

ского состава чугуна, показало уменьшение плотности чугуна после модифицирования во всех экспериментах.

УДК 621.74.045:669.245.018:620.193.53

А. М. Михайловская

Запорожский национальный технический университет, Запорожье

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТАНТАЛА И РЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЖС32-ВИ

В наше время изготовление наземных силовых и энергетических установок развивается в ракурсе результативного объединения двух критериев - снижение себестоимости изделия с сохранением уровня его эксплуатационных свойств и надёжности.

Представленная работа посвящена решению важной научной и практической задачи – оптимизации экономнолегированного состава сплава, обеспечивающего повышение его структурной и фазовой стабильности и коррозионной стойкости при сохранении уровня прочностных свойств.

Высокожаропрочный никелевый сплав ЖС32-ВИ полностью удовлетворяет требованиям, как материал рабочих лопаток. Однако данный сплав имеет очень высокую стоимость, в основном, за счет легирования очень дорогим и дефицитным элементом рением (4 % по массе), который делает применение сплава ЖС32-ВИ для рабочих лопаток стационарных газотурбинных установок экономически нецелесообразным.

Кроме высокой стоимости, сплав ЖС32-ВИ показывает структурную и фазовую нестабильность при долговременном влиянии высоких температур (1000...1100 °С), которые являются следствием образования значительного количества топологически плотноупакованных (ТПУ) фаз типа μ -фазы и двойных карбидов типа MeC, которые негативно влияют на показатели жаропрочности и пластичности.

Рений является одним из немногих элементов, которые повышают температуру плавления никелевых сплавов и оказывают наиболее заметное влияние на термостабильность γ -матрицы, тем самым существенно улучшая жаропрочные свойства металла.

Положительное влияние тантала на механические свойства никелевых сплавов объясняется тем, что при легировании этим элементом образуется монокарбид тантала, более прочно связанный с матрицей по сравнению с другими видами карбидов. С повышением концентрации тантала в сплаве (или при уменьшении содержания титана) он принимает более интенсивное участие в образовании карбида MeC, частично вытесняя из него титан, вольфрам, молибден. Легирование жаропрочных сплавов танталом обеспечивает их длительную работоспособность при повышенной температуре.

В данной работе изучили влияние увеличения в составе жаропрочного никелевого сплава ЖС32-ВИ содержания тантала от 4,0 % до 9,0 % при одновременном снижении содержания рения от 4,0 % до 1,5 % на его свойства.

Таблица 1 – Химический состав сплавов опытных плавков.

Сплав №	Содержание легирующих элементов, % (по массе)										
	C	Cr	Co	W	Mo	Al	Nb	Ta	Re	Zr	B
ЖС32-ВИ	0,15	4,9	9,3	8,2	1,1	5,8	1,6	4,0	4,0	0,05	0,015
1	0,14	5,1	9,1	8,0	1,0	5,9	1,4	5,0	3,5	0,05	0,015
2	0,15	4,9	9,0	8,2	0,9	6,1	1,5	6,0	3,0	0,05	0,015
3	0,14	4,8	8,9	8,1	1,0	6,0	1,6	7,0	2,5	0,05	0,015
4	0,15	5,0	9,0	8,0	0,9	6,1	1,5	8,0	2,0	0,05	0,015
5	0,16	5,2	9,1	7,9	1,1	6,2	1,6	9,0	1,5	0,05	0,015

Результаты механических испытаний на кратковременную прочность образцов с монокристаллической [001] макроструктурой опытных составов № 1 – № 5 и их математической обработки показали, что в опытном составе № 5, содержащем 9 % тантала и 1,5 % рения, прочностные характеристики заметно снижаются, по сравнению со сплавом жс32-ви и опытными сплавами № 1 – № 4.

Сплав № 4, содержащий 8 % тантала и 2 % рения (см. табл. 1) является оптимальным с точки зрения прочностных характеристик и себестоимости.