

Глотка А.А., Гайдук С.В.

(НУ «Запорозьская политехника», г. Запорозьє)

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВО ВТОРИЧНЫХ КАРБИДАХ В
ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВАХ**

E-mail: Glotka-alexander@ukr.net

Целью настоящей работы является изучение специфики влияния легирующих элементов на распределение вторичных карбидов в структуре, их топологию и морфологию, а также их состав для многокомпонентной системы типа Ni-13,5Cr-5Co-3,4Al-4,8Ti-7,3W-0,8Mo-0,015V-0,12C с помощью расчетного метода прогнозирования CALPHAD (пассивный эксперимент) в сравнении с экспериментальными данными, полученными методом электронной микроскопии (активный эксперимент).

Карбиды $M_{23}C_6$ образуются в сплавах с умеренным или высоким содержанием хрома во время низкотемпературной обработки и в процессе эксплуатации при 760...980 °С вследствие распада карбидов MC и из «остаточного» углерода, растворенного в матрице. Обычно они располагаются по границам зерен, иногда вдоль линий двойников, на дефектах упаковки и концах двойников и могут являться центрами зарождения пластин σ - фазы. В состав карбидов этого типа входят также молибден и вольфрам. Вследствие неблагоприятного расположения по границам зерен карбиды $M_{23}C_6$ могут оказывать отрицательное влияние на предел длительной прочности. Карбиды типа M_6C образуются при температурах 815...980 °С в сплавах с более высоким содержанием тугоплавких элементов вольфрама и молибдена. Преимущественно они выделяются по границам зерен. По сравнению с карбидами типа $M_{23}C_6$ карбиды M_6C более стабильны при высоких температурах.

Хром, один из основных элементов который повышает характеристики коррозионной стойкости современных промышленных ЖНС. В среднем содержание хрома находится на уровне 15% по массе, однако для увеличения жаростойкости его количество может быть поднято до 35% по массе. Кроме коррозионных свойств, хром участвует в образовании одного из вторичных карбидов типа $M_{23}C_6$, который присутствует почти у всех ЖНС. Хотя, хром и является элементом, влияющим на образование вторичных карбидов, он оказывает заметное влияние на температуру растворения (выделения) первичных карбидов.

Вольфрам вводится в состав ЖНС с целью повышения уровня температур фазовых превращений, а, следовательно, жаропрочности сплава. Содержание вольфрама в современных жаропрочных сплавах находится в довольно широких пределах 1...16% по массе. Дальнейшее увеличение содержания вольфрама существенно повышает вероятность выделения в структуре ТПУ фаз, особенно α_w . Так, содержание вольфрама до 10% по массе в составе сплава практически не оказывает заметного влияния на температуру растворения (выделения) первичных карбидов типа MC.

Исследования показали, что изменения концентраций вольфрама и молибдена в составе первичных карбидов, может сопровождаться образованием ТПУ фазы, типа Р, если в составе сплава содержание вольфрама 8% по массе и более. При этом, в составе первичных карбидов концентрация хрома и молибдена снижается до 0,47% и 0,06%, соответственно.

Исследования показали, что содержание вольфрама в составе сплава оказывает существенное влияние на концентрацию легирующих элементов во вторичных карбидах. Так, при содержании в составе сплава вольфрама до 10% по массе, концентрация хрома и молибдена изменяется до 74% и 12% соответственно, а если содержание вольфрама в составе сплава превышает 10% по массе, то находятся на уровне 89% Cr и 1,9% Mo.

Гонтаренко В.І., Титаренко В.О., Бажміна Е.А.

(НУ «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя)

УПРАВЛІННЯ ПРИРОДОЮ ВКРАПЛЕНЬ ТА ВЛАСТИВОСТЯМИ СТАЛІ

E-mail: 4723697@ukr.net

Негативний вплив сірки і фосфору в сталі відомо, однак властивості сталі, що містить менше 0,001% цих домішок, вивчені недостатньо. Тому в дослідженні приділяли велику увагу двом напрямкам поліпшення якості електросталі: підвищенню чистоти по шкідливим домішкам і раціональним процесам модифікування. Значний теоретичний і практичний інтерес представляє дослідження по визначенню порівняльного питомого впливу цих двох факторів. Для відповідального обладнання нової техніки в останні роки замість вуглецевих широко застосовують економнолеговані сталі типу марганцевих 110-35ГЛ (литі) і 09Г2, 15Г, 40Г (деформовані).

Плавки проводили в індукційних електропечах на чистій шихті фракційним легуванням і модифікуванням, вміст сірки та фосфору змінювали за рахунок присадок сірчистого заліза і ферофосфору. Як модифікатори застосовували силікокальцій, силікобарій, фероцерій, силіциди РЗМ і інші.

Неметалеві вкраплення вивчали комплексними методами при візуальному перегляді шліфів, визначали тип вкраплень 1-2-3 і ступінь забруднення сталі шляхом підрахунку об'ємним (V, %) і лінійним методом (і), що дозволило об'єктивно оцінити вплив вмісту кисню, сірки та модифікаторів на властивості сталі.

Матеріали показують вирішальний вплив хімічного складу важких неметалевих вкраплень на ступінь чистоти сталі та рівень її властивостей.

Рівень ударної в'язкості цих зразків дуже близький і, певною мірою, відображає ступінь чистоти та природи вкраплень у сталі. Поздовжні зразки меншою мірою характеризували ступінь забрудненості сталі та не були представницькими для оцінки її якості.

Встановлена однозначна залежність між вмістом сірки, кількістю сульфідних вкраплень і показниками механічних властивостей. В умовах стабіль-