

Tissues: II. Fast Harmonic Analysis for Imaging / T. T. Tower, R. T. Tranquillo // Biophys. J., – Vol. 81, – 2964-2971, 2001.

Bibliography (translate): 1. J. M. Bueno, J. Jaronski. Spatially resolved polarization properties for in vitro corneas. Ophthal. Physiol. Opt. Vol. 21. No. 5. 384-392 (2001). 2. J. M. Bueno, F. Vargas-Martin. Measurements of the corneal birefringence with a liquid-crystal imaging polariscope. Applied Optics. Vol. 41. No. 1. 116-124 (January 2002). 3. J. M. Bueno, M. C. W. Campbell. Polarization properties of the in vitro old human crystalline lens. Ophthal. Physiol. Opt. 23. 109–118 (2003). 4. T. T. Tower, R. T. Tranquillo. Alignment Maps of Tissues: I. Microscopic Elliptical Polarimetry. Biophys. J. Vol. 81. 2954-2963. 2001. 4. T. T. Tower, R. T. Tranquillo. Alignment Maps of Tissues: II. Fast Harmonic Analysis for Imaging. Biophys. J. Vol. 81. 2964-2971. 2001.

Надійшла (received) 22.07.2014

УДК 615.47; 616.073

А. В. ЛЕБЕДЕВ, д-р техн. наук, ІЭС НАН України, Київ;
Н. Н. ЮРЧЕНКО, д-р техн. наук, ІЕД НАН України, Київ;
А. Г. ДУБКО, канд. техн. наук, ІЭС НАН України, Київ;
І. А. БОЙКО, магістрант, НТУ «КПІ», Київ;

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLID WORKS ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ОСНОВАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рассмотрены возможности обучения студентов комплексу Solid Works на примере проектирования оборудования для сварки живых тканей. Исследована зависимость прочности сваренных кровеносных сосудов от диаметра и модуля прочности. Показано применение Solid Works при изучении тепловых и механических процессов. С помощью комплекса Solid Works можно рассчитать распределение механических напряжений, резонансные частоты, прочность и нагрев деталей оборудования для сварки живых тканей.

Ключевые слова: SolidWorks, сварка живых тканей, артерия, прочность.

Введение. Программный комплекс САПР Solid Works – одна из лучших программ для обучения студентов проектированию оборудования медицинского назначения. Для того чтобы получить оптимальное конструкторское решение и ускорить проектирование, сначала создаются 3-D модели узлов и деталей. Затем, с помощью встроенного пакета Simulation, выполняют моделирование и находят оптимальные параметры. Использование для моделирования других пакетов, например ANSYS или ABAQUS, менее удобно, так как они менее понятны и более тяжелы в обучении.

Анализ комплекса Solid Works. В качестве примера рассмотрим применение комплекса Solid Works для проектирования сварочных швов, перекрывающих кровеносные сосуды. Использование технологии сварки живых тканей при перекрытии кровеносных сосудов позволяет осуществлять доступ и мобилизацию органов с минимальными потерями. Операции производятся на «сухом» операционном поле. При этом уменьшается продолжительность, упрощается техника выполнения, не используется шовный материал, уменьшается времени операции и восстановительного периода [1-2].

© А. В. ЛЕБЕДЕВ, Н. Н. ЮРЧЕНКО, А. Г. ДУБКО, И. А. БОЙКО, 2014

Большое значение имеет прочность сварного шва, потому что его разрушение может привести к серьезным последствиям. Исследование прочности начинается с создания модели сваренного сосуда (см. рис.1.).

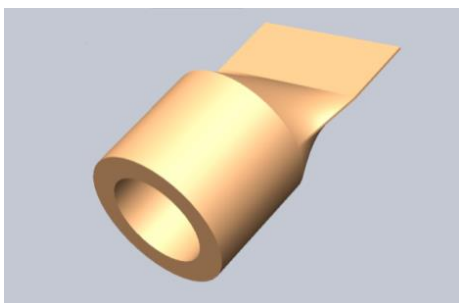


Рис. 1 – Модель сваренной артерии

Для моделирования необходимо знать диаметр сосуда, толщину его стенки, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Модуль Юнга стенки сосуда E зависит от его типа и диаметра. Для аорты $E=4,66$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu=0,49$ [3]. Сонная артерия имеет модуль Юнга $7-11 \cdot 10^5$ Па; у бедренной артерии $E=9-12 \cdot 10^5$ Па [4]. В качестве примера моделирования показано распределение напряжения в сварочном шве (см. рис. 2.).

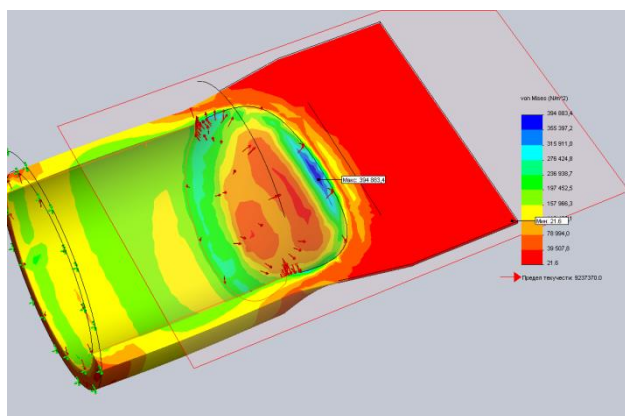


Рис. 2 – Механические напряжения в артерии диаметром 6 мм толщиной стенки 0,5 мм при давлении крови внутри сосуда – 250 мм.рт.ст.

Область наибольшего напряжения 394 883 Па действует не в сварочном шве, а недалеко от него. В сварочном шве максимальное напряжение 240 000 Па находится в центральной области. Ближе к краям напряжение падает до 120 000 Па. Для повышения прочности шва необходимо добиться равномерного распределения напряжения и снижения его максимального значения. Это можно достичь изменением формы шва и его толщины.

Сварочный шов подвергается нагрузке, изменяющейся с частотой сокращения сердца. В этом случае возможен механический резонанс культы шва. Комплекс Solid Works позволяет рассчитать все резонансные частоты и соответствующие траектории движения культы сосуда (см.рис. 3).

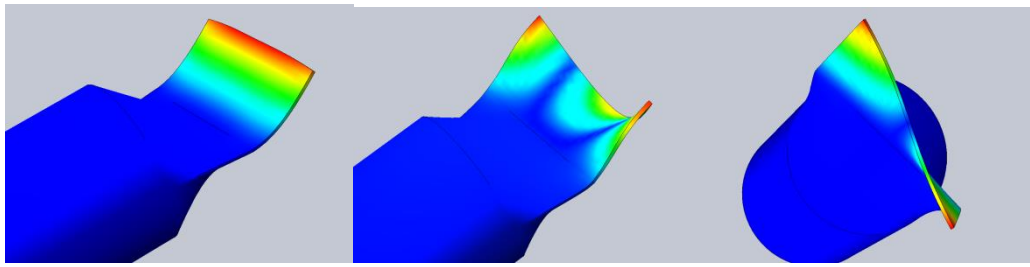


Рис. 3 – Траектории движения культи артерии при различных резонансных частотах

Если резонансная частота близка к частоте сокращений сердца, то место сварки будет отклоняться с увеличенной амплитудой и двигаться со сложной траекторией, что может быть причиной разрушения шва.

Периодически изменяющиеся напряжения, вызванные пульсовой волной, могут привести к усталости материала шва. Для расчета прочности в этом случае необходимо знать зависимости предела текучести материала шва от количества циклов (см.рис. 4).

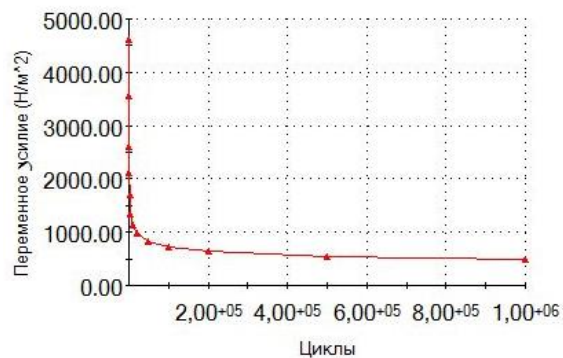


Рис. 4 - Зависимость предела текучести материала сварного шва от количества циклов

С помощью SolidWorks можно определить количество сокращений сердца, после которого произойдет разрушение шва. Материал сварочного шва имеет меньшую прочность, чем стенка артерии. Поэтому нужно сделать сборку, состоящую из сосуда и сварного шва, а затем выполнять модулирование. Чтобы не усложнять расчет, примем одинаковыми пределы текучести сосуда и сварочного шва (см. рис. 5).

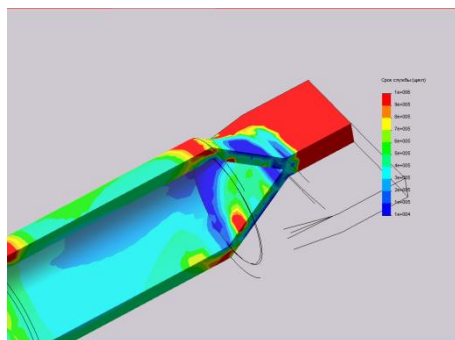


Рис. 5 – Количество сокращений сердца, после которых произойдет разрушение сварного шва артерии диаметром 6 мм при давлении крови 170 мм.рт.ст.

При сварке происходит нагревание живой ткани. Комплекс SolidWorks позволяет рассчитать изменение температуры ткани и электродов (см. рис.6).

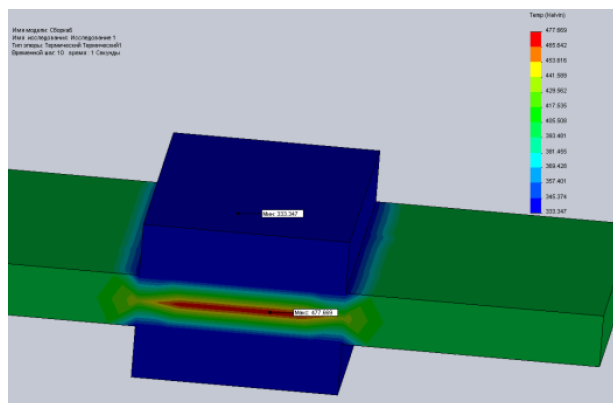


Рис. 6 – Максимальные температура ткани и электродов при сварке

Выводы

1. Программный комплекс САПР Solid Works – одна из наиболее легких в освоении студентами конструкторских программ для создания 3D моделей деталей и устройств медицинского назначения и получения их реалистических изображений.

2. С помощью комплекса Solid Works можно рассчитать распределение механических напряжений, резонансные частоты, прочность и нагрев деталей оборудования для сварки живых тканей.

Список литературы: 1. Патон Б.Е. Тканесохраняющая высокочастотная электросварочная хирургия. / Патон Б.Е., Иванова О.Н. / Киев: Наукова думка, 2009.- 200 с. 2. Абизов Р.А. Тканинозберігаюча високочастотна електрозварювальна технологія в хірургічному лікуванні на рак гортані. - Київ, 2011.- 100 с. 3. Кривохижина О.В. Информационное обеспечение предоперационного прогнозирования состояния сосудов в системе «Артериальные кровеносные сосуды» Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург – 2007.-45 с. 4. К. Каро и др. Механика кровообращения. «Мир», М., 1981, с.624.

Bibliography (transliterated): 1. Paton B.E., Ivanova O.N. Tkanesohranjajushhaja vysokochastotnaja jelektrosvarochnaja hirurgija. Kiev: Naukova dumka. 2009. 200. 2. Abizov R.A. Tkaninozberigajucha visokochastotna elektrozvarjuval'na tehnologija v hirurgichnomu likuvanni na rak gortani. Kyiv. 2011. 100. 3. Krivohizhina O.V. Informacionnoe obespechenie predoperacionnogo prognozirovaniya sostojanija sudov v sisteme «Arterial'nye krovenosnye sosudy» Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. Sankt-Peterburg. 2007. 45. 4. K. Karo i dr. Mehanika krovoobrashhenija. «Mir». Moscow. 1981. 624.

Надійшла (received) 21.07.2014