

Облегчение элементов планера самолёта с использованием топологической оптимизации.

Научный руководитель – Файзуллина Наргиз Миродиловна

Пузырецкий Евгений Александрович

Студент (бакалавр)

Казанский национальный исследовательский государственный технический университет им. А.Н.Туполева, Институт авиации, наземного транспорта и энергетики, Кафедра конструкции и проектирования летательных аппаратов, Казань, Россия

E-mail: just.man6@mail.ru

Идея подобной оптимизации целью которой является максимальная экономия материала появилась в начале XX века. Первая работа была опубликована в 1904 году Энтони Митчеллом. Когда появился метод конечных элементов в 1960-ых годах его начали связывать с оптимизацией структуры. В 1980-ых были разработаны хорошие, законченные теории. Топологическая оптимизация (ТО) - это математический метод автоматизированного проектирования, который позволяет перестраивать материал элемента в пространстве для уменьшения его массы с сохранением либо улучшением его прочностных характеристик для выбранного набора нагрузок, граничных условий и ограничений. ТО даёт возможность получить наилучшую форму детали в заданных условиях эксплуатации. В качестве ограничений обычно выступают процент массы, деформации, запаса прочности, условие симметрии изделия и ограничения технологии производства изделия. ТО возможна только в среде численного моделирования, так как использует метод конечных элементов для оценки характеристик изделия. Благодаря этому программа способна, анализируя состояние каждого конечного элемента изделия, перемещать эти элементы, удалять их или их части [1]. Для решения задачи оптимизации используется следующий алгоритм: 1. Область оптимизирования разбивается на конечные элементы. К полученной конечно-элементной модели прикладывают граничные условия и условия нагружения. 2. Рассчитывают напряженно деформированное состояние конструкции. 3. Находятся максимальное и минимальное напряжения в узлах каждого элемента. 4. Рассчитывают критерий оптимизации [2]. Формула для расчёта нагруженности модели, учитывающая распределение напряжений в конструкции записывается следующим образом: $\sigma = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$, где σ_{\min} , σ_{\max} - минимальное и максимальное напряжения в конструкции. $\phi = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) * e^{-\sigma_{\min}}$, где ϕ - критерий оптимизации; e - коэффициент оптимизации.

Источники и литература

- 1) Марченко, П.А. Топологическая оптимизация модели кронштейна под установку звездного датчика/ П.А.Марченко, А.Д. Новокшенов // XLIV Неделя науки СПб-ПУ: материалы научного форума с международным участием. Институт прикладной математики и механики – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – Часть V. – С. 97 – 100.
- 2) Новокшенов А.Д. Оптимальное проектирование конструкций в интегрированной системе компьютерного инжиниринга, 2018г;

Иллюстрации

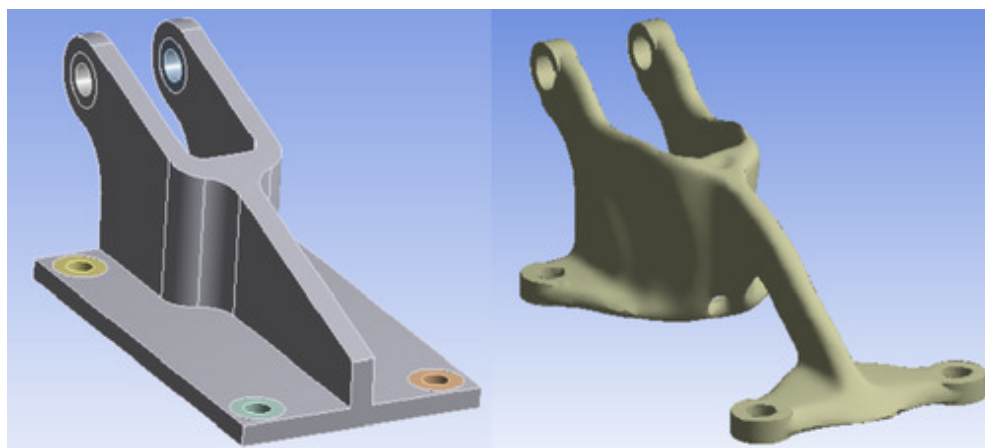


Рис. 1. Изделие до и после топологической оптимизации

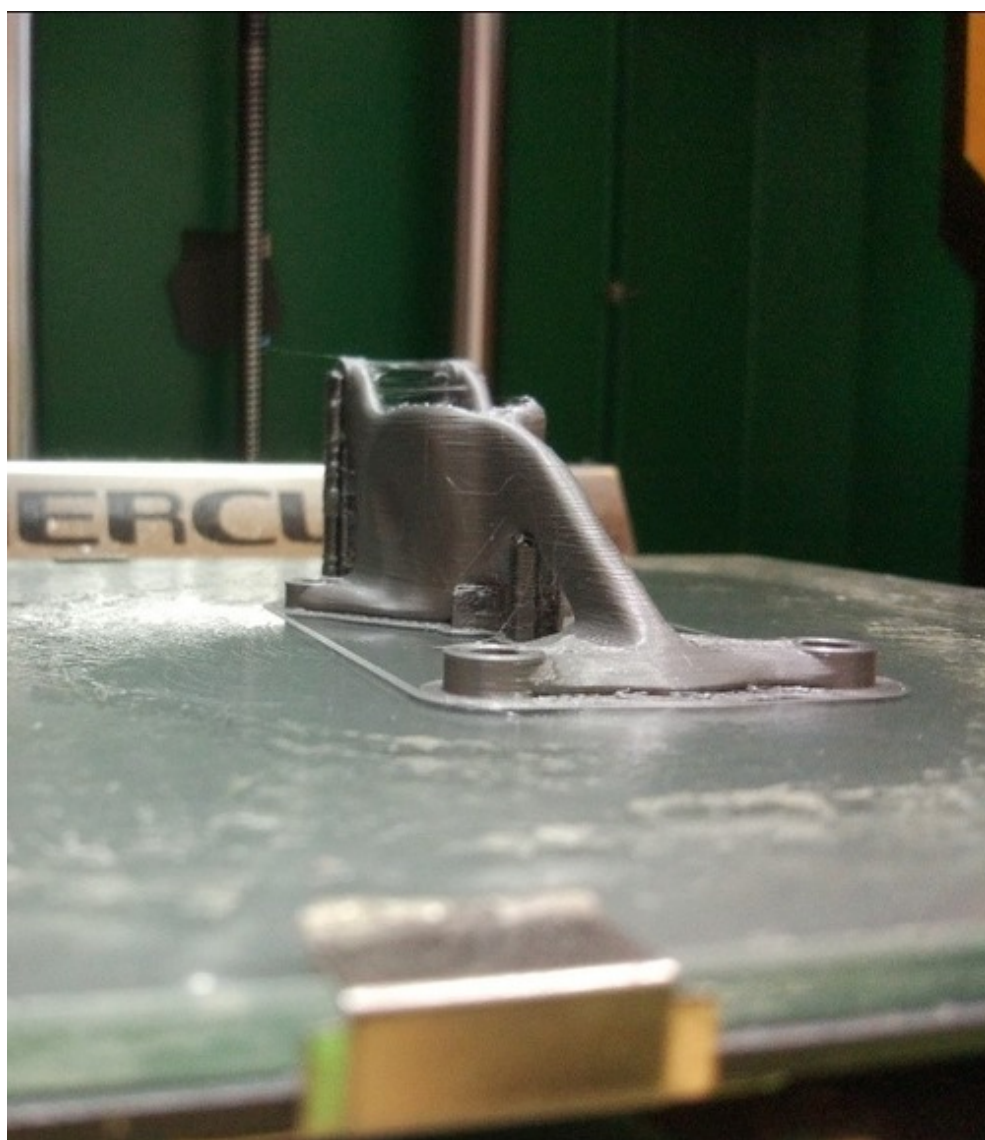


Рис. 2. Реальное изделие после ТО.