

ЭФФЕКТ СТАБИЛИЗАЦИИ МАРТЕНСИТА В СПЛАВЕ Ti-50.0Ni ПОСЛЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОД НАГРУЗКОЙ

Иванова А.Б., Япарова Е.Н., Реснина Н.Н., Беляев С.П.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
E-mail: alezandraivanova@mail.ru

Ранее было показано, что предварительное деформирование в мартенситном состоянии смещает температуры обратного мартенситного перехода при последующем нагревании на десятки градусов по сравнению с температурами фазового перехода в недеформированном сплаве или с температурами обратного превращения при втором нагреве. Было предположено, что это явление связано с тем, что в процесс деформирования за счет переориентации мартенситной фазы повреждаются межмартенситные границы. Это препятствует обратному движению межфазных границ при нагревании, поэтому необходимо перегреть сплав, чтобы инициировать обратное превращение. Вместе с тем, ориентированный мартенсит может появляться не только за счет переориентации неориентированного мартенсита при деформировании в мартенситной фазе, но и при охлаждении через температурный интервал прямого перехода под нагрузкой. В процессе охлаждения кристаллы ориентированного мартенсита могут возникать как напрямую из аустенитной B2 фазы, так и при дополнительной переориентации неориентированных кристаллов, которые возникли при охлаждении. В связи с этим возникает вопрос о том, будет ли проявляться эффект стабилизации мартенсита после деформирования сплава TiNi за счет охлаждения под напряжением. Решению этого вопроса посвящено данное исследование.

Плоские образцы (толщина 0,5 мм, длина и ширина рабочей части 40 мм и 3,8 мм) сплава Ti – 50,0 ат. % Ni, закаленные от 900 °С, устанавливали в стандартные захваты испытательной машины “Lloyd 30k Plus”, нагревали до температуры 150 °С, при которой сплав находился в аустенитной фазе, нагружали напряжением от 30 до 400 МПа, охлаждали под нагрузкой до комнатной температуры, при которой сплав находился в мартенситной фазе, разгружали и подвергали циклу “нагрев до 200 °С, охлаждение до 20 °С, нагрев до 150 °С”, чтобы исследовать изменение деформации при первом нагреве и при втором нагреве. Дополнительно, некоторые из образцов после деформации путем охлаждения под нагрузкой и разгрузки извлекали из испытательной машины, и вырезали из них образцы размером 3x3 мм, которые помещали в камеру дифференциального сканирующего калориметра, где нагревали, охлаждали и нагревали по той же схеме, что и при измерении деформации, для того, чтобы исследовать мартенситные переходы.

Полученные данные показали, что в образцах, которые были предварительно деформированы за счет охлаждения под нагрузкой, наблюдается эффект стабилизации мартенсита. Установлено, что эффект стабилизации мартенсита по-разному проявляется для температур начала (A_n) и окончания (A_k) обратного перехода. Так, температура A_n увеличивается на 10 °С при возрастании остаточной деформации до 5 % и далее не меняется, а температура A_k возрастает на 40 °С. Таким образом, можно заключить, что способ предварительного деформирования не влияет на смещение температуры A_k и оказывает заметное воздействие на смещение температуры A_n .

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (грант № 18-19-00226).