

УДК 669.295 + 669.017.3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛНОГО ПОЛИМОРФНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА Ti-3Al-2.5V

Е.А. Филяева, Я.И. Космацкий

Работа посвящена изучению микроструктуры и определению температуры полного полиморфного превращения титанового сплава марки Ti-3Al-2.5V при использовании отличных способов. Полученные в ходе исследования данные положены в основу разработки технологии производства горячепрессованных труб из титанового сплава.

Ключевые слова: титановый сплав, псевдо- α -сплав, температура полного полиморфного превращения ($T_{\text{пмп}}$), микроструктура.

Определение температуры фазовых превращений необходимо для установления рациональных режимов деформации и термической обработки титанового сплава Ti-3Al-2.5V. Вследствие непостоянства марочного состава, ввиду неоднородности легирования, температура полного полиморфного превращения может различаться для разных плавок одного сплава от 20 до 40 °С. А также положение ($T_{\text{пмп}}$) сильно зависит от содержания газовых примесей.

Определение ($T_{\text{пмп}}$) осуществляют различными способами: металлографическими или с применением физических методов анализа (дилатометрия, термография, измерение электросопротивления). За исключением металлографического, эти способы весьма трудоемки, требуют изготовления специальных образцов и сложного лабораторного оборудования. Известны также аналитические способы определения температуры полного полиморфного превращения [1].

Использование метода пробных закалок

Температура полиморфного $\alpha \leftrightarrow \beta$ -превращения ($T_{\text{пмп}}$) сплава Ti-3Al-2.5V определялась стандартным методом пробных закалок [1] на образцах, отобранных от темплета. В соответствии с данными справочника [2], ($T_{\text{пмп}}$) сплава Ti-3Al-2.5V находится в пределах 935 ± 15 °С, то есть в диапазоне от 920 до 950 °С. Для анализа был выбран интервал закалочных температур от 920 до 950 °С с шагом 5 °С. Выдержка при температуре нагрева под закалку составляла 60 мин., закалка проводилась в воду комнатной температуры. Структура сплава Ti-3Al-2.5V, закаленного с температур от 920 до 950 °С представлена на рисунке 1.

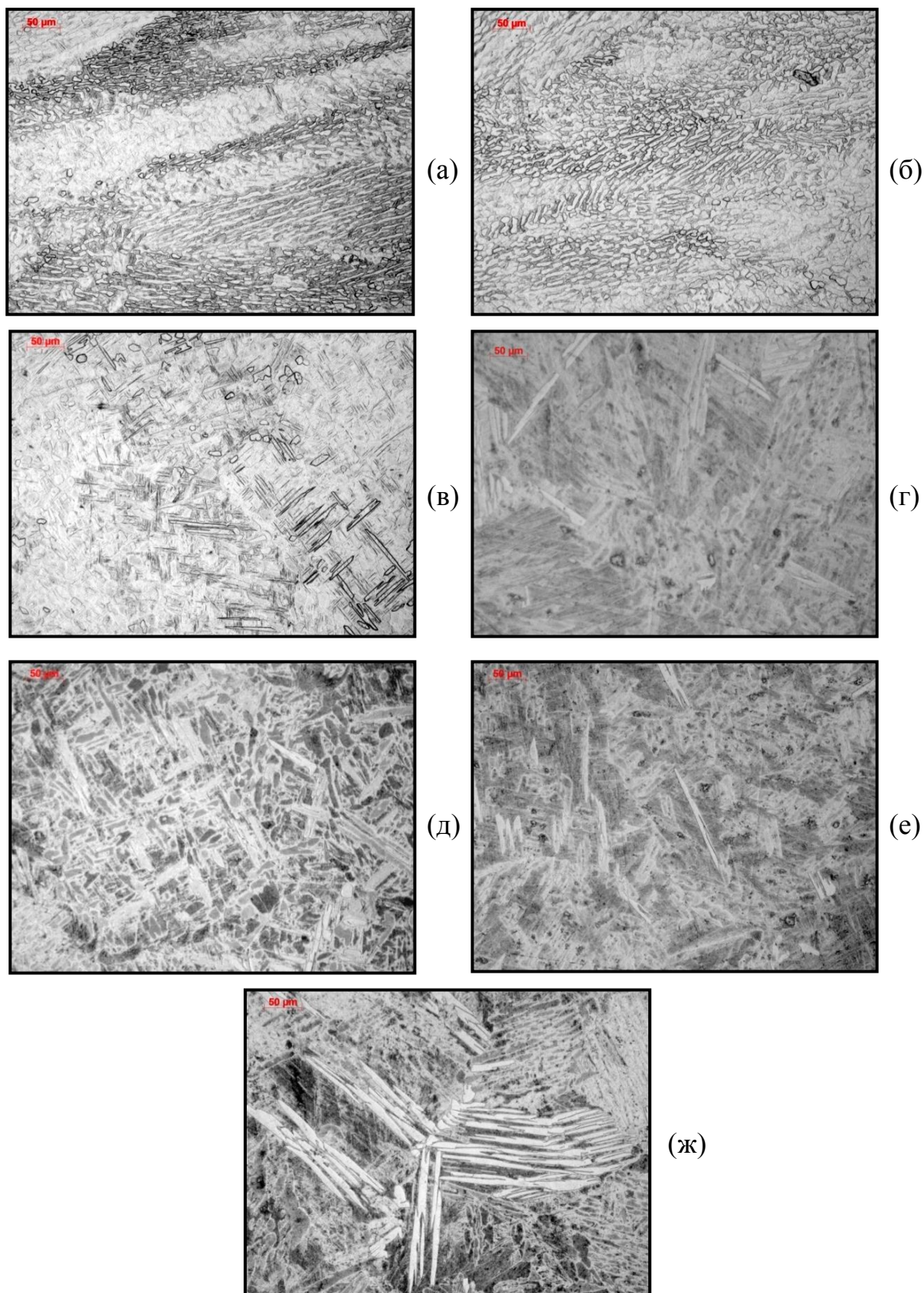


Рис. 1. Микроструктура сплава Ti-3Al-2.5V после закалки в воду с выдержкой 60 мин, 200 \times : (а) – 920 °С, (б) – 925 °С, (в) – 930 °С, (г) – 935 °С, (д) – 940 °С, (е) – 945 °С, (ж) – 950 °С

За температуру полиморфного $\alpha \leftrightarrow \beta$ -превращения, в соответствии с методикой принималось среднее значение температуры между температурой, при которой в структуре еще сохраняются частицы α -фазы и следующей за ней температурой, при которой в структуре фиксируется 100 % мартенсита без α -фазы.

Из рисунка 1 следует, что α -фаза присутствует в структуре только до закалки с температуры 925 °С, а начиная с температуры закалки 935 °С в структуре фиксируется только мартенсит. Исходя из этого можно заключить, что (T_{III}) сплава составляет 930 °С и находится в интервале температур, характерных для сплава Ti-3Al-2.5V [2].

Использование метода ДСК для определения фазовых переходов

Для определения наличия фазовых переходов в интервале температур от 850 до 950 °С использовался метод дифференциальной сканирующей калориметрии. В этом методе образец и эталон нагреваются или охлаждаются с одинаковой скоростью, причем их температуры поддерживаются одинаковыми. Экспериментальные кривые представляют собой зависимость теплового потока (dH/dt , мкал/с) от температуры [3].

Результаты определения наличия фазовых переходов на образцах, изготовленных из темплета заготовки сплава марки Ti-3Al-2.5V представлены на рисунке 2. Условия проведения испытаний: температура воздуха 22 °С, влажность 58 %.

На рисунке 2 сплошной линией показана зависимость ДСК-сигнала от температуры при нагреве образца, а прерывистой линией – зависимость ДСК-сигнала от температуры при охлаждении.

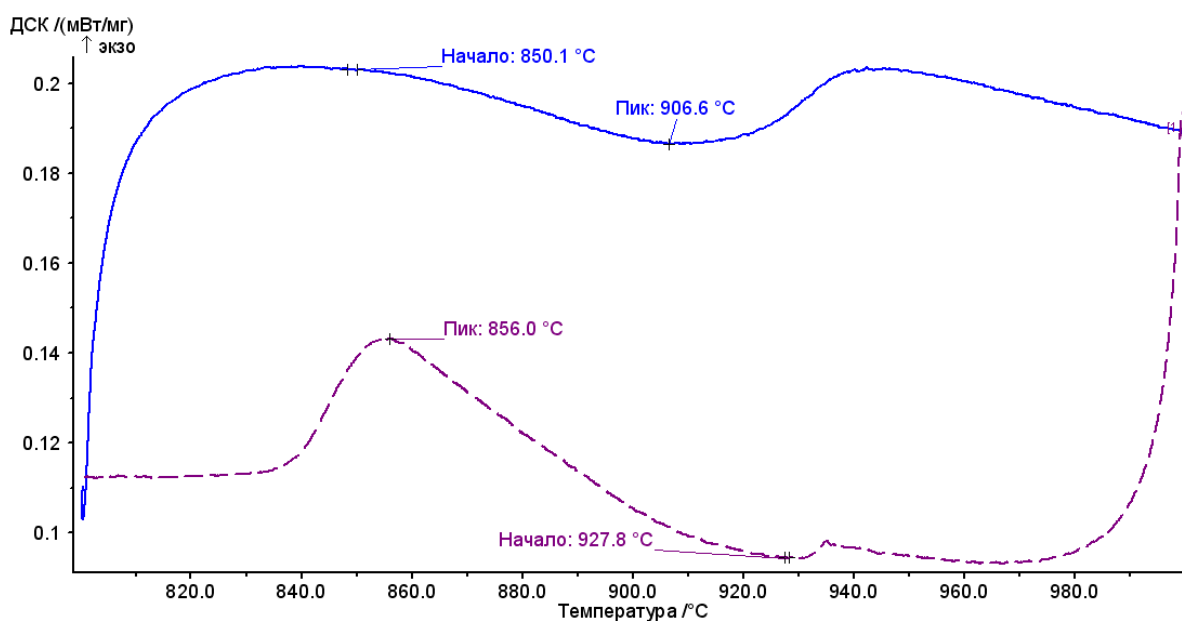


Рис. 2. График зависимости ДСК-сигнала от температуры

В соответствии с представленным на рисунке 2 графиком зависимости ДСК-сигнала от температуры можно отметить, что при нагреве образца наблюдается эндотермический пик с началом при температуре 850,1 °С ($T_{\text{пик}} = 906,6$ °С), при охлаждении – экзотермический пик с началом при температуре 927,8 °С ($T_{\text{пик}} = 856,0$ °С).

На основании полученных данных можно сделать вывод, что в интервале температур от 850 до 950 °С наблюдается обратимый фазовый переход титанового сплава Ti-3Al-2.5V.

Заключение

Температура полного полиморфного превращения сплава Ti-3Al-2.5V, определяемая двумя методами составляет 930 °С по методу пробных закалок, и согласно методу дифференциальной сканирующей калориметрии соответствует интервалу температур от 850 до 950 °С, что характерно для данного сплава [2].

Таким образом, нагрев выше температуры 930 °С не рекомендуется, так как это может привести к снижению эксплуатационных свойств и интенсивному росту зерна с грубым внутривзеренным строением.

Библиографический список

1. Аношкин, Н.Ф. Металлография титановых сплавов / Н.Ф. Аношкин, Г.А. Бочвар, В.А. Ливанова. – М.: Металлургия, 1980. – 464 с.
2. Boyer, R. Titanium Alloys / R. Boyer, G. Welsch, E.W. Collings. – ASM International. The Material Information Society. 1994. – p. 5.
3. Уэндландт, У. Термические методы анализа / У. Уэндландт. – М.: Издательство «Мир», 1978. – 515 с.

[К содержанию](#)