

УДК 617.089

Р.В. Пичак, студент гр. ПБ-з82мп, к.т.н., доц. Вислоух С.П.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕЛЕКТРОДИ ХІРУРГІЧНОГО СТЕПЛЕРА

Анотація. В даній статті наведено конструкцію моделі хірургічного степлера для з'єднання тканин з технологією високочастотного зварювання. Виконано симуляцію впливу навантаження та досліджено вплив навантаження на електроди в програмному середовищі "SolidWorks Simulation".

Ключові слова: хірургічний степлер, високочастотне зварювання, моделювання, жива тканина.

ВСТУП

Використання хірургічного степлера для з'єднання тканин з технологією високочастотного зварювання значно підвищує швидкість хірургічного втручання, знижує травматичність тканин та ризик виникнення інфекційно-запального процесу й післяопераційна реабілітація проходить набагато швидше та легше. Розробка і вдосконалення апаратів та інструментів для високочастотного зварювання є одним з провідних напрямків розвитку в сучасній медичній сфері [1].

МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є моделювання та дослідження впливу навантаження на модель фрагменту м'якої тканини для визначення сили, яку потрібно прикласти до ручки механізму штовхання під час стискання, щоб отримати оптимальний тиск під час зварювання живих тканин.

МАТЕРІАЛИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для реалізації поставленої задачі симуляція навантаження та дослідження впливу дії цього навантаження на електроди вибрано програмне середовище «SolidWorks Simulation».

Моделювання конструкції хірургічного степлера для з'єднання тканин з технологією високочастотного зварювання виконано в програмному середовищі «SolidWorks» [2]. Таким чином розроблена конструкція степлера, твердо тільна модель якого наведена на рисунку 1.

Розмірні характеристики та параметри основні елементи цього інструменту інструмента відображенні в таблиці 1.

В наслідок того, що для спрощення розрахунків при дослідженні впливу навантаження на електроди за допомогою середовища «SolidWorks Simulation» модель хірургічного степлера для з'єднання тканин з технологією високочастотного зварювання (дивись рис. 1) було спрощено. Загальний твердо тільної моделі спрощеного складання інструменту ультразвукового зварювання для проведення досліджень наведено на рисунку 2.

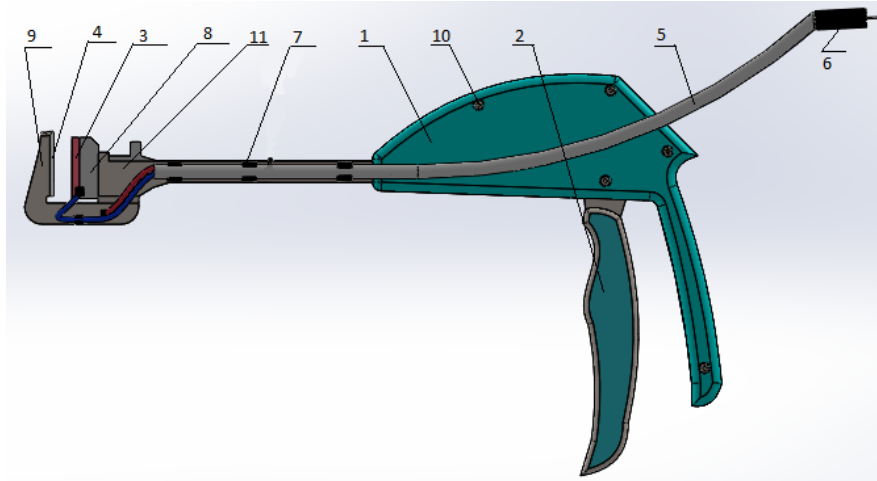


Рисунок 1. Твердотільна модель хірургічного степлера для з'єднання тканин з технологією високочастотного зварювання

Таблиця 1. Параметри та основні елементи зварювального інструменту

Назва	Характеристики	Позиція на рисунку
Елементи інструменту:		
Корпус	Розміри: 187x199 мм, матеріал: фторопласт	1
Ручка механізму стиснення	Розміри: 210x88 мм, матеріал: фторопласт	2
Електрод штовхача	Живлення: до 100 вольт, розміри: 35x5 мм, матеріал: мідь	3
Електрод опорної частини	Живлення: 0 вольт, розміри: 37x4 мм, матеріал: мідь	4
Кабель живлення	Довжина: 50 мм, не заземлений з подвійною ізоляцією	5
Штекер з плавким запобіжником	Розмір штекера: 15x45 мм, плавкий запобіжник: запобіжник низьковольтний керамічний нерозбірними 6А 100в 10x40мм	6
Кріплення шнура живлення	Розміри: 8x7 мм, матеріал: фторопласт	7
Штовхач	Розміри: 35x249 мм, матеріал: хірургічна сталь марки 316L	8
Опорна частина	Розміри: 50x65 мм, матеріал: хірургічна сталь марки 316L	9
Гвинт	Кількість: 6 шт. розмір: М3, довжина 16 мм	10
Корпус опорної частини	Розміри: 50x200 мм, матеріал: хірургічна сталь марки 316L	11

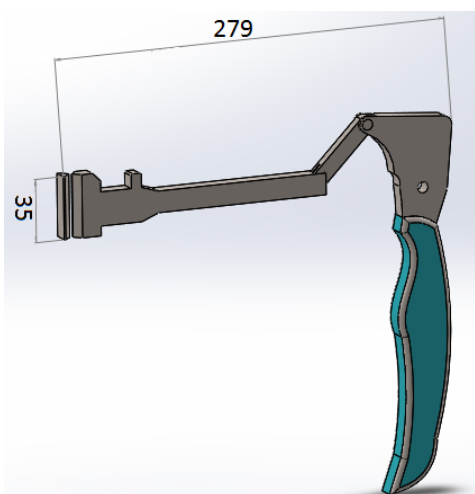


Рисунок 2. Спрощена модель степлера для проведення досліджень (розміри в мм)

Згідно експериментально отриманих результатів Лебедева О.В., Дубко А.Г. та Лопаткіної Є.Г. оптимальним навантаженням на м'яку тканину під час зварювання є тиск в $2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ [3]. Тому під час дослідження степлера необхідно створити за допомогою степлера тиск на живу тканину під час зварювання з вказаним оптимальним навантаженням [4].

Для проведення досліджень конструкції степлера використано найбільш подібний за фізичними властивостями матеріал «жива тканина», фрагмент якого представлено на рисунку 3. Ця м'яка тканина має такі

характеристиками: модуль пружності 1 Мпа; коефіцієнт Пуассона 0,45; межа міцності при розтягуванні 3 Мпа [5].

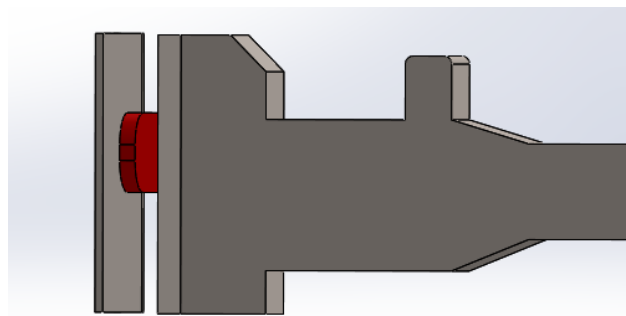
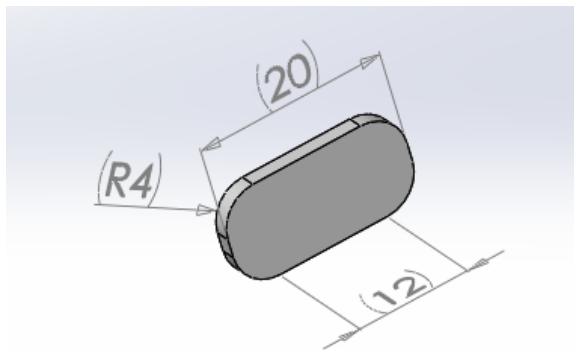


Рисунок 3. Ескіз матеріалу “жива тканина” Рисунок 4. Схема розміщення фрагменту м’якої тканини між електродами

В ході досліджень модель фрагменту м’якої тканини розмістили між електродами (дивись рисунок 4). На тканину прикладена сила гравітації (для відповідності реальним вимогам середовища), а до ручки стиснення – зростаючі за потужністю сили.

На ручку стиснення механізму штовхання (дивись рисунок 5) прикладалися сили в 20 Н, 30 Н та 40 Н. В результаті отримано розрахункові значення напруги на модель фрагменту м’якої тканини, а саме: при силі 20 Н – $1,32 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ що менше оптимального значення; при силі 30 Н – $1,8 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$, що також менше оптимального та при силі 40 Н – $1,96 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$, що задовольняє оптимальним умовам (дивись рисунок 6).

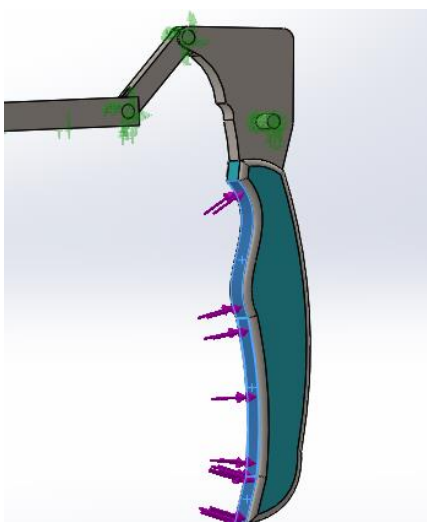


Рисунок 5. Схема прикладення сили до ручки стиснення механізму штовхання

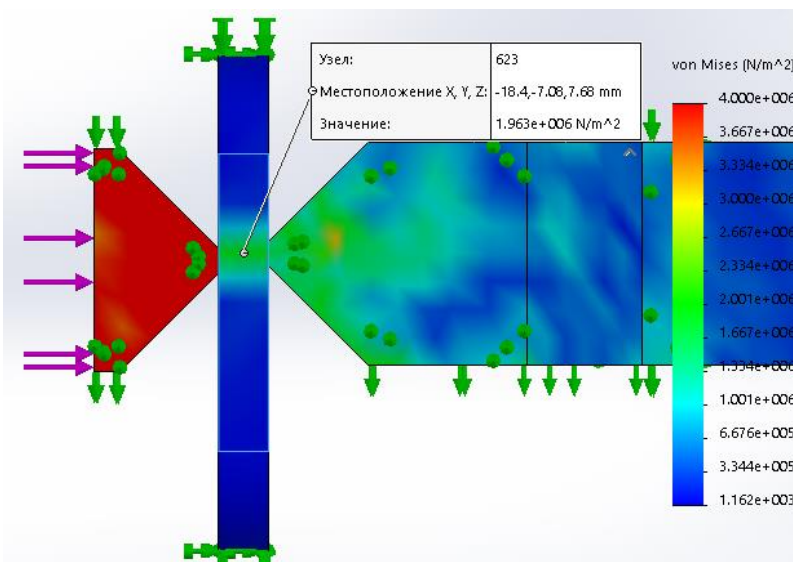


Рисунок 6. Схема пружного стану моделі фрагменту м’якої тканини при прикладенні сили в 40 Н

Для моделі фрагменту м’якої тканини (дивись рисунок 4) отримано залежність напруги від сили, що прикладена до тканини за допомогою механізму стиснення степлера.



Рисунок 7. Графік залежності напруги від сили стиснення

ВИСНОВОК

Виконано моделювання та дослідження впливу навантаження на модель фрагменту м'якої тканини за допомогою «SolidWorks Simulation».

За результатами досліджень встановлено значення сили, яку потрібно прикласти до ручки механізму штовхання під час стискання, що забезпечує оптимальний тиск на фрагмент м'якої тканини в 2×10^6 Н/м² і яка складає 40 Н, забезпечуючи оптимальність процесу зварювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Сварка живых мягких тканей [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.weldingsite.in.ua/rss20.html>.
- [2] Пичак Р.В., Вислоух С.П. Моделювання лінійного хірургічного степлера для зеднання тканин з технологію високочастотного зварювання в програмному середовищі «Solidworks» // Збірник наукових праць X Всеукраїнської науково-практичної інформації з міжнародною участю «Процеси механічної обробки, верстати та інструмент». – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2019. – С. 170 – 171.
- [3] Основные биофизические свойства мягких живых тканей при электросварке [Електронний ресурс] / Лебедев А.В., Дубко А.Г., Лопаткина Е.Г // Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт». – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://elibrary.ru/item.asp?id=24353276>.
- [4] Біомеханіка. Модуль пружності живої тканини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://sytenko.org.ua/kadurin/10.html>.
- [5] Несостоятельность швов [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.e-reading.club/chapter.php/73641/29/Haii_-_Assistirovanie_pri_hirurgicheskikh_operaciyah.html.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Вислоух С.П.