

Фантом сосуда подвергается внутреннему давлению посредством баллонного катетера. Давление создается приспособлением через распределитель. То же давление через распределитель поступает на датчик давления для его измерения и регистрации посредством электронной схемы и персонального компьютера. При подаче давления измеряется деформация фантома, сигнал от измерителя которого также может обрабатываться персональным компьютером. В процессе измерения на фантом сосуда осуществляется ультразвуковое воздействие.

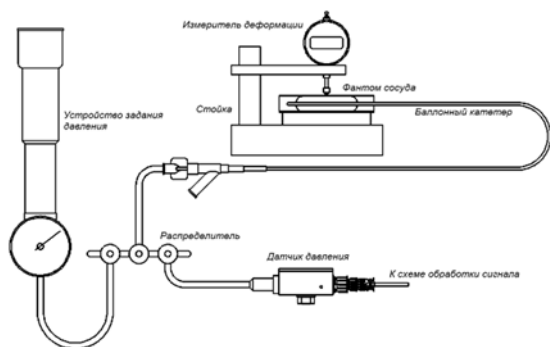


Рисунок 2 – Схема аппаратной части комплекса

Электронная часть аппаратно-программного комплекса состоит из двух узлов – операционной части и интерфейсной части.

Операционная часть предназначена для обработки сигнала индуктивного измерительного преобразователя, в том числе для преобразования его в цифровую форму.

Интерфейсная часть предназначена для передачи измерительной информации на ПЭВМ.

Для опробования был использован фантом сосуда. На фантом в процессе исследований осуществлялось ультразвуковое воздействие полым волноводом, размещаемым внутри фантома в непосредственной близости от баллонного катетера.

При этом в баллоне создавалось давление около 0,4 МПа. Ультразвуковое воздействие осуществлялось в виде пакетов колебаний с частотой следования 0,25 с⁻¹ и скважностью 2. Частота ультразвуковых колебаний в пакете 22 500 Гц.

Результаты опробования свидетельствуют о работоспособности комплекса, который позволяет оценить работу волноводной системы в условиях, приближенных к реальной клинической практике.

Литература

1. Исследование акустических параметров гибких волноводных систем и разработка измерительных устройств на их основе: отчет о НИР (заключительный): ГБ 07-04 / кол. авт. Белорусский национальный технический университет, рук. Минченя В.Т., исполн. Соломахо Д.В., исполн. Савченко А.Л. – Минск, 2007. – 55 с.: ил. – № ГР2007912.
2. Патент 3806 Респ. Беларусь МПК А 61В 17/22, А 61В 17/32. Способ разрушения венозных и артериальных тромбов / Эмилиг Л.А., Мрочек А.Г., Адзериго И.Э. – Оpubл. 30.03.2001.
3. Патент 3808 Респ. Беларусь, МПК А 61В 17/22, А 61В 17/32. Способ разрушения венозных и артериальных тромбоэмболов / Мрочек А.Г., Адзериго И.Э. – Оpubл. 30.03.2001.
4. Измерительный комплекс для контроля параметров гибких волноводов / Г.Г. Маньшин и др. // Проблемы создания информационных технологий. Сб. научных трудов. Вып. 23. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2013. – С. 70–75.
5. А. Bubulis, Ž. Vyšniauskienė, A. Chigarev, V. Minchenya. Investigation of ultrasonic waveguides for medical therapy / ULTRAGARSAS (ULTRASOUND), Vol. 62, No. 4, 2007. – P. 42–44.
6. Савченко А.Л. Аппаратное обеспечение исследования механических свойств кровеносных сосудов / А.Л. Савченко, В.Т. Минченя, А.Ю. Королев, И.Э. Адзериго // Приборостроение–2019. Материалы 12-й междунар. научн.-техн. конф., Минск, 13–15 ноября 2019 г. – Мн.: БНТУ, 2019. – С. 326–327.

УДК 616.77, 681.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ НИТИНОЛА

Савченко А.Л.¹, Минченя В.Т.¹, Нисс В.С.², Лущик П.Е.²

¹Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

²Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
Минск, Республика Беларусь

Вопросы ультразвуковой обработки никелида титана рассматриваются учеными с конца 90-х годов 20 века. Так как никелид титана в первую очередь интересен проявлением эффекта памяти формы, исследователи уделяют основное внимание проявлению этого эффекта не под действием температурных полей, а при возбуждении в материале механических колебаний ультразвуковой частоты.

С другой стороны, достаточно давно известны способы поверхностного упрочнения материалов методами поверхностного пластического деформирования (ППД) с использованием ультразвука. Эти методы применяют также и к нитинолу.

Таким образом, можно выделить два основных направления в исследованиях ультразвуковой обработки нитинола:

1) инициирование эффекта памяти формы под действием ультразвуковых колебаний;

2) поверхностное упрочнение методами ППД с использованием ультразвука.

Классический способ создания обратимого эффекта памяти формы заключается в термическом воздействии на материал. Заготовка в мартенситном состоянии (при этом она имеет минимальную упругость или сверхэластичность) формируется по желаемому образцу и в этом состоянии заневоливается. Затем она подвергается нагреву до определенной температуры, выдержке при этой температуре и охлаждению. При этом материал заготовки переходит в аустенитную фазу с высокой упругостью. Возврат в мартенситное состояние произойдет при охлаждении до определенной температуры, снова в аустенитное – при нагреве до определенной температуры. Ранее было показано, что для внутрисосудистых эндопротезов, когда малая жесткость требуется при температуре ниже комнатной, а высокая при температуре человеческого тела, оптимальным режимом термообработки является отжиг при температуре 450–550 °С с охлаждением в воде [1].

Для исследования были взяты образцы проволоки Ti-44,48; Ni-49.16; Cu-6.02 фирмы «Фукарава» (Япония) диаметром 0,36 и 0,45 мм, используемой для изготовления каркасов стент-графтов. Проволока подвергалась ультразвуковому воздействию в диапазоне частот 22–26 кГц как в свободном состоянии, так и при механическом воздействии. В ходе исследований было установлено следующее.

1. При получении зигзагообразного образца методом ультразвукового воздействия на нитиноловую проволоку полученная форма образца слабо выражена. Механические и структурные характеристики материала при этом практически не изменяются. Следовательно, использование ультразвукового воздействия в качестве замены термической обработки нецелесообразно.

2. После термообработки обработанных ультразвуком образцов существенных отличий в механических характеристиках и проявлении эффекта памяти формы от исходных не выявлено. Следовательно, использование ультразвукового воздействия как дополнения к термической обработке нецелесообразно.

3. В ходе возбуждения свободных образцов ультразвуком в режиме резонанса на различных частотах на отдельных участках наблюдаются пластические изгибные деформации, сохраняющиеся в течение длительного времени. В некоторых случаях такие деформации возникают после снятия ультразвукового воздействия по истечении нескольких минут или даже часов. Какой-либо закономерности между режимами ультразвукового воздействия и временем возникновения пластических деформаций не выявлено.

Установлено, что пластические деформации появляются в местах дефектов, что позволяет использовать возбуждение проволоки ультразвуковыми колебаниями для отбраковки.

4. Изгибная жесткость образцов из нитиноловой проволоки непосредственно после ультразвукового возбуждения в резонансном режиме не отличается от жесткости исходных образцов. Тем не менее, изгибная жесткость в процессе возбуждения ниже на 30–40 %.

5. Отмечено, что после отрезки образцов примерно в двух третях случаев спустя некоторое время (от нескольких минут до часов) на расстоянии 20–30 мм от места реза наблюдаются пластические изгибные деформации, сохраняющиеся в течение длительного времени. Это позволяет судить о возникновении в нитиноле дефектов кристаллической решетки под влиянием механических напряжений. Вместе с тем при резке ультразвуковым инструментом пластические изгибные деформации отсутствуют. Следовательно, целесообразным является внедрение в технологический процесс изготовления изделий медицинского назначения из нитинола ультразвуковой резки проволоки.

В связи с вышеперечисленным следует сделать вывод, что на данном этапе исследований использование ультразвукового воздействия для упрочнения нитиноловой проволоки и, тем более, замена термообработки нецелесообразна. Имеет смысл использовать ультразвуковое воздействие для обнаружения дефектов в проволоке и бездефектной ультразвуковой резки [2].

Для повышения механических характеристик изделий из нитиноловой проволоки предполагается осуществлять ее поверхностное пластическое деформирование прокаткой или волочением с ультразвуком. Это воздействие сочетается с термической обработкой до или после нее. Обработанная таким образом заготовка подвергается оценке полученных свойств: запоминание приданной формы, механические характеристики (в первую очередь изгибная жесткость стержневых элементов), при появлении эффекта памяти формы – продолжительность времени, в течение которого эти свойства сохраняются.

Для поверхностного пластического деформирования нитиноловой проволоки с ультразвуком предложена установка на преобразователь подшипника качения, который выполняет функцию накатного ролика (рисунок 1).

При исследовании процессов формообразования нитиноловой проволоки с ультразвуком установлено, что при ультразвуковом воздействии резко снижаются силы трения в зонах контакта проволоки и оснастки, и повышается точность копирования изгибов на выступах. Таким образом применение ультразвука эффективно при формировании сложных форм нитиноловых

изделий, таких как зигзагообразных с большим количеством изгибов, крючков с малыми радиусами изгиба и др. [3].

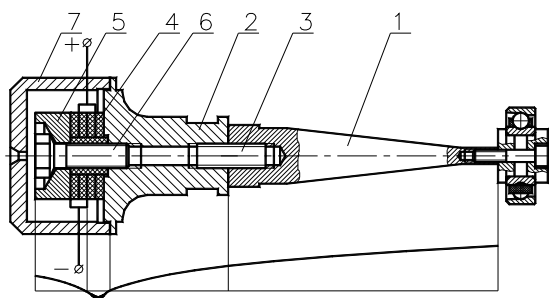


Рисунок 1 – Приспособление для пластического деформирования нитиноловой проволоки

Наибольший интерес представляет использование ультразвука в процессе сварки нитиноловой проволоки.

Лазерная сварка внахлест обеспечивает прочность швов, сравнимую с прочностью сплошного металла, однако следует рассмотреть и другие методы получения сварного соединения, обеспечивающие требуемые характеристики соединения.

Исследовался процесс точечной контактной сварки проволоки внахлест с использованием ультразвуковых колебаний образцов в зоне сварки.

Для сварки концов проволоки использовался сварочный автомат Rofin Select, доработанный для выполнения контактной сварки.

При сварке концы проволоки устанавливаются в специальное приспособление, обеспечивающее прижим свариваемых элементов, ввод ультразвуковых колебаний и подвод электрических сварочных импульсов.

Результаты исследований динамической прочности позволяют выбрать оптимальные режимы сварки и ультразвуковых колебаний, обеспечивающих требуемое качество сварки.

В результате исследований было оказано, что образование неразъемного соединения протекает в две стадии: на первой стадии за счет УЗК происходит разрушение оксидных пленок, адсорбирующих слоев и развитие физического контакта путем сближение вскрытых ювенильных поверхностей; на второй стадии происходит образование локальных микросхватываний соединяемых металлов в результате взаимной диффузии материалов при нагревании их импульсом электрического тока. Установлено, что наибольшая средняя прочность соединения достигается при соотношении длительности электрического импульса к длительности периода ультразвуковых колебаний в пределах 10–15.

Полученные результаты внедрены в технологический процесс изготовления элементов стентграфтов в ООО «Полимедтех».

Литература

1. «Разработка и исследование конструктивных и технологических параметров формообразования изделий медицинского назначения из никелида титана» в рамках задания 4.1.08 «Разработка и исследование технологии задания формы материалам на основе никелида титана для получения изделий медицинского назначения» [электронный ресурс]: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. В.Т. Минченя; исполн.: А.Л. Савченко [и др.] – Мн., 2015. – 120 с. – Библиогр.: С. 117–120. – № ГР 20141055.
2. Савченко А.Л. Способ обнаружения дефектов в проволоке из никелида титана / А.Л. Савченко, В.Т. Минченя, Н.Т. Минченя // Приборостроение-2016. Материалы 9-й междунар. научн.-техн. конф., Минск, 23–25 ноября 2016 г. – Мн.: БНТУ, 2016. – С. 348–349.
3. Рубаник В.В. Формообразование изделий из нитиноловой проволоки с использованием ультразвука / В.В. Рубаник, В.Т. Минченя, А.Л. Савченко // Материалы международного симпозиум «Перспективные материалы и технологии» (Брест, 27–31 мая 2019 г.) – Витебск: ВГТУ, 2019. – С. 267–269.

УДК 681.267.74

ВЕСЫ ДЛЯ ПОКОЛЕСНОГО ВЗВЕШИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Савченко А.Л.¹, Минченя Н.Т.², Скурковина Л.Е.¹

¹Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

²Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
Минск, Республика Беларусь

В настоящее время распространены три основных способа измерения массы автомобилей: статическое взвешивание и два вида взвешивания в движении – поосное и поколесное.

При статическом взвешивании автомобиль целиком располагается на грузоприемной платформе, установленной на весоизмерительных опорах. Количество опор варьируется от четырех до восьми в зависимости от размера платформы,

который, в свою очередь, связан с размерами взвешиваемых автомобилей. Такие весы, как правило, изготавливаются под конкретные условия использования, так как их монтаж предусматривает изыскательские работы по изучению свойств почвы в месте установки. Российскими и зарубежными фирмами разработаны типовые конструкции фундаментов и платформ длиной от 3 до 16 метров. Платформа представляет собой