

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ПОКРАЩАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРОБЛЮВАНOSTІ ЗНОСОСТІЙКИХ ХРОМИСТИХ ЧАВУНІВ

В. В. Христенко, канд. техн. наук;

О. В. Ушкалова, аспірант;*

*А. Ф. Будник**, канд. техн. наук, доцент,*

*Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України,
м. Київ;*

**НТУУ „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна;*

***Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

Одним із методів покращання оброблюваності різанням зносостійких хромистих чавунів є створення в розплаві неоднорідностей, які перешкоджають росту первинних карбідів при кристалізації. Встановлено, що перспективним може бути введення міді в кількостях, що перевищують межу її розчинності в розплаві хромистого чавуну, яка утворює краплі дисперсної фази.

Ключові слова: *зношування, хромистий чавун, мідь, дисперсна фаза, розплав.*

Одним из методов улучшения обрабатываемости резанием износостойких хромистых чугунов является создание в расплаве неоднородностей, препятствующих росту первичных карбидов при кристаллизации. Установлено, что перспективным может быть введение меди в количестве, превышающем предел ее растворимости в расплаве хромистого чугуна, которая образует капли дисперсной фазы.

Ключевые слова: *износ, хромистый чугун, медь, дисперсная фаза, расплав.*

ВСТУП

Зношування деталі в результаті тертя призводить до втрати її працездатності. Втрати від зношування становлять сотні тисяч тонн металу на рік; ще більший збиток завдається погіршенням параметрів роботи машин і механізмів через зношування робочих органів. Особлива роль у підвищенні працездатності деталей і вузлів машин належить зносостійким матеріалам.

Різні види зношування можна об'єднати в такі основні групи: механічне, молекулярно-механічне і корозійно-механічне [1].

До механічного виду зношування, перш за все, необхідно віднести абразивне зношування, тобто зношування поверхні деталі в результаті різальної або дряпаючої дії твердих частинок.

Основним видом молекулярно-механічного зношування є адгезійне зношування, яке супроводжується «схоплюванням» деталей при терті внаслідок переносу металу з однієї поверхні на іншу і вириванням частинок з поверхні однієї деталі, а також налипанням їх на поверхню іншої.

При корозійно-механічному зношуванні в основному діє фретинг-корозія, тобто зношування місць сполучення деталей, які перебувають під навантаженням (наприклад, при поздовжніх вібраціях).

Інтенсивність зношування залежить від властивостей середовища, а саме: твердість абразиву, розмір, форма частинок і ступінь їх закріплення. Зі збільшенням розміру частинок і їх гострокутності, а також з підвищенням ступеня закріплення інтенсивність зношування збільшується. Крім того, на інтенсивність зношування впливають як швидкість переміщення абразивних частинок відносно поверхні деталі, так і кут атаки.

Одним із найважливіших чинників, що визначають здатність металевих сплавів протистояти зношуванню, є структурний стан. Найбільшу зносостійкість мають сплави з гетерогенною структурою [2]. Основний внесок в опір матеріалу зношуванню роблять більш тверді складові. У сталях та чавунах цими складовими можуть бути карбіди, а зносостійкість сплаву великою мірою визначається їх розмірами та формою. Подрібнення карбідної фази в багатьох випадках поліпшує зносостійкість [3]. В умовах абразивного ерозійного зношування при малих кутах атаки та незначних ударних навантаженнях найбільш зносостійкою є мартенситна основа. У той самий час при великих напруженнях і значних ударних навантаженнях кращу зносостійкість забезпечує аустенітна основа.

МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

У цей час існує низка зносостійких матеріалів, серед яких найбільш широко застосовуються ливарні зносостійкі сплави. Серед сплавів на основі заліза перспективними ливарними зносостійкими матеріалами є білі чавуни, серед яких досить широко застосовуються хромисті чавуни. Основними структурними елементами хромистих чавунів є карбіди і металева основа. При співвідношенні вмістів хрому та вуглецю, величина якого перевищує 4, ($\frac{\%Cr}{\%C} \geq 4$) такі чавуни мають інвертовану структуру,

яка забезпечує найбільшу зносостійкість. Залежно від вмісту вуглецю та хрому в чавуні можуть утворюватися карбіди різних видів: цементитні (Me_3C), тригональні (Me_7C_3) або кубічні ($Me_{23}C_6$).

Позитивними характеристиками хромистих чавунів як зносостійких матеріалів є стійкість при деформуванні, достатні окалинотійкість та корозійна стійкість. Проте їх основною вадою є незадовільна оброблюваність різанням. Незадовільні характеристики оброблюваності пов'язані з наявністю в структурі великих за розмірами первинних карбідів. Поміж найбільш ефективних шляхів покращання оброблюваності хромистих зносостійких чавунів необхідно назвати подрібнення карбідної складової, яка утворюється при кристалізації сплаву. Подрібнити карбідну складову можна за допомогою додаткового легування, або модифікування. Проте зазначені заходи не завжди повною мірою дозволяють вирішити завдання покращання технологічних властивостей.

Одним із перспективних методів може бути пригнічення росту первинних карбідів ще під час кристалізації сплаву. В ході кристалізації можна впливати на розплав з метою руйнування кристалів, що ростуть (наприклад, вібрація або перемішування). Проте технологічно простіше штучно створити в розплаві неоднорідності, які утворюють самостійну фазу. Розплав при цьому повинен являти собою дисперсну систему, в якій зазначені неоднорідності (які можуть перебувати як у вигляді твердих частинок, так і у вигляді рідких крапель) існують у формі вкраплень дисперсної фази. Власне такі вкраплення створюватимуть перешкоди для росту карбідів і властивості сплаву поліпшуватимуться. Однак у переважній більшості випадків через різні значення питомої ваги дисперсійного середовища і дисперсної фази в розплаві можуть проходити процеси коалесценції та седиментації дисперсної фази. Вони практично унеможливають отримання розплаву з рівномірним розподілом дисперсних вкраплень по об'єму. В граничному випадку відбувається розшарування і, як наслідок, повне унеможливлення подрібнення карбідів.

Мета роботи – пошук перспективних методів поліпшення оброблюваності різанням та інших технологічних властивостей зносостійких сплавів системи Fe – Cr – C (хромистих чавунів). Одним із

принципово нових методів значною мірою вільних від зазначених вад, може бути створення рідких неоднорідностей у розплаві. З цією метою найбільш вдалим видається застосування металічних систем монотектичного типу, діаграми стану яких характеризуються наявністю температурно-концентраційної області, в якій розплав перебуває в двофазному стані (область P1 + P2 - рис. 1). Власне технологічний процес отримання сплаву може передбачати такі операції:

- перегрівання розплаву в ході виплавки до температури гомогенного стану (вище температури T_{Γ} - рис. 1);
- охолодження і кристалізація розплаву в ливарній формі.

Забезпечуючи високу швидкість охолодження, можна досягти достатнього ступеня переохолодження розплаву, і тим самим в інтервалі температур, при яких розплав перебуває в двофазному стані, створити умови для виділення другої рідкої фази у вигляді дрібних, рівномірно розподілених по всьому об'єму крапель [4]. Завдяки швидкому охолодженню процеси коалесценції і седиментації дисперсної фази в розплаві не набудуть суттєвого розвитку. Результатом реалізації такої технологічної схеми стане утворення так званої «замороженої емульсії».

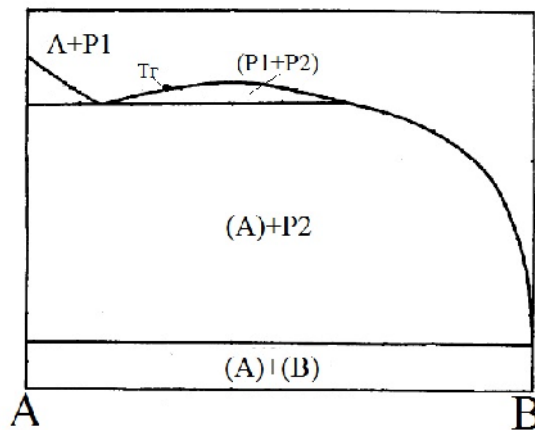


Рисунок 1 – Діаграма стану бінарної металічної системи монотектичного типу

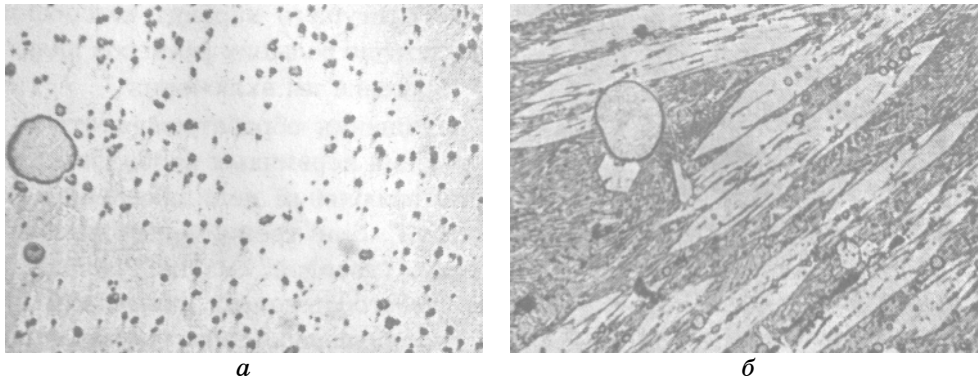


Рисунок 2 - Мікроструктура хромистого чавуну з вкрапленнями дисперсної фази: а - розподіл вкраплень, X100; б - взаємодія карбиду з вкрапленнями, X500

За результатами аналізу подвійних систем на основі заліза і на основі хрому встановлено, що розплави систем Fe – Cu і Cr – Cu принаймні схильні до розпаду на дві фази [5; 6; 7]. Ці факти дозволяють вважати, що розплави системи Fe – Cr – C – Cu також можуть існувати в двофазному стані: Fe – Cr – C фаза (основа) та рідка фаза на основі міді. За умови переведення розплаву в стан емульсії, саме «мідні» вкраплення будуть перешкодами для росту первинних карбідів. І після завершення кристалізації практично вся мідь перебуватиме у вигляді дисперсних вкраплень. Наявність міді як «м'якої» фази в твердій основі (хромистому чавуні) покращує антифрикційні властивості сплаву в умовах тертя ковзання. Крім того, наявність міді як легуючої добавки забезпечує покращання механічних властивостей хромистого чавуну.

ВИСНОВКИ

За результатами аналізу встановлено, що одним із найбільш перспективних методів покращання технологічних властивостей ливарних зносостійких хромистих чавунів є створення в розплаві неоднорідностей, які являють собою перешкоди для росту первинних карбідів. Однією з добавок до таких чавунів може бути мідь. Введення міді може забезпечити не лише покращання оброблюваності різанням, а й суттєво поліпшити антифрикційні та механічні властивості хромистих чавунів.

SUMMARY

THE PERSPECTIVE METHODS OF IMPROVEMENT WEARRESISTANT CHROMIC CAST-IRONS WORKABILITY

*Khristenko V. V., Ushkalova O. V. *, Budnik A. F. ***

Physico-technological institute of metals and alloys of the National Academy of Science of Ukraine, Kyiv;

**National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine;*

***Sumy State University, Sumy, Ukraine*

One of the methods of improvement wearresistant chromic cast-irons cutting workability is creation in melt of heterogeneities, which stuns primary carbides during crystallization. It is established, that the perspective can be copper adding, that in chromic cast-irons melt forms the drops of dispersible phase.

Key words: *wear, chromic cast-iron, copper, dispersible phase, melt.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жуков А. А. Износостойкие отливки из комплексно - легированных белых чугунов / А. А. Жуков, Г. И. Сильман. – М.: Машиностроение, 1984. – 104 с.
2. Лившиц Л. С. Основы легирования наплавленного металла / Л. С. Лившиц, Н. А. Гринберг // Абразивный износ. – М.: Машиностроение, 1969. – С. 114 – 146.
3. Попов В. С. Влияние карбидов на абразивную износостойкость сплавов / В. С. Попов, П. Л. Нагорный // Литейное производство. – 1969. – №8. – С. 27 – 29.
4. Кириевский Б. А. Создание новых и усовершенствование существующих сплавов системы Cu–Cr–Fe–C с улучшенными свойствами / Б. А. Кириевский, В. В. Христенко // Металлургия машиностроения. – 2002. – № 5 (8). – С. 24 – 30.
5. Христенко В. В. Уточнение строения расплавов системы Cu–Fe методом термодинамического анализа / В. В. Христенко, М. А. Руденко, Б. А. Кириевский // Процессы литья. – 2009. – № 6. – С. 16 – 22.
6. Кириевский Б. А. Особенности строения расплавов системы Cu–Fe / Б. А. Кириевский, М. А. Руденко, В. В. Христенко // Процессы литья. – 2009. – № 3. – С. 63 – 68.
7. Кириевский Б. А. Уточнение параметров области несмешиваемости в жидком состоянии диаграммы Cu–Cr / Б. А. Кириевский, В. В. Христенко, Е. В. Перелома // Металлофизика и новейшие технологии. – 2000. – Т. 22, № 5. – С. 7 – 15.

Надійшла до редакції 4 травня 2012 р.