

УДК 53.084.823

## ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОРАСТВОРНОГО И ДИСПЕРСИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ $\alpha+\beta$ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ8-1

Адриан Валентинович Заводов <sup>(1)</sup>, Олег Салаватович Кашапов <sup>(2)</sup>

*Студент 5 курса <sup>(1)</sup>,*

*кафедра «Материаловедение в машиностроении»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*начальник сектора лаборатории титановых сплавов <sup>(2)</sup>,  
ФГУП «ВИАМ»*

*Научный руководитель: Е.А. Лукина,*

*кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГУП «ВИАМ»*

Жаропрочный ( $\alpha+\beta$ )-титановый сплав ВТ8-1, системы Ti-Al-Sn-Zr-Si, разработанный в начале 1990-х годов, на сегодняшний день является основным сплавом для дисков компрессора с рабочей температурой до 450°C. Для существенного повышения прочностных характеристик жаропрочного титанового сплава ВТ8-1 рассмотрена возможность применения упрочняющей термической обработки.

Стандартную термообработку титановых сплавов системы Ti-Al-Sn-Zr-Si проводят по следующей схеме: 1) высокотемпературный отжиг вблизи температуры полного полиморфного превращения; 2) старение [1].

С целью повышения эксплуатационных свойств были предложены следующие режимы термообработки: 1) высокотемпературный отжиг с повышенной степенью старения; 2) высокотемпературный отжиг с пониженной степенью старения; 3) закалка в воду с температуры ниже температуры полиморфного превращения на 100 °С и последующим старением при пониженной температуре (упрочняющая термическая обработка).

Для исследования механических свойств проводились испытания при 20 °С и повышенных температурах (450, 500, 550 °С).

Для установления фазового состава, морфологии и характера выделения фаз были проведены рентгеновские и электронномикроскопические исследования микроструктуры образцов сплава ВТ8-1 после приведенных выше режимов обработки.

С целью установления последовательности фазовых превращений в ходе предложенных термообработок проведены структурные исследования на каждом этапе термообработки, и показаны различия состояний материала после каждой степени.

В результате работы было установлено, что применение двухступенчатого отжига (режим №2) с повышенной температурой на первой ступени и пониженной на второй приводит к повышению характеристик трещиностойкости на 18% и прочностных характеристик в интервале исследованных температур на 10-15 % по сравнению с серийной термической обработкой за счет одновременного действия механизмов твердорастворного и дисперсионного упрочнения.

Повышение температуры отжига (режим №1) приводит к существенному укрупнению частиц силицидов и падению ударной вязкости [2].

Упрочняющая термическая обработка (режим №3) повышает показатели прочности сплава, однако показатели пластичности остаются низкими. В отличие от отожженного состояния, в данном случае с одной стороны повышается эффективность твердорастворного упрочнения, а с другой – увеличивается эффективность дисперсионного упрочнения за счет распада метастабильных твердых растворов ( $\alpha''$  и  $\beta$ ) на дисперсную смесь ( $\alpha+\beta$ ).

Таким образом в работе предложены режимы двухступенчатых отжигов, обеспечивающих повышенные характеристики прочности и трещиностойкости. Объяснены причины повышения механических характеристик с точки зрения структурного состояния и фазового состава.

### **Литература**

1. *Хорев А.И., Белов С.П., Глазунов С.Г.* Металловедение титана и его сплавов. М.: Металлургия. 1992. 352 с.
2. *Кашапов О.С., Павлова Т.В., Ночовная Н.А.* Влияние режимов термической обработки на структуру и свойства жаропрочного титанового сплава для лопаток КВД //Авиационные материалы и технологии. 2010. №2. С. 8–14