

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ И УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШИРОКОГО МАРТЕНСИТНОГО ГИСТЕРЕЗИСА В СПЛАВАХ Ti-Ni-Nb С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ, ПОДВЕРГНУТЫХ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Прокошкин С. Д.¹⁾, Хмелевская И. Ю.¹⁾, Боровков Д. В.¹⁾, Александрова Н. М.²⁾,
Макушев С. Ю.²⁾, Полякова Н. А.²⁾, Абрамов В. Я.³⁾, Крестников Н. С.³⁾,
Полов Н. Н.⁴⁾

¹⁾ МИСиС, Москва, Россия, ²⁾ ЦНИИЧМ, Москва, Россия, ³⁾ НИКИЭТ, Москва, Россия,

⁴⁾ РФЯЦ – ВНИИЭФ, г. Саров, Россия

prokoshkin@tmo.misis.ru

Методами световой микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа, рентгеновской дифрактометрии, измерения микротвердости и функциональных свойств памяти формы исследовали сплавы Ti-Ni-Nb с широким гистерезисом мартенситного превращения. Предварительная обработка слитков включала прокатку при 850 °С с обжатием 40 %, охлаждение на воздухе и затем в жидком азоте. Затем проводили закалку от 800 °С в воде либо ВТМО прокаткой за один проход при 800 °С с обжатием 27 % и немедленным охлаждением в воде, либо НТМО прокаткой при комнатной температуре с обжатием 25 % с последеформационным отжигом (ПДО) при 400 °С, 1ч.

Определены структура, фазовый и элементный состав сплавов, твердость структурных и фазовых составляющих. Изучена кинетика мартенситных превращений и определены характеристические температуры мартенситных превращений сплавов до наведения ЭИФ, влияние на них термомеханических обработок.

Установлена область величин и температур наводящей эффект (ЭПФ) деформации ϵ_f , обеспечивающая возникновение требуемого широкого гистерезиса мартенситного превращения в сплавах после закалки и ВТМО (восстановление формы при нагреве выше комнатной температуры).

Определены параметры свободного формовосстановления (обратимая деформация, степень восстановления формы и температурный интервал) при реализации ЭПФ и обратимого ЭПФ (ОЭПФ) и влияние на них термомеханической обработки. При всех ϵ_f степень восстановления формы после ВТМО на 10 %, а после НТМО+ПДО на 15 % больше, чем после закалки.

При нагреве выше комнатной температуры в занесвоенном состоянии сплавы развивают высокое реактивное напряжение. Основная релаксация реактивного напряжения происходит при охлаждении ниже 0 °С.

По своим функциональным свойствам, особенно в термомеханически обработанном по схеме ВТМО состоянии, сплавы Ti-Ni-Nb могут быть использованы для изготовления термомеханических муфт, срабатывающих при нагреве выше комнатной температуры, сохраняющих термическую стабильность термомеханических соединений при охлаждении до температур от -25 °С до -100 °С и «саморазбирающихся» при охлаждении ниже -100 ... -150 °С.