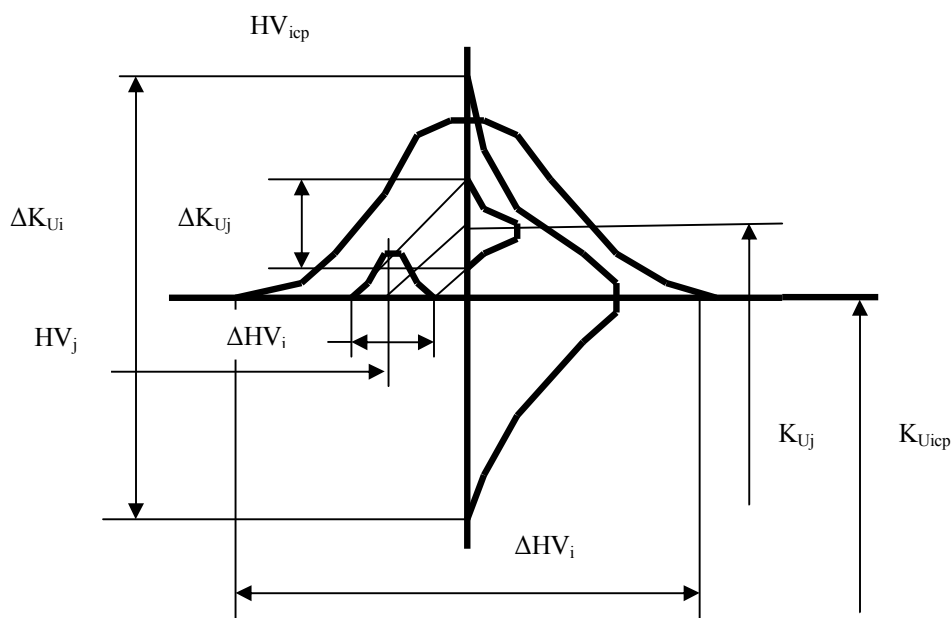


Рис. 3 Розсіювання параметрів твердості і коефіцієнта зносу і – структури, j - зернистості

Розсіювання

коефіцієнта зносу і- структури j - зернистості можна визначити по емпіричній залежності

$$\Delta K_{U_i} = \frac{\exp[-0,00137(HV)_i^B - 4,280] - \exp[-0,0041(HV)_i^H - 5,875]}{8 \cdot 10^2}.$$

Знаючи коефіцієнт зносу і - структури j – зернистості, можна визначити коефіцієнт зносу кожною марки сталі і чавуну, що мають певну зернистість. Коефіцієнт зносу матеріалів при абразивному зношуванні структурно неоднорідного матеріалу певної зернистості

дорівнює сумі множень відносного об'єму, займаного i - структурним елементом на коефіцієнт зносу i - структури j - зернистості.

$$K_U = \sum_{i=1; i=1}^n a_i \cdot K_{Uj}$$

Приймаючи за основу це співвідношення, можна записати розсіювання значення коефіцієнта зносу i -сплаву j - зернистості:

$$\Delta K_{Ucnj} = \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=1}^n a_i \cdot \Delta K_{Ui}$$

а середнє значення коефіцієнта зносу для сплаву прийме вигляд:

$$\Delta K_{Ucn,sp} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot K_{Ucpi}$$

На підставі цих співвідношень можна записати залежності для визначення коефіцієнтів зносу j -зернистості різних сплавів:

1. при $1 \leq N \leq 4$

$$K_{Uju} = \sum a_i \cdot K_{Ucp} + \frac{4-N}{8} \cdot \sum a_i \cdot \Delta K_{Ui}$$

2. при $4 \leq N \leq 8$

$$K_{Uju} = \sum a_i \cdot K_{Ucp} - \frac{N-4}{8} \cdot \sum a_i \cdot \Delta K_{Ui}$$

Таким чином, знаючи коефіцієнт зносу структурних складових, можна визначити чисельні значення коефіцієнтів зносу будь-якого сплаву з будь-яким номером зерна.

Як приклад розглянемо вплив структурних складових фериту, перліту і цементиту і номера зерна деяких вуглецевих сталей із вмістом вуглецю 0,1%; 0,3%; 0,4%; 0,45%; 0,8%; 1,2%.

Розрахунок коефіцієнтів зносу сплавів ґрунтується на значенні коефіцієнтів зносу структурних складових, середні значення яких дорівнюють:

Перліту - $K_{Uпер} = 0,75 \cdot 10^{-3}$ мкм/МПа.км;

Фериту – $K_{Uфер} = 2,2 \cdot 10^{-3}$ мкм/МПа.км;

Цементиту – $K_{Uцп} = 0,22 \cdot 10^{-3}$ мкм/МПа.км.

На підставі цих коефіцієнтів зносу, певного відносного об'єму структурних елементів (Q_i) сплаву і запропонованої вище методики, обчислюється розсіювання коефіцієнтів зносу j - зернистості (K_{Ucnj}) і значення коефіцієнтів зносу K_U для кожного номера зерна кожного сплаву. Значення цих коефіцієнтів зведені у таблицю 2.

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів зносу для кожного номера зерна структури

Марка сплаву	Відносний об'єм структурних елементів, Q_i	$K_{Ucnj} \times 10^{-2}$	Коефіцієнт зносу $K_{Ucn} \times 10^{-2}$, мкм./МПа.км							
			Номер зерна структури, N							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Сталь10	0,1П+0,87ф	0,200	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
Сталь30	0,38П+0,62ф	0,160	2,12	1,96	1,80	1,64	1,48	1,32	1,16	1,00
Сталь40	0,50П+0,50ф	0,137	1,86	1,72	1,58	1,44	1,30	1,15	1,02	0,88
Сталь45	0,56П+0,44ф	0,130	1,76	1,65	1,52	1,39	1,26	1,13	1,00	0,87
У8	1,00П	0,050	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55
У12	0,93П+0,07ц	0,048	0,86	0,82	0,77	0,72	0,67	0,62	0,58	0,53

За розрахунковими даними таблиці 2 побудована номограма визначення коефіцієнтів зносу сталей залежно від вмісту вуглецю і дійсного розміру зерна структури (рисунок 4).

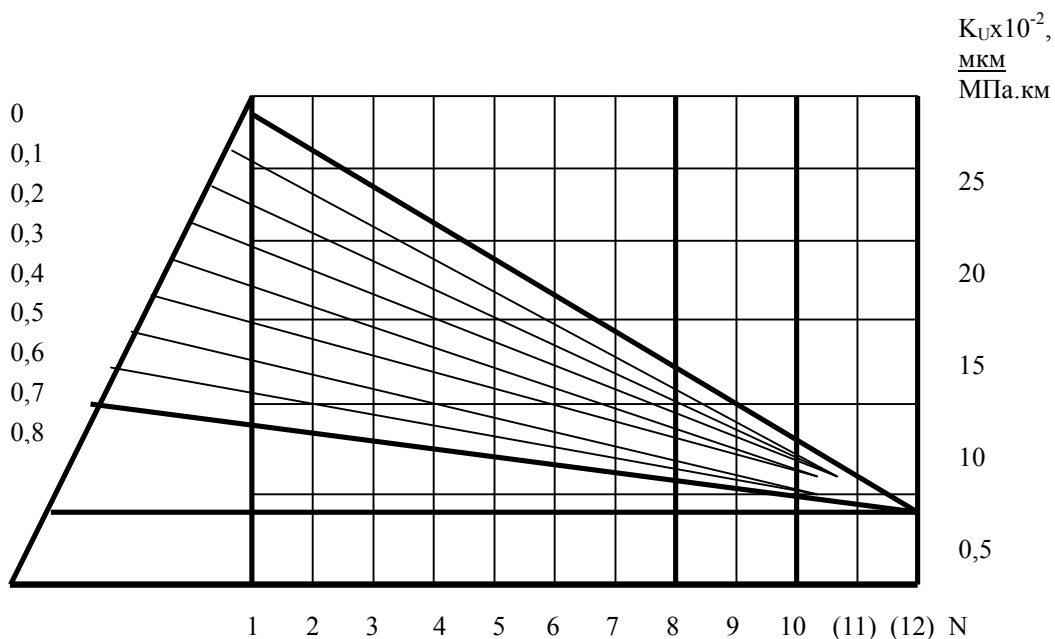


Рис. 4 Номограма визначення коефіцієнтів зносу сталей залежно від вмісту вуглецю і дійсного розміру зерна структури

Розроблена номограма дозволяє практично встановлювати чисельні значення коефіцієнтів зносу матеріалів деталей сполучень за маркою залізвуглецевих сплавів і виду термічної обробки, яка визначає величину зерна.

Висновки.

1. Коефіцієнт зносу матеріалів деталей сполучення є узагальненим показником силових, швидкісних і конструктивних параметрів.
2. Коефіцієнт зносу залежить від стійкості до зношування структурних складових і розмірів зерна.
3. Запропонована методика дозволяє визначати чисельні значення коефіцієнтів зносу різних залізвуглецевих сплавів із різною величиною зерна.

Література.

1. Хрушов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов, М., изд. АН СССР, 1960.
2. Проников А.С. Технологічна надійність верстатів. «Машинобудування», М., 1971.
3. Юдовинський В.Б., Кюрчев С.В, Пеньов О.В, Мирненко Ю.П. Експериментальне визначення коефіцієнтів зносу $k_{ц}$ матеріалів плоских пар Праці ТДАТУ-Вип.10,Т.2-Мелітополь: 2010.-с.188-193