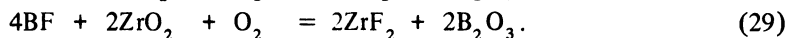
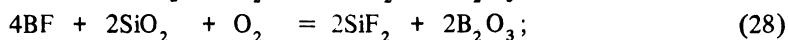
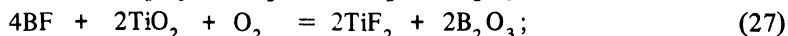
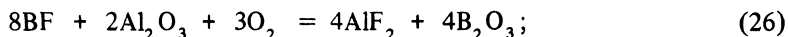


ние карбидом бора оксидов Si, Ti, Al и Zr не происходит ($\Delta G_T > 0$). В этом случае, как показывают расчеты, термодинамически возможно появление газообразных переносчиков активных атомов второго элемента по реакциям:



Образование активных атомов элементов на насыщаемой поверхности происходит затем по реакциям 12...15.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 619544 СССР. Состав для борирования / М.В. Ситкевич, В.М. Пикуло, В.П.Крюков. – Оpubл. в Б.И., 1978, № 30.

УДК 621.746.0

А.Н. ЧИЧКО, В.Ф. СОБОЛЕВ

ПОСТРОЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ БЫСТРООХЛАЖДЕННЫХ СПЛАВОВ

Изучение процесса растворения компонентов в сплавах является очень важной задачей. От него в значительной степени зависит понимание формирования многих механических и литейных свойств сплавов. Особенно актуальна эта задача для сплавов, кристаллизующихся в условиях больших скоростей охлаждения. Одним из наиболее эффективных методов исследования растворимости компонентов сплава в экстремальных условиях является метод математического моделирования. В этом случае ключевым становится вопрос о том, какие характеристики сплава положить в основу математических моделей растворимости.

Целью настоящей работы было изучение возможностей и путей математического моделирования процесса растворения компонентов сплава в экстремальных условиях с помощью параметров межатомного взаимодействия. Реализация этой цели осуществлялась на основе решения задачи об оценке взаимосвязи между признаками-функциями, построенными на базе физико-химических характеристик компонентов сплава, и пределом растворимости легируемых элементов. В качестве модельных сплавов были выбраны алюминиевые сплавы, полученные закалкой из жидкого состояния при скоростях порядка $10^7 \dots 10^8$ К/с. Признаки-функции формировались на основе следующих физико-химических характеристик компонентов: 1) линейного коэффициента термического расширения; 2) приведенного поверхностного натяжения; 3) удельного электросопротивления при $T = 293$ К; 4) термического коэффициента электросопротивления; 5) теплоемкости; 6) теплоты сублима-

ции; 7) плотности; 8) теплоты плавления; 9) приведенного термодинамического потенциала; 10) температуры кипения; 11) температуры плавления; 12) вектора Бюргерса (минимального); 13) атомного объема; 14) атомного радиуса; 15) энергии связи; 16) 1-го потенциала ионизации; 17) 2-го потенциала ионизации; 18) радиуса главного максимума орбиталей атомов; 19) электроотрицательности по Полингу.

Для построения признаков-функций использовалось соотношение

$$\Delta P(n, m) = \frac{P_1(n) - P_2(n, m)}{P_1(n)},$$

где $P_1(n)$ – физико-химические характеристики алюминия; $P_2(n, m)$ – физико-химические характеристики легирующих элементов.

Обучающая выборка включала информацию о вычисленных признаках-функциях и экспериментальных данных значений пределов растворимости [1] для следующих систем: Al–Mg, Al–Si, Al–Sc, Al–Ti, Al–V, Al–Cr, Al–Mn, Al–Fe, Al–Co, Al–Ni, Al–Cu, Al–Zn, Al–Ge, Al–Zr, Al–Ag, Al–Sn, Al–W. Изучались два вида математических моделей:

$$\alpha = A_0 + A_1 x; \quad (1)$$

$$\alpha = \exp \{ A_0 + A_1 x \}, \quad (2)$$

где α – предел растворимости легирующих элементов; A_0 – свободный член математической модели; A_1 – регрессионный коэффициент математической модели; x – признак-функция, построенная на физико-химических характеристиках компонентов.

В качестве метода исследования был использован метод шагового регрессионного анализа. Оценка степени взаимосвязи между признаками-функциями и пределом растворимости проводилась с помощью критериев Фишера и Стьюдента, вычисленных для коэффициента информативности. Коэффициент информативности определялся по соотношению

$$K_{ij} = |\rho_{ij}|,$$

где ρ_{ij} – частный коэффициент корреляции.

Решение задачи проводилось на ЭВМ ЕС-1022. В результате исследований были получены гистограммы (рис. 1), на которых представлено изменение степени взаимосвязи между признаками-функциями, построенными на физико-химических характеристиках компонентов, и пределом растворимости легирующих элементов в алюминиевых сплавах. Как видно из рисунка, наиболее информативными в отношении предела растворимости являются признаки-функции 3, 6, 10, 11, 15...18. На гистограмме приведены значения коэффициентов информативности только для лучшей математической модели. Признаки-функции 1, 3, 4, 6, 7, 10...12, 14...16, 19 соответствуют линейной модели (1), а остальные – нелинейной (2). Сравнительный анализ вычисленных значений Фишера и Стьюдента для коэффициентов информативности с их критическими значениями $F_p = 2,38$ и $t_p = 1,75$, относящихся к вероятности $\alpha = 0,05$, позволил сделать вывод о том, что выделенная группа физико-химических характеристик может использоваться для математического моделирова-

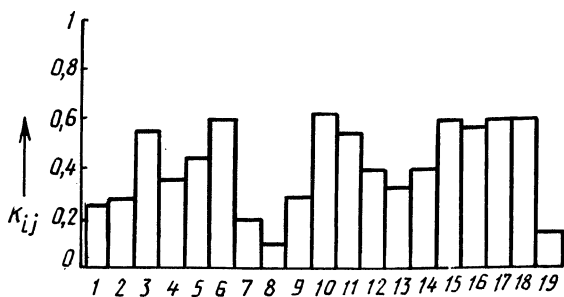


Рис. 1. Изменение степени взаимосвязи между признаками-функциями и пределом растворимости легирующих элементов в алюминиевых сплавах

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-