

цих вкраплень в евтектичних зонах вказує на те, що розглянутий модифікатор потенційно не впливає на рідкоплинність сплавів.

Література:

1. Белов Н.А. Фазовый состав алюминиевых сплавов. –М.: МИСиС, 2009.– 235 с. . – ISBN 978-5-87623-213-7.
2. Белов Н. А., Аксенов А.А. Металловедение цветных металлов. Алюминиевые, магниевые и титановые сплавы: учеб пособие для студ. высш. уч. завед. – М.: МИСиС, 2005. – 149с.
3. Ворон М.М., Фон Прусс М.А. Вплив молібдену на структуру сплаву AlSi9Cu3. – Процеси лиття. – 2020. – № 3 (141).– С. 42-46.

Глотка А.А., Ольшанецкий В.Е.

(НУ «Запорозьская политехника», г. Запорозье)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАРБИДНОГО
ЛИКВИДУСА И СОСТАВА КАРБИДОВ ЖАРОПРОЧНЫХ
НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ**

E-mail: Glotka-alexander@ukr.net

Основной целью настоящей работы является получение математических моделей для прогнозирования температур карбидного ликвидуса и состава карбидных фаз для многокомпонентной системы типа Ni-14Cr-9Co-5Ti-3Al-3Ta-3,5W-1,5Mo-0,15Hf-0,1C с помощью расчетного метода прогнозирования CALPHAD (пассивный эксперимент) в сравнении с данными, полученными методом электронной микроскопии (активный эксперимент).

Тантал, обладая мощной карбидообразующей способностью, формирует первичные карбиды MC; при этом он оказывает положительное влияние как на жаропрочность, так и коррозионную стойкость ЖНС. Увеличение содержания тантала в сплаве приводит к росту температур карбидного ликвидуса для первичного карбида и уменьшением для вторичных карбидов, что описывается математическими моделями. При небольшом введении в сплав тантала ($\approx 2\%$) наблюдается изменение основы карбидов MC с титана на тан-

тал до уровня 78%. Переход карбида МС в карбид на основе тантала приводит к увеличению межатомных связей, что способствует увеличению температуры растворения (выделения) карбида. При этом наблюдается снижение по указанным зависимостям содержания молибдена и никеля и рост содержания вольфрама во вторичных карбидах до концентрации в сплаве тантала 6%, выше вторичные карбиды исчезают и образовывается σ -фаза.

Титан присутствует не только в составе упрочняющей γ' -фазы, но и является сильным карбидообразующим элементом, на основе которого формируются карбиды типа МС. Установлено, что титан практически не влияет на температуру растворения (выделения) первичного карбида МС до концентрации 5,5% ($t_L^{MC} = 1325 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$), при 6% наблюдается резкий скачок t_L^{MC} до 1360 $^\circ\text{C}$. Однако $t_L^{M_{23}C_6}$ возрастает по параболической зависимости до 971 $^\circ\text{C}$.

Увеличение содержания титана в сплаве приводит к увеличению его концентрация в карбиде МС до 28%. При этом, содержание тантала и гафния в карбиде уменьшается до уровня 50% и 6% соответственно. Рост концентрации титана в сплаве приводит к изменению состава вторичного карбида. Возрастание содержания Ті приводит к росту хрома и уменьшению молибдена и никеля в $M_{23}C_6$.

Показано, что при повышении суммарной концентрации карбидообразующих элементов усложняется и химический состав карбидов. Введение 2% Та в сплав приводит к изменению основы карбида МС с титана на тантал, что приводит к увеличению межатомных связей и росту температуры карбидного ликвидуса.

На основе комплексного подхода, расчетного и экспериментального, для многокомпонентной системы получены новые регрессионные модели, позволяющие адекватно прогнозировать химический состав карбидов по химическому составу сплава, это позволило реализовать решение задачи расчетного прогнозирования состава карбидов по химическому составу сплава, что подтверждено полученными экспериментальными данными.