

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 зовнішньої 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

в зависимости от их состава и параметров обработки остается недостаточно изученным и представляет определенный научный и практический интерес.

Микрорентгеноспектральный энергодисперсионный анализ микроструктуры чугуна 230X21Г7Д2 после закалки с разных температур, выполненный на сканирующем электронном микроскопе "GSM JEOL 6510", показал дифференцированный характер распределения химических элементов в фазах. Углерод, хром, кремний, медь и марганец распределены между основными фазами (аустенитом, первичными и вторичными карбидами) неравномерно. Содержание углерода в крупных первичных карбидах типа Cr_7C_3 составило 6,24...6,53 %, одновременно в них содержится 2,7...3,14 % Mn и 29...39 % Fe, что свидетельствует о замещении части атомов хрома атомами железа и марганца. Содержание кремния (0,03...0,07 % Si) и меди (0,08...0,2 % Cu) в составе карбидов минимально, в основном они сосредоточены в твердорастворных фазах – аустените и мартенсите, либо продуктах их распада.

Для повышения износостойкости легированных чугунов отливки обычно подвергают закалке (нормализации) с выдержкой при 900...1170 °С и охлаждением изделий на воздухе [1]. С повышением температуры закалки в изученных пределах (950...1150 °С) содержание углерода в аустените сначала возрастает с 1,94 % (литое состояние) до 2,09 % (закалка с 1050 °С), затем снижается до 1,64 % (закалка с 1150 °С). Это показывает конкурирующее действие процессов растворение↔выделение частиц карбидов (вторичных) при нагреве и выдержке в интервале высоких температур (950...1150 °С). Содержание марганца в γ -фазе увеличивается с 2,1 % (литое состояние, закалка с 950 °С) до 3,21 % (закалка с 1150 °С), одновременно просматривается тенденция к увеличению содержания меди (1,75 %) в аустените с ростом температуры нагрева. Все эти концентрационные изменения являются факторами повышения степени стабильности аустенита к распаду при охлаждении до комнатной температуры и, очевидно, при последующей локальной деформации в процессе изнашивания. Важной особенностью и преимуществом исследованных сплавов является деформационная метастабильность аустенита в их структуре, способного к деформационному мартенситному $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращению при изнашивании (ДМПИ), что сопровождается эффектами самоупрочнения, самоадаптации, саморелаксации микронапряжений [2].

Характер распределения углерода и легирующих элементов по линии сканирования электронного луча, пересекающей дендриты первичного аустенита и карбидов в структуре чугуна 230X21Г7Д2 показывает следующее. В местах расположения

карбидов хрома кривые, характеризующие содержание Cr, C, Mn резко поднимаются до высоких значений, а при переходе к аустениту – напротив, падают, в то время как характер распределения железа противоположен.

Такой характер распределения химических элементов подтверждается и в поле зрения микрошлифов чугуна 230X21Г7Д2 после закалки с разных температур. В местах расположения карбидных фаз наблюдается высокая концентрация углерода, хрома, повышенная концентрация марганца. Содержание железа выше в твердых растворах (аустенит, мартенсит), чем в карбидных частицах, кремния – значительно больше в твердых растворах и минимально – в карбидах. Медь в структуре чугуна 230X21Г7Д2 распределена в целом равномерно.

Настоящим исследованием установлено, что карбиды хрома в своем составе содержат кроме хрома железо и марганец, соответствуют следующему стехиометрическому составу: $(Cr,Fe,Mn)_7C_3$ и $(Cr,Fe,Mn)_{23}C_6$, в отличие от большинства известных данных о частичном замещении атомов хрома атомами железа в сплавах близкого легирования [1]. Полученные данные об изменении распределения элементов в фазах структуры под влиянием закалки с разных температур позволят управлять степенью метастабильности аустенита и, соответственно, свойствами таких чугунов.

Список литературы

1. Чугун: Справочник / Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова.- М.: Металлургия, 1991.- 576 с.
2. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии. – Мариуполь: ПГТУ, - 483 с.

УДК 669.162.267.6

К.І. Чубін, С.А. Стороженко, О.А. Чубіна, В.В. Сергін

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ МЕТАЛОВІДХОДІВ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Не для кого не секрет, що ливарне виробництво машинобудівних підприємств - джерело великої кількості металовідходів, що за вмістом заліза не поступаються і