

УДК 620.178.16.004

ДЕФОРМАЦІЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПЕРЛИТОВОЇ ОСНОВИ ЧАВУНІВ АБРАЗИВНИМ ЗЕРНОМ ПРИ ЗНОШУВАННІ

Юдовинський В.Б., к.т.н.,

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Мирненко Ю.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-13-54

Анотація - роботу присвячено питанням деформацій перлітової основи сірих чавунів абразивним зерном із визначенням зміни енергоємності поверхневих шарів у процесі деформацій для встановлення оптимальних силових характеристик вузлів тертя, що піддаються абразивному зношуванню.

Ключові слова – деформація, чавун, зношування, руйнування

Постановка проблеми. Найбільш розповсюдженим видом зношування деталей вузлів і агрегатів машин є абразивне зношування. Для абразивного зношування чавунів характерне впровадження абразивного зерна в поверхневі шари металевої основи або в графітні включення. Якщо впровадження абразивного зерна в графітні включення не позначаються на цілісності поверхневого шару металевої основи чавунів, то впровадження або деформація металевої основи чавунів абразивним зерном під дією зовнішніх сил є основним чинником руйнування поверхневого шару. Особливо швидке руйнування поверхневого шару спостерігається в області металевої основи, найближчої до графітних включень, де абразивне зерно сколює частинки металу. Крім того, абразив, потрапляючи в зону контакту двох поверхонь, не тільки є мікрорізцями, але і прямими деформаторами поверхневого шару, що сприяє руйнуванню і подальшому прискореному зносу поверхневих шарів чавунів. Тому дана робота присвячена встановленню кількісних характеристик деформаційних процесів перлітової основи чавунів, що виникають в процесі абразивного зношування.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз опублікованих досліджень показав, що всі процеси взаємодії абразивного зерна з перлітової основи чавунів у процесі абразивного зношування, в роботах Костецького Б.І., Крагельського І.В. і Марочкина В.Н. [1,2,3], розглядаються з погляду міцносних та мікрогеометричних параметрів, що не дає узагальненої характеристики поведінки поверхневих шарів у процесі абразивного зношування. Такою узагальненою характеристикою є енергоємність структурних складових чавунів.

Формулювання цілей статті. Метою статті є встановлення узагальненого показника накопичення деформацій в поверхневих шарах деталей, що зношуються.

Основна частина. Одним з параметрів, що характеризують поведінку поверхневого шару чавунів, є енергоємність поверхневих шарів чавунів. Енергоємність – це кількість енергії необхідне для деформації об'єму основної структури поверхневого шару металу. Інакше можна сказати, що енергоємність поверхневих шарів металу - це відношення зовнішнього одиничного навантаження, що діє на і-те абразивне зерно до об'єму деформованого матеріалу поверхневого шару V_m .

$$\mathcal{E}_M = \frac{\Delta q_i}{V_{M_i}} . \quad (1)$$

При розгляді одиничної площі, енергоємність матеріалу визначається відношенням питомого навантаження на абразивне зерно до одиничного об'єму деформованого матеріалу

$$\mathcal{E}_m^1 = \frac{P_{y3}}{V_m^1}, \text{ Н/м}^3 \quad (2)$$

Об'єм деформованого матеріалу одиничної площі контакту (1 см^2), на якій знаходиться N абразивних зерен з середнім розміром зерна r_{acr} , що мають форму $\xi_1; \xi_2; \dots; \xi$ (конус, піраміду, куб і тому подібне) і що упровадилися в основний матеріал з одиничною силою Δq_i , виражається залежністю

$$V_M = N_1(r_{a1}; \xi_1) + N_2(r_{a2}; \xi_2) + \dots + N_{i+i}(r_{ai}; \xi_i) + N_{i+2}(r_{a2}; \xi_i) + \dots + N_{i+j}(r_{aj}; \xi_i) + N_{i+j}(r_{aj}; \xi_i), \quad (3)$$

де кожен член правої частини - $N_{i+j}(r_{aj}; \xi_i)$ - об'єм деформованого металу $i+j$ груп абразивних зерен з однаковими параметрами зерна r_{aj} і однаковою їх формою ξ_i .

Якщо прийняти середні параметри розмірів абразивних частинок і їх форми, одиничний об'єм деформованого металу представиться наступною функцією

$$V_m = f[(r_{aicp}, \xi_{icp}); (N_i + N_2 + \dots + N_{i+j})], \quad (4)$$

де $N_1+N_2+\dots+N_{i+j}$ – загальна кількість зерен абразиву на одиничній площі в місці контакту двох поверхонь.

При експериментальному визначенні енергоємності поверхневих шарів перлітової основи чавунів були прийняті наступні допущення:

1. Абразивне зерно має абсолютну твердість
2. Абразивне зерно упроваджується в перлітову основу чавунів гострою частиною (кутом).

Ці допущення дали можливість замінити в експерименті абразивне зерно діамантовою пірамідою з кутом при вершині 136° . Згідно робіт Б.І. Костецького [1], кут при вершині абразивних зерен, що бере участь в зношуванні, змінюється від 120° - 150° .

Діамантова піраміда вдавлювалася в перлітову основу чавунів різних марок навантаженням від 0,05 до 1,50 Н (рис.1).

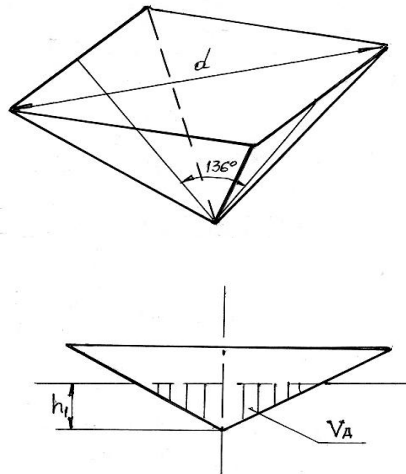


Рис. 1. Імітатор абразивного зерна - діамантова піраміда.

По середній величині діагоналей відбитку d визначалася глибина впровадження піраміди h_1 , площа деформації S і об'єм деформованого металу V_d .

Поверхня вимірів при проведенні дослідів – десятиразова. Глибина впровадження h_1 , мкм, сумарна площа деформації ΣS , мкм², і об'єм деформованого металу V_d , мкм³, обчислювалися за співвідношеннями

$$\begin{aligned} h_1 &= 0,143 \cdot D_{cp}, \\ \Sigma S &= 0,540 \cdot D_{cp}^2, \\ V_d &= 0,074 \cdot D_{cp}^3, \end{aligned} \quad (5)$$

де D_{cp} – середній параметр діагоналі, мкм.

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{2}. \quad (6)$$

Дослідженню піддавалися чавуни СЧ 15 і СЧ 30 по ГОСТ 1412-85. Безпосередньо досліджувалася перлітова основа чавунів поверхневого шару після шліфування. Поверхня добре змочується маслами, має адсорбований шар масла. Стійкий шар мастила на вказаних чавунах – 75-80 мкм. Адсорбований шар мастила - 0,3-1,2 мкм.

Модуючи процес впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітової основи чавунів під дією зовнішніх навантажень, наколювали алмазом перлітову основу чавунів марки СЧ 15 і СЧ30 з різними силами навантаження, отримували глибину впровадження діамантової піраміди, по якій підраховувалися основні параметри кінетики впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітової основи чавунів.

На рисунку 2 представлені: глибина впровадження h_1 , робота деформації W і енергоємність поверхневих шарів перлітової основи чавунів E_m від сили деформації (навантаження) або сили впровадження абразивного зерна (діамантової піраміди).

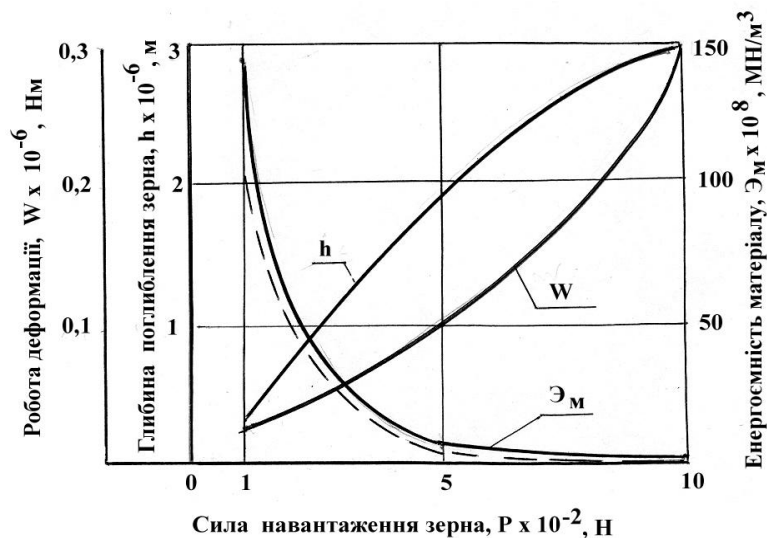


Рис. 2. Залежність глибини впровадження абразивного зерна h , роботи деформації W та енергоємності матеріалу E_m від сил навантаження зерна P .

З цих залежностей видно, що із збільшенням сил деформації або сили втискування, глибина впровадження h_1 росте, росте і робота деформації W , а енергоємність поверхневого шару перлітової основи чавунів – падає, причому, енергоємність чавуну марки СЧ 30 вище, ніж енергоємність чавуну марки СЧ 15. Робота деформації знаходиться в зворотній залежності від механічних властивостей чавуну.

Висновки. Енергоємність поверхневих шарів металу є характеристикою, яка дозволяє оцінювати поверхневі шари по здатності накопичення деформації при дії абразивного зерна, а також оцінює їх здатність протистояти зношуванню в процесі абразивного зносу. Крім того, будучи функцією сил деформації, енергоємність поверхневих шарів металу дозволяє встановлювати межі силових характеристик вузлів тертя при абразивному зношуванні.

Література.

1. *Костецкий Б.И.* Трение, износ и смазка/ *Б.И. Костецкий.* - М.: Техника, 1970. - 396 с.
2. *Крагельский И.В.* "Трение и износ"/ *И.В. Крагельский.* - М.: "Машиностроение", 1968. – 408 с.
- 3 *Марочкин В.Н.* "Осесимметричное напряженное состояние зоны контакта шероховатостей в условиях полной пластичности": автореф. дис. на сосискание учен. степени канд. техн. наук/ *В.Н. Марочкин.* - ИМАШ, 1957.

ДЕФОРМАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПЕРЛИТНОЙ ОСНОВЫ ЧУГУНОВ АБРАЗИВНЫМ ЗЕРНОМ ПРИ ИЗНАШИВАНИИ

Юдовинский В.Б., Кюрчев С.В., Мирненко Ю.П.

Аннотация

Работа посвящена вопросам деформаций перлитной основы серых чугунов абразивным зерном с определением изменения энергоемкости поверхностных слоев в процессе деформаций для установления оптимальных силовых характеристик узлов трения, которые поддаются абразивному изнашиванию.

THE DEFORMATION OF THE SURFACE LAYER OF THE PERLIT FOUNDATION OF THE CAST-IRON AT ABRASIVE DETERIORATION

V. Yudovynskiy, S. Kyurchev, O. Penyov

Summary

The article deals with the question of the deformation of the perlite foundation of grey cast-irons by the abrasive grain with the definition of energy capacity change of the surface layers during the process of the deformation for setting optimal power characteristics of friction units, which are destroyed by the abrasive deterioration.