

Технология изготовления коаксиальной иглы для системы автоматизированной пункции сосудов

© П.О. Предтеченский

lalkanaft@yandex.ru

Москва, МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2-я Бауманская улица, 5

Система автоматизированной пункции сосудов позволяет проводить основные лабораторные исследования крови. Система предназначена для использования как в больницах и станциях переливания крови, так и в местах ЧС. С помощью коаксиальной иглы система измеряет импеданс окружающей среды и таким образом распознает момент прокола сосуда. Традиционные методы пункции сосудов зачастую приводят к осложнениям, риски которых позволяет минимизировать система автоматизированной пункции сосудов.

The technology of manufacturing a coaxial needle for a system of the automated vessel puncture. P.O. Predtechenskiy. The system of automated puncture of blood vessels allows to carry out basic laboratory blood tests. The system is designed to be used in hospitals and blood transfusion stations, as well as in emergency areas. Using a coaxial needle, the system measures the impedance of the environment and thus recognizes the moment of puncture of the vessel. Traditional methods of puncture of the vessel often lead to complications, these risks can be minimized by an automated system of puncture.

Система автоматизированной пункции сосудов, представленная на рис. 1, состоит из трех блоков:

1. Блок визуализации сосудов.
2. Блок позиционирования
3. Блок пенетрации

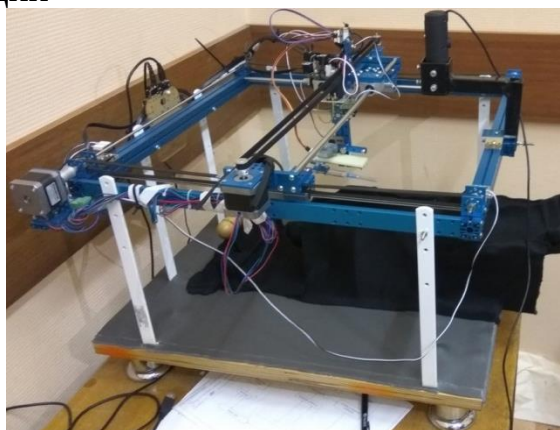


Рис. 1. Внешний вид блока позиционирования

Коаксиальная игла является компонентом блока пенетрации. Основным принципом работы блока пенетрации является измерение импеданса в реальном времени при прохождении тока через окружающую среду. Известно, что импеданс резко снижается при попадании иглы в кровь. Таким образом, остановка движения блока пенетрации производится сразу же при падении импеданса, то есть в момент прокола сосуда.

Зависимость значения импеданса от времени прокола показано на рис. 2.

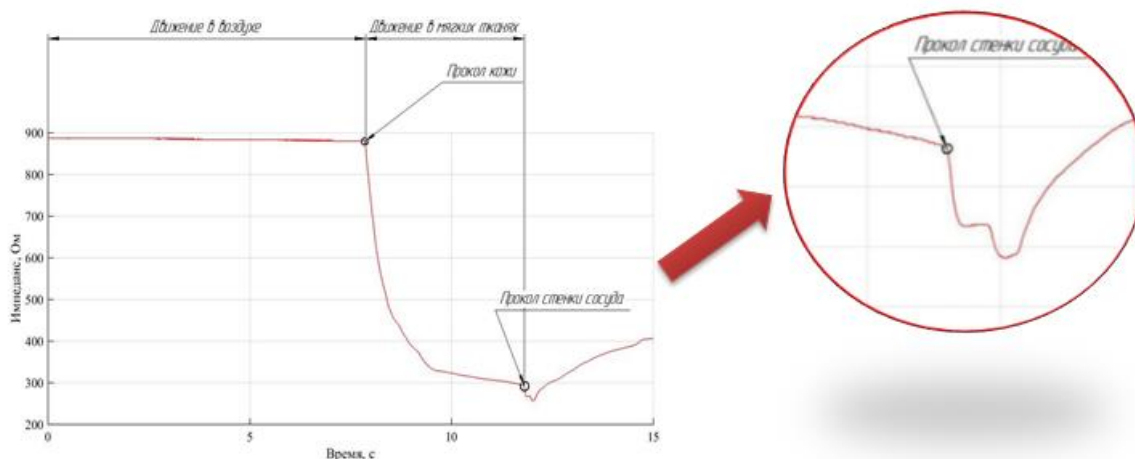


Рис.2. Зависимость величины импеданса иглы от окружающей среды.

В качестве иглы-электрода использовалась обычная инъекционная игла. Однако при использовании инъекционной иглы возникает зависимость измеряемого импеданса от скорости введения иглы в биоткани, потому что площадь контакта в момент пенетрации меняется. А это влияет на точность измерений. Для повышения точности определения момента прокола было предложено разработать иглу-электрод специальной формы. Игла представляет собой чередование слоев проводника и диэлектрика, причем внешний слой иглы является диэлектриком кроме колющей части. Данная конструктивная особенность позволяет проводить измерения импеданса локально вблизи кончика иглы. Схема коаксиальной иглы представлена на рис. 3.

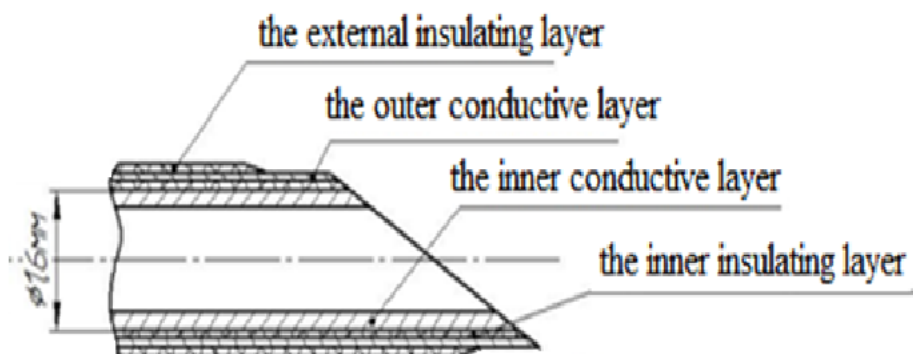


Рис. 3. Схема коаксиальной иглы.

Согласно техническому заданию, в качестве диэлектрика предлагается диоксид кремния, в качестве проводящего слоя – нержавеющая сталь 12Х18Н10Т или никель.

Нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т не может быть использована в качестве материала проводника, так как при магнетронном нанесении состав пленки может отличаться от состава мишени, что отрицательно сказывается на воспроизводимости таких покрытий и их физических свойствах. Поэтому в качестве материала проводника был выбран никель.

В качестве материала диэлектрика по ТЗ предлагается диоксид кремния SiO₂. При анализировании его свойств было выявлено, что данный материал не обладает достаточной адгезионной прочностью для его использования. В качестве альтернативы был предложен нитрид титана TiN. Такое покрытие инертно к биоматериалам, обычно используется в качестве изоляционного, упрочняющего или декоративного слоя на изделиях.

Таким образом, структура коаксиальной иглы представляет собой покрытие TiN-Ni-TiN.

Затем был проведен ряд экспериментов по нанесению никелевых пленок на подложки из корундовой керамики. Образец пленки представлен на рис. 4.



Рис. 4. Образец пленки Ni на корундовой керамике

После проведения экспериментов было обнаружено, что даже при кратковременном нахождении на воздухе на поверхности образцов образуется слой оксида никеля. Оксид никеля является опасным для организма человека соединением, поэтому от использования никеля для формирования проводящих слоев пришлось отказаться. Заменой ему был выбран титан, так как этот материал традиционно применяется для изготовления протезов, не является токсичным и не вызывает аллергических реакций. Таким образом, конечная структура коаксиальной иглы представляет собой TiN-Ti-TiN.

В результате проведенной работы согласно предъявленному техническому заданию были выбраны материалы для формирования слоев коаксиальной иглы. Было выявлено, что предлагаемые в техническом задании материалы проводящего слоя не могут быть использованы по ряду причин.

В дальнейшем планируется проводить отработку нанесения TiN и проведение нанесения на стандартные инъекционные иглы.

Литература

1. Кудашов И.А., Потапов И.В., Галямов А.З., Шукин С.И., Петров В.И. Применение коаксиальных игл-электродов для контроля качества венепункции // Биомедицинская радиоэлектроника – 2017. - №8. - С. 9 - 14.
2. Справочник химика / Редкол.: Никольский Б.П. и др.. — 3-е изд., испр. — Л.: Химия, 1971. — Т. 2. — 1168 с.
3. Юрьев Ю.Н., Михневич К.С., Кривобоков В.П., Сиделёв Д.В., Киселева Д.В., Новиков В.А. Свойства пленок нитрида титана, полученных методом магнетронного распыления – 2014. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 16, №4(3)