

УДК 620.1

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЖАРОВЫХ ТРУБ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Максим Вадимович Ахмедзянов⁽¹⁾, Сергей Вячеславович Овсепян⁽²⁾, Алла Сергеевна Помельникова⁽³⁾.

*Студент 6 курса⁽¹⁾, кандидат технических наук⁽²⁾, доктор технических наук,
профессор⁽³⁾,*

кафедра «Материаловедение в машиностроении»,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.С. Помельникова,

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение в
машиностроении»,*

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Для обеспечения технических требований к перспективному газотурбинному двигателю (ГТД) нового поколения необходимо разрабатывать материалы, обладающие повышенными свойствами по сравнению с серийными материалами, применяющимися в двигателях нынешнего поколения. С целью увеличения физико-механических и технологических свойств проводится как модифицирование хорошо зарекомендовавших себя сплавов, так и разработка новых, универсальных, с большей прочностью, жаропрочностью, с меньшей плотностью и с другими, не менее важными качествами.

Одним из важнейших и сложнейших элементов в конструкции ГТД является жаровая труба, в которой происходит сжигание топлива. Конструкция камеры сгорания определяется условиями работы и назначением механизма в целом; при ее изготовлении используются жаропрочные материалы. Материал для жаровых труб должен отвечать широкому кругу требований: высокий предел длительной прочности при повышенных температурах, хорошая термостойкость, удовлетворительные значения сопротивления окислению и коррозионной стойкости к продуктам сгорания топлива. Также сплав должен обладать высоким значением пластичности, как длительной, так и кратковременной.

Необходимость разработки нового сплава для жаровых труб перспективных многоресурсных ГТД была вызвана повышением требований к рабочей температуре в камере сгорания. Лучшими жаропрочными свариваемыми серийными материалами для жаровых труб авиационных ГТД следует считать сплавы Haynes 25, Haynes 188, Hastelloy X и ВЖ145. У данных материалов рабочая температура составляет примерно 1050 - 1100 °С. При новых условиях эксплуатации этой рабочей температуры недостаточно для обеспечения требований к жаровой трубе ГТД нового поколения. Увеличение температуры сгорания топлива улучшит комплекс рабочих параметров двигателя и позволит снизить эмиссию авиационных двигателей на 30 - 40%, что улучшит экологию и другие показатели окружающей среды.

В связи с невысокой рабочей температурой свариваемых серийных материалов в ВИАМ был разработан высокожаропрочный свариваемый листовый сплав ВЖ171, упрочняемый более структурно стабильными по сравнению с традиционной γ' -фазой частицами - нитридами титана, не растворяющимися в γ' -твёрдом растворе вплоть до температуры плавления последнего, с рабочей температурой до 1250 °С для жаровых труб перспективных многоресурсных ГТД [1].

Были проведены всесторонние исследования сплава ВЖ171. Так, значения временного сопротивления и предела текучести при 20 °С для сплава ВЖ171 составляют соответственно 870 и 530 МПа, а предел сточасовой длительной прочности при 1000 °С равен 55-70 МПа, при 1200 °С – 19-23 МПа.

По параметрам длительной прочности сплав ВЖ171 превосходит отечественные и зарубежные сплавы для жаровых труб во всем диапазоне температур работы.

Проведенные в работе исследования механических свойств сплава ВЖ171 подтвердили, что данный материал является самым высокопрочным свариваемым листовым сплавом.

Установлено, что физические свойства сплава ВЖ171 близки к свойствам серийных гомогенных сплавов на Ni – Co основе. Кроме того, сплав ВЖ171 обладает высокой коррозионной стойкостью в условиях геленджикского центра климатических испытаний (ГЦКИ) при испытании в жалюзийной будке.

Известно, что титан, входящий в состав сплава, после химико-термической обработки - азотирования, образует нитриды титана - упрочняющую фазу, стабильную вплоть до температуры плавления матрицы. Для обеспечения равномерного выделения частиц нитрида титана по всему телу листа и обеспечения необходимого уровня её дисперсности разработан новый вид химико-термической обработки – «внутреннее азотирование». Процесс заключается в длительной выдержке сварных конструкций и полуфабрикатов в атмосфере азота. Это позволяет реализовать требуемую структуру через диффузию азота в тело листовой заготовки.

Изделия, выполненные из предлагаемого сплава (жаровые трубы камер сгорания, стабилизаторы пламени, экраны и другие детали ГТД), могут работать до температуры 1250 °С, обладают повышенным ресурсом работы (в 1,5 - 2 раза) и КПД (на 5-10%), более низким весом (на 8-12%) по сравнению с серийными жаропрочными свариваемыми листовыми материалами [2].

Это позволит применять данные изделия на двигателях нового поколения.

Литература

1. *Латышев В.Б.* Высокопрочные материалы для современных и перспективных газотурбинных двигателей и прогрессивные технологии их производства. Авиационные материалы и технологии. – Москва, 2003. – с. 78-84.
2. *Латышев В.Б., Моисеев С.А., Каблов Е.Н.* Способ азотирования жаропрочных сплавов на никелевой, железоникелевой, никель-кобальтовой и кобальтовой основе / Пат. 2164964 РФ, С23С8/02, С23С8/24. – Оpubл. 10.04.2001. – 2 с.