

УДК 669.72

Н. А. Попов*, **А. С. Васильев**, **Е. Н. Попова**, **С. И. Степанов**,
А. Ю. Жилияков

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

**n.a.popov@urfu.ru*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАДОЛИНИЯ НА СТРУКТУРУ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ СПЛАВА BT18Y

В работе рассматривались образцы жаропрочного титанового сплава BT18Y, легированного 0,2% Gd, после изотермической выдержки при температурах 620–940 °С, в течение от 1 до 24 часов. Исследован фазовый состав и структура сплава в результате стандартной термической обработки.

Ключевые слова: титановый сплав, редкоземельный элемент, термическая обработка, структура, фазовый состав.

N. A. Popov, A. S. Vasilev, E. N. Popova, S. I. Stepanov, A. Yu. Zhilyakov

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF GADOLINIUM ON THE STRUCTURE AND PHASE COMPOSITION OF THE ALLOY BT18Y

Samples of high-temperature titanium alloy BT18Y doped with 0.2% Gd, after isothermal exposure at temperatures of 620...940°C, within from 1 to 24 hours were considered in the work. Structure and phase composition of the alloy was studied after standard heat treatment.

Keywords: titanium alloy, a rare earth element, heat treatment, structure, phase composition.

Материалом исследования являлись образцы жаропрочного титанового сплава BT18Y+0,2%Gd с исходной глобулярной структурой.

Химический состав сплава представлен в следующей табличной форме:

Химический состав стали BT18Y+0,2%Gd, масс. % [1]

Al	Mo	Zr	V	Nb	Si	Fe	Sn	Gd	C	Ti
6,91	0,71	4,09	0,04	1,03	0,16	0,04	2,69	0,2	До 0,1	Основа

Термическая обработка образцов проводилась в несколько этапов. На первом этапе образцы подвергали предварительной температурной выдержке при 940 °С в течение 1 часа с последующим охлаждением на воздухе. При данной температуре нагрева сплав имеет глобулярную структуру с соотношением количества α - и β -фаз 65:35 (рис. 1). При последующем охлаждении β -фаза подвергается распаду с образованием двухфазной ($\alpha+\beta$)-структуры (рис. 1) [2].

При комнатной температуре количество не превращенной β -фазы не превышает 5–7 %.

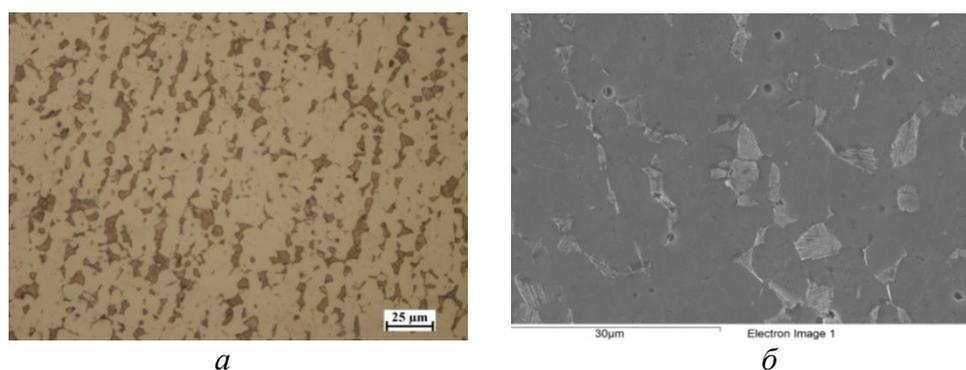


Рис. 1. Микроструктура образца из сплава VT18U+0,2%Gd (940 °С, 1 ч):
a – фотография с оптического микроскопа; *б* – фотография с РЭМ

Проведение дополнительного старения при 620 °С в течение 4 часов не приводит к заметному изменению микроструктуры, которую можно наблюдать в оптический микроскоп (рис. 2). Однако при использовании РЭМ наблюдаются дисперсные пластины α -фазы в областях не превращенной β -матрицы, образовавшиеся при ТО (рис. 2).

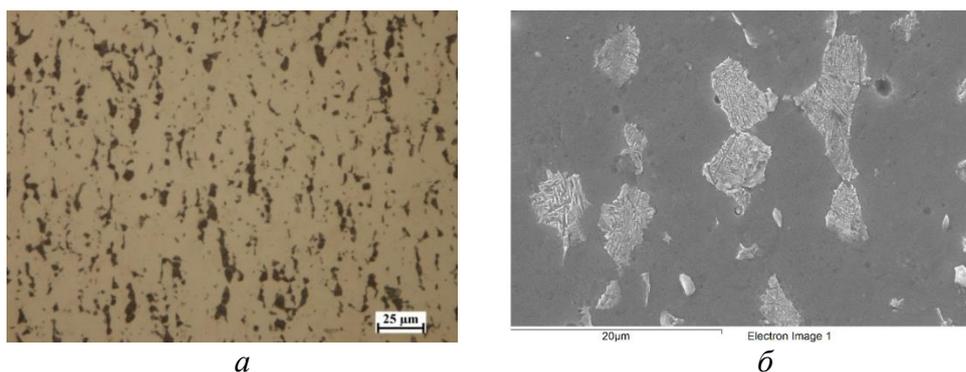


Рис. 2. Структура образца из сплава VT18U+0,2%Gd (940 °С 1 ч + 620 °С, 4 ч):
a – фотография с оптического микроскопа; *б* – фотография с РЭМ

С целью выяснения влияния старения на выделение частиц с гадолинием проведен отжиг при 700 °С в течении 24 часов. Но данная термическая обработка также не привела к существенному изменению микроструктуры.

При использовании возможностей растрового электронного микроскопа образцы были исследованы более «глубоко».

В структуре сплава VT18Y+0,2%Gd после проведенных термических обработок наблюдаются выделения гадолиния в виде светлых пятен овальной формы небольших (рис. 3), по сравнению с выделениями олова, размеров, что объясняется различным содержанием элементов в сплаве. С помощью микрорентгеноспектрального анализа изучено, что при всех обработках Gd присутствует в сплаве в виде интерметаллидов с Sn.

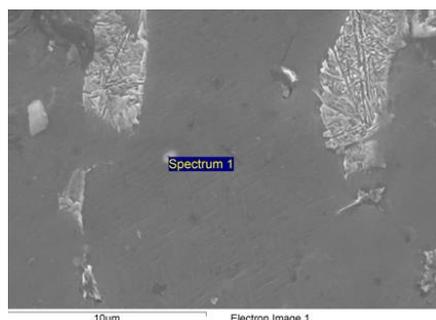


Рис. 3. Выделения частиц Sn и Gd в сплаве VT18Y+0,2%Gd (620 °С, 4 ч)

В следующей табличной форме приведено содержание химических элементов в исследуемой точке образца:

Химический состав исследуемой точки Spectrum 1

Содержание химических элементов, масс. %					Общее, масс. %
Al	Ti	Zr	Sn	Gd	
4,2	42,2	2,8	16,4	34,4	100

Благодаря данным исследования образцов из сплава VT18Y, легирование 0,2 % Gd не приводит к существенному изменению структуры и фазового состава материала в процессе стандартной термической обработки, и не приводит к повышению жаропрочности деталей. Данная закономерность подтверждается тем, что гадолиний не является частью твердого раствора сплава, а выделяется в виде интерметаллидных частиц с оловом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демченко К. Ю., Попов А. А., Карабаналов М. С. Влияние структуры, химического и фазового состава на жаростойкость титановых сплавов: учебн. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2014 С. 5.
2. Попов А. А. Структура и свойства титановых сплавов: учеб. пособие. Ч. 1. Процессы формирования структуры. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2008. С. 138.