

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ДАКТИЛЮВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ В БІЛИХ ЧАВУНАХ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ

Національна металургійна академія України¹
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»²

Анотація

Підвищення рівня механічних властивостей сучасних зносостійких чавунів є важливою і актуальною задачею сьогодення. В структурі цих сплавів утворюються складні карбідні евтектики у вигляді суцільної сітки навколо дендритів первинного аустеніту. Застосування обробки тиском сприяє подрібненню карбідної складової та перетворює білий чавун в матеріал з унікальним комплексом властивостей, що поєднує високу стійкість до абразивного зносу з високою стійкістю до ударних навантажень. Обмеження впровадження обробки тиском в промисловості пояснюється їх низькою пластичністю у литому стані. На кафедрі матеріалознавства ім. Тарана Ю. Н. НметАУ розроблено новий клас білих (дактильованих) чавунів з підвищеною пластичністю завдяки карбідним перетворенням в легованому цементиті.

Ключові слова: чавун, легування, структура, кування, пластична деформація.

Актуальність роботи

В сучасному машинобудуванні та металургії чавун продовжує використовуватись в якості одного з основних ливарних матеріалів, залишаючи за собою першість і в майбутньому, незважаючи на зростаючу зацікавленість до нових конструкційних і інструментальних матеріалів, в тому числі і композиційних. Все частіше чавуни різних марок використовуються для деталей, що вимагають високу конструкційну міцність та інші спеціальні властивості [1-3].

У зв'язку з цим велике значення набуває спрямований вплив на структуру литих матеріалів, в тому числі чавунів, що призводить до її перетворення і заміні на зворотне взаємне розташування складових, тобто забезпечує інверсію мікроструктури [1, 2].

Аналіз літературних даних

В теперішній час відомі різні прийоми такого цілеспрямованого впливу на формування структури сплавів евтектичного типу, а саме: 1) створення сприятливих термодинамічних умов структуроутворення при затвердінні; 2) застосування легування і модифікування; 3) термічна обробка; 4) пластична деформація; 5) поєднання різних методів [4...7].

Одним из наиболее преобразующих как форму изделий из сплавов эвтектического типа, так и их микроструктуру, является горячая обработка давлением, в процессе которой происходит дробление эвтектической сетки.

Визначальним фактором при цьому є знижена пластичність евтектичних карбідів, особливо карбіду заліза, що є матричною фазою в евтектиці білих низьколегованих чавунів. Утворення тріщин в місцях розташування колоній ледебуріта, передує розчленуванню карбідної сітки і призводить до руйнування заготовок в процесі пластичної деформації. Дана проблема була вирішена при створенні нового класу сплавів дактильованих чавунів [5]. Ефект «дактилювання» - полягає в пластифікованні цементиту безпосередньо в процесі гарячої деформації за рахунок його структурування при розвитку фазових перетворень, який спостерігається в білих чавунах, легованих карбідоутворюючими елементами, особливо ванадієм. [6,7]. За рахунок цього ефекту в процесі деформації ледебуричні колонії змінюють свою первісну будову: витягаються, згинаються, подрібнюються.

Метою даної роботи є розроблення ефективних способів та режимів деформування, що сприяють утворенню композиційної структури в чавунних заготовках, яка характеризується

наявністю волокон із твердої карбідної фази, оточених більш в'язкою матрицею. Причому структуру цієї матриці можна змінювати завдяки додатковій термічній обробці.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводили на сплавах, що містять близько 1,5... 3,2% по масі ванадію та 2,35...3.02%. Гарячу деформацію проводили способом стискання: спочатку при температурах 900, 950, 1050 °С зразки деформували на кулачковому пластометрі конструкції ЮУМЗ при двох швидкостях деформації - 1 ... 3 і 30 с⁻¹. Навантаження проводили одноразово і дворазово. Деформація за один прохід становила 25 ... 51%, а за два проходи досягала 80% без руйнування. Надалі в умовах, наближених до промислових, виконували гарячу ковку і пресування.

Для встановлення впливу співвідношення розмірів заготовок (висота / діаметр) на утворення в них композитної (волоконистої) структури при гарячому куванні з литих стрижнів діаметром 38мм з чавуну, що містить 2,4% С; 3,2% V; 1,78% Cr, вирізали заготовки різної висоти $h = 38\text{мм}$ і $h = 76\text{мм}$. Після попереднього відпалу зразки осаджували на пневматичному молоті з масою падаючих частин 50кг ($\Sigma\varepsilon = 55\%$), а також з меншою швидкістю деформації в 15 ... 20раз на гідравлічній розривній машині з номінальною силою 35Мн ($\Sigma\varepsilon = 50\%$).

Результати досліджень

Розвиток карбідного перетворення в пересиченому ванадієм цементиті викликає підвищену пластичність і сприйнятливість до пластичної течії. Це призводить до утворення після кування волокон із сплюснених евтектичних колоній (Рис.).

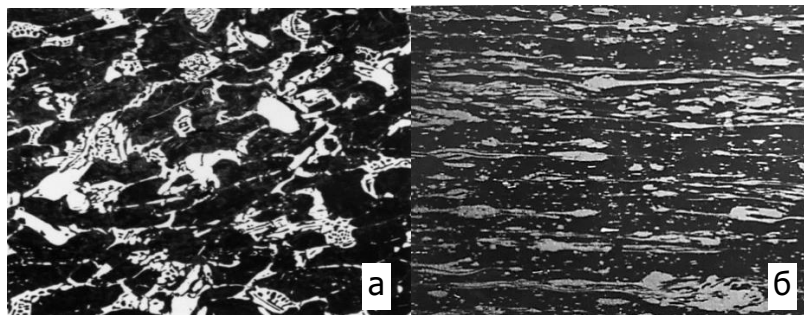


Рисунок - Мікроструктура дактильованого чавуну до (а) і після (б) гарячого кування, 350×

Структура чавуну після деформації нагадує смугастість в сталях, а по ширині b між сплюсненими евтектичними колоніями можна судити про розподіл ступеня деформації по висоті зразка.

Результати кількісного мікроструктурного аналізу методом січних показали, що більш однорідна структура формується при куванні на молоті, причому при збільшенні висоти зразка гілки аустеніту сплющуються в більшій мірі і розташовуються паралельно поверхні зразка, тобто перпендикулярно діючим напруженням стискання. При куванні з меншими швидкостями на розривній машині структура чавуну змінюється нерівномірно, особливо в заготовці, що має $h / d = 2$. У центральній частині такого зразка евтектична сітка повністю подрібнюється.

Формування структури матриці, навколо волокон евтектичних карбідів, в експериментальних сплавах значно залежить від режимів після деформаційного відпалу і подальшого гартування, за допомогою яких можна варіювати властивостями чавунів в досить широких межах.

Таким чином економнолеговані ледебуритні чавуни за допомогою пластичної деформації і подальшої термічної обробки можна широко використовувати в якості композиційних матеріалів, наприклад прокатних валків, направляючих роликів та інше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Таран-Жовнир Ю.Н. Строеие эвтектик и создание новых сплавов эвтектического типа. / Ю.Н. Таран-Жовнир // Сучасне матеріалознавство XXI сторіччя – Київ, 1998 р. – С. 176 – 197.

2. Сильман Г.И. Кристаллизация ванадиевых чугунов с инвертированной структурой карбидной эвтектики / Г.И. Сильман, А.А. Жуков, Л.З. Эпштейн // Литейные свойства сплавов. - 1972. - С. 201 – 204.
3. Щербединский Г.В. Чугун как перспективный материал XXI столетия./ Щербединский Г.В. // МиТОМ, М..2005, №7,с.83-93.
4. . Dojka, M.; Kondracki, M.; Studnicki, A.; et al. (2018) Crystallization Process of High Chromium Cast Iron with the Addition of Ti and Sr. Archives of Foundry Engineering. Volume 18, Issue: 2, pp.57-64.
5. Деформируемые экономнолегированные белые чугуны. / Ю. Н. Таран, П.Ф. Нижниковская, О. Р.Даничек, Т. М. Миронова, М. А. Лойферман, С. И. Белорусов, Г. Ф. Демченко, Д. Д. Хижняк // МиТОМ, - Москва, – 1989.– № 5. – С. 35-43.
6. Миронова Т.М. Управление формированием структуры в белых ледебуритных чугунах на различных этапах деформационного передела / Т.М.Миронова, М.М. Рябчий // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – №4. – С. 79-81.
- 7.Т. Mironova Peculiarities of Alloying Effect on the Eutectic Cementite Behavior Under Hot Rolling / Mironova T., Proidak S. New Trends In Production engineering/ Zakopane. -2019,- Volume 2, Issue, - pp. 289-300. DOI 10.2478/ntpe-2019-0093.

Миронова Тетяна Михайлівна, проф., доктор. техн. наук., професор кафедри матеріалознавства ім. Ю.М.Тарана-Жовнира, Національна металургійна академія України, Дніпро, t.myronova.myh@gmail.com.

Ашкелянець Антон Володимирович, доц., канд. техн. наук., доцент кафедри комп'ютерного моделювання та інтегровані технології обробки тиском, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Anton.Ashkelianets@khp.edu.ua.

UTILIZATION OF THE DACTYLING EFFECT TO OBTAIN A COMPOSITIONAL STRUCTURE IN WHITE IRON USING METAL FORMING

Abstract

Improving the level of mechanical properties of modern wear-resistant cast irons is an important and urgent issue today. In the structure of these alloys, complex carbide eutectics are formed in the form of a continuous mesh around the dendrites of primary austenite. The application of metal forming promotes the grinding of the carbide component and converts white iron into a material with a unique set of properties that combines high resistance to abrasive wear with high resistance to impact loading. The limitation of the metal forming implementation in industry is explained by their low plasticity in the cast state. At the Department of Materials named after Y. N. Taran of National Metallurgical Academy of Ukraine developed a new class of white (ductylated) irons with increased plasticity due to carbide transformations in alloyed cementite.

Keywords: cast iron, alloying, structure, forging, plastic deformation.

Mironova Tetyana, Dr. Techn. Sc., Prof., Professor Department of material science the name U.N.Taran-Zhovnir, National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, t.myronova.myh@gmail.com.

Ashkelianets Anton, Ph.D. techn. Sc., Doz., Assistant professor Department of computer simulation and integrated pressure treatment technologies, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Anton.Ashkelianets@khp.edu.ua.