

### Термодинамическое моделирование процессов фазообразования литого сплава, полученного за счет объемного легирования бором в многокомпонентных системах

Студенты гр. 10404129 Коршак В.Е., гр. 10404117 Пономаренко И.В.

Научный руководитель - Фасевич Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Термодинамическое моделирование получило широкое распространение в современном материаловедении. Его целью является определение равновесного фазового состава многокомпонентной многофазной системы при заданном исходном элементном составе и термодинамическом режиме процесса [3], в тоже время позволяет уменьшить объем экспериментальных исследований, определить пути достижения оптимального состава и свойств системы, а также оценить степень отклонения сложных процессов фазообразования в многокомпонентных системах от равновесия.

Высоколегированные сплавы, из-за наличия крупных карбидов, имеют низкую пластичность и поэтому ограничены в условиях, связанных с ударными нагрузками. При производстве деталей, подвергаемых интенсивному абразивному и кавитационному воздействиям для получения однородного расплава в качестве легирующих элементов могут использоваться  $\text{CrB}_2$ ,  $\text{MoB}$ ,  $\text{WB}$ ,  $\text{Ni}_4\text{B}_3$  [1].

В настоящей работе термодинамическое моделирование используется для разработки методов для получения различных соединений равновесного состава литого сплава, полученного за счет объемного легирования бором. Работа выполнена с использованием программы с термодинамической БД [2, 3]. С целью подтверждения термодинамических расчетов и возможности получения боридной эвтектики были исследованы закономерности структурообразования и свойства железобористых литых материалов с использованием в составе шихты порошкообразных компонентов ферробора ФБ и карбида бора  $\text{B}_4\text{C}$  в зависимости от содержания бора и углерода, температуры и скорости последующего охлаждения. Для получаемого материала содержащего железо источниками бора являлись  $\text{FeB}$  и  $\text{Fe}_2\text{B}$  (см. табл.1).

Таблица 1. Результаты термодинамического моделирования равновесного состава

№ шихты	Равновесное содержание, % масс.	Доля твердого раствора	Общий фазовый состав ( $\text{FeB}$ и $\text{Fe}_2\text{B}$ )
2	$T_{\text{ад}} = 2316 \geq T(\text{FeB}) = 1923 \text{ K} \geq T(\text{Fe}) = 1809 \text{ K}$ 72,55% $\text{Fe}_{(\text{ss})}$ + 6,93 $\text{CrB}_{2(\text{s})}$ + 3,26 $\text{Ni}_4\text{B}_{3(\text{s})}$ + 17,26% $\text{FeB}_{(\text{s})}$	81,26% (Fe-Cr-Mn-C)	420
3	$T_{\text{ад}} = 2316 \geq T(\text{FeB}) = 1923 \text{ K} \geq T(\text{Fe}) = 1809 \text{ K} \geq T(\text{B}_2\text{O}_3) = 734 \geq T(\text{Ni}_4\text{B}_3) = 1400$ 75,77% $\text{Fe}_{(\text{ss})}$ + 27,24% $\text{FeB}_{(\text{s})}$ + 13,26 $\text{Ni}_4\text{B}_{3(\text{s})}$ + 16,27 $\text{CrB}_{(\text{s})}$	81,264% (Fe-Cr-Mn-C)	380
7	$T_{\text{ад}} = 2285 \geq T(\text{FeB}) = 1923 \text{ K} \geq T(\text{Fe}) = 1809 \text{ K} \geq T(\text{B}_2\text{O}_3) = 734 \geq T(\text{W}) = 1358$ 61,78% $\text{Fe}_{(\text{ss})}$ + 36,82% $\text{FeB}_{(\text{s})}$ + 1,4 $\text{WB}_{(\text{s})}$	81,264% (Fe-W-Mn-C)	240

Обработка в этих смесях приводит к формированию синтезированного литого сплава. Наибольшее влияние на структуру сплавов, судя по заметному увеличению боридной эвтектики, оказывается шихтой содержащей в качестве борсодержащего материала — ферробор.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Фасевич Ю.Н., Рудницкий Ф.И. Исследование и разработка борсодержащих композиционных сплавов с целью изготовления литых изделий, работающих в контакте с абразивной или гидроабразивной средой, сопряженной с ударными воздействиями // Литье и метал-

лургия. 2018, №3. С..

2. Ватолин Н.А., Моисеев Г.К., Трусов Б.Г. Термодинамическое моделирование металлургических процессов. М.: Металлургия. 1994.

3. [Невар Н. Ф.], Фасевич Ю. Н. Термодинамическое моделирование равновесного фазового состава литого борсодержащего сплава // Литье и металлургия. 2018, №3. С..