

Л. Н. Ицкович, Д. А. Зинатуллин

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ МЕДИЦИНСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ДЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: детская сердечно-сосудистая хирургия, инструменты медицинские, врожденные пороки сердца, атравматичность, высокочастотная плазма.

Определены основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели, обеспечивающие внедрение прогрессивных современных медицинских технологий в хирургическое лечение сердечно-сосудистой системы различных возрастных групп детей. Изготовлены опытные образцы медицинских инструментов, в том числе из новых материалов. Проведены токсикологические и технические испытания опытных образцов. Работа выполняется в рамках государственного контракта Минпромторга РФ, ГК № 12411.1008799.13.045 от 10.10.2012, Шифр «3.4-Медхирургия».

Keywords: infantile cardiovascular surgery, medical instruments, congenital heart disorder, atraumatic, high-frequency plasma.

The basic design, technical and operational parameters to ensure implementation of advanced modern medical technology to the surgical treatment of cardiovascular system of different age groups of children has been determined. Manufactured prototypes of medical instruments, including from new materials. Toxicological and technical testing of prototypes has been conducted. Work is performed under the state contract with Industry and Trade Ministry of the Russian Federation of 10.10.2012, State Contract № 12411.1008799.13.045, Cipher "3.4-Medhirurgiya".

Введение

Потребность в хирургическом лечении врожденных пороков сердца достаточно большая и составляет около 1% от живорожденных детей. Ежегодно в России проводится 14-15 тысяч операций на сердце у детей [1]. В связи с особенностями детского организма, работать в операционной одним набором инструментов невозможно, потому что размеры детей разные. При разработке и конструировании медицинских инструментов для детской сердечно-сосудистой хирургии особое внимание уделялось обеспечению максимального соответствия их типоразмеров морфологическим особенностям тканей оперируемой зоны или органа. Это достигнуто за счет уменьшения массы и размеров инструментов, повышения эластичности их рабочей части, атравматичности работы на тканях детского организма различной возрастной группы. С учетом указанного, а также конкретных требований наиболее широко используемых хирургических приемов, произвелась отработка оптимальных геометрических конфигураций каждого инструмента и его вариантов.

Изготовлены опытные образцы медицинских инструментов, в том числе из новых материалов. Проведены токсикологические и технические испытания опытных образцов. Работа выполняется в рамках государственного контракта Минпромторга РФ, ГК № 12411.1008799.13.045 от 10.10.2012, Шифр «3.4-Медхирургия». На данном этапе работы опытные образцы проходят медицинские испытания.

Конструктивное обеспечение функциональных показателей медицинских инструментов

При разработке конструкции особое внимание уделялось обеспечению обтекаемости инструментов в зоне их рабочей части, изгибов, кремальеры и ручек; конструктивному решению замковой части;

требованиям по улучшению обзора операционного поля при выполнении с помощью конкретного инструмента тех или иных хирургических манипуляций [2]. Выполнены требования дизайнера и соблюдены наиболее оптимальные пропорции. Наряду с этим было обеспечено полное соответствие типоразмеров некоторых инструментов морфологическим параметрам оперируемого или обследуемого органа в зависимости от возраста ребенка. Именно с этой целью разработаны специальные конструкции однотипных хирургических инструментов, в которых один инструмент от другого отличается лишь по параметрам типоразмеров его рабочей части. К ним в первую очередь относятся пинцеты сосудистые (4 типоразмера), крючки легочные (2 типоразмера), набор металлических бужей (35 типоразмеров), ранорасширители речечные (3 типоразмера).

Функциональные показатели медицинских инструментов обеспечены главным образом: конструктивными решениями, материалом, качеством и состоянием поверхности. Эти критерии определяют высокие эксплуатационные качества инструментов, например, атравматичность за счет специальной нарезки De Bakey у сосудистых и кровоостанавливающих зажимов, надежное удерживание хирургических игл за счет упрочнения рабочих частей у иглодержателей.

Технологическое обеспечение функциональных показателей медицинских инструментов

Разработана технология получения заготовок из титанового сплава ВТ1-0 с ультрамелкозернистой структурой для изготовления опытных образцов медицинских инструментов (зажимов сосудистых, пинцетов). Ультрамелкозернистая структура титанового сплава образуется главным образом

за счет применения специального устройства для нагрева заготовок браншей (рис. 1).

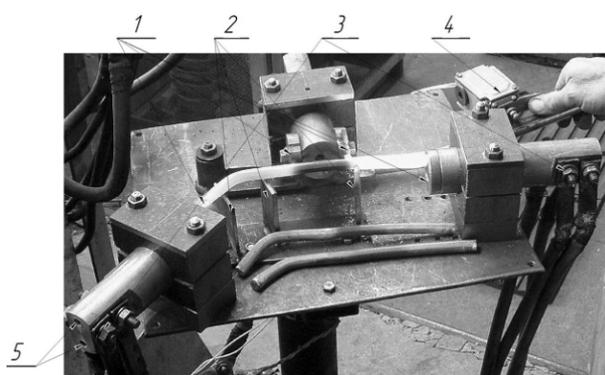


Рис. 1 - Устройство для нагрева заготовок браншей: 1 - электроды; 2 - упоры; 3 - крепление кабелей электропитания; 4 - рычаг прижима заготовки; 5 - подвод воды для охлаждения электродов

Нагретая на данном устройстве заготовка штампуется, в результате чего титановый сплав обретает ультрамелкозернистую структуру.

Проработаны новые методы обработки поверхности образцов. В частности, экспериментальные исследования использования плазмы струйного высокочастотного разряда для полировки и нанополировки поверхности конструкционных материалов в атмосфере инертного газа при пониженных давлениях. В качестве плазмообразующего газа использовался аргон. Результаты показали, что обработка в высокочастотной (ВЧ) плазме приводит к уменьшению шероховатости поверхности на два класса. Снижение шероховатости поверхности образцов преимущественно зависит от расхода плазмообразующего газа, давления, мощности разряда, длительности обработки, вида плазмообразующего газа, марки материала, расстояния от среза плазмотрона [3 - 5]. Режимы обработки в потоке ВЧ плазмы емкостного типа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Режимы плазменной полировки конструкционных материалов

Материал, марка	Мощность разряда, кВт	Расход аргона, г/с	Давление газа, Па
Сталь типа Х13	1,3	0,06	58
Сталь типа Ст50	1,7	0,08	70
Цирконий	1,7	0,08	70
Твердый сплав ВК6-ОМ	1,2	0,04	13,3
Титановый сплав ВТ-9	1,5	0,08	70

Фотографии поверхности титанового сплава приведены на рис. 2.

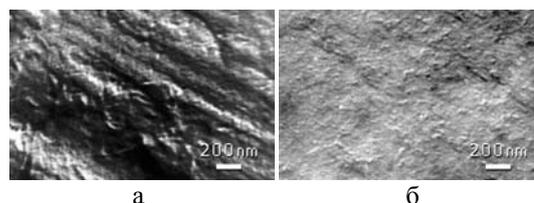


Рис. 2 - Снимок поверхности титанового сплава (x28000): а) до обработки; б) после обработки струйным ВЧ разрядом пониженного давления

Сопоставление фотоснимков для одного и того же образца показывает, что микродефекты поверхности (размеры от 0,1 до 1 мкм) после обработки плазмой исчезают и образуется новая, более сглаженная и однородная микроструктура поверхности. При этом сначала происходит раздробление больших микродефектов на более мелкие и затем удаление их с поверхности потоком плазмы.

Воздействие высокочастотной плазмы на поверхность материала приводит к следующим эффектам:

- снижение шероховатости поверхности в 3-4 раза;
- удаление поверхностных загрязнений;
- залечивание микротрещин поверхности материала;
- улучшение адгезионных свойств поверхности материала.

Выводы

Предложенные конструктивные и технологические решения:

- экологически более чистые, чем существующие химические и механические;
- позволяют заменить существующие технологии очистки, активации, полировки и упрочнения;
- эффективно могут быть использованы на заключительных операциях при изготовлении изделий с высокими требованиями к чистоте процессов и стерильности.

Литература

1. А.С. Шарыкин, В кн. *Неотложная помощь новорожденным с врожденными пороками сердца*. НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН, Москва, 2000. С. 44.
2. В.Х. Сабитов, В кн. *Медицинские инструменты*. Медицина, Москва, 1985. С. 173.
3. И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, И.Р. Сагбиев, О.Д. Юсупов, В сб. *Физика экстремальных состояний вещества*. Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, 2006. С.253-256.
4. И.Р. Сагбиев, *Вестник Казан. Гос. Технол. Ун-та*, № 3-4, 2007. С. 283-289.
5. И.Ш. Абдуллин, И.И. Васильев, *Вестник Казан. Гос. Технол. Ун-та*, №5, 2013, С. 180-181.