

УДК 617-089.844

ПРОЦЕСС ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ САМОРАСШИРЯЮЩЕГОСЯ СТЕНТА

Бодяк Д.А.¹, Вечорко А.В.¹, Минченя В.Т.²

¹Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены способы компьютерной оптимизации конструкций на примере оптимизации конструкции саморасширяющегося стента, произведен анализ параметрической оптимизации конструкции, выполненный с применением пакета Isight.

Ключевые слова: параметрическая оптимизация, саморасширяющийся стент, пакет Isight.

THE PROCESS OF PARAMETRIC OPTIMIZATION OF THE DESIGN ON THE EXAMPLE OF A SELF-EXPANDING STENT

Bodyak D.¹, Vechorko A.¹, Minchenya V.²

¹State enterprise "Science and technology park of BNTU Polytechnic"

²Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The article discusses methods of computer optimization of structures using the example of optimizing the design of a self-expanding stent, and analyzes the parametric optimization of the design, performed using the Isight.

Key words: parametric optimization, self-expanding stent, Isight.

Адрес для переписки: Бодяк Д.А., Сурганова 47/1, Минск 220113, Республика Беларусь

e-mail: denis.bodyak@park.bntu.by

Оптимизация – это процесс приведения объекта (системы) в оптимальное (наилучшее из возможных) состояние. Существует два основных подхода к оптимизации: параметрический и структурный (т. е. топологический). В процессе топологической оптимизации оптимизируется структура объекта, в процессе же параметрической – оптимизируются параметры (номиналы) элементов объекта.

В зависимости от числа критериев, по которым выполняется оптимизация объекта, различают однокритериальную и многокритериальную оптимизацию. В данной работе рассматривается задача многокритериальной оптимизации, так как необходимо учесть, как минимум, следующие параметры: способность стента расширяться на заданный диаметр без его разрушения, отсутствие пластических деформаций, оптимальная радиальная жесткость, оптимальное усилие высвобождения стента, высокая усталостная долговечность.

Следует заметить, что задачи оптимизации являются сложными и многокритериальными, в следствие чего обычно не удается достичь максимума сразу по нескольким критериям. Это обусловлено множеством факторов, в том числе современным уровнем техники и ограниченной вычислительной мощностью.

Параметрическая оптимизация модели стента.

В процессе параметрической оптимизации применим пакет для автоматизации и оптимизации процессов Isight. Методика оптимизации со-

стоит в выборе и задании изменяемых параметров, настройке алгоритма оптимизационных расчетов и выявлении оптимальных значений данных параметров [1]. В качестве изменяемого параметра примем ширину ламели стента (рис. 1).

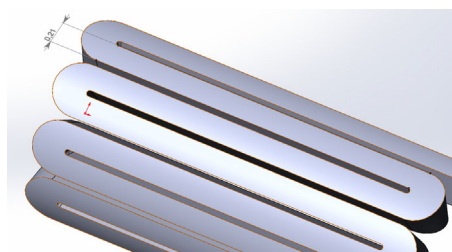


Рисунок 1 – Ширина ламели стента

Оптимизационная модель расчета в пакете Isight представлена на рис. 2.

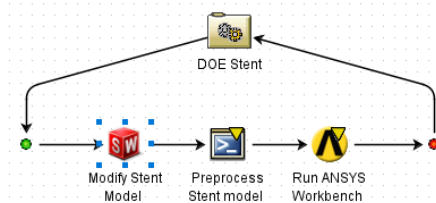


Рисунок 2 – Оптимизационная модель расчета стента

Ниже представим результаты расчетов для исходного и оптимизированного через несколько итераций образцов. Сравнение будем вести по критериям: максимальное напряжение по Мизесу,

максимальное главное напряжение, наличие зон возможных усталостных разрушений.

Исходная модель стента.

Напряжения по Мизесу в конечный момент расширения представлены на рис. 3.

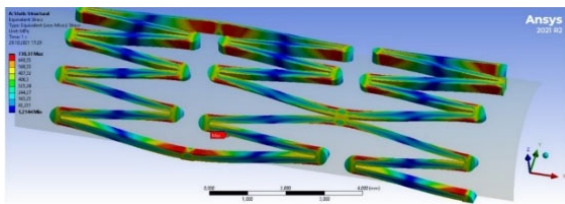


Рисунок 3 – Напряжения по Мизесу в исходном стенте

Распределения максимального главного напряжения представлены на рис. 4.

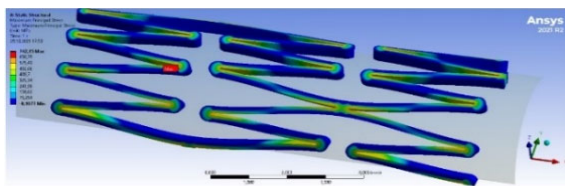


Рисунок 4 – Максимальное главное напряжение в исходном стенте

Результат расчета на наличие усталостных разрушений представлен на рис. 5.

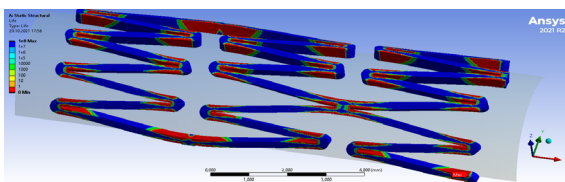


Рисунок 5 – Наличие усталостных разрушений в исходном стенте

Оптимизированная модель.

Напряжения по Мизесу в конечный момент расширения представлены на рис. 6.

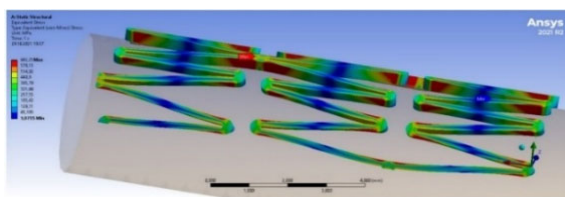


Рисунок 6 – Напряжения по Мизесу в оптимизированной модели

Распределения максимального главного напряжения представлены на рис. 7.

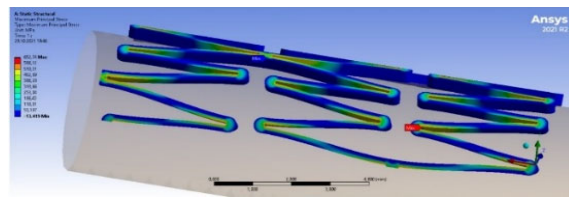


Рисунок 7 – Максимальное главное напряжение в оптимизированной модели

Результат расчета на наличие усталостных разрушений представлен на рис. 8.

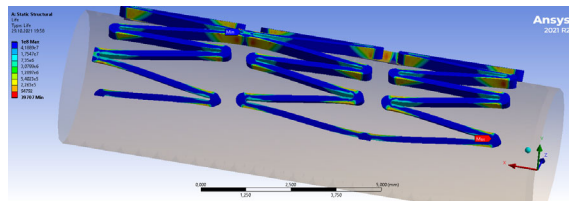


Рисунок 8 – Наличие усталостных разрушений в оптимизированной модели

Из полученных в процессе оптимизации результатов можно сделать выводы, что напряжения по Мизесу значительно падают при уменьшении ширины ламели на 10–15 %, однако, при дальнейшем ее уменьшении напряжения начинают возрастать. Уменьшив ширину ламели на 12 % мы смогли получить уменьшение напряжений по Мизесу с 730,37 МПа до 657,52 МПа, т.е. практически на 10 %. Аналогичная ситуация наблюдается и с распределением максимальных главных напряжений. Наблюдается снижение напряжения в оптимизированном образце на 10 % по сравнению с исходным, дальнейшее уменьшение ширины ламели не оказывает значительного влияния величину напряжения. С точки зрения долговечности наблюдается значительное улучшение. Согласно расчетам, в исходном стенте начинали проявляться усталостные разрушения уже с первого цикла сжатия. При уменьшении ширины ламели на 10 % количество циклов до проявления возможных усталостных разрушений значительно возрастает.

Литература

1. Design Optimization of Coronary Stent Based on Finite Element Models/ H. Li, [et al.]// The Scientific World Journal. – 2013. – Vol. 4. – 10 p.