

**ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО
НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ НИТИНОЛА**

Рубаник В.В.¹, Минченя В.Т.², Рубаник В.В. мл.¹

¹*Витебский государственный технологический университет,
Витебск, Республика Беларусь, jr@tut.by*

²*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь, vladimir.minchenya@mail.ru*

Сегодня материалы, обладающие эффектом памяти формы (ЭПФ), находят все более широкое практическое применение в медицине от ортодонтии до хирургии. Уникальные функциональные свойства материалов с памятью формы позволяют использовать малоинвазивные методы лечения, новые медицинские технологии и методы хирургического лечения. Функциональные и физико-механические свойства этих материалов значительно зависят от структуры и химического состава, что позволяет использовать их для регулирования свойств за счет внешнего энергетического воздействия. Зачастую, использование принципов управления функциональными свойствами материала с памятью формы невозможно применить к конечному изделию. Это может быть связано как с размерами изделия, так и желанием запрограммировать части изделия на разное поведение при изменении внешних условия (например, реализация «бегущего» эффекта памяти формы в протяженных изделиях при ультразвуковом воздействии). Задание необходимых свойств при формообразовании конечного изделия из сплава с памятью формы позволит решить актуальную проблему производства отечественных изделий медицинского назначения на основе материалов с ЭПФ.

Среди материалов, обладающих эффектом памяти формы, никелид титана (TiNi) является одним из наиболее востребованных материалов, что обусловлено высокими механическими и функциональными свойствами, коррозионной стойкостью. Способность восстанавливать при нагреве большие пластические деформации позволяет использовать изделия из никелида титана не только в различных областях техники – от актюаторов до всевозможных датчиков, но и в медицине: стенты, импланты, хирургические инструменты, способные изменять форму и пр. Функциональные свойства никелида титана определяются как отклонениями от стехиометрического состава сплава, так и наличием легирующих элементов. Наряду с этим фазовый состав, физико-механические свойства и функциональное поведение сплавов TiNi можно существенно изменять путём внешнего энергетического воздействия – теплового, лазерного, ультразвукового и др., а также пластическим деформированием.

В Беларуси возрастает потребность в расходных материалах для сосудистой хирургии: стенты, стентграфты, клапан-содержащие стенты, фильтры-ловушки и др., которые имеют достаточно сложную пространственную форму и могут быть изготовлены следующими методами:

- пластическое деформирование (гибка) из нитиноловой проволоки с последующим формообразованием на оправке за счет термообработки;
- лазерная резка нитиноловой трубки;
- лазерная сварка при получении сборных изделий.

В работе приведены данные по проведенным экспериментальные исследованиям влияния ультразвуковых колебаний на процесс формообразования и процесс формирования заданных механических характеристик с использованием покрытий и лазерного воздействия, процесса получения сборных изделий сваркой и

определение их функциональных свойств.

Установлено, что в зоне лазерной сварки проволочного соединения TiNi–TiNi (рисунок 1) мартенситные превращения в значительной мере подавлены, функциональные свойства материала вблизи зоны сварки отличаются и зависят от способа закалки соединения. При охлаждении образцов в воздушной среде энтальпия мартенситных превращений, реализуемых в материале больше, чем после закалки образцов в воду. При удалении от зоны сварки наблюдается увеличение энтальпии мартенситных переходов, при этом характеристические температуры практически не изменяются. Исследованы механизмы влияния лазерной сварки на формирование структуры, фазовые превращения и физико-механические свойства изделий из никелида титана медицинского назначения. Установлено, что прочность сварного соединения внахлест (рисунок 1) сравнима с прочностью материала основы.

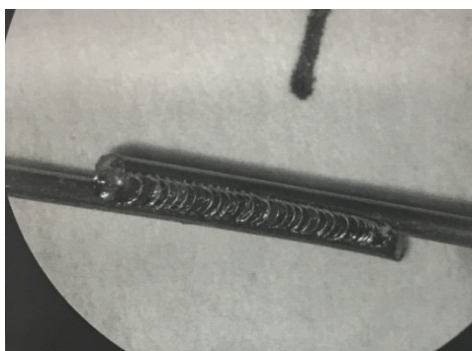


Рисунок 1 – Вид соединения нитиноловой проволоки внахлест лазерной сваркой

Ультразвуковые колебания могут способствовать формированию сложных форм нитиноловых изделий при задании формы, а так же снижению сил трения в зонах контакта проволоки и оснастки, повышению точности копирования изгибов на выступах.

Полученные результаты послужат основой для усовершенствования технологии формообразования внутрисосудистых эндопротезов, стентов, упругих каркасов стент-графтов из нитинола с использованием лазерного воздействия, ультразвука, а также для разработки усовершенствованных конструкций изделий медицинского назначения из нитинола. Результат будет использован в производстве изделий сборных изделий медицинского назначения из никелида титана и оборудования в Научно-технологическом парке БНТУ «Политехник». Будут разработаны технологии изготовления изделий медицинского назначения из никелида титана с использованием дополнительных технологических факторов: ультразвуковых колебаний, покрытий и лазерного упрочнения заготовок или готовых изделий, технологии сборки сваркой.

Работа проводится в рамках выполнения задания 3.2.08 «Разработка и исследование процессов формообразования изделий медицинского назначения из сплавов с эффектом памяти формы с использованием энергетических воздействий» государственной программы научных исследований на 2016-2020 годы «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограммы «Материалы в технике».