

Рис. 1. Изменение степени взаимосвязи между признаками-функциями и пределом растворимости легирующих элементов в алюминиевых сплавах

ния процесса растворения компонентов сплава в экстремальных неравновесных условиях.

Таким образом, высокая информативность признаков-функций, построенных на удельном электросопротивлении, теплоте сублимации, температурах кипения и плавления, энергиях связи, 1-м и 2-м потенциалах ионизации, радиусах главных максимумов внешних орбиталей компонентов, свидетельствует, во-первых, о возможностях прогноза характеристик, зависящих от растворимости легирующих элементов в быстроохлажденных сплавах алюминия, во-вторых, о возможности построения физических моделей процесса растворимости компонентов на основе их физико-химических характеристик. Эти выводы хорошо согласуются с современными представлениями в металлофизике о природе растворимости компонентов в сплавах [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Металловедение алюминия и его сплавов / А.И. Беляев, О.С. Бочвар, Н.Н. Буйнов и др. — 2-е изд. — М.: Металлургия, 1983. — 280 с. 2. Ф у р н э Д. Упорядочение и твердые растворы // Устойчивость фаз в металлах и сплавах. — М.: Мир, 1970. — С. 270–292.

УДК 621.74:669.131

С.С. ГУРИН, Г.И. КЛЕЩЕНОК

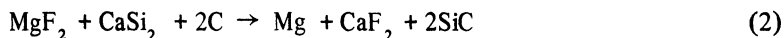
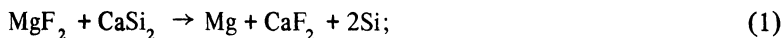
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЧУГУНА МАГНИЕМ ИЗ ЕГО ГАЛОГЕНИДОВ

Для получения шаровидного графита в поверхностном слое отливки используют модифицирующие покрытия, содержащие металлический магний. Однако повышенная склонность магния к окислению и пироэффекту снижает эффективность его применения при получении слоя толщиной более 2 мм. Кроме того, покрытия с чистым магнием недостаточно технологичны. Использование в качестве сфероидизирующих компонентов галогенидов магния позволяет устранить указанные недостатки.

Согласно ряду активности металлов, магний может быть восстановлен из его соединений только кальцием. Однако использование чистого кальция в качестве восстановителя сопряжено с технологическими трудностями. Примене-

ние сплавов-восстановителей, например CaSi_2 , наиболее целесообразно, хотя они имеют более низкую восстановительную способность, чем чистые металлы.

Положительное влияние на восстановительную способность силикокальция, как показывают расчеты, оказывает углерод, который может вводиться в состав покрытия в виде графита. Так, для реакций



значения энергии Гиббса (ΔG) при температуре 1600 К равны соответственно -18,13 и -96,37 кДж/моль.

Все галогенные соединения магния, кроме фторида, имеют высокую гигроскопичность, что ограничивает их применение в составе покрытий. Поэтому только фтористый магний можно рекомендовать в качестве поставщика сфероидизирующего элемента в составе модифицирующего покрытия.

Расчеты энергии Гиббса и константы равновесия по методу Л.П. Владимиров [1] показали, что полнота протекания восстановительных реакций зависит от температуры прогрева покрытий и вида вступающих во взаимодействие компонентов. Необходимо, чтобы температура в зоне контакта покрытие—отливка была по возможности более высокой. Дополнительный разогрев модифицирующего покрытия можно обеспечить вводом алюмотермических смесей, в состав которых входят, кроме алюминия, оксиды легирующих металлов. Однако при этом необходимо учитывать возможность взаимодействия оксидов металлов с магнием, так как он является более активным металлом, чем алюминий.

Термодинамические расчеты на ЭВМ равновесных концентраций компонентов с использованием программы, разработанной Г.Б. Сиянревым [2], позволяют учитывать возможность взаимодействия основных компонентов покрытия с компонентами экзотермической добавки, связующим и компонентами чугуна.

Во всех рассматриваемых составах (табл. 1) исходными компонентами являлись фтористый магний (MgF_2), силикокальций (CaSi_2), аморфный графит (С), алюминий (Al) и железо (Fe). В 1...4-м вариантах в качестве связующего использовали жидкое стекло ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$), а в 5-м — фтористый натрий (NaF). Для покрытий 1...3-го вариантов характерно наличие различных оксидов металлов (MoO_3 , V_2O_5 и Cr_2O_3), вводимых в состав экзотермической добавки. В каждом варианте, кроме того, изменяли соотношение оксида металла и алюминия. В 4-м варианте содержание жидкого стекла уменьшали, в 5-м — жидкое стекло заменили связующим, не содержащим кислород (NaF). Учитывая, что программа охватывает не более 10 химических элементов, в качестве компонента чугуна было выбрано только железо. В результате расчетов получили равновесные концентрации как исходных компонентов, так и продуктов их взаимодействия для каждого температурного интервала.

На равновесную концентрацию магния влияет главным образом содержание кислорода в составе покрытия. Так, увеличение содержания оксида молибдена в составах 1...3 (см. табл. 1) изменяет равновесную концентрацию магния в довольно широких пределах от 0,7342 до 0,1124 моль/кг. Поэтому

Табл. 1. Составы покрытий

Номер вари-анта	Номер состава	Масса компонентов, 10 ⁻³ кг									
		MgF ₂	CaSi ₂	C	MoO ₃	Al	Na ₂ Si ₂ O ₅	Fe	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	NaF
1	1	20	32	8	5	2	20	100	—	—	—
	2	20	32	8	3	2	20	100	—	—	—
	3	20	32	8	7	2	20	100	—	—	—
2	4	20	32	8	—	2	20	100	5	—	—
	5	20	32	8	—	2	20	100	3	—	—
	6	20	32	8	—	2	20	100	7	—	—
3	7	20	32	8	—	2	20	100	—	5	—
	8	20	32	8	—	2	20	100	—	3	—
	9	20	32	8	—	2	20	100	—	7	—
4	10	20	32	8	5	2	10	100	—	—	—
	11	20	32	8	5	2	5	100	—	—	—
	12	20	32	8	5	2	2	100	—	—	—
5	13	20	32	8	5	2	—	100	—	—	4

для повышения модифицирующей способности покрытия необходимо снизить в нем до минимума кислородосодержащие компоненты, а если это возможно, полностью их исключить.

Замена одного оксида металла другим существенно не влияет на равновесную концентрацию магния, которая зависит главным образом от содержания кислорода в покрытии. С уменьшением содержания кислорода с 3,4930 до 0,6087 моль/кг увеличивается концентрация магния с 0,5031 до 1,7490 моль/кг. Концентрация оксида магния при этом уменьшается от 1,1560 до 0,1278 моль/кг.

На основании проведенных расчетов были разработаны модифицирующие покрытия на основе фторида магния (25 % MgF₂, 32 % CaSi₂, 8 % C, 15 % (Cr₂O₃ + Al), 5 % NaCl, 15 % H₂O) для получения чугуна с шаровидным графитом толщиной 5 мм и более на поверхности отливки, что в 2...3 раза повышает ее разгаростойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крестовников А.Н., Владимиров Л.П., Гуляницкий Б.С., Фишер А.Я. Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций. — М.: Металлургия, 1963. — 416 с. 2. Синярев Г.Б., Трусов Б.Г., Слынько Л.Е. Универсальная программа для определения состава многокомпонентных рабочих тел и расчета некоторых тепловых процессов // Труды МВТУ. — 1973. — № 159. — С. 60–72.