



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИМПУЛЬСНЫЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ СКАЛЬПЕЛЬ

Лебедева Валерия Олеговна (Московская область, г. Королёв (Юбилейный),
Гимназия №5, 10 класс, кружок «Юный физик – умелые руки»)

Руководитель: Лебедев Владимир Валентинович, доктор технических наук, профессор
Московского государственного строительного университета, руководитель школьного
кружка «Юный физик – умелые руки»

Цель работы заключается в уменьшении и даже полном исключении кровотечения во время медицинских операций с рассечением тканей. Известно множество видов медицинских скальпелей, но они не обеспечивают остановку кровотечений, хирург вынужден применять дополнительные инструменты. Известные лазерные скальпели служат в основном для испарения и выжигания верхнего слоя ткани. Ультразвуковые скальпели основаны либо на поверхностном обугливание ткани, либо на быстрых колебаниях режущего лезвия. В работе предлагается новый способ и устройство для проведения операций с минимальными потерями крови.

Принцип работы устройства основан на последовательных электроискровых разрядах. Длительность электроискрового разряда очень маленькая, оценивается единицами микросекунд, поэтому мощность импульса большая, достаточная для пробоя ткани. Единичный импульс оставляет в пробитой ткани мельчайшее отверстие, до 10 мкм. Одновременно с пробоем ткани происходит её обугливание с остановкой кровотечения. Если последовательность таких отверстий соединить в линию, то получится непрерывный разрез. В этом заключается принцип действия «холодного» электроискрового скальпеля. Недостаток такого инструмента и метода заключается в необходимости двухстороннего доступа к рассекаемой ткани, что не всегда возможно. Для одностороннего доступа к рассекаемой ткани, как у традиционного скальпеля, предложен «горячий» электроискровой скальпель, действие которого основано на стелющемся электроискровом разряде. Для создания этого инструмента была изучена устойчивость электроискровой дуги. Было доказано стабилизирующее действие внешней атмосферы. Затем было предложено усилить стабилизирующее действие внешним диэлектриком. Наконец, было предложено развернуть электрическую дугу на остром клине диэлектрика. В точке разворота электрической дуги наблюдается повышенная температура плазмы. Эта рабочая точка «горячего» электроискрового скальпеля разрезает и одновременно обугливает ткань при одностороннем доступе к области операции. Регулируемая частота импульсов позволяет хирургу выбрать наиболее рациональный режим для конкретной операции, от единичного импульса для рассечения капилляра, до почти непрерывной электрической дуги при полостном разрезе.

В результате работы созданы две действующие модели электроискровых скальпелей. Испытания проводились на неживых тканях: бумаге, полиэтилене, искусственной коже, матерчатой ткани. Последние варианты доказали возможность размещения электронного блока с источником питания в ручке инструмента.

Перспективы развития и совершенствования электроискрового скальпеля связаны с новыми материалами. Например, предлагается заменить диэлектрический клин в «горячем» электроискровом скальпеле с белемнита на титанат бария, то есть на очень сильный сегнетоэлектрик, позволяющий более точно управлять электроискровой дугой.

Принцип действия предлагаемых электроискровых скальпелей показан в авторском видеоролике (<https://youtu.be/nrnT15aU-Y0>).