



DOI: 10.5281/zenodo.1322566

LCC - № [RD32-33.9](#)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА В SOLIDWORKS

Явдошко Алексей Сергеевич¹, Лебедев Алексей Владимирович²

¹ Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт" им. Сикорского

Address for Correspondence: Явдошко Алексей Сергеевич, бакалавр

Место работы: Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт" им. Сикорского, 03056, м.Киев-56, проспект Победы, 37

Email: yavdoshko.oleksy@gmail.com

Abstract. Электрохирургия является наиболее часто используемой процедурой, представленной в операционной. Электрохирургический инструментарий, включающий в себя высокочастотные генераторы и инструменты для рассечения и коагуляции биологических тканей, применяется практически при всех хирургических вмешательствах. Осуществление гемостаза является неотъемлемым этапом любого оперативного вмешательства. От качества и скорости обеспечения гемостаза зависит общая продолжительность операции, тяжесть течения послеоперационного периода, характер восстановления функций оперированных органов и тканей.

Биполярный пинцет является одним из основных электрохирургических инструментов для заваривания кровеносных сосудов небольшого диаметра. Важным фактором в обеспечении гемостаза при коагуляции есть тепло, так как при длительном сварке электроды пинцета перегреваются, что может привести к перегреву биологической ткани микрососудов, поэтому нужно исследовать, как распределяется и куда девается тепло при сжатии бранш биполярного пинцета.

Keywords: сварка живых тканей, электрохирургия, биполярный пинцет, моделирование, инструмент.

Introduction. Принцип работы электрохирургических аппаратов основан на преобразовании высокочастотного тока в тепловую энергию. Изменяя значение силы и времени воздействия на ткани высокочастотного тока можно вызвать те или иные эффекты. Так, при нагревании тканей до температуры 45 ° C происходит их частичное, но обратимое термическое повреждение. При более значительном подъеме температуры в тканях белки подвергаются денатурации и теряют структурную целостность. За счет коагуляции (свертывания) белка ткани слипаются - «свариваются». Через некоторое время морфологическая структура ткани восстанавливается.

При подаче высокочастотного тока через бранши пинцета к кровеносному микрососуду с целью остановки кровотечения часть выделяемого при этом тепла расходуется на коагуляцию клеток крови, то есть на их сгущения и остановку кровотечения, а другая часть тепла должна отводиться по браншей пинцета. Если скорость отвода тепла по браншей недостаточна, то происходит перегрев биологической ткани и ее пригорания к рабочим поверхностям бранш. Пригоревшая ткань, отрываясь от стенки кровеносного сосуда при манипуляциях пинцетом, перфорирует стенку сосуда, и остановки кровотечения не происходит. Поэтому необходимо знать распределение тепла при сварке тканей.

Objective. Целью работы было создание компьютерной модели электрохирургического пинцета, исследования теплового воздействия биполярного пинцета на биологическую ткань.

Materials and methods. Для исследования было решено создать виртуальную модель электрохирургического пинцета в среде «SolidWorks».

Использование компьютерных программ по инженерному моделированию и расчетам для моделирования медицинских инструментов и решения биоинженерных задач обосновано в работах [1-5].

Для конструирования биполярного пинцета сначала было смоделирована одна бранша пинцета (рис.1). Она была сделана путем построения эскизов, которые были объединены "бобышкой по сечениям", что создало корпус бранши пинцета. Также с помощью функции "вытянутая бобышка" получили прикрепленный электрод.

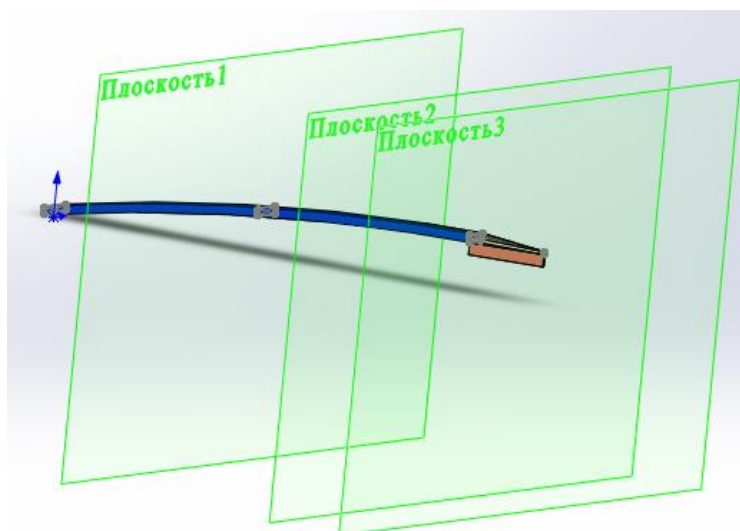


Рис. 1. Бранша биполярного пинцета

Другая бранша биполярного пинцета была симметрично отображена относительно одной из плоскостей. Разъем для пинцета был также смоделирован с помощью функции "вытянутая бобышка" (Рис. 2).

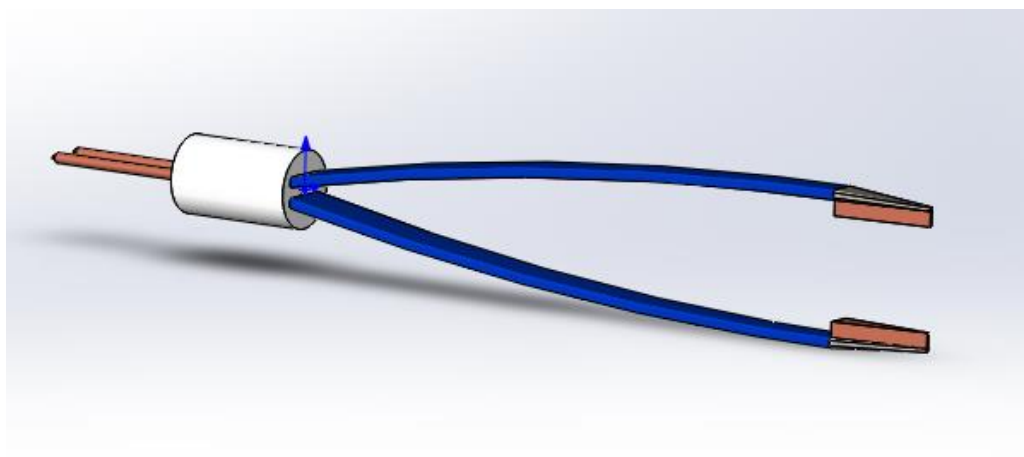


Рис. 2. Биполярный пинцет

Под электрод биполярного пинцета моделируем ткань артерии (Рис. 3). Задаем материал для бранши пинцета - углеродистая сталь и для электрода - медь.

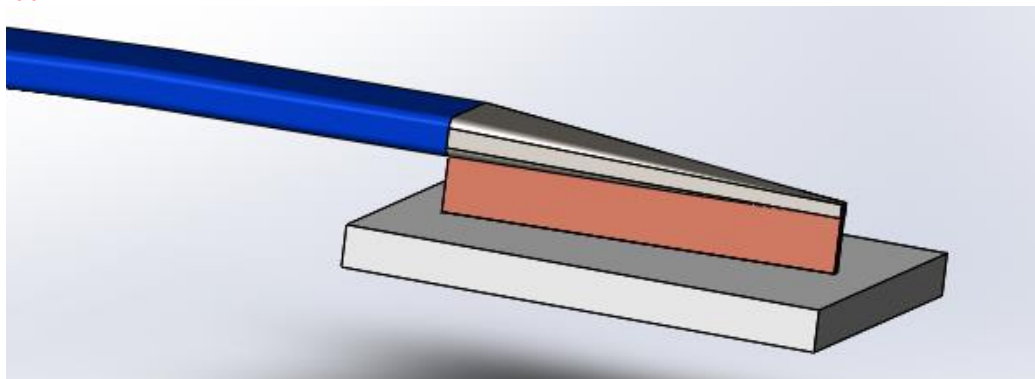
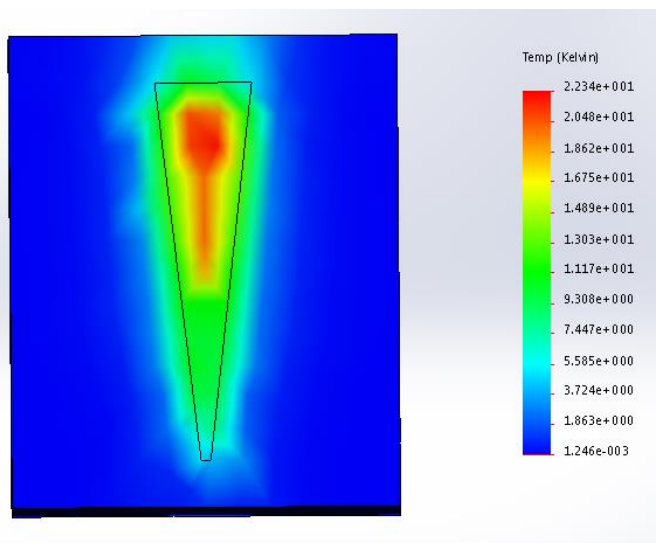
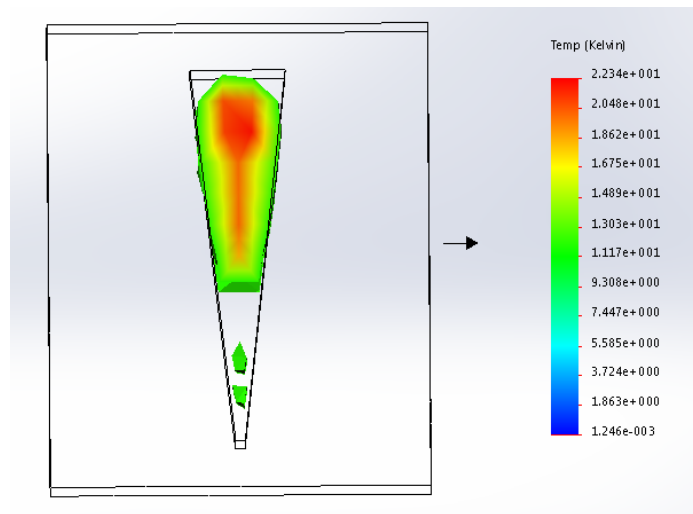


Рис. 3. Бранша пинцета с биологической тканью

Так как в среде SolidWorks биологической ткани в качестве материала нет, поэтому нужно создать ее, задавая соответствующие параметры. В тепловом анализе основными параметрами являются теплопроводность и удельная теплоемкость. Их значение для мягких тканей и мышц человека составляют $0,5 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{град})$ и $3360 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{град})$ соответственно.

Экспериментальные данные и их обработка. Анализ теплового воздействия биполярного пинцета проводится в SolidWorks Simulation. В "термических нагрузках" задаем тепловую мощность для участка под электродом 56 Вт (т.к. ток при сварке равен $0,8 \text{ А}$, а напряжение 70 В). Так как SolidWorks внутри бобышки не устанавливает начальную температуру исследования были проведены при 0 Кельвин (в последствии к результату будут добавлены 319К , что соответствует 36°C) (Рис. 4).





Б

Рис. 4. Распределение температуры: а) общее, б) участок с наибольшей температурой

В результате исследований можно увидеть распределение температуры, которое не есть однородным. Наибольшая температура достигается только в начале электрода.

Также было проведено исследование с таким же начальным условием (начальной температурой и мощностью), но с приложенным к биологической ткани медным электродом (Рис. 5).

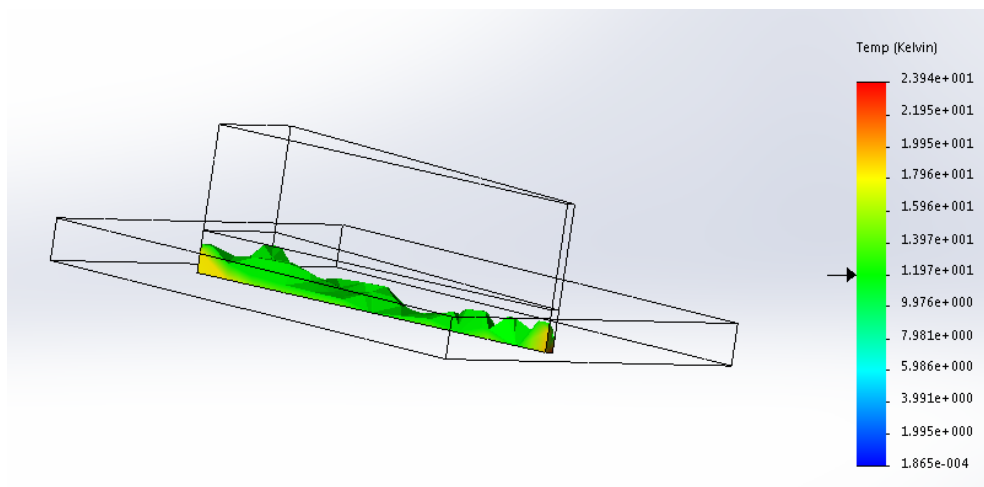


Рис. 5. Распределение температуры с приложенным электродом

Можно увидеть, что часть тепла уходит в электрод

Conclusions. В результате работы была создана модель электрохирургического пинцета для сварки живых тканей. Исследование модели показало неоднородное распределение температуры при задании начальных параметров и тепловой мощности под электродом. Так же было показано, что большая часть тепла при сварке уходит на разогревание электрода.

Conflict of interest statement: The authors state that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

REFERENCES:

1. Белоусова И.Ю., Хойдра К.Ю., Лебедев А.В. Моделирование сварки живых тканей с помощью программного комплекса ABAQUS/ Белоусова И.Ю., Хойдра К.Ю., Лебедев А.В.// Девятая международная научно-практическая конференция СВАРКА И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЖИВЫХ ТКАНЕЙ. ТЕОРИЯ. ПРАКТИКА. ПЕРСПЕКТИВЫ. – 2014. – С. 40.
2. Лебедев А. В., Бойко И. А. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ СВАРЕННЫХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ОТ ДИАМЕТРА, ТОЛЩИНЫ И МОДУЛЯ ЮНГА СТЕНКИ / А. В. Лебедев, И. А. Бойко. // БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ЭЛЕКТРОНИКА. – 2014.
3. Volodymyr Sydorets, Alexei Lebedev, Andrey Dubko Mathematical modeling of the current density distribution in a high-frequency electrosurgery / Volodymyr Sydorets, Alexei Lebedev, Andrey Dubko. // Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE). – 2015. – С. 215- 217.
4. С.О. Ярова А.В. Лебедев. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВАРКИ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКИМ ПИНЦЕТОМ / С.О. Ярова А.В. Лебедев. // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2016. – №1. – С. 5.
5. Лебедев А. В., Креницкий К. С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СВАРКИ ЖИВЫХ ТКАНЕЙ / А. В. Лебедев, К. С. Креницкий. // БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ЭЛЕКТРОНИКА. – 2018.

91% Unique

Total 6992 chars (**2000 limit exceeded**) , 217 words, 12 unique sentence(s).

Essay Writing Service - Paper writing service you can trust. Your assignment is our priority! Papers ready in 3 hours! Proficient writing: top academic writers at your service 24/7! Receive a premium level paper!

Results	Query	Domains (original links)
Unique	Киев-56, проспект Победы, 37 Email: yavdoshko	-
Unique	Электрoхирургия является наиболее часто используемой процедурой, представленной в операционной	-
Unique	Осуществление гемостаза является неотъемлемым этапом любого оперативного вмешательства	-
Unique	Биполярный пинцет является одним из основных электрoхирургических инструментов для заваривания кровеносных сосудов небольшого диаметра	-
Unique	Ключевые слова: сварка живых тканей, электрoхирургия, биполярный пинцет, моделирование, инструмент	-
Unique	Принцип работы электрoхирургических аппаратов основан на преобразовании высокочастотного тока в тепловую энергию	-
Unique	УДК 57.089.001.66МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА В SOLIDWORKSЯвдошко Алексей Сергеевич1, Лебедев Алексей Владимирович11Национальный технический	-
Unique	Сикорского Адрес для переписки: Явдошко Алексей Сергеевич, бакалаврМесто работы: Национальный технический университет Украины "Киевский	-
Unique	Электрoхирургический инструментарий, включающий в себя высокочастотные генераторы и инструменты для рассечения и коагуляции биологических	-
About 1 results	От качества и скорости обеспечения гемостаза зависит общая продолжительность операции, тяжесть течения послеоперационного периода,	elibrary.ru
Unique	электроды пинцета перегреваются, что может привести к перегреву биологической ткани микрососудов, поэтому нужно исследовать, как	-
Unique	Изменяя значение силы и времени воздействия на ткани высокочастотного тока можно вызвать те или	-
Unique	Так, при нагревании тканей до температуры 45 ° C происходит их частичное, но обратимое	-