

Научные тезисы

УДК 669.72

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАРЕНИЯ НА СТРУКТУРУ СПЛАВА Ti-17Al

**Ксения Игоревна Луговая<sup>\*</sup>, Артемий Александрович Попов,  
Евгения Николаевна Попова**

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

<sup>\*</sup> *k. i. lugovaya@urfu.ru*

**Аннотация.** В работе исследовано влияние изменения температурно-временных параметров старения, а именно повышение температуры предварительной закалки и последующего старения, а также увеличение продолжительности старения. Показано, что проведение старения при более высокой температуре приводит к более активному протеканию процессов распада мартенсита, а в образцах, закаленных с 950 °С, происходит дисперсионное твердение при старении.

**Ключевые слова:** титановый сплав, фазовые превращения, интерметаллиды

**Финансирование:** исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0836-2020-0020).

Scientific thesises

## TEMPERATURE AND TIME PARAMETERS OF AGING INFLUENCE ON THE STRUCTURE OF THE Ti-17Al ALLOY

**Kseniya I. Lugovaya<sup>\*</sup>, Artemiy A. Popov, Evgeniya N. Popova**

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, Russia

<sup>\*</sup> *k. i. lugovaya@urfu.ru*

**Abstract.** The influence of changes in the temperature-time parameters of aging, as well as an increase in the temperature of preliminary hardening and subsequent aging, as well as an increase in the duration of aging, was investigated in the work. It was shown that aging at a higher temperature leads to more active processes of decomposition of martensite, and precipitation hardening occurs in samples quenched from 950 °C during aging.

**Keywords:** titanium alloy, phase transformations, intermetallics

**Funding:** the research was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 0836-2020-0020).

В двойной системе титан-алюминий потеря термической стабильности происходит при содержании алюминия более 9 мас. % при температурах, близких к 540 °С. В зависимости от состава сплава и термокинетических условий ( $\alpha \rightarrow \alpha_2$ ) превращение может протекать как по механизму зарождения и роста, так и по гомогенному механизму, характерному для превращений 2-го рода, что существенно влияет на комплекс механических свойств. Исследование проводилось на двухфазном ( $\alpha + \alpha_2$ ) сплаве системы титан-алюминий, содержащем 17 ат. % Al.

Для исследуемого сплава была проведена гомогенизирующая обработка в вакуумной печи с нагревом на температуру 1200 °С с выдержкой в течение 3 часов и охлаждением в печи. В дальнейшем для проведения структурных исследований образцы были закалены в воду с температур 950 ( $\alpha$ -область) и 1200 °С ( $\beta$ -область). Старение образцов проводили при температурах 500...700 °С с выдержками до 300 часов.

В результате кристаллографического анализа выявлено, что в структуре образцов, состаренных при температуре 700 °С в течение 300 часов, вне зависимости от температуры, с которой выполнялась предшествующая закалка, наблюдаемые эллипсоиды упорядоченной фазы Ti<sub>3</sub>Al ориентированы вдоль направления [001] $\alpha$  (рис.). При этом в работе [1] показано, что при длительном старении в сплавах Ti-13Al ат. % и Ti-18Al ат. % частицы  $\alpha_2$ -фазы, изначально имеющие равноосную форму, сохраняющие ее до размеров около 50 нм, в дальнейшем вытягиваются с образованием эллипсоидов с большой осью, лежащей вдоль направления [001].

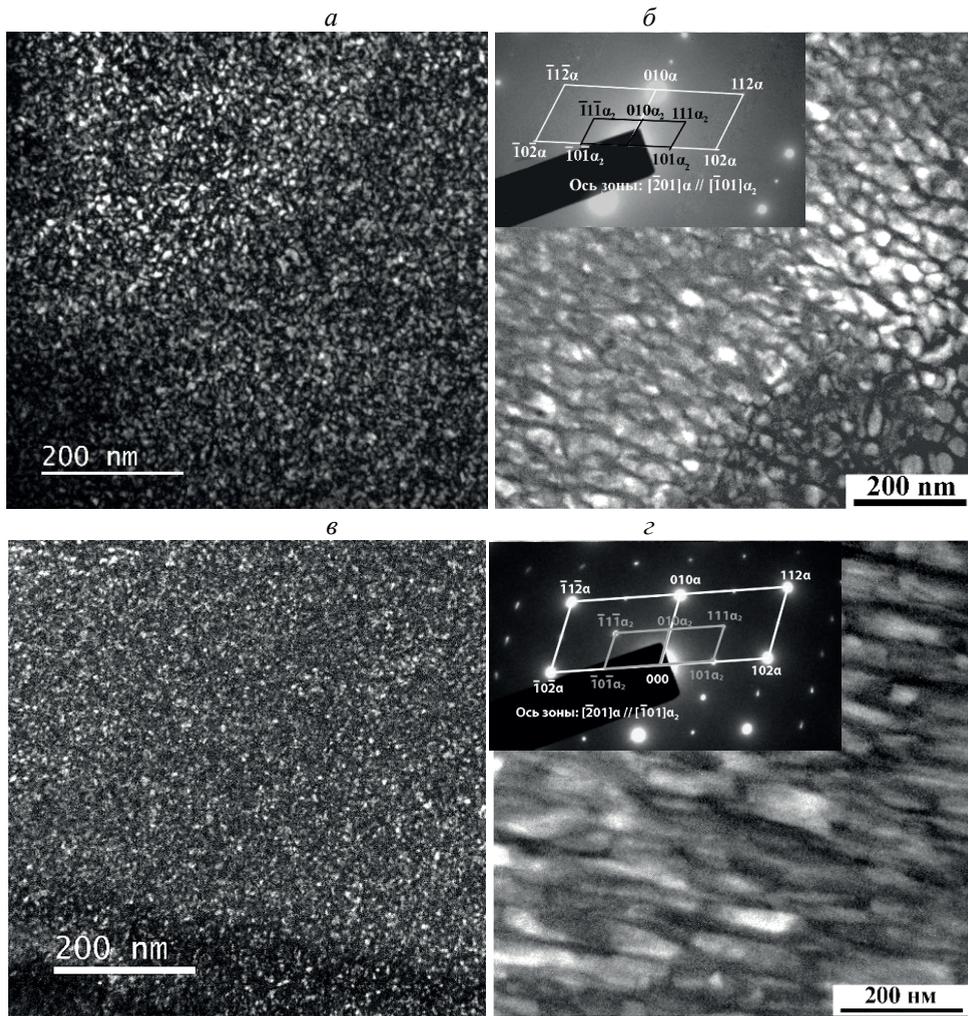


Рис. Микроструктура сплава Ti-17Al состаренного в течение 300 часов:  
 а — закаленного с 950 °С и состаренного при 500 °С; б — закаленного с 950 °С и состаренного при 650 °С; в — закаленного с 1200 °С и состаренного при 500 °С; г — закаленного с 1200 °С и состаренного при 650 °С

Сопоставление значений предела текучести при увеличении температуры предварительной закалки образцов, состаренных при 500 °С, показывает незначительный рост его значений. Однако предел прочности для данной температуры старения понижается, что, вероятно, вызвано наличием рекристаллизацией и полигонизацией мартенсита при старении образцов, закаленных с 1200 °С. При этом проведе-

ние старения при более высокой температуре приводит к снижению как предела текучести, так и предела прочности, поскольку повышение температуры приводит к более активному протеканию процессов распада мартенсита. В свою очередь в образцах, закаленных с 950 °С, происходит дисперсионное твердение при старении.

#### **Список источников**

1. Blackburn M.J. The ordering transformation in titanium: aluminum alloys containing up to 25 at.pet aluminum // Transactions of the metallurgical. 1967. V. 239. P. 1200–1208.

#### **References**

1. Blackburn M.J. The ordering transformation in titanium: aluminum alloys containing up to 25 at.pet aluminum // Transactions of the metallurgical. 1967. V. 239. P. 1200–1208.