

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТОДОМ АВС-ПРЕССОВАНИЯ ПРИ 573К НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА Ti_{49.8}Ni_{50.2}(АТ.%)

Жапова Д. Ю., Лотков А. И., Гришков В. Н., Круковский К. В., Гусаренко А. А., Гирсова Н. В., Бобров Д. И.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск
dorzh@ispms.ru

Сплавы на основе никелида титана (TiNi) обладают хорошими прочностными характеристиками при высокой пластичности, высокой коррозионной стойкостью и биосовместимостью. Эти сплавы проявляют такие свойства как эффекты памяти формы и сверхэластичности. Тем не менее, повышение прочностных свойств сплавов на основе TiNi без изменения химического состава для их применения в силовых конструкциях является актуальной задачей. Одним из ключевых факторов, обуславливающих механические и функциональные свойства металлов и сплавов, является средний размер зёрен-субзёрен. Интенсивная пластическая деформация (ИПД) металлов и сплавов является эффективным способом измельчения зёренно-субзёренной структуры. Цель данной работы – исследовать влияние авс-прессования при 573К на микроструктуру и механические свойства сплава Ti_{49.8}Ni_{50.2}(ат.%). Исходные образцы были получены одним циклом авс-прессования при 1073 К и представляли собой куб со сторонами 20 мм (средний размер зёрен составлял 26 мкм, плотность дислокаций составляла $1 \times 10^{14} \text{ м}^{-2}$). После этого образцы выдерживали в печи в течение 10 минут при 573 К, затем проводили их обжатие на гидравлическом прессе ДГ 2432А (600 т) в специальной пресс-форме со скоростью 0.16-0.18 с⁻¹. Понижение температуры образцов после каждого этапа сжатия не превышало 10К. При каждом цикле авс-прессования сжатие образцов проводили в трёх взаимно перпендикулярных направлениях. Величины заданных истинных деформаций ϵ составляли 1.84, 3.60, 5.40, 7.43, 9.55.

Показано, что увеличение истинной деформации приводит к измельчению зёренно-субзёренной структуры образцов сплава Ti_{49.8}Ni_{50.2} (ат.%). Наиболее резкое изменение микроструктуры наблюдается при авс-прессовании до $\epsilon=1.84$ (плотность дислокаций увеличивается на порядок до $1 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$, а средний размер зёрен-субзёрен уменьшается до 350 нм). При дальнейшем деформировании образцов зёренно-субзёренная структура постепенно уменьшается. При $\epsilon=9.55$ плотность дислокаций достигает $2.2 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$, а средний размер зёрен-субзёрен составляет около 130 нм.

Было установлено, что после авс-прессования механические свойства сплава Ti_{49.8}Ni_{50.2} (ат.%) улучшаются. Уже при величине истинной деформации $\epsilon=1.84$ предел текучести образцов σ_T равен 900 ± 25 МПа, что в два раза выше, чем σ_T исходных образцов. Также после первого цикла авс-прессования наблюдается увеличение предела прочности до 1090 ± 25 МПа. При дальнейшем повышении деформации до $\epsilon=9.55$ предел текучести возрастал до 1000 ± 25 МПа, а предел прочности до 1190 ± 25 МПа и превышал предел прочности исходных образцов на 15%. При этом было обнаружено, что величина напряжения начала площадки псевдотекучести не зависит от величины авс-деформации и равна 180 ± 25 МПа.

Работа выполнена рамках государственного задания ИФПМ СО РАН (проект № FWRW-2021-0004).