

**ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЛАСТИЧНОСТЬ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО СПЛАВА Ti–Al–V–Mo****Грабовецкая Г.П., Мишин И.П., Забудченко О.В.***Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*  
[grabg@ispms.ru](mailto:grabg@ispms.ru)

Известным методом снижения температуры проявления сверхпластических свойств титановыми сплавами является формирование в их объеме ультрамелкозернистой структуры. Титановые сплавы с такой структурой проявляют сверхпластические свойства при температурах на 200–250 К ниже по сравнению с мелкозернистыми сплавами (размер зерен в диапазоне 2–10 мкм). Растворенный водород способен повлиять на реализацию сверхпластического состояния в титановых сплавах с ультрамелкозернистой структурой. Связано это с тем, что растворенный в титановом сплаве водород, являясь стабилизатором более пластичной  $\beta$ -фазы, может увеличить ее объемную долю в сплаве, повысить скорость зарождения и подвижность дислокаций в процессе аккомодации зернограничного скольжения и, находясь на границе зерна, изменить ее энергию и подвижность.

В работе проведены сравнительные исследования эволюции структурно-фазового состояния и развития пластической деформации в ультрамелкозернистых титановых сплавах Ti–3.1Al–4.5V–4.9Mo–0.002H и Ti–3.1Al–4.5V–4.9Mo–0.3H (далее сплавы VT16 и VT16-H) в условиях сверхпластичности при температурах 823–923 К.

Ультрамелкозернистая структура в обоих сплавах была сформирована одним из методов интенсивной пластической деформации (ИПД) по схеме одноосного сжатия со сменой оси деформации при температурах 1023 и 923 К в изотермических условиях на воздухе. В результате ИПД в сплавах VT16 и VT16-H формируется зеренно-субзеренная ультрамелкозернистая структура со средним размером элементов соответственно ~0.45 и ~0.43 мкм и содержанием  $\beta$ -фазы ~35 и ~54 об. %.

В исследованном интервале температур оба сплава проявляют сверхпластические свойства. В процессе деформации в условиях сверхпластичности в ультрамелкозернистых сплавах VT16 и VT16-H наблюдаются такие процессы, как рост зерен, образование крупных агломераций зерен  $\beta$ -фазы и фазовое превращение  $\beta \rightarrow \alpha$ , которое сопровождается перераспределением легирующих элементов. При этом рост зерен и образование крупных агломераций зерен  $\beta$ -фазы более активно развиваются в сплаве VT16 по сравнению со сплавом VT16-H.

Способность водорода перераспределяться в объеме материала под действием полей упругих напряжений, образуя скопления в наиболее напряженных участках, приводит при растяжении к локализации пластической деформации на макроуровне и, как следствие, уменьшению величины удлинения до разрушения сплава VT16-H по сравнению со сплавом VT16 при соответствующих температурах. Величина удлинения до разрушения сплава VT16 монотонно увеличивается с повышением температуры в интервале 823–923 К. Наибольшее удлинение до разрушения сплава VT16-H наблюдается при температуре 873 К.

Дегазация водорода из сплава в процессе растяжения в исследуемом интервале температур приводит к активизации фазового превращения  $\beta \rightarrow \alpha$  и связанного с ним диффузионного перераспределения легирующих элементов. Эти процессы являются дополнительными механизмами аккомодации зернограничного скольжения и способствуют достижению большего удлинения до разрушения сплава VT16-H.

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