

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ХЛОПУН

Хусанов М. А., Рубаник В. В.*, Бондарев А. Б.***, Пластинина Г. В.

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого,

Великий Новгород,

hma24@novosu.ac.ru

**Научно-исследовательский Институт Акустики БелАН, Витебск, Беларусь*

***Промышленный центр "МАТЭКС", Москва,*

mateks@mateks.ru

Хлопун представляет собой сферический сегмент, изготовленный из сплава TiNi с эффектом памяти формы. Если такой объект прогнуть в мартенситном состоянии, зеркально исходному очертанию, а затем отогреть, то выпуклый сегмент резко (с хлопком) восстановит свою первоначальную форму. Такой эффект был обнаружен в конце 80-х годов прошлого столетия и описан в работах [1–3]. На базе этого эффекта созданы реально действующие запорные клапаны-отсекатели [4, 5], которые могут использоваться в атомных станциях для защиты аналитической аппаратуры для контроля химического состава воды, где не допускается нагрев ее выше 70°C. Создаются различного рода термовыключатели, предохранители. Однако все устройства – однократного действия.

Создание многократно срабатывающего сферического сегмента позволит исключить важный элемент из любого устройства или механизма, это контроллер – реализующего холостой (обратный) ход активного элемента с памятью формы. Решить эту задачу удалось путем изготовления биметаллического хлоппуна. Пластинка из сплава TiNi сваривалась взрывом с другой, стальной, пластинкой. Отношение толщины пластинок из стали к сплаву TiNi составляло, в среднем, 1:2. Металлографические исследования показали, что качество сварки высокое. Свидетельством этому является слаборазличимая граница раздела металлов на отдельных участках не травленного шлифа.

Эксперимент проводился на выпуклых сегментах диаметром 14 мм с толщиной пластинок из стали 65Г и Ti–50,0ат%Ni, соответственно, 0,25–0,3 и 0,4–0,5 мм и стрелой прогиба по нейтральной линии 3,5–4,0 мм. Установлено, что эффект хлопка при отогреве реализуется с большей силой, если внутренний слой – из сплава TiNi, поскольку реактивные усилия, развивающиеся в материале с памятью формы, зависят от величины стрелы погиба (f) сферического сегмента. В то время как у стальной выпуклой пластинки есть критическое значение f , выше которого упругий возврат на формы определяется усилием стальной пластинки. Поэтому добиться больших реактивных усилий при нагреве можно, но при охлаждении, когда возврат формы определяется усилием стальной пластинки, пока не удастся. Однако и в этом случае реально обратимый изгиб значительно выше обычных биметаллических сегментов (мембран). Поэтому биметалл с использованием сплава TiNi с памятью формы может с успехом использоваться при разработке термореле, термопереключателей, терморегуляторов и других устройств.

На указанный биметалл подана заявка на изобретение.

Список литературы

1. Исследование устойчивости мембран из никелида титана // Сб. «Материалы с силовыми функционально-механическими свойствами, Новгород, 1994. С. 152–158.
2. Исследование осесимметричного выпучивания крутых пластин. ЖТФ. №6, том 67, 1997. С. 118–120.

3. Хусаинов М.А. Сплавы никелида титана с памятью формы. Ч.1. Структура, фазовые превращения и свойства / Под ред. В.Г. Пушина. Екатеринбург, УрО РАН, 2006. С. 226–242.
4. Хусаинов М.А. Патент РФ №2182272 от 10.05.02 / Запорный клапан-отсекатель // Бюл. №7.
5. Хусаинов М.А., Тамбулатов Б.Я., Ларионов А.Г., Малухина О.А. Патент РФ № 2171937 от 10.08.01 / Термоклапан // Бюл. №22.

ВЛИЯНИЕ ВИДА ОБРАБОТКИ НА ЭФФЕКТ СКАЧКА СФЕРИЧЕСКИХ СЕГМЕНТОВ

Хусанов М. А., Бондарев А. Б.*, Бегунов А. А., Летенков О. В.

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

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

Теперь хорошо известно, что если круглой пластинке задать форму сферического сегмента, затем прогнуть в мартенсите зеркально исходному очертанию, то на этапе отогрева произойдет восстановление первоначальной формы скачком (с резким хлопком) [1]. При наличии противодействующего тела на пути возврата формы реализуется удар, или скачок самого элемента за счет реактивных усилий, развивающихся в материале. Температура, при которой происходит возврат формы скачком, находится вблизи A_f и зависит от соотношения размеров выпуклого сегмента [2–4]. Однако важнейшим параметром, определяющим эффект скачка, является сила удара о противодействующее тело, а легко реализуемой оценкой данного эффекта является отскок с хлопком от поверхности, нагретой до температуры обратимого мартенситного превращения.

В работе использовались следующие режимы обработки круглых пластинок $\varnothing 17$ мм:

- I. Прокатка с промежуточными отжигами + отжиг при 420°C в прогнутом (заневоленном) состоянии;
- II. Прокатка с промежуточными отжигами + закалка в свободном состоянии при 850°C , охлаждение в ледяной воде + отжиг в прогнутом состоянии при 380°C ;
- III. Прокатка с промежуточными отжигами + отжиг в прогнутом состоянии при 500°C + отжиг в свободном состоянии при 420°C ;
- IV. Прокатка с промежуточными отжигами + отжиг в свободном состоянии при 420°C , 90 мин + прокатка ($\varepsilon = 3 - 7\%$) + отжиг в прогнутом состоянии 500°C , 30 мин.

Из рис.1 видно что наиболее благоприятной обработкой, обеспечивающей эффект максимальной силы, является режим IV.

Сопоставимый результат характерен для режимов I и III. Здесь следует обратить внимание на нестабильное поведение объектов на первых циклах. Однако тренинг на первых циклах, приводит к повышению эффекта скачкообразного восстановления формы на последующих циклах, с достаточно высоким эффектом. Самый низкий результат – по II режиму. Он связан с рекристаллизацией структуры и полным снятием деформационного упрочнения.