

сперсійний частинками силіконітридів марганцю і нітридів або карбонітридів ванадію (VCN), та $\gamma \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ. Виділення дисперсних частинок надлишкових твердих фаз при відпуску з одного боку зміцнює наплавлений метал, з другого дестабілізує аустеніт, активізує таким чином розвиток $\gamma \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ, що забезпечує підвищення зносостійкості при оптимальних параметрах фазово-структурного складу та метастабільності аустеніту.

Список літератури

1. Рябцев, И. А. Наплавка деталей машин и механизмов / И. А. Рябцев. – К. : Екотехнологія, 2004. – 160 с.
2. Чейлях Я.А., Чейлях А.П., Чигарев В.В. Самоупрочняющиеся износостойкие сплавы. – Мариуполь: ООО «ППРС», 2016. - 264 с.

УДК 621.785:669.131.2

О.П. Чейлях¹, Я.О. Чейлях¹, К. Шимізу², О.О. Келін¹

¹(ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь)

²(Муроранський інститут технологій, м. Муроран, Японія)

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ГАРТУВАННЯ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД, МЕСТАСТАБІЛЬНІСТЬ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТІ ЗНОСОСТІЙКИХ Fe-Cr-Mn-C ЧАВУНІВ

Проблема підвищення зносостійкості багатьох деталей машин залишається актуальною. Її вирішення найбільш перспективно за рахунок створення метастабільних станів аустенітних фаз в зносостійких сплавах з використанням деформаційних мартенситних перетворень при зношуванні (ДМПЗ) та динамічного деформаційного старіння (ДДС), що забезпечує ефекти самозміцнення, самоадаптації, саморелаксації мікронапруг безпосередньо в процесі випробувань та експлуатації [1]. Метою роботи є підвищення зносостійкості легованих чавунів системи Fe-Cr-Mn-C з різним змістом вуглецю за рахунок оптимізації фазово-структурного складу та метастабільності аустеніту параметрами гартування.

Досліджувалися чавуни 90X23Г6С2Ф і 230X21Г7Д2 з близьким змістом хрому та марганцю але з різним змістом вуглецю (0,9 і 2,3 % С), та додатковим легуванням ванадію (0,25 % V) та міді (1,55 % Cu) в литому стані, після гартування з різних температур від 950 до 1150 °С, охолодженням на повітрі, відпуск 250 °С, 1 год.

Мікроструктура чавунів в литому стані складається з дендритів первинного аустеніту, продуктів його розпаду і евтектичних аустенитно-карбідних колоній. При цьому зміст карбідних фаз в чавуні 230X231Г7Д2 значно вище, ніж в чавуні 90X23Г6С2Ф, що пояснюється великим вмістом вуглецю. Після гартування з температури 950 °С мікроструктура чавунів диспергується внаслідок процесів перекристалізації, виділення дисперсних вторинних карбідів хрому $(Cr,Fe)_{23}C_6$ і розпадом дендритів первинного аустеніту з утворенням мартенситу. При цьому твердість чавунів зростає: сплаву 90X23Г6С2Ф з HRC29 до HRC36, а чавуну 230X231Г7Д2 з HRC50 до HRC63.

При подальшому підвищенні температури загартування до 1150 °С процес виділення вторинних карбідів конкурує з їх розчиненням в аустеніте, про що свідчить підвищення мікротвердості останнього: в 90X23Г6С2Ф з 380HV (в литому стані) до 537HV (гартування 1150 °С), в 230X231Г7Д2 з 586HV до 657HV, відповідно. Зі збільшенням температури нагріву з 950 °С до 1150 °С вміст мартенситу гарту зменшується, а аустеніту, навпаки, збільшується: в сплаві 90X23Г6С2Ф з 48 % до 84 %, в чавуні 230X231Г7Д2 з 49 % до 90 %. Комплексні випробування зносостійкості в умовах абразивного зношування кварцовим піском, а також в умовах ударно-абразивного зношування в середовищі литого чавунного дроби показали, що в залежності від температури гартування відносна зносостійкість змінюється екстремально (табл.).

Марка сплаву	$T_{\text{гарт.}}, ^\circ\text{C}$	HRC	ϵ_a	$\Delta M_a, \%$	$\epsilon_{y.a.}$	$\Delta M_{y.a.}, \%$
90X23Г6С2Ф	Литий	29	1,36	22	2,6	9
	950	36	1,42	26	5,3	17
	1050	37	1,3	23	4,6	15
	1150	35	1,4	17	3,4	10
230X21Г7Д2	Литий	50	3,1	14	9,7	3
	950	63	4,0	24	9,8	15
	1050	56,5	3,5	31	14,2	19
	1150	37,5	1,7	4	4,0	7

Максимум відносної абразивної зносостійкості (ϵ_a) для обох сплавів отримано при температурі гартування 950 °С, що співпадає з найбільшою твердістю та найбільшим приростом мартенситу деформації (ΔM_a) в наслідок $\gamma_{\text{зал.}} \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ (див. табл.). Максимум відносної ударно-абразивної зносостійкості ($\epsilon_{y.a.}$) 90X23Г6С2Ф також відповідає температурі гартування 950 °С та найбільшому приросту $\Delta M_{y.a.}=17\%$, чавуна 230X21Г7Д2 максимум $\epsilon_{y.a.}$ - температури 1050 °С, та найбільшому приросту

мартенситу гарту $\Delta M_{y.a.} = 19\%$. (але це не відповідає максимальній твердості, див. табл.). Це пояснюється вирішальним внеском $\gamma_{зал.} \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ в формуванні опору зношуванню, оскільки мартенсит деформації що отримується в тонкому поверхневому шарі зразків при зношуванні відрізняється від мартенситу гарту більш високими твердістю, величиною мікроспотворень. К тому ж на ДМПЗ і супроводжувальні його процеси структуроутворення витрачається значна частка зовнішній механічної енергії яка підводиться до зразка при випробуваннях, та менша частка залишається на зародження тріщин та руйнування металу. При цьому чавун 230X21Г7Д2 має в 2,5...3 рази більшу зносостійкість, ніж 90X23Г6С2Ф в кожному з умов випробувань на зношування. Це пояснюється більш високим змістом вуглецю, що обумовлює з одного боку більший зміст карбідних фаз, з другого – більш високий рівень зміцнення метастабільного аустеніту, та як результат більше зміцнення мартенситу деформації що отримується в наслідок розвитку $\gamma_{зал.} \rightarrow \alpha'$ ДМПЗ та ДДС.

Таким чином для абразивного характеру роботи необхідно проводити гартування таких сплавів з температури 950 °С, а для ударно-абразивних умов експлуатації – гартування з температури 1050 °С.

Список литературы

1. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии. – Мариуполь: ПГТУ, - 483 с.

УДК 621.785.5:669.131.2

А.П. Чейлях¹, Я.А. Чейлях¹, К. Шимизу²

¹(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)

²(Муроранский институт технологий, г. Муроран, Япония)

МЕЖФАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СТРУКТУРЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО Fe-Cr-Mn-C ЧУГУНА

Формирование механических и эксплуатационных свойств износостойких легированных чугунов во многом определяется их фазово-структурным составом, зависящем от характера их легирования и режимов термической обработки [1]. При этом характер распределения легирующих элементов между фазами в их структуре