



ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ КВАЗИРАВНОВЕСНОЙ СТРУКТУРЫ ЧХ8 ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ Fe- Si-Mg МОДИФИКАТОРОМ

Шербутаев Нодирбек Илхом угли

студент НИТУ МИСиС, РФ, г. Москва

Актуальность работы

Хромистые чугуны наиболее широко используются для изготовления литых изделий, работающих в условиях абразивного износа, воздействия повышенных температур и коррозионно-активных сред.

Варьированием содержания хрома можно в широких пределах изменять служебные характеристики чугунов применительно к тем или иным условиям эксплуатации литых изделий.

Существенного повышения эксплуатационных характеристик хромистых чугунов можно достичь путем дополнительного легирования такими легирующими элементами как ванадий, молибден, вольфрам, марганец, никель и др. При легировании за счет изменения фазового строения чугуна удастся достичь большего прироста показателей служебных свойств, но этот путь является и наиболее затратным.

Цель работы

Термодинамическая оценка возможности стимулирования формирования хромистых карбидов Cr_7C_3 при обработке хромистого чугуна Fe-Si-Mg модификатором.

Объект исследования

Объектом исследования являлся хромистый чугун ЧХ8 с содержанием, %: 8 Cr, 3,3 C, 1,8 Si, 0,5 Mn. В качестве модификатора использовали Fe-Si-Mg- модификатор следующего состава (%): 46,0 Si, 6,0 Mg, 0,5 PЗМ, Fe –остальное

Методика исследования

Возможность стимулирования образования в чугуне ЧХ8 хромистых карбидов при обработке Fe-Si-Mg- модификатором изучали путем термодинамического анализа реакции:



$$\Delta G_T = \Delta G_T^\circ + R \cdot T \cdot \ln \{ (a_{\text{Cr}_7\text{C}_3}) / [(a_{\text{Cr}})^7 \cdot (a_{\text{C}})^3] \}$$

Концентрации элементов (C, Si, Mn, Cr и Mg) в микрizonaх рассчитывали из условия смешивания чугуна и модификатора в отношениях: 100/0; 95/5; 90/10; 80/20; 70/30; 60/40; 50/50; 40/60; 30/70; 20/80; 10/90; 5/95; 0/100 соответственно.

Схема образованием микро-зон растворения модификатора, увеличения их размера и изменения в них содержания Si и Mg

При этом расплав чугуна во время его обработки модификатором считали находящимся в квази-равновесном состоянии. В макро-масштабе модифицированный расплав чугуна является неравновесным, потому что в нем присутствует множество микро-зон с высоким содержанием Si и Mg – очагов растворения модификатора. Содержание модифицирующих элементов в них с течением времени снижается. Но в пределах узкого интервала времени Δt_i можно считать содержание кремния и магния в них неизменными и равными Si_i и Mg_i . Ввиду этого, состояние расплава в микро-зонах в пределах малого интервала времени Δt считали равновесным. В микро-зонах из-за высокого содержания Si и Mg углерод проявляет повышенную активность. Поэтому в них в присутствии хрома могут создаваться благоприятные условия для формирования высокохромистого карбида Cr_7C_3 .

Изменение энергии Гиббса реакции образования хромистого карбида Cr_7C_3 в различных точках микро-зон при различных температурах

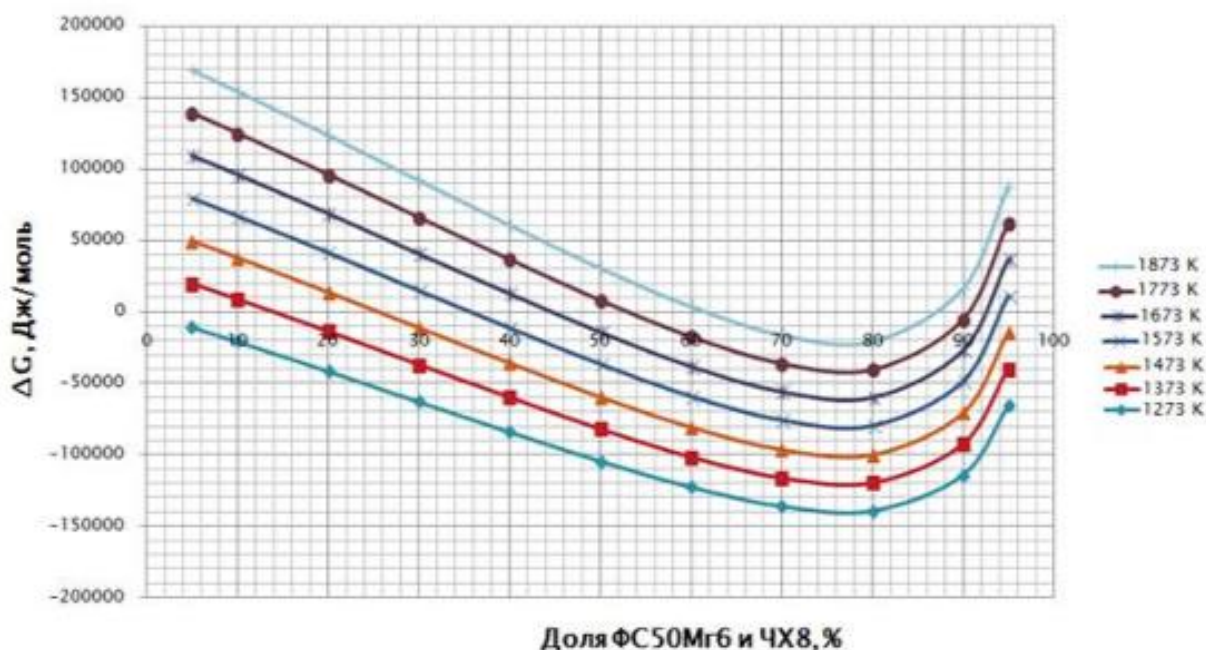
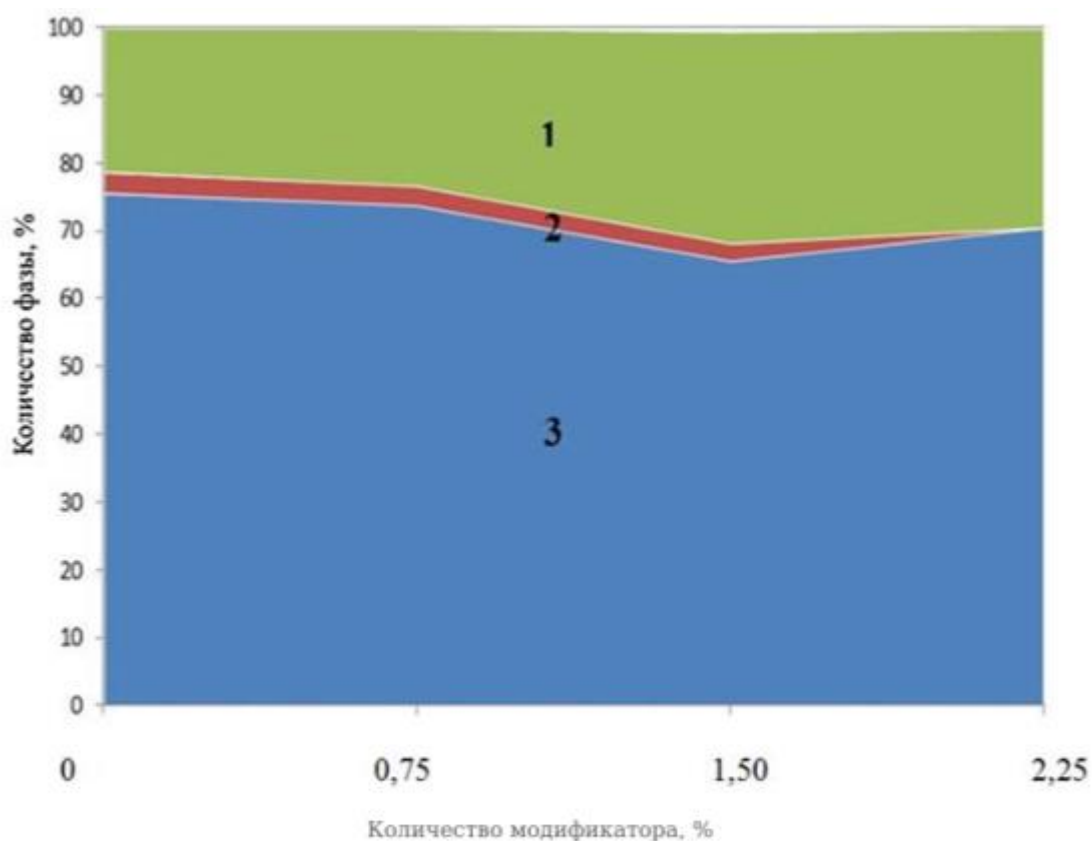


Рисунок 2. Изменение энергии Гиббса реакции образования хромистого карбида Cr_7C_3 в различных точках микро-зон при различных температурах

Результаты расчетов показали, что при обработке расплава чугуна Fe-Si-Mg модификатором в микрозонах в широких пределах концентрации создаются благоприятные условия для формирования $(Cr,Fe)_7C_3$ фазы.

Причем, с уменьшением температуры область достижения отрицательного значения ΔG_T становится все шире, а абсолютная величина его все большим.

Результаты расчетов подтверждаются данными фазового рентгеноструктурного анализа чугуна обработанного различным количеством модификатора, которые представлены на рисунке 3.



1 – 3 – массовые доли карбида $(Cr,Fe)_7C_3$, цементита Fe_3C и феррита соответственно

Рисунок 3. Изменение фазового состава чугуна ЧХ8 при модифицировании его $FC50Mg6$ модификатором в количестве 0,75, 1,50 и 2,25 %

Хромистый чугун ЧХ8 имеет трехфазное строение: состоит из включений хромистого карбида и цементита, а также легированного феррита в виде металлической основы. При обработке этого чугуна 0,15 % Fe-Si-Mg модификатора структура чугуна из трехфазной трансформируется в двухфазную. При этом объемная доля хромистого карбида $(Cr,Fe)_7C_3$ возрастает с 21 до 29 %, цементита уменьшается с 3 % до нуля, а легированного феррита снижается с 76 до 71 %. Такая трансформация структуры чугуна ЧХ 8 обеспечивает за счет увеличения объемной доли хромистого карбида $(Cr,Fe)_7C_3$ соответствующее повышение его функциональных свойств

Заключение

Результаты исследования показывают, что при обработке хромистого чугуна модификатором $FC50Mg60$ происходит трансформация структуры, которая проявляется не только в изменении формы, размеров и распределения структурных составляющих, но также в изменении фазового состава.

Таким образом, при обработке хромистого чугуна модификатором $FC50Mg60$ проявляется не только модифицирующий, но также и легирующий эффект.