

ВПЛИВ КАРБІДНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА РЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ НА ПОВЕДІНКУ ЦЕМЕНТИТУ ПРИ ДЕФОРМУВАННІ

¹Миронова Т.М., ²Ашкелянecь А.В.

(¹УДУНТ, м. Дніпро, Україна, ²НТУ «ХП», м. Харків, Україна)

Дактильованими називають білі чавуни, що мають підвищену пластичність за рахунок стимулювання карбідних перетворень в легованому евтектичному цементиті. Структура цих сплавів, що утворилася під час кристалізації, істотно змінюється при обробці тиском. Евтектичні аустенітно-карбідні колонії під дією і напруги розтягування та стискання формозмінюються: згинаються, сплющуються, подрібнюються, витягаються. Ці зміни залежать від морфології колоній, їх орієнтування, ступеня деформації, від властивостей та природи самих евтектичних фаз. Поведінка карбідних складових визначає зміну структури колоній під час деформування. При легуванні білого чавуну ванадієм у пересиченому цементиті в процесі гарячої деформації в інтервалі температур 950...1100°C протікає карбідне перетворення $(Fe,V)_3C \rightarrow VC + \text{аустеніт} + Fe_3C$, що сприяє з одного боку підвищенню його пластичності, а з іншого боку – збільшенню ступеня зміцнення [1].

У роботі досліджували білий чавун, що містить 2,78...2,89, % вуглецю, 2,5...2,6% ванадію та 0,6...0,7% хрому. Гарячу деформацію проводили методом прокатки на лабораторному стані в три проходи з послідовністю 30, 25 і 20% (всього на 75%) та у два проходи на 45 і 20% при 1050°C з проміжним підігрівом протягом 15 хвилин.

Встановлено, що при гарячій прокатці утворюється текстура деформації ледебуритного цементиту. Карбідне перетворення у сплаві, легованому ванадієм, ініціює додаткову площину ковзання та сприяє зниженню напруги течії в процесі гарячого деформування. При короткочасних проміжках (15 хвилин) між проходами під час гарячої прокатки ($T = 1050^\circ C$) рекристалізація цементиту не встигає пройти [2].

Після деформації в процесі відпалу в цементиті експериментальних чавунів відбувається зворот або рекристалізація залежно від температури нагрівання. Структура цементиту, що формується при цьому, впливає на його поведінку при повторній деформації, особливо якщо вона відбувається при температурі нижче 950°C, яка є температурою початку рекристалізації.

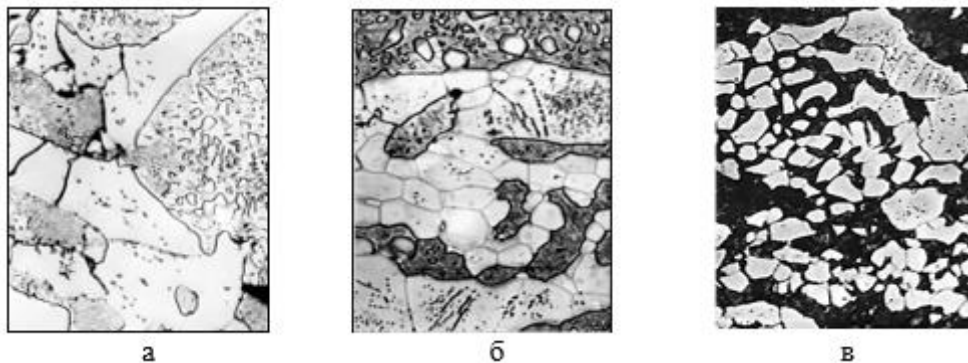
Рентгеноструктурний аналіз зразків прокатаних в один і кілька проходів принципових відмінностей не виявив. Тобто дефектність цементиту зростала, а релаксаційні процеси в цементиті за такий короткий час не встигали відбуватися з огляду на наявність інкубаційного періоду рекристалізації.

Прокатаний чавун піддавався після деформаційному 5-ти годинному відпалу при дореакристалізаційних температурах 750°C, 850°C, а також і вище температури початку рекристалізації цементиту.

Відпалені зразки знову піддавали деформації, а саме осаджуванні у тому ж напрямку, що й попередня прокатка на 50%. Повторну деформацію проводили також за температур до - і вище T початку рекристалізації евтектичного цементиту: при 900°C, 950°C, 1000-1020 та 1050°C.

При повторному осадженні попередньо прокатаних зразків при температурі вище 1020°C різниця режимів проміжного відпалу нівелюється, точніше, формозміна цементиту, незалежно від передісторії його структурування, зводиться до аномально пластичної поведінки. Тобто переважає пластифікуючий (дактильний) механізм карбідного перетворення, яке знову має місце вже в цементиті, в якому вже відбувалося виділення карбідів ванадію раніше. Переважає утворення волокнистої структури, розмір карбідних частинок у середньому змінюється несуттєво.

Інакше протікає повторна деформація при дорекристалізаційних температурах. Температура проміжного відпалу в даному випадку грає значну роль. У зразках, відпалених при температурах вище 950°C цементит покривається мережею великокутових кордонів, але на ділянках, близьких до цих кордонів при 5-ти годинній витримці відбувається його часткова дисоціація. Витримка при нижчих температурах 750 та 850°C не призводить до подібних структурних змін – розвивається лише повернення I та II роду. У процесі подальшої теплої деформації при температурі нижче 950°C (нижче початку рекристалізації цементиту, але при якій вже відбувається зворот), в структурі таких зразків переважає подрібнення цементитних кристалів, яке у ряді випадків супроводжується утворенням мікротріщин (рис. 1 а), як на межі Fe₃C/аустеніт, так і безпосередньо в самому цементиті.



а) при 750 С; б) при 1000 С; в) при 1050 С. ×850:

Рис. 1. Структурні перетворення в дактильованому чавуні в процесі повторної деформації при 950 °С після відпалу

У той же час у попередньо рекристалізованому при 950...1000 С цементиті навіть при такій низькій температурі ніяких руйнувань не спостерігається, навпроти він успішно розділюється по великокутових межах, а також по міжфазних кордонах VC/Fe₃C, що утворилися. Карбідні включення стають більш рівновісні після такої обробки (рис. 1 б,в), розмір їх зменшується. Якщо до повторного стискання середній розмір евтектичних колоній становив 45 мкм у повздовжньому перерізу та 20 мкм у поперечному, то після застосованого теплового стискання – 10,2 та 5,2 мкм відповідно.

Література: 1. Миронова Т.М. Використання фазових перетворень в евтектичних карбідах для підвищення пластичності сталей та чавунів/ МТОМ, 2017. №1.С.15-19. 2. Mironova T., Proidak S. Peculiarities of Alloying Effect on the Eutectic Cementite Behavior Under Hot Rolling. New Trends In Production engineering. Zakopane, 2019, V. 2, Issue. P. 289-300. DOI 10.2478/ntpe-2019-0093.