

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫХ α - β -ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ С БОЛЬШИМ СОДЕРЖАНИЕМ β -ФАЗЫ*

И.В. Раточка, Е.В. Найденкин, О.Н. Лыкова, И.П. Мишин

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Проведены исследования особенностей развития сверхпластической деформации и эволюции структурно-фазового состояния ультрамелкозернистых сплавов ВТ22 и ВТ35 при растяжении в интервале температур 823–973 К и скорости деформации $6.9 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Показано, что для сплава ВТ35 эволюция структурно-фазового состояния в условиях растяжения при температурах 873 и 973 К имеет качественно различный характер. После деформации при 873 К в сплаве формируется стабильная микродуплексная α - β -структура со средним размером зеренно-субзеренной структуры около 0.2 мкм. При этом основным механизмом деформации в рассматриваемых условиях является зернограничное проскальзывание. В то же время после деформации сплава ВТ35 при 973 К происходят существенный рост размера зерен с ростом степени деформации и увеличение объемной доли β -фазы до 95%. При этом α -фаза наблюдается, в основном, в виде отдельных частиц по границам зерен β -фазы. Установлено, что эволюция структурного состояния сплава ВТ22 при температуре деформации 973 К качественно подобна эволюции структурного состояния сплава ВТ35 при 873 К. На основании сравнительного анализа эволюции структурно-фазового состояния в процессе деформации сплавов ВТ22 и ВТ35 при 973 К предполагается, что относительно низкая пластичность образцов сплава ВТ35 в рассматриваемых условиях обусловлена быстрым ростом зерен, переходом сплава в практически однофазное состояние и, как следствие, затрудненным развитием зернограничного проскальзывания.

Ключевые слова: титановые сплавы, интенсивная пластическая деформация, ультрамелкозернистая структура, фазовые превращения, сверхпластическая деформация.

Введение

Титановые сплавы широко используются во многих областях машино- и авиастроения благодаря уникальному комплексу физико-механических свойств, зависящих от микроструктуры, которая формируется в процессе деформационно-термического воздействия [1–4]. При этом известно, что характер исходной структуры, а также фазовый состав титановых сплавов могут существенно влиять на особенности развития пластического течения и величину относительного удлинения до разрушения. В частности, при формировании глобулярной мелкозернистой структуры с размером зерна менее 10 мкм в таких материалах реализуется сверхпластическое (СП) течение при температурах, как правило, выше $0.5T_{пл}$ и скоростях деформации в интервале 10^{-5} – 10^{-3} с^{-1} [5–7]. Деформационное поведение при этом определяется не только размером зерен и структурно-фазовым состоянием сплава, но также высокой неравновесностью и, как следствие, повышенной диффузионной проницаемостью границ раздела [8–13]. Уменьшение размера зерен методами интенсивной пластической деформации (ИПД) до размеров менее микрометра приводит к смещению температурно-скоростного интервала развития СП в указанных материалах в область более низких температур и/или более высоких скоростей деформации [8–13].

В ряде работ на примере титановых сплавов с различным содержанием β -фазы было показано, что реализация сверхпластических свойств существенно зависит от объемной доли β -фазы [7, 13–16]. Это может быть обусловлено в том числе тем, что наличие второй фазы обеспечивает стабильность благоприятной для реализации СП-деформации мелкозернистой структуры, активное развитие зернограничного проскальзывания (ЗГП) и протекание диффузионно-контролируемых фазовых превращений при температурах деформации [7, 17]. Было установлено, что в ультрамелкозернистых (УМЗ) титановых сплавах, полученных методами ИПД, сверхпластические свойства сплавов переходного класса могут быть достаточно высокими [16, 18, 19]. Так, в работах [16, 18] на примере сплава переходного класса ВТ22 было показано, что удлинение до разрушения может превышать 1500%, что значительно превышает соответствующие значения для мелкозернистых аналогов [7, 16]. Однако причины такого поведения указанных сплавов до конца не изучены. В связи с этим экспериментальные исследования особенностей развития сверхпластической деформации титановых сплавов в зависимости от характеристик их структурно-фазового состояния

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0004.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>