

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лившиц Ю.Е., Савёлов П.И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Традиционные способы проектирования, в том числе интуиция конструктора, не позволяют в полной мере реализовать в разрабатываемых конструкциях преимущества новых технологий, которые обеспечивают практически безграничные возможности конструктивных решений. Одним из самых эффективных методов оптимизации конструкций является топологическая оптимизация, при помощи которой рассматриваются различные варианты геометрии конструкции, и при этом улучшить её физико-механические свойства – уменьшить массу, повысить жёсткость и т.д. В результате применения такого метода возможно разработка конструкций уникальной сложной конфигурации, производство которых возможно только при помощи аддитивных технологий.

Нами была разработана конструкция мобильной солнечной электростанции (МСЭ) [1]. Одним из основных требований к мобильным устройствам является минимальные массогабаритные параметры.

Целью работы является применение генеративного проектирования при оптимизации топологии несущих конструкций и отдельных деталей мобильной солнечной электростанции для существующих и перспективных методов аддитивного производства.

Задача топологической оптимизации реализовалась на примере нахождения оптимального, с точки зрения жёсткости, распределения материала в кронштейне крепления дополнительной опоры МСЭ.

Для реализации данного метода оптимизации необходимо определение частных производных целевой функции по переменным проектирования. Процесс изменения конструкции и структуры детали, с учётом варьирующегося параметра (объём материала детали), при заданном критерии оптимальности – масса детали и величина допустимых эквивалентных напряжений при заданных эксплуатационной нагрузке 250 Н.

Генеративное проектирование проводилось при помощи САПР SolidWorks, в процессе которого определялось наилучшее распределение материала в пределах заданной цели и системы ограничений (запас прочности 40 % относительно предела текучести материала).

Результаты оптимизации конструкции кронштейна (рис. 1а) представлены на рисунке 1б. Применение генеративного проектирования позволило определить новую конфигурацию детали со сниженной массой на 30 %.

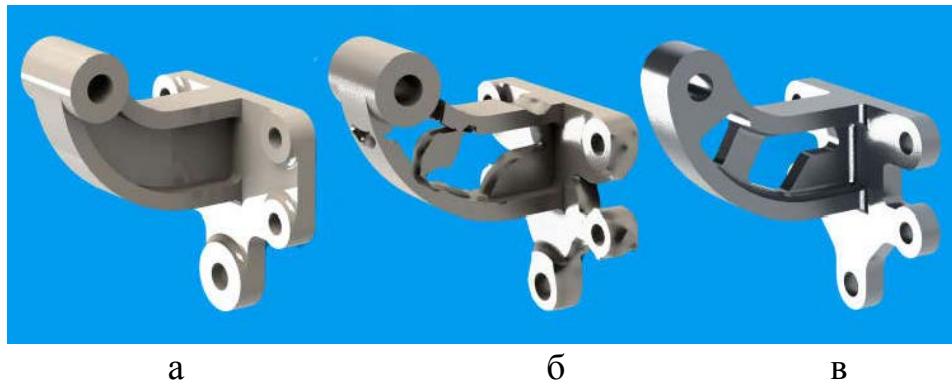


Рисунок 1 – Оптимизация кронштейна крепления

Модели, разработанные при помощи топологической оптимизации, можно экспортировать как STL-файлы для дальнейшего изготовления при помощи аддитивных технологий. Однако геометрия оптимизированной модели рисунок 1б является неудобной с точки зрения эксплуатации и её эстетического восприятия. Поэтому, окончательная конфигурация кронштейна (рис. 1в) была доработана с точки зрения придания форме детали аналогичной классическим методам изготовления.

Для верификации разработанной модели проведены компьютерные исследования величины максимальной деформации и эквивалентных напряжений при эксплуатационной нагрузке (рис. 2).

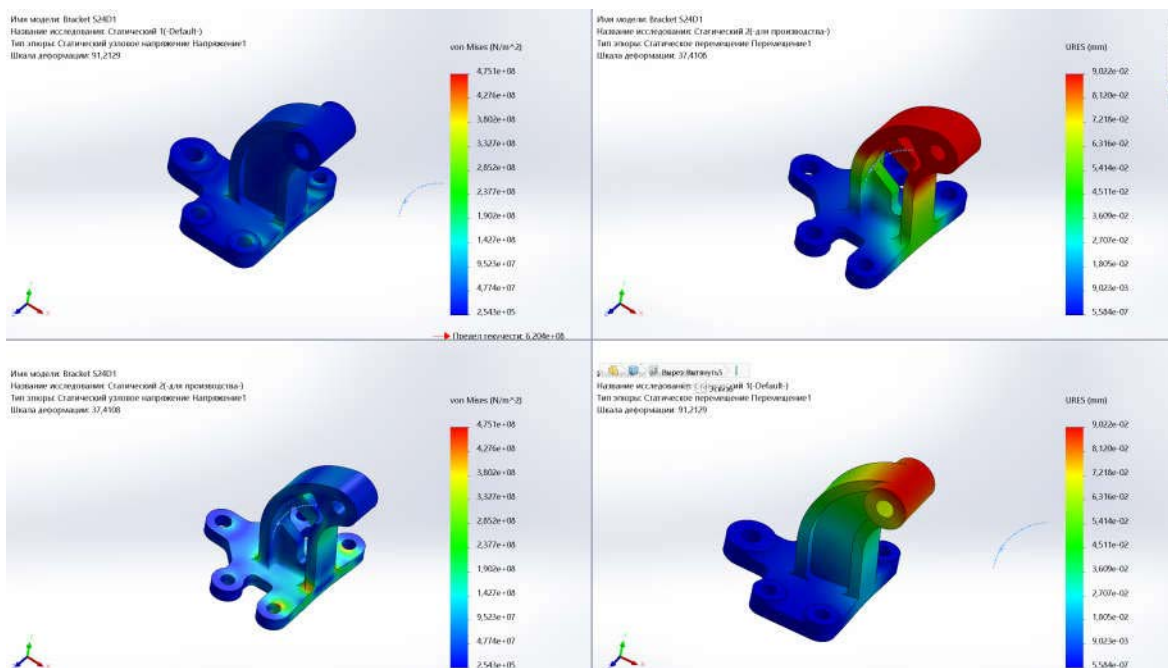


Рисунок 2 – Результаты компьютерных исследований

Установлено, что максимальные величины эквивалентных напряжений и деформации оптимизированной конфигурации кронштейна не превышает допустимые.

1. Савёлов, П.И. Разработка конструкции мобильной солнечной электростанции / П.И. Савёлов, Ю. Е. Лившиц // Доклады БГУИР – Минск, 2020; 18(3) – С 57-62. DOI:10.35596/1729-7648-2020-18-3-57-62