

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **4065**

(13) **С1**

(51)⁷ **В 01J 19/10,
С 21D 1/04**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54) **СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ РЕАКТИВНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МАТЕРИАЛЕ С
ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ**

(21) Номер заявки: а 19980546
(22) 1998.06.05
(46) 2001.09.30

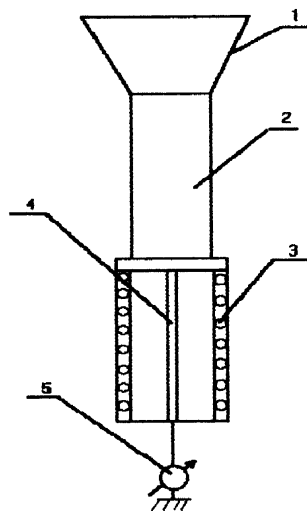
(71) Заявители: Рубаник В.В., Рубаник В.В. (мл.),
Царенко Ю.В. (ВУ), Волков А.Е., Беляев С.П.
(RU)
(72) Авторы: Рубаник В.В., Рубаник В.В. (мл.),
Царенко Ю.В. (ВУ), Волков А.Е., Беляев
С.П. (RU)
(73) Патентообладатель: Витебский государст-
венный технологический университет (ВУ)

(57)

Способ генерации реактивных напряжений в материале с эффектом памяти формы путем нагрева в задеформированном состоянии предварительно деформированного материала до температуры $T \geq A_f^s$, где A_f^s - температура окончания обратного мартенситного превращения, **отличающийся** тем, что в процессе нагрева в материале возбуждают ультразвуковые колебания с амплитудой механических напряжений $\sigma > 0,2\sigma_{т.ф.}$, где $\sigma_{т.ф.}$ - фазовый предел текучести материала.

(56)

Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. - Л.: изд. ЛГУ, 1987. - С. 161.
WO 9117273 A1, 1991.
RU 2010868 C1, 1994.



Фиг. 1

BY 4065 C1

Изобретение относится к области материаловедения, а именно к материалам, обладающим эффектом памяти формы (ЭПФ).

Известен способ генерации реактивных напряжений в материалах с ЭПФ, включающий предварительную деформацию за счет, например, изотермического нагружения мартенсита, или пластичности превращения и нагрев в заневоленном состоянии до температуры окончания обратного фазового превращения A_f^{σ} . В процессе нагрева в материале из-за невозможности устранения деформации за счет реализации ЭПФ возникают значительные механические напряжения [1].

Данный способ является наиболее близким по технической сущности к предлагаемому.

Недостатком известного способа является большая инерционность возникновения реактивных напряжений и их релаксации. Это обусловлено временем нагрева и охлаждения материала. Т.е. для получения определенных значений реактивных напряжений материал должен быть нагрет до соответствующей температуры. В случае необходимости сброса реактивных напряжений и повторной их генерации, материал должен быть сначала охлажден до температуры окончания прямого мартенситного превращения M_f^{σ} , а затем снова нагрет. Естественно, что это требует определенного времени. Для массивных образцов время охлаждения и нагрева велико, особенно если нагрев осуществляется косвенно, например в нагревательных печах.

Технической задачей, на решение которой направлено данное изобретение, является снижение длительности генерации и релаксации реактивных напряжений.

Указанная цель достигается за счет того, что в способе генерации реактивных напряжений посредством нагрева в заневоленном состоянии предварительно деформированного материала до температуры $T \geq A_f^{\sigma}$, в процессе нагрева в материале возбуждают ультразвуковые колебания с амплитудой механических напряжений $\sigma > 0,2\sigma_{т.ф.}$, где A_f^{σ} - температура окончания обратного мартенситного превращения, $\sigma_{т.ф.}$ - фазовый предел текучести материала.

Техническая сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 показано устройство для осуществления способа, а на фиг. 2 приведена зависимость напряжения от температуры для проволоки из сплава TiNi (этап нагрева включает участки возбуждения ультразвука).

Способ реализуется следующим образом.

После изотермической пластической деформации материала в мартенсите или пластичности превращения, образец 4 жестко фиксировали с возможностью возбуждения в нем ультразвуковых колебаний с помощью вибратора 1 и волновода 2 (фиг. 1). Температуру образца и реактивные напряжения измеряли с помощью термопары и тензодатчика 5. Нагрев осуществляли в муфельной печи 3 или с помощью электроконтактного нагрева.

Нагрев материала до температуры начала обратного фазового превращения (участок АВ, фиг. 2) не вызывает возникновения в нем механических напряжений. После достижения температуры A_s^{σ} в образце начинают появляться напряжения, которые увеличиваются вплоть до температуры окончания обратного фазового превращения.

Включение ультразвуковых колебаний (УЗК) в интервале температур $A_s^{\sigma} \leq T \leq A_f^{\sigma}$ вызывает мгновенный рост реактивных напряжений (фиг. 2), эквивалентных повышению температуры в образце. При постоянной температуре образца в этом интервале включение и выключение УЗК приводит к мгновенной генерации и практически полной релаксации реактивных напряжений, что невозможно осуществить с помощью нагрева и охлаждения из-за инерционности этих процессов. Такое поведение материала с ЭПФ может иметь практическое применение в различных исполнительных механизмах многократного действия.

Примеры конкретного осуществления способа.

Во всех таймерах использовали в качестве образцов проволоку Ti-51 % (ат.) Ni диаметром 0,5 мм, которую предварительно подвергали отжигу при 500 °С в течение 30 минут на воздухе. Нагружение образцов проволоки осуществляли на разрывной машине. Нагрев образцов производили с помощью инфракрасного излучателя. Источником ультразвуковых колебаний служил магнитострикционный преобразователь ПМС1-1, питаемый от генератора УЗГ1-1. Частота ультразвукового воздействия составляла 22 кГц.

В образце при $T > A_f^{\sigma}$ ($A_f^{\sigma} = 80$ °С) путем одноосного растяжения задавали механическое напряжение 180 МПа (фиг. 2), жестко фиксировали и охлаждали до $T > M_f^{\sigma}$ ($M_f^{\sigma} = 22$ °С). Для генерации напряжений жестко закрепленный образец нагревали выше температуры окончания обратного фазового превращения A_f^{σ} .

Таким образом, из анализа экспериментальных результатов видно, что генерация механических напряжений под действием УЗК наблюдается при амплитудах, больших некоторого порогового значения ($\sigma > 0,2\sigma_{т.ф.}$), причем только в интервале характеристических температур $A_s^{\sigma} \dots A_f^{\sigma}$.

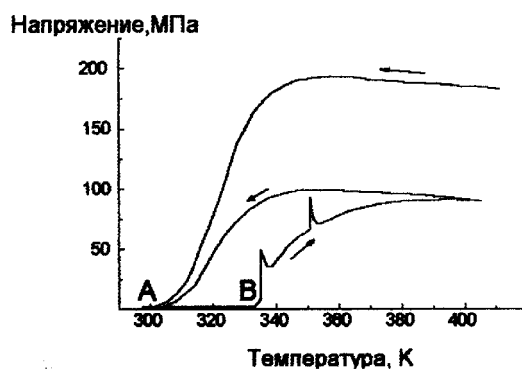
ВУ 4065 С1

Результаты экспериментов представлены в таблице.

N	Температура образца, T, °C	$\sigma_{узк}/\sigma_{т.ф.}$	$\sigma_{генер.}$ МПа
1	100	0,2	генерации нет
		0,5	генерации нет
		0,8	генерации нет
2	80	0,1	генерации нет
		0,2	10
		0,3	12
		0,5	15
		0,8	25
3	60	0,1	генерации нет
		0,2	10
		0,3	15
		0,5	24
		0,8	30
4	25	0,1	генерации нет
		0,2	генерации нет
		0,8	генерации нет

Источники информации:

1. В.А. Лихачев, С.Л. Кузьмин, З.П. Каменцева. Эффект памяти формы. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. - С. 161.



Фиг. 2