

ет свою заданную на приспособлении форму. 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.

По результатам исследований разработан технологический процесс формирования изогнутых форм, где в качестве одной из основных операций применяется описанный выше метод формообразования с ультразвуком. Объектом технологического процесса является элемент каркаса стентграфта (стент-элемент) из нитиноловой проволоки марки *ASTM F2063* диаметром 0,23 мм (рис. 3).

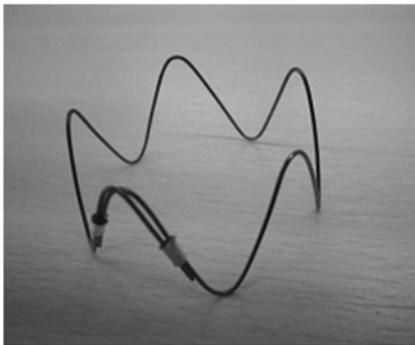


Рисунок 3

Для навивки и натяжения проволоки с ультразвуком используется специально разработанное приспособление, показанное на рис. 4.

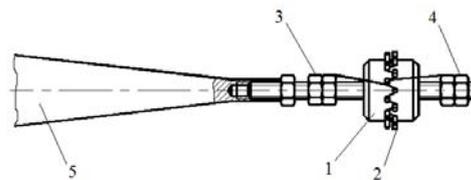


Рисунок 4

Проволока навивается на цилиндрическую оправку 1 и огибает штифты 2 заданного радиуса гибки. Оправка крепится на концентратор ультразвукового преобразователя таким образом, чтобы место соединения располагалось в узле, а плоскости крепления штифтов – в максимуме стоячей волны. После этого проволока при включенных ультразвуковых колебаниях натягивается гайками 3 и 4 с последующим законтриванием. После затяжки контргайки ультразвуковой преобразователь отсоединяется.

Литература

1. Разработать оригинальную конструкцию системы аортального стентграфта и внедрить технологию применения системы аортального стентграфта для хирургического лечения аневризм грудной аорты при операциях с искусственным кровообращением : отчет о НИР (заключительный) : ГБ 03.08-1/2011/ кол. авт. Белорусский национальный технический университет, рук. Минченя В.Т., исполн. Минченя Н.Т., исполн. Савченко А.Л., исполн. Степаненко Д.А. – Электрон. дан.. – Минск : [б. и.], 2013. – N ГР 20113925.

УДК616-77,681.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЫХ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УПРУГО-ЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОСУДОВ

Минченя В.Т.¹, Савченко А.Л.¹, Адзерихо И.Э.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Республика Беларусь

Как известно [1], окклюзионно-стенотические поражения магистральных артерий крупного и среднего калибра, наблюдающиеся при таких заболеваниях как, облитерирующий атеросклероз нижних конечностей, ишемические формы синдрома диабетической стопы при сахарном диабете, приводят к снижению качества жизни и ранней инвалидизации.

Следует отметить, что при выше указанных заболеваниях происходят значительные изменения артериальной стенки, причем при атеросклерозе ремоделирование проявляется в виде утолщения интимы артерий и изменении состава внеклеточного матрикса, что создает локальные препятствия кровотоку.

Предлагается впервые в мировой практике изучить влияние внутрисосудистого ультразвукового воздействия на повышение эластич-

ности артериальной стенки при атеросклерозе и сахарном диабете. Для этого также впервые в мировой практике предлагается трубчатая катетерно-волноводная система для воздействия на сосудистые образования и артериальную стенку.

Целью работы является исследование влияния ультразвуковых колебаний на упруго-эластические свойства артериальной стенки.

Ход экспериментальных исследований был следующим.

1. Измеряются геометрические и упруго-эластические параметры образца.

2. Осуществляется воздействие на образец: ультразвуковыми колебаниями, создаваемых волноводом трубчатого типа, с различными параметрами колебаний; струей физиологического раствора, подаваемого в зону воздействия через внутренний канал волновода и распыляемого через отверстия в

головке (здесь исследуется действие струи на стенки сосудов); сочетанное воздействие.

3. После выполнения п.2, производится измерения геометрических и упруго-эластических параметров образца.

Экспериментальные исследования осуществлялись в лаборатории БелМАПО при участии к.м.н. Чура Сергея Николаевича.

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 до 4 МПа. Ультразвуковое воздействие осуществлялось в виде пакетов колебаний с параметрами, позволяемыми используемым генератором.

В ходе исследований регистрировались колебания давления в баллонном катетере при различных условиях (в свободном состоянии и при ультразвуковом воздействии). Ниже приведены усредненные и частично обработанные результаты измерений давления.

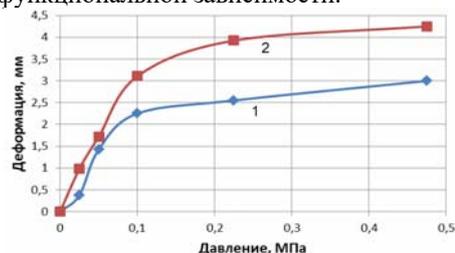
Как видно из рисунка 1, в результате обработки сегмента «мягкого» сосуда ультразвуком в течение 10 мин происходит существенное снижение его жесткости по отношению к сильнодеформирующим нагрузкам. Ввиду того, что исходно сосуд является «мягким» степень деформации под действием относительно небольшой силы оказывается значительной, достигающей 33–40 % для сосуда в исходном состоянии и 47–52 % после 10-минутного УЗ воздействия. При этом на уровне незначительных (обратимых) деформаций достоверных различий между исходным и обработанным сегментом сосуда не выявлено.

Из данных, приведенных на рисунке бб, следует, что 10-минутное УЗ воздействие вызывает повышение относительной деформации сегмента «мягкого» сосуда в 1,4 раза по отношению к нагрузке 0,1 н и в 1,3 раза как при большей, так и при меньшей нагрузке.

Несколько неожиданным является тот факт, что столь сложный процесс ультразвуковой обработки сосуда, в определенных случаях (а именно, для сегмента «мягкого» сосуда, подвергнутого 10-минутной обработке), описывается с весьма высокой точностью достаточно простой степенной зависимостью от внешней нагрузки.

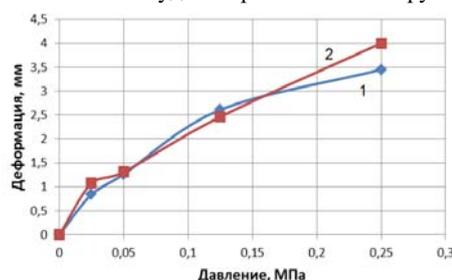
На основании этих фактов можно предположить, что 10-минутная УЗ обработка сегмента сосуда действует усредняющее, снижая количество факторов, влияющих на механические свойства стенок сосуда. Можно ожидать, что в случае необработанного сосуда имеет место два или несколько различных факторов, определяющих его деформируемость в зависимости от приложенной нагрузки (при малых нагрузках это может быть обратимая деформация адвентиции, затем при больших – необратимое разрушение хрупких

кальциевых структур в меди, далее сопровождающееся обратимой деформацией в слое меди). После обработки сосуда достаточно длительное время (10 мин) ультразвуком, вероятно, кальциевые структуры разрушаются, и остается один из факторов, определяющих упругие свойства сосуда. В результате, зависимость деформации от нагрузки приобретает «плавный», без скачков, связанных с необратимым разрушением кальциевых структур, характер и описывается одним видом функциональной зависимости.



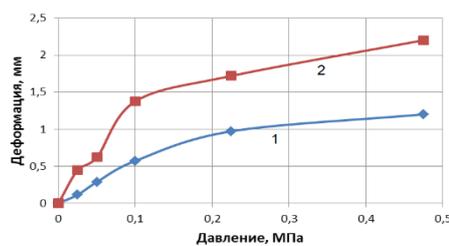
1 – исходный сосуд, 2 – после действия ультразвука в течение 10 мин,

Рисунок 1 – Зависимость деформации сегмента «мягкого» сосуда от приложенной нагрузки



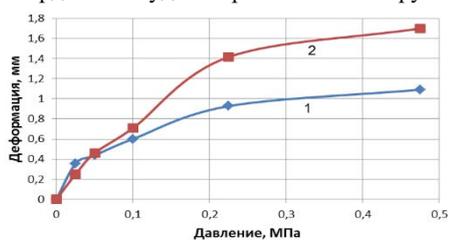
1 – исходный сосуд, 2 – после действия ультразвука в течение 2 мин

Рисунок 2 – Зависимость деформации сегмента «мягкого» сосуда от приложенной нагрузки



1 – исходный сосуд, 2 – после действия ультразвука в течение 10 мин

Рисунок 3 – Зависимость деформации сегмента «твердого» сосуда от приложенной нагрузки



1 – после действия ультразвука в течение 5 мин, 2 – исходный сосуд

Рисунок 4 – Зависимость деформации сегмента «твердого» сосуда от приложенной нагрузки

При уменьшении времени воздействия ультразвука до 2 мин ситуация существенно изменится. Как видно из рисунка 2, наблюдается лишь незначительный эффект для самых малых деформаций (обусловленный, по-видимому, обратимой деформацией в адвентиции, на которую непосредственно действует внешнее давление) и несколько более выраженное действие при больших нагрузках. В целом, можно сделать вывод, что столь кратковременное УЗ воздействие не является эффективным.

В результате 10-минутного воздействия ультразвука на сегмент «твердого» сосуда степень его деформируемости повышается как для низких, так и для высоких нагрузок (рисунок 3).

Характерно, что в результате 10-минутного УЗ воздействия величина «несжимаемой» части сосуда снижается в 1,3 раза.

Снижение времени УЗ обработки до 5 мин приводит к заметно менее выраженному эффекту – лишь для достаточно высоких уровней нагрузки относительная деформация снижается в 1,2 раза.

Дальнейшее уменьшение времени УЗ обработки (до 1 мин) не приводит к статически достоверным изменениям в механических свойствах «твердых» сосудов (рисунок 4).

Литература

1. Клиническая ангиология. Под ред. Покровского А.В. – М. : Медицина, 2004. – Т. 1. – 808 с.

УДК 617-7

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ ОЧКОВЫХ ОПРАВ

Киселев М.Г., Габец В.Л., Мониц С.Г.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Оправа – устройство для фиксации линз в заданном положении. Она представляет собой устройство для фиксации линз. Ее задачей является обеспечение правильного положения линз перед глазами. Идеальным считается положение, при котором средняя линия световых проемов (световой проем есть пространство, ограниченное ободком оправы) проходит примерно через центры зрачков или несколько ниже [1-3].

На оправы корригирующих очков, считающиеся изделиями медицинской техники, распространяется ГОСТ 31589-2012 «Оптика офтальмологическая. Оправы корригирующих очков. Технические требования».

Испытание очковых оправ на механическую прочность проводится согласно ГОСТ Р 51932-2002.

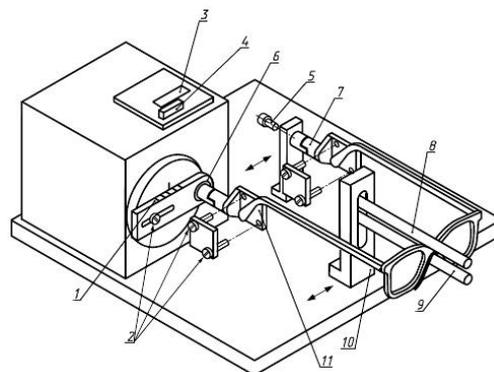
Принципиальная схема устройства для проверки механической прочности оправы приведены на рисунке 1.

Измерительное устройство состоит из двух зажимов 11 для удержания заушников, установленных на универсальных шарнирах 7 (рисунок 1), и узла поддержки моста 9. Узел поддержки моста 9 состоит из стержня диаметром (10 ± 1) мм с жесткой металлической пластиной толщиной $(1 \pm 0,5)$ мм. Взаимное расположение зажимов 11 и узла поддержки моста 9 допускает регулировку в пределах 40 мм по горизонтали и вертикали.

Диапазон перемещения подвижного зажима 11 составляет:

- вниз - $(30 \pm 0,5)$ мм; в сторону - $(60 \pm 1,0)$ мм;
- вверх - $(30 \pm 0,5)$ мм с частотой до 40 циклов в минуту.

Фотография общего вида созданного устройства для проверки механической прочности оправы и описание конструкции приводится по рисункам 2.



- 1 – шкала амплитуды смещения оправы;
2 – крепежные винты; 3 – окно счетчика;
4 – контрольный выключатель; 5 – фиксирующий винт;
6 – шариковый подшипник; 7 – универсальный шарнир;
8 – регулируемый ограничитель моста;
9 – регулируемый узел поддержки моста;
10 – регулируемая стойка для различных размеров очковых оправ; 11 – подвижный зажим

Рисунок 1 – Общий вид и конструкция зажимов устройства для проверки прочности оправы:

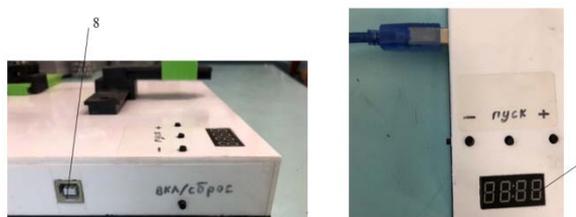


Рисунок 2 – Фотография панели расположения кнопок на устройстве для проверки механической прочности оправы

Оно состоит из основания 1, в котором располагается электронный блок управления приводом стэнда и на котором находятся два зажима 2 для удержания заушников, установленных на универсальных шарнирах 3, и узла поддержки