

Рис.1. Влияние термической и пластической обработки на эффект скачка сферических сегментов $D = 17$ мм из сплава Ti-50,2 ат% Ni.
1 – режим обработки IV; 2 – режим I; 3 – режим III; 4 – режим II

Результаты данной работы могут использоваться в практике.

Список литературы

1. Хусаинов М.А. // ЖТФ. 1997 Т.67. Вып. 6. С. 118 – 120.
2. Попов С.А., Андреев В.А., Хусаинов М.А., Бондарев А.Б. // Вестник Новг. Гос. Университета. 2006 Вып. 39. С. 28 – 30.
3. Малыгин Г.А., Хусаинов М.А. // ЖТФ. 2004. Т. 74 Вып. 10. С. 57 – 63.
4. Khusainov M.A., Malukhina O.A., Belykov V.N., Letenkov O.V. // Proceedings of the Second International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies (SMST-97). USA, California, Asilomar Conference Centre Pasifik Grove. 206 March 1997. P. 215–219.

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИНГА В ПЕРЕГРУЗОЧНОМ РЕЖИМЕ НА ЭФФЕКТ ПСЕВДОУПРУГОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Хусаинов М. А., Ларнонов А. А., Бондарев А. Б.*, Андреев В. А.*

*Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,
Великий Новгород,*

** Промышленный центр МАТЭКС, Москва,
matekc@matekc.ru*

Эффект механоциклирования массивных образцов в перегрузочных режимах в доступной литературе не рассматривается и не обсуждается. Этот вопрос, на наш взгляд, остается открытым. Поэтому весьма ценным для практики является исследование закономерностей поведения сплава при механическом циклировании в перегрузоч-

ном режиме, как перспективном с точки зрения достижения высокой обратимости значительных, по величине, деформаций.

Механическое циклирование осуществлялось на разрывной машине FPZ-1.0. Проволочные образцы диаметром 1,0 мм подвергались циклическому нагружению до заданной деформации с последующей разгрузкой. На диаграммной ленте разрывной машины записывались петли псевдоупругости. Формоизменение диаграмм псевдоупругости от цикла к циклу показано на рис. 1.

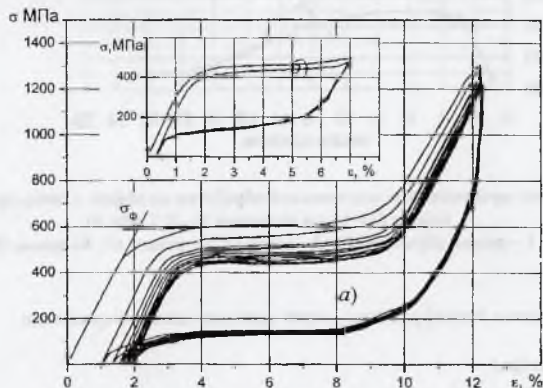


Рис.1. Петли псевдоупругости в перегрузочном режиме при заданной деформации 12% (а) и после 10 циклов перегрузочного режима (б).

Видно, что с увеличением числа циклов петли псевдоупругости сужаются. Деформация платообразного участка незначительно, но уменьшается с (7,5 – 8,3%) до (7,3 – 8,0%). Наряду с этим наблюдается заметное накопление остаточной (необратимой) деформации на первых 30–50 циклах. После постепенного нарастания остаточной деформации (псевдоупругого недовозврата) наступает стадия линейного закона роста остаточной деформации. Наибольшая доля остаточной деформации приходится на первый цикл (рис. 2).

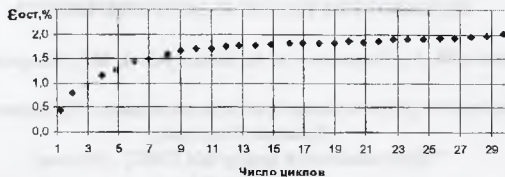


Рис.2. Зависимость остаточной деформации от числа циклов, при $\epsilon = 12\%$.

При этом, чем больше величина заданной деформации, тем больше значение остаточной деформации на первых циклах, независимо от того, на какой базе деформации осуществлялось механическое циклирование. Следует лишь отметить, что при переходе заданной деформации с платообразного участка на перегрузочный режим остаточная деформация резко возрастает. Поскольку пластическое деформирование в перегрузочном режиме происходит по двум каналам, за счет дислокационного скольжения и вследст-

вие образования деформационного мартенсита. Обратимая часть заданной деформации при разгрузке, естественно, связана с дислокационным скольжением. Накопление остаточной деформации с нарастанием числа циклов, однако, продолжается, но со значительно меньшим темпом.

Аналогичными закономерностями характеризуются изменения других параметров деформирования (рис.3). В частности, предел фазовой текучести (σ_f) снижается, а ширина гистерезисной петли (σ_r по напряжению сужается). Однако в обоих случаях наблюдается двухстадийный процесс изменения указанных параметров.

Важнейшим результатом таких исследований является то, что заданная деформация в перегрузочном режиме при (9%) уменьшилась на 1,7% и стабилизировалась на уровне 7,3% при значительно большем сопротивлении разрушению.

Так если механическая долговечность на базе платообразного участка, при $\epsilon = 5\%$ составляла 900 циклов, то долговечность сплава, уже прошедшего 510 циклов в перегрузочном режиме (растяжение \leftrightarrow разгрузка) составила 1041 цикл. Обнаруженный эффект реализованный на больших деформациях, в перегрузочном режиме подтвердился и в других опытах. В частности, при заданной деформации в перегрузочном цикле 14% величина полного псевдоупругого возврата на 30 цикле составила 11%. В то время как на базе деформации платообразного участка 8,2%. Отсюда следует, что перегрузочный режим формирует более высокий уровень псевдоупругости. Долговечность, в этом случае, как правило, возрастает более чем в два раза, по сравнению с образцами, не прошедшими механоциклирование в перегрузочных режимах.

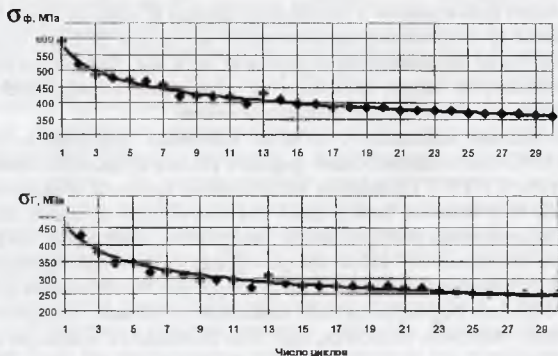


Рис.3. Зависимости изменения предела фазовой текучести (σ_f) и ширины гистерезисной петли σ_r от числа циклов.

Здесь со всей очевидностью можно утверждать, что любой вид деформационного упрочнения способствует повышению псевдоупругих свойств, за счет формирования в сплаве геометрически обратимых носителей деформации. Это с одной стороны, а с другой способность исследуемых сплавов к пластической аккомодации превращения, в перегрузочных режимах, предотвращает раннее разрушение. Свидетельством этому является более высокая механоциклическая долговечность сплавов после циклирования в перегрузочном режиме, по сравнению с результатами испытаний сплавов с деформацией на платообразном участке.