

М.В. Дмитріюк , Д.А.Гусачук
Луцький національний технічний університет

ВСТАНОВЛЕННЯ КОРЕЛЯЦІЇ «КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ-ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ» У МІДИСТИХ ВИСОКОМІЦНИХ ЧАВУНАХ З СТРУКТУРОЮ НИЖНЬОГО БЕЙНІТУ

В статті встановлено кореляцію «коефіцієнт теплопровідності- інтенсивність зношування» у мідистих високоміцних чавунах з структурою нижнього бейніту. Показано, що з підвищенням концентрації міді коефіцієнт теплопровідності зростає, а інтенсивність зношування знижується.

Ключові слова: Коефіцієнт теплопровідності, високоміцний чавун, інтенсивність зношування

М.В. Дмитріюк , Д.А.Гусачук
УСТАНОВЛЕНИЕ КОРЕЛЯЦИИ «КОЕФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВИДНОСТИ-ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ» У МЕДИСТЫХ ВИСОКОПРОЧНЫХ ЧУГУНАХ СО СТРУКТУРОЮ НИЖНЕГО БЕЙНИТА

В статье установлена корреляция "коэффициент теплопроводности-интенсивность изнашивания" в медистых высокопрочных чугунах со структурой нижнего бейнита и показано, что с повышением концентрации меди коэффициент теплопроводности растет, а интенсивность изнашивания снижается.

Ключевые слова: Коэффициент теплопроводности, высокопрочный чугун, интенсивность изнашивания

M.V. Dmitriyuk, DA Gusachuk
ESTABLISHMENT OF THE CORRELATION "THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENCY - WEAR INTENSITY" IN COPPER HIGH-STRENGTH IRONS WITH STRUCTURE OF LOWER

The article establishes a correlation between "thermal conductivity coefficient and wear intensity" in high-strength copper cast irons with the structure of lower bainite. It is shown that with increasing copper concentration the thermal conductivity coefficient increases and the wear intensity decreases.

Key words: Thermal conductivity coefficient, high-copper cast iron, wear intensity

Постановка задачі. Серед залізо-вуглецевих сплавів, що широко застосовуються в промисловості, тенденцію до розширення сфер застосування зберігає лише чавун високої міцності, в якому вуглець, у значній мірі, або повністю знаходиться у вигляді кулястих включень. Такі ливарні чавуни не поступаються властивостями вуглецевим сталям, навіть після термічної обробки останніх. При цьому значення їх фізико-механічних характеристик (теплопровідність, міцність, зносостійкість) безпосередньо залежать від структури металевої основи. [1]

Легуючі елементи, можуть модифікувати не лише мікроструктуру матриці, але і морфологію графіту та механічні властивості легованого високоміцного чавуну [3]. У цьому аспекті значну увагу спеціалістів привертає клас сірих чавунів, які містять мідь у кількостях, які близькі, або переважають межу її розчинності у рідких та твердих розчинах сплавів (4...10 % мас.). Для встановлення кореляції взаємозв'язку мікроструктура – властивості цього класу чавунів доклали суттєвих зусиль такі відомі вчені як Ю.Г. Бобро, В.І. Тихонович, Е.А. Марковський, Б.А. Кірієвський та інші.

При постановці роботи передбачалося, що підвищення параметрів зносостійкості та теплопровідності може бути досягнуте за рахунок сумісного впливу ефектів збільшення кількості фаз (графіт+мідиста фаза) і особливих властивостей бейніту отриманого ізотермічним гартуванням.

Мета роботи: Вивчення кореляції коефіцієнта теплопровідності та інтенсивності зношування високоміцних чавунів з структурою нижнього бейніту залежно від концентрації міді.

Методика та методи дослідження: Для дослідження використовували серію литих мідистих високоміцних чавунів (~4...10,% Cu) з перлітною матрицею, яка містить ледебуритні колонії та рівномірно розташовані в структурі, включення високоміцної фази, розташованої навколо графітних кристалітів. Базовий високоміцний чавун складу, % мас.: С 3,15...3,3; Si 2,3...2,7; S 0,010...0,22; P 0,06...0,011; Mg 0,04...0,07; Mn 0,3...0,6. Модифікували Cu-Mg-Се легатурою і фосфористою міддю

Для отримання однакового типу мікроструктури дослідних сплавів зразки проходили попередню термічну обробку, а саме нормалізацію від температури 880±5°C та ізотермічне

гартування згідно з режимом, який вважається оптимальним для отримання верхнього бейніту у сірих чавунах [3]. Використовували наступну схему ізотермічного гартування: аустенізація при $860 \pm 5^\circ\text{C}$ впродовж 50 хв → гартування у соляній ванні при температурі аустемперінгу 350°C з витримуванням впродовж 2,5 год.

Коефіцієнт теплопровідності (λ) визначали за методом Хрестіансена при температурі 200°C .

Інтенсивність зношування вивчали за схемою «вал-вкладка». Вал – сталь 40X13 термооброблений до HRC 43-45. Вкладка- зразок дослідних плавок (10x10x15 мм). Досліди проводили при наступних параметрах: Тиск на зразок $P=2,5$ МПа, швидкість тертя ковзанням $V=1$ м/с, охолодження -вода.

Результати та їх обговорення: Мікроструктурним аналізом встановлено (Рис.1.), що при температурі аустемперінгу (350°C) у мідистих високоміцних чавунах формуються голчаста структура нижнього бейніту з його типовою «мартенситоподібною» морфологією [3].

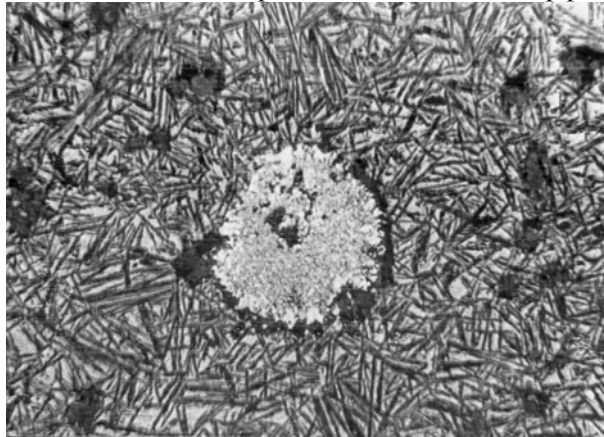


Рис. 1. Зображення мідистого включення у структурі нижнього бейніту високоміцного чавуну: а) 7,10 % мас., Cu, X 250

Результати досліджень показали, що коефіцієнт теплопровідності бейнітних мідистих (9,50% Cu) високоміцних чавунів в 1,5-2,0 рази вищий за коефіцієнт теплопровідності бейнітних сплавів, в структурі яких концентрація міді наближається до мінімуму (0,05% Cu). Протилежна закономірність спостерігається для параметра інтенсивності зношування (таблиця)..

Отримані результати досліджень показують чітку кореляцію між підвищенням коефіцієнта теплопровідності мідистих високоміцних чавунів і інтенсивністю їх зношування. Найвищі параметри коефіцієнта теплопровідності та найнижчі параметри інтенсивності зношування досягаються при вмісті міді 9.50% мас.

Можна стверджувати, що причиною високого коефіцієнта теплопровідності дослідних сплавів є позитивний вплив зростання концентрація міді в складі високоміцного чавуну .

Табл. 1

Коефіцієнт теплопровідності (λ) та зносостійкість (J) мідистих високоміцних чавунів з структурою нижнього бейніту

Вміст міді у складі чавуну, % мас.	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·К)	Інтенсивність зношування J, $\times 10^{-3}$ г/км
0,05	38	6,8
4,22	41	5,5
6,33	52	4,7
7,10	55	4,1
8,53	59	3,5
9,50	64	3,0

Зменшення інтенсивності зношування, за нашими припущеннями, пов'язане зі формуванням специфічної субструктури приповерхневого шару мідистого високоміцного чавуну зі структурою нижнього бейніту. На поверхні тертя мідистого високоміцного чавуну формується

«граничний шар», який складається із продуктів руйнування мідистих включень та графітних кристалітів (Рис. 2).

За даними попередніх досліджень,[4, 5] формування «граничного шару» знижує коефіцієнт тертя, інтенсифікує процеси дисипації в зоні тертя, та як наслідок, знижує інтенсивність зношування мідистого високоміцного чавуну.

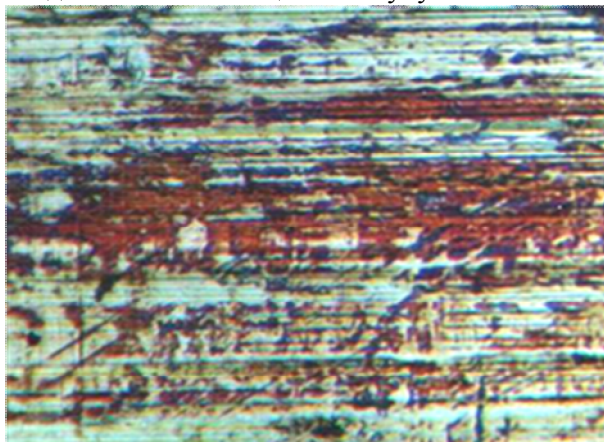


Рис. 2. Графітно-мідиста плівка (граничний шар) на поверхні тертя мідистого високоміцного чавуну. $t_{\text{в}}=350\text{ }^{\circ}\text{C}$, 9,50 % мас., Су. X 50

Висновки: Спостерігається чітка кореляція залежності коефіцієнта теплопровідності λ і інтенсивності зношування J від вмісту міді у складі високоміцних чавунів. З підвищенням міді у складі дослідних високоміцних чавунів зростає їх теплопровідність λ і знижується інтенсивність зношування J .

Перелік джерел посилання.

- 1.Бех Н.И., Александров Н.Н., Нуралиев Ф.А. Високопрочный чугун сейчас и в будущем // Литейное производство- 2018 -№5.- С.2-5
- 2.Elliott R. Cast Iron Technology.(Manchester University) Butterworths.: London, Boston, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington., 1988.– 244 p.],
Дмитриук Н.В. Высокомедистые чугуны с шаровидным графитом / З/Ю.Г. Бобро, Н.В. Дмитриук, Д.А. Гусачук // Литейное производство. – 1997. – №7. – С. 9–11.
3. Исследование и применение чугуна с шаровидным графитом, подвергнутого изотермической закалке / Цзэньшу Жэгули // Heat Treat. – 1991. - № 7. – С. 5-8.
4. Ю.Г. Бобро, Д.А. Гусачук, Н.В. Дмитриук Износостойкость бейнитных среднемедистых чугунов с компактным графитом/ Ю.Г. Бобро, Д.А. Гусачук, Н.В. Дмитриук// Трение и износ. – 1998. – Т. 19. – №3. – С. 386 – 390.
5. Dmytriyuk, M., Husachuk, D., Parfentieva, I., Feshchuk, Y., 2020. High-Copper Cast Irons for the Products of Tribotechnical Applied. KEM 864, 292–302.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.864.292>