

ПОЛУЧЕНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬ–TiNi–СТАЛЬ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

Рубаник В. В., Клубович В. В., Рубаник В. В. мл.*, Петров И. В.***, Рубаник О. Е.

*ИТА НАН Беларуси, *ВГТУ, Витебск, Беларусь;*

***НИИ ИПСОП, Минск, Беларусь*

В настоящее время разработано большое количество всевозможных силовых элементов, принцип работы которых основан на реализации эффектов памяти формы (ЭПФ). В процессе осуществления обратного мартенситного превращения они в заданной последовательности способны восстанавливать предварительно заданную деформацию различного типа. В основном эти элементы представляют собой взаимосвязанную пару из сплава с ЭПФ и упругого контртела. От жесткости контртела зависит рабочий ход и усилие, развиваемое рабочим телом с ЭПФ. В связи с этим, актуальной является задача разработки композитов, сочетающих функции исполнительного механизма с ЭПФ и контртела, в частности, получение биметаллических конструкций.

Процесс соединения никелида титана с другими материалами, особенно с нержавеющей сталью, довольно труден. При сварке нитинола образуются хрупкие интерметаллические фазы, которые значительно уменьшают силу соединения [1, 2]. С точки зрения технологии материала, самым многообещающим методом для соединения TiNi является сварка взрывом.

В настоящей работе использовали листовые пластины нержавеющей стали и никелида титана состава Ti–54 вес.%Ni толщиной 0,75 мм. Для выбранного материала прямой и обратный фазовые переходы реализуются по схеме B2→R→B19', а характерные температуры составляли $A_n = 30^\circ\text{C}$, $A_k = 45^\circ\text{C}$, $M_n = 37^\circ\text{C}$, $M_k = -3^\circ\text{C}$.

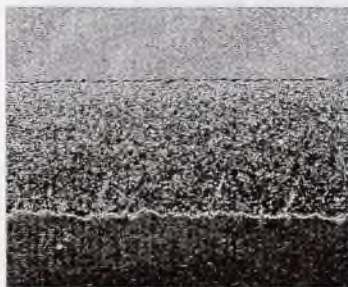


Рис. 1. Микроструктура сварного соединения сталь–TiNi–сталь

Слои металла наносились друг на друга методом сварки взрывом в два этапа. Вначале проводили сварку пластин TiNi–сталь, затем на двухслойный пакет наносился третий слой – нержавеющая сталь. Такая технология обеспечивала получение прочного трехслойного соединения с границами сталь–TiNi и TiNi–сталь (рис. 1). Как видно на рис. 2, на границах соединения, полученного сваркой взрывом, не происходит образования физических и химических неоднородностей, т.е. отсутствуют участки оплавленного металла, поры, трещины и др. дефекты. Здесь же приведена зависимость весового процента содержания элементов соединения в плоскости перпендикулярной границе шва. Происходит образование прочного соединения слоев металла в твердой фазе.

Сварка за счет высокоскоростного соударения пластин при подрыве бризантного взрывчатого вещества обеспечивает высокую адгезию между сплавом с ЭПФ и металлом. Сварной шов имеет волновой характер раздела и обеспечивает блокировку двух металлов. При этом сплав TiNi сохраняет термоупругие свойства [3]. Наблюдается

расширение температурных интервалов превращений, уменьшается скрытая теплота, что связано с сильной пластической деформацией, приобретенной в процессе сварки.

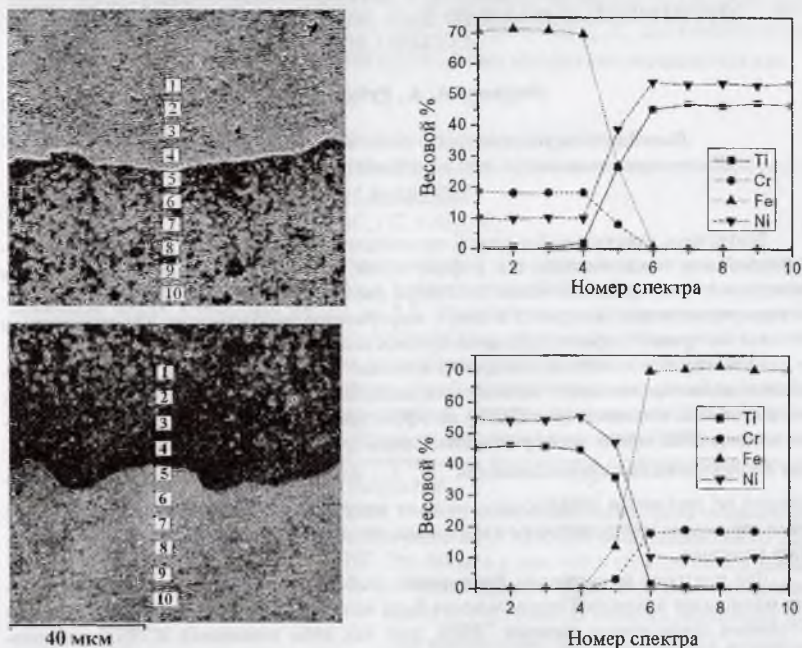


Рис. 2. Микроструктура сварного соединения и распределение весового % элементов в зависимости от номера спектра

Применяемая технология позволяет получать композитные материалы, сочетающие функции исполнительного механизма с ЭПФ и контртела. Посредством подбора режимов последующей термообработки можно полностью восстановить термоупругие свойства TiNi сплава, подвергнутого высокоскоростной деформации сваркой взрывом.

Список литературы

1. Schlobmacher P., Haas T., Schubler A. Laser-welding of a Ni-rich NiTi shape memory alloy // SMST-97: Proceedings Conference, California, 2-6 March 1997 / Ed. by A. Pelton.- Asilomar, California, 1997.- P. 137-142.
2. Schubler A. Micro-machining and joining of NiTi-alloys using Nd:YAG lasers // SMST-97: Proceedings Conference, California, 2-6 March 1997 / Ed. by A. Pelton.- Asilomar, California, 1997.- P. 143-148.
3. Функциональные свойства TiNi сплава после высокоскоростного деформирования / Рубаник В.В., Клубович В.В., Реснина Н.Н. и др. // Фазовые превращения и прочность кристаллов: Тез. докл. 4 междуна. конф.- Черноголовка, 2006.- С. 162-163.