

УДК 669.018.44

ПОВЫШЕНИЕ ЖАРОПРОЧНОСТИ ХРОМОНИКЕЛЕВОГО СПЛАВА Х65НВФТ ПУТЁМ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ ТУГОПЛАВКИМИ МЕТАЛЛАМИ

Федор Дмитриевич Еремеев

Студент 4 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: В.Н. Симонов,

доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

Критические детали авиакосмических двигателей, в частности камеры сгорания, изготавливаются из высокопрочных сложнолегированных хромоникелевых сплавов, таких как Х65НВФТ. Данный сплав успешно применяется в качестве конструкционного материала в агрессивных газовых средах при температуре эксплуатации 900 °С [1]. Создание нового поколения двигателей и энергетических двигательных установок космических аппаратов требует разработки нового класса материалов для длительной эксплуатации в условиях воздействия температуры порядка 1250 °С, продуктов разложения топлива (азот, кислород) и факторов космического пространства (вакуум).

Известно [2], что разрушение хромоникелевых сплавов при высоких температурах происходит вследствие так называемого эффекта ползучести. В сплаве Х65НВФТ за пластическую деформацию отвечает γ -фаза на основе никеля, поэтому с целью повышения жаропрочности была предпринята попытка упрочнения данной фазы. В работах [3-4] показано, что для упрочнения пластичной γ -фазы на основе никеля эффективно использовать добавки следующих тугоплавких металлов: Та, Nb, Hf, Zr. Происходящее при легировании упрочнение пластичной γ -фазы можно объяснить с точки зрения теории когезионной прочности.

Показано, что добавление малолегированных элементов приводит к изменению морфологии γ -фазы на основе никеля. С помощью микрорентгеноспектрального анализа выявлены закономерности распределения малолегированных добавок в экспериментальном сплаве.

Проведен рентгенофазовый анализ, в ходе которого установлено, что в экспериментальном сплаве наблюдается увеличение периода кристаллической решетки γ -фазы, что можно связать с растворением в ней добавок Та, Nb, Hf, Zr.

Результаты механических испытаний в интервале температур от 20 до 1080 °С показывают, что у экспериментального сплава при повышенных температурах испытания наблюдается значительное снижение относительного удлинения с 136 до 20% при одновременном возрастании предела прочности.

Показано, что при испытаниях на ползучесть при температурах 800 и 1000 °С время установившейся стадии сплава с малолегированными добавками превышает время данной стадии базового сплава в 3...4 раза.

Литература

1. Материалы в машиностроении. Выбор и применение. Справочник в 5 т. Под общ. ред. И. В. Кудрявцева. Т. 3. Специальные стали и сплавы. Под ред. Ф. Ф. Химушина. - М.: Машиностроение, 1968. - 448 с.
2. Hildebrand H., Michalzik G., Simmen B. Properties of superplastic Cr-Ni steel // Metals

Technology. - 1977. - January. - P. 32-36.

3. *А.Г. Береснев, В.И. Разумовский, А.Ю. Лозовой и др.* Развитие теории легирования для создания нового поколения жаропрочных никелевых сплавов, получаемых методами порошковой металлургии. // Металлургия гранул. Композиционные материалы. – 2012. - № 2. - с. 52-61.

4. *V. N. Butrim, V. I. Razumovskiy, A. G. Beresnev, A. S. Trushnikova, I. M. Razumovskii.* Effect of a Number of Transition Metals on the Cohesive Properties of Cr-Ni-Base Alloys. // Materials Science Forum, 2017. - Vol. 879. - P. 1998-2002.