

УДК 669.245

ВЫБОР РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ВЖ159 ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ 1000 °С

Павел Сергеевич Рыбин

Студент 4 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: А.С. Помельникова,

доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

Никелевые сплавы прочно удерживают свои позиции в качестве материала для деталей горячей зоны газотурбинных двигателей (ГТД).

Материал для жаровых труб камер сгорания ГТД должен иметь высокую жаростойкость, удовлетворительную свариваемость всеми видами сварки, хорошую технологичность при проведении горячей и холодной обработки давлением, а также должен быть ремонтпригодным в процессе изготовления узлов и после наработки в изделиях.

Широкое применение для изготовления жаровых труб ГТД нашли серийные жаропрочные никелевые сплавы ВЖ98 и ЭП648, максимальная рабочая температура которых достигает 1000 °С. Данные сплавы технологичны и свариваются всеми видами сварки [1].

Сплав ЭП648 имеет в своем составе большое количество хрома (33 масс. %), и, вследствие этого, в процессе наработки при высокой температуре охрупчивается, что приводит к ограничению возможности ремонта деталей. Сплав ВЖ159 был разработан во ФГУП «ВИАМ», как замена сплаву ЭП648. По сравнению с ним он обладает повышенными механическими свойствами и термостойкостью, имеет более низкую плотность и является экономически выгодным в связи с отсутствием в химическом составе кобальта и вольфрама, а также использованием более дешевого хрома марки Х99Н4 вместо ЭРХ [2,3].

Сплав может применяться как для корпусов камер сгорания с рабочей температурой до 650 °С, так и для жаровых труб камер сгорания ГТД с рабочей температурой до 1000 °С, в связи с этим он имеет несколько вариантов термической обработки.

Целью данной работы являлся выбор режима термической обработки сплава ВЖ159 для работы при температурах до 1000 °С.

В процессе исследования была проведена термическая обработка по двум режимам:

- 1) Закалка 1100 °С, старение 800 °С 5 часов, старение 700 °С 10 часов;
- 2) Закалка 1180 °С, старение 800 °С 5 часов.

Изучена микроструктура образцов после термической обработки.

Измерение балла зерна было проведено в соответствии с ГОСТ 5639-82 методом сравнения с эталонными шкалами и методом расчета среднего диаметра (с использованием программы анализа изображений Nexsys ImageExpert Pro). Исследована микроструктура образцов, построены гистограммы распределения по величине зерна. Для каждого режима было проведено более 250 измерений.

По результатам проведенного анализа для деталей, работающих при температурах до 1000 °С, был выбран второй режим. В дальнейшем будут исследованы механические и физические свойства сплава ВЖ159, оптимизирован режим термической обработки заготовок из сплава ВЖ159 для работы при температурах до 1000 °С.

Литература

1. *Сорокин Л.И.* Свариваемость жаропрочных сплавов, применяемых в авиационных газотурбинных двигателях // Сварочное производство. – 1997. – №. 4. – С. 4-11.
2. *Ломберг Б.С., Моисеев С.А.* Жаропрочные и деформируемые сплавы для современных и перспективных ГТД // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2007. - № 6. - С. 2–5.
3. *Ломберг Б.С., Овсепян С.В., Бакрадзе М.М., Мазалов И.С.* Высокожаропрочные деформируемые никелевые сплавы для перспективных газотурбинных двигателей и газотурбинных установок // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2011. – №. SP2.