



Презентация по дипломной работе

Применение программной системы OptiStruct к оптимизации однослойных и многослойных пластин

Направление: 15.03.03 (151600) - Прикладная механика

Выполнил

студент гр.43602/3 Горюнов В. О.

Руководитель

асс. Немов А. С.
проф. Боровков А. И.

Санкт-Петербург
2015

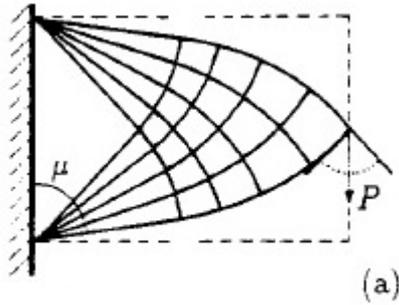


Содержание работы

1. Общие сведения об оптимизации
2. Пример 1. Консольная пластина
3. Пример 2. Прямоугольная панель
4. Пример 3. Квадратная пластина с отверстием
5. Пример 4. Топологическая и free-size оптимизация композитных материалов
6. Оптимизация конструкционного элемента космического аппарата



В статье G.I.N. Rozvany, M. Zhou, T. Birker. Generalized shape optimization without homogenization. 1992 г. представлены результаты оптимизации консольной панели:



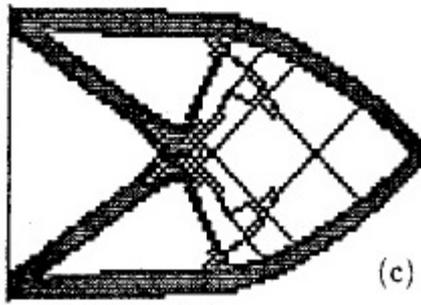
(a)

Точная топология, являющаяся дискретным решением фермы (Nemp 1973, с. 97-99)



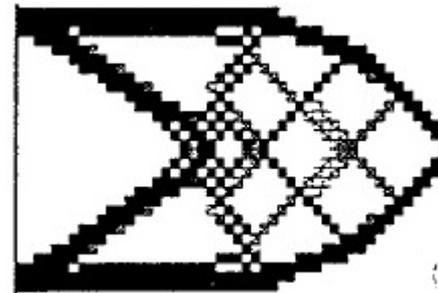
(b)

Топология, порожденная использованием микроструктуры с квадратными отверстиями (метод гомогенизации) (Suzuki and Kikuchi 1991)



(c)

Решение методом SIMP M. Zhou (10800 треугольных элементов)



(d)

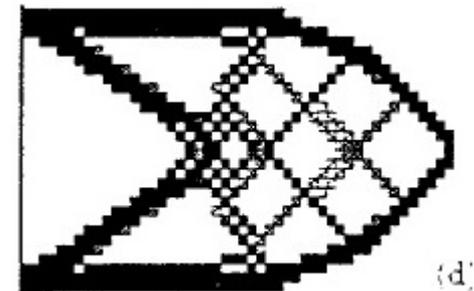
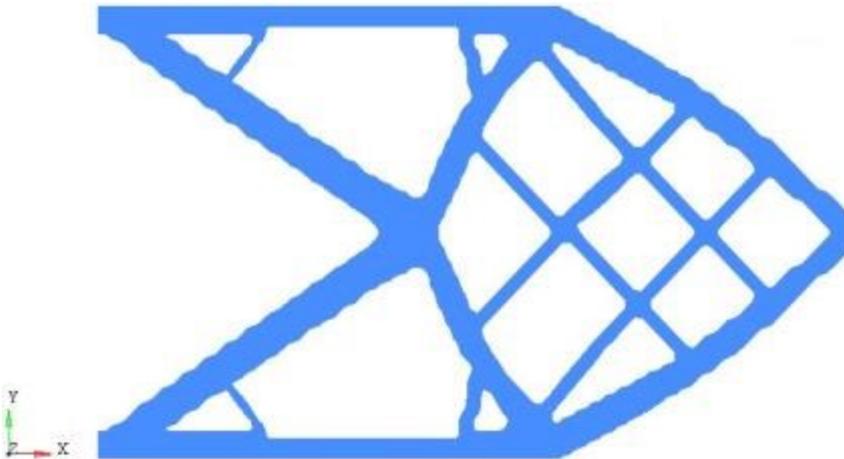
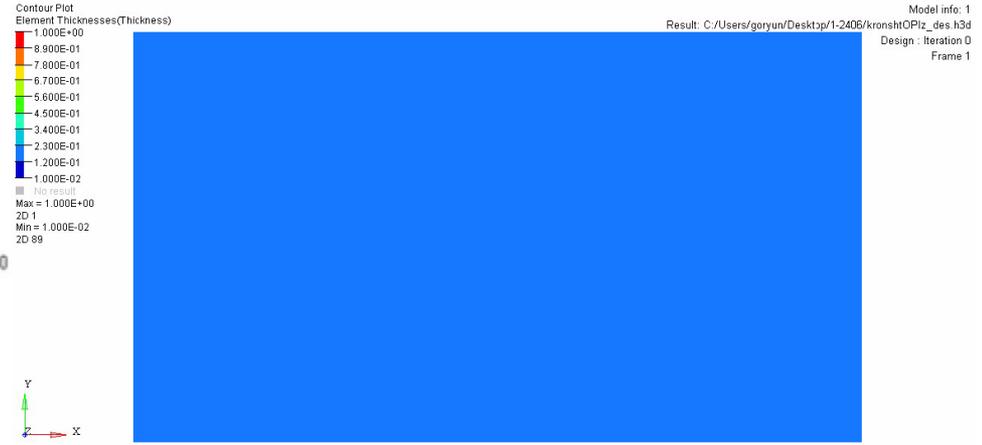
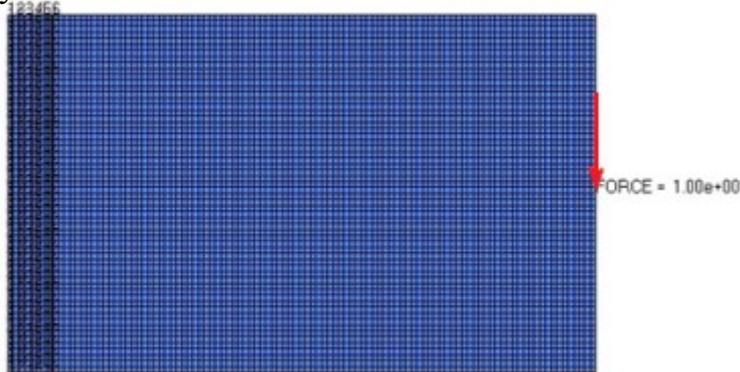
Решение методом SIMP T. Birker (1440 квадратных элементов)



Пример 1. Консольная пластина:

Размеры пластины 17.5x10x1 мм.

Модуль упругости 6 Мпа, коэффициент Пуассона 0.3.

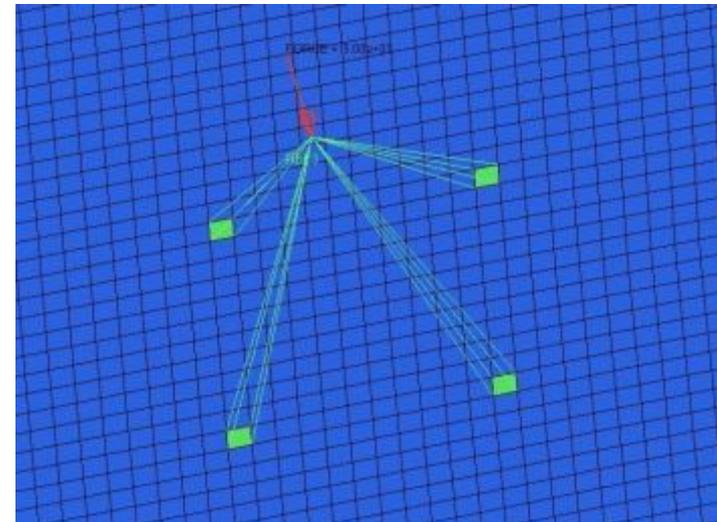
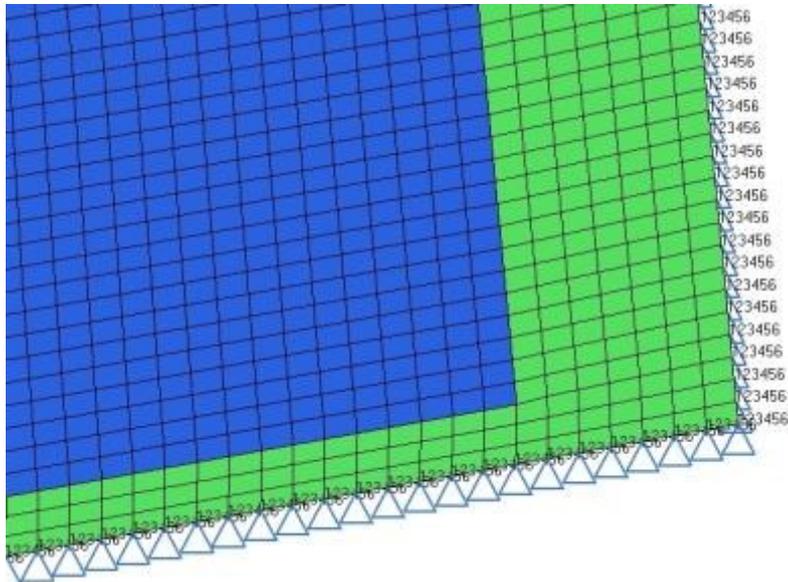
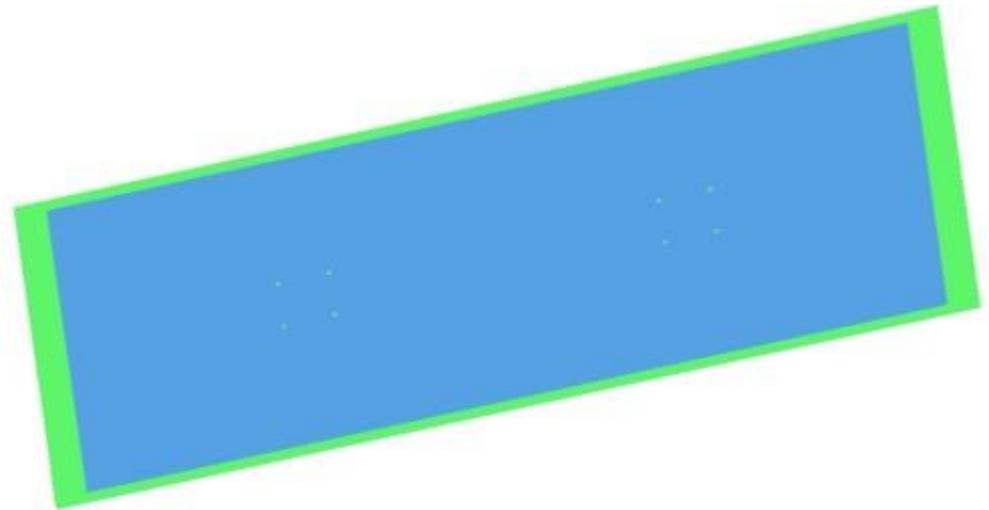


Решение методом SIMP T. Birker (1440 квадратных элементов)



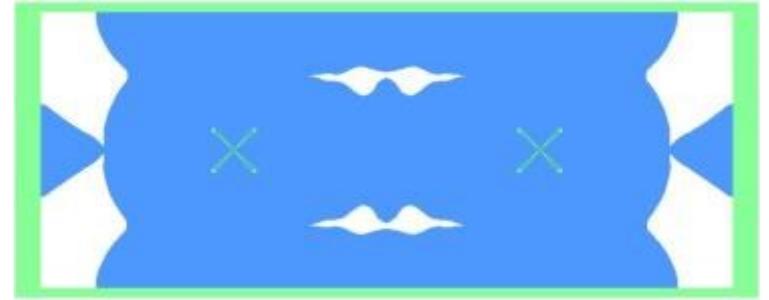
Пример 2. Прямоугольная панель:

Длина панели – 1.985 м, ширина – 0.790 м, толщина – 0.8 мм. Модуль упругости $E=72$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность $\rho=2800$ кг/м³.

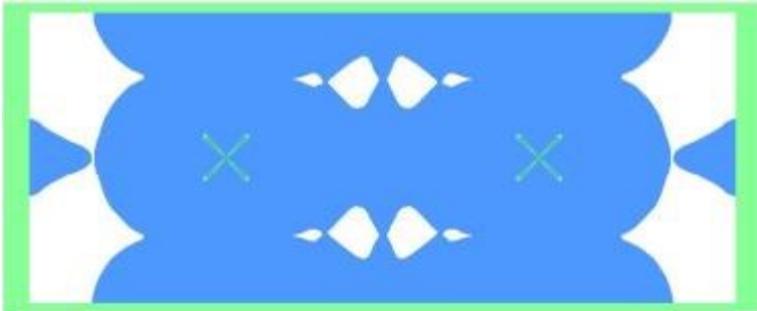




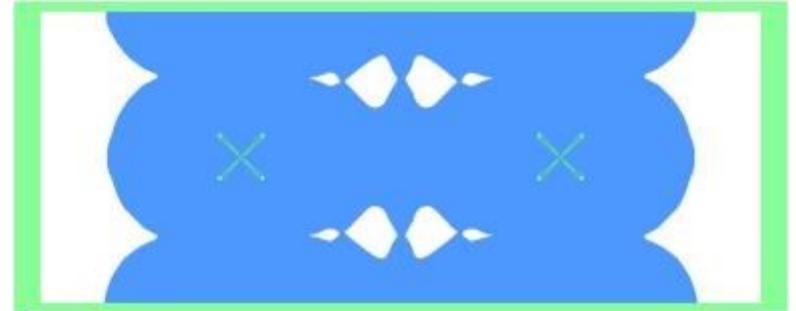
Ограничение на перемещение – 6 см



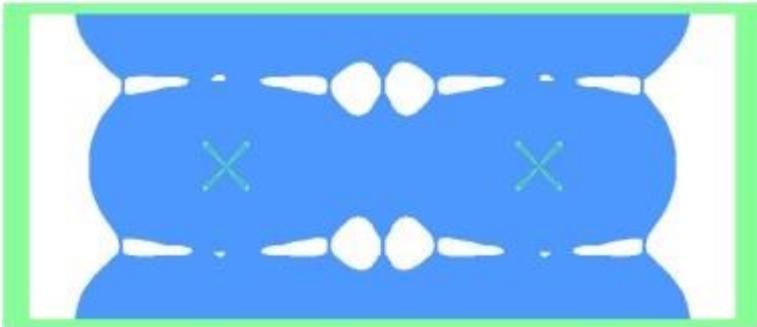
Ограничение на перемещение – 6.2 см



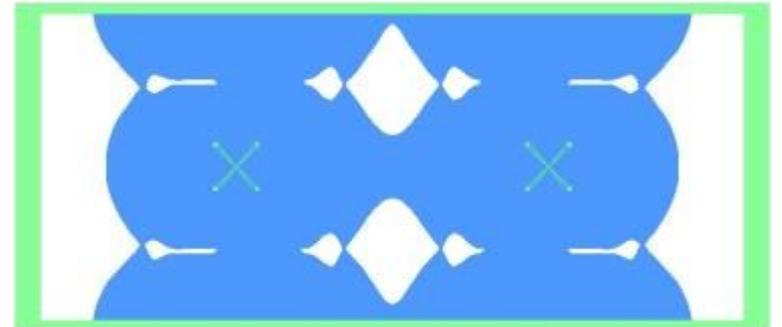
Ограничение на перемещение – 6.4 см



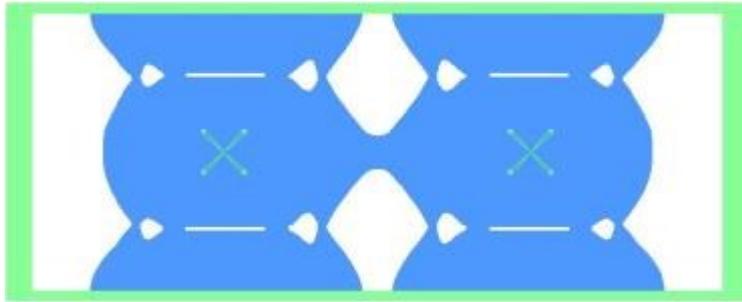
Ограничение на перемещение – 6.4 см



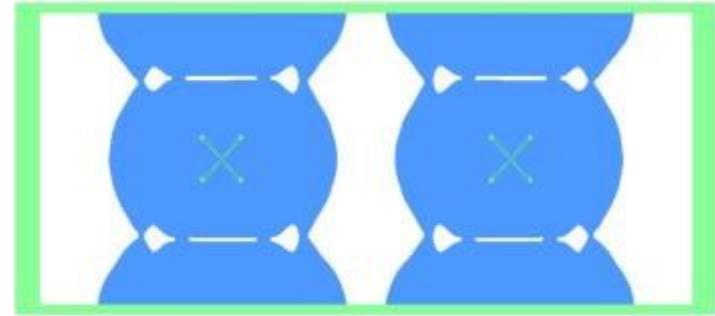
Ограничение на перемещение – 6.4 см



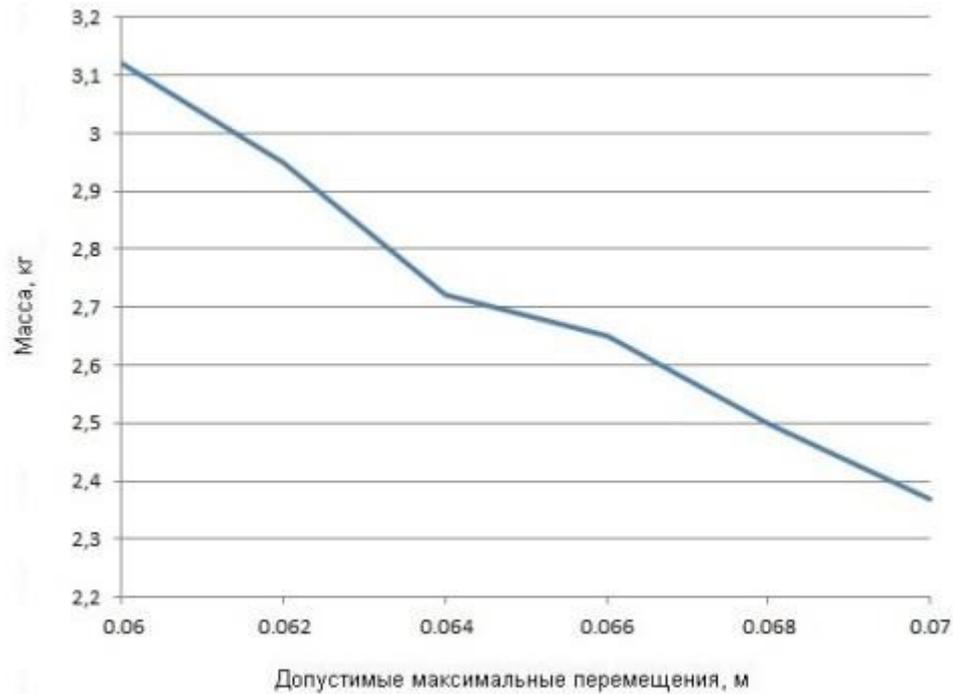
Ограничение на перемещение – 6.6 см



Ограничение на перемещение – 6.8 см



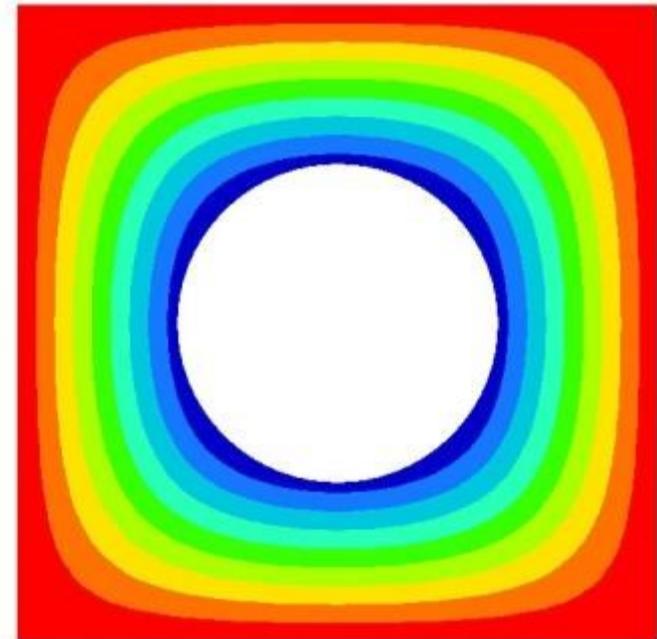
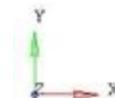
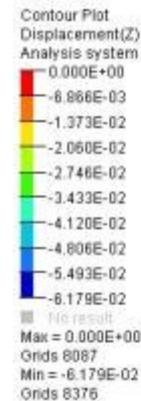
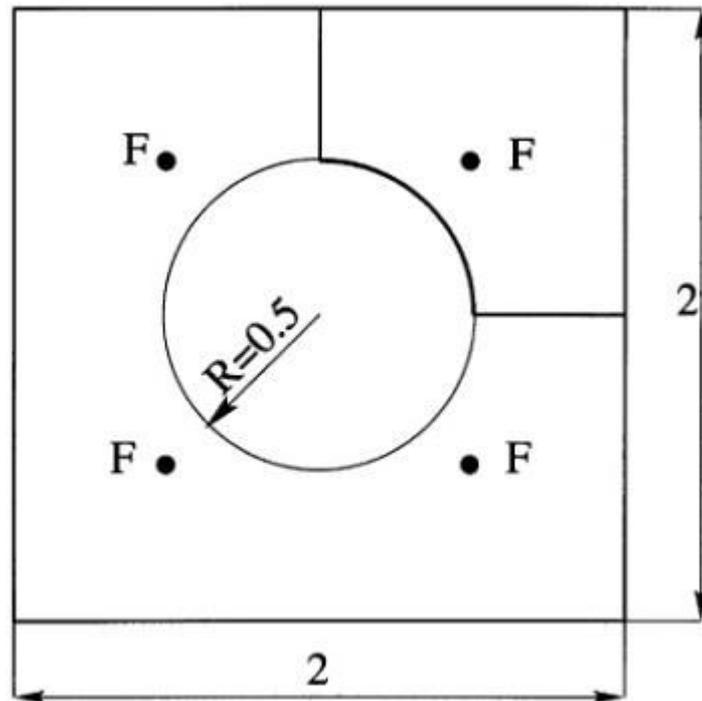
Ограничение на перемещение – 7 см

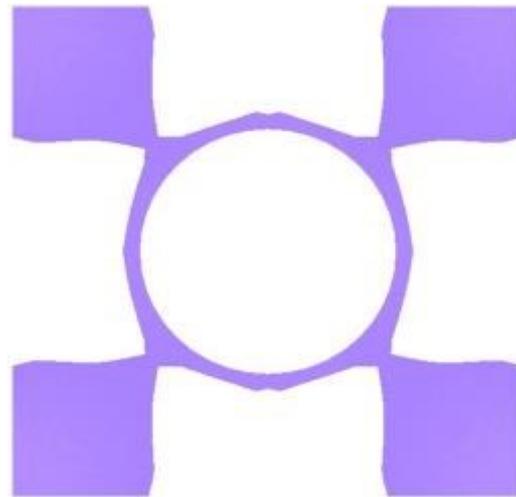
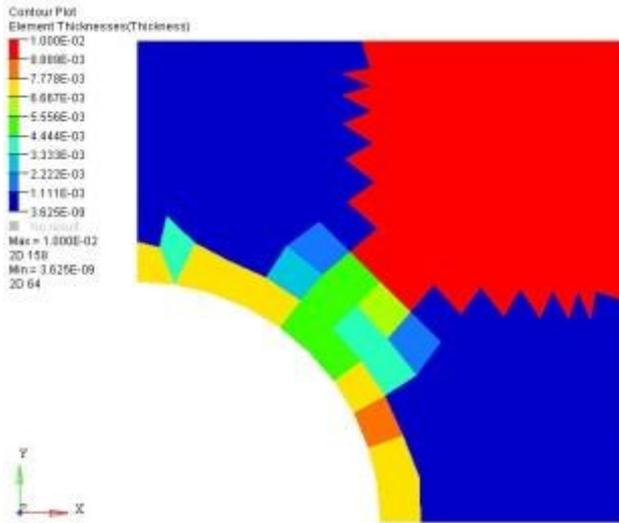


Пример 3. Квадратная пластина с отверстием:

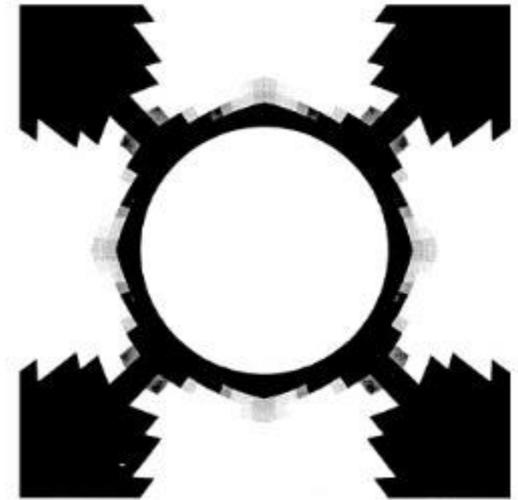
Воспроизведем задачу из F. Belblidia, J.E.V. Lee, S. Rechak, E. Hinton. Topology optimization of plate structures using a single- or three-layered artificial material model.

Толщина пластины 1 см. Пластина шарнирно закреплена по контуру (запрещены только перемещения). В четырех точках, находящихся в серединах четвертей пластины приложены силы по 300 Н. Модуль упругости $E=6 \cdot 10^9$ Па; плотность $\rho=1000$ кг/м³; коэффициент Пуассона $\nu=0.3$.

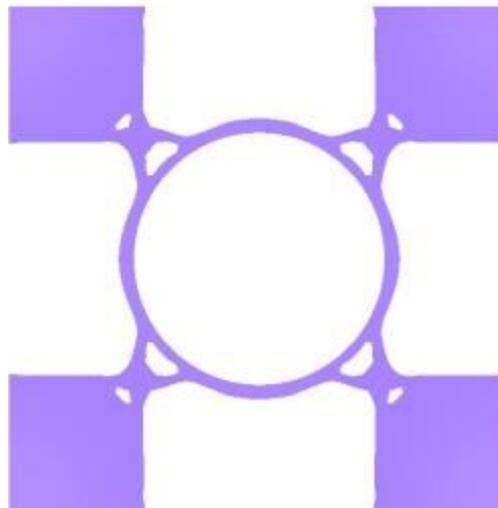
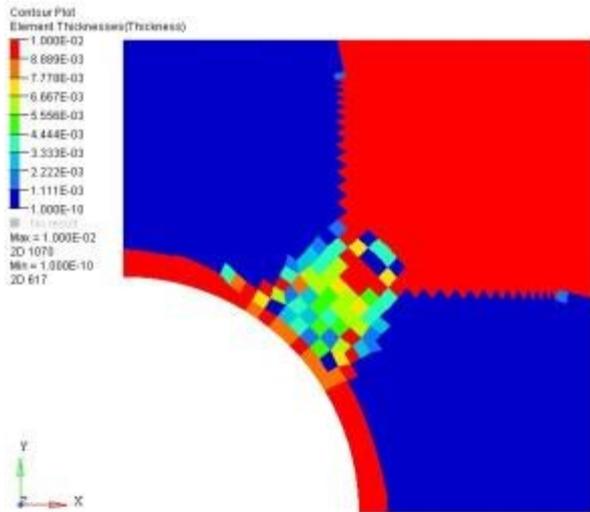




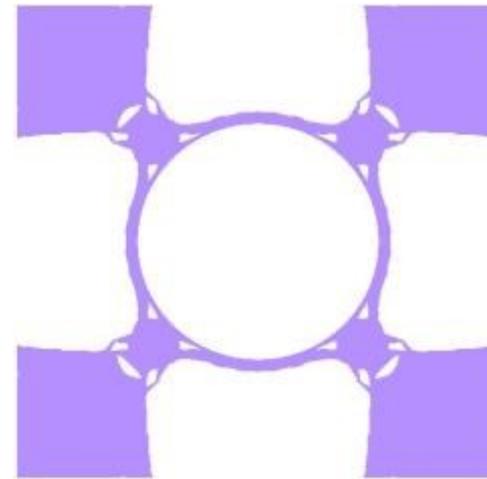
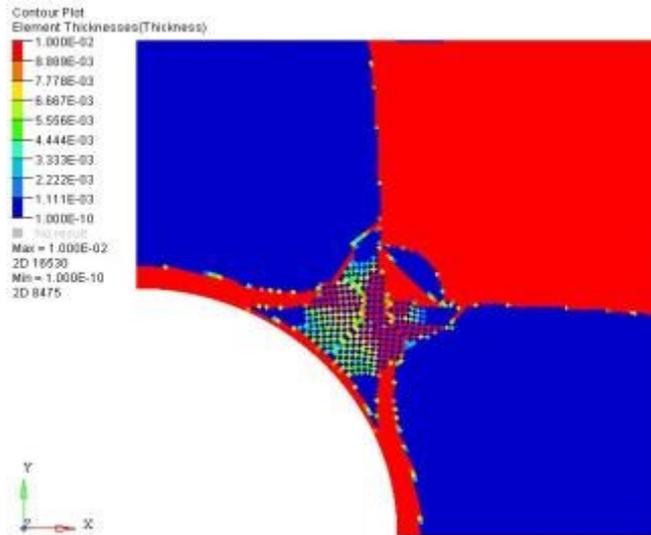
Перемещение точки приложения силы – 7.5 см,
масса – 3.7 кг.



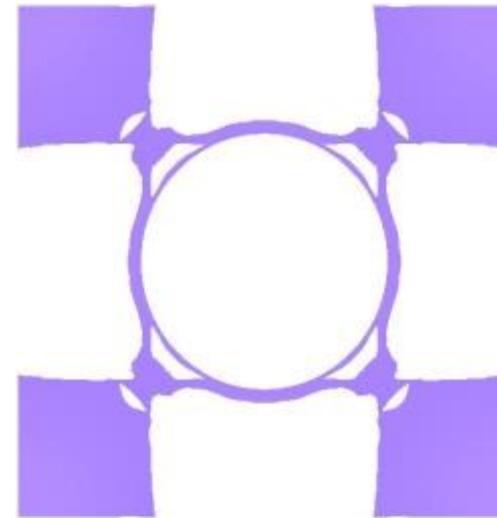
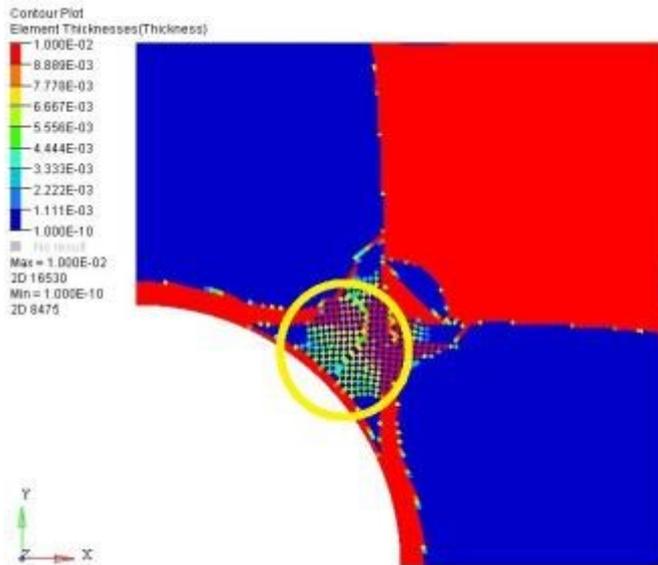
Результат из статьи F. Belblidia, J.E.B. Lee, S. Rechak, E. Hinton. Topology optimization of plate structures using a single- or three-layered artificial material model.



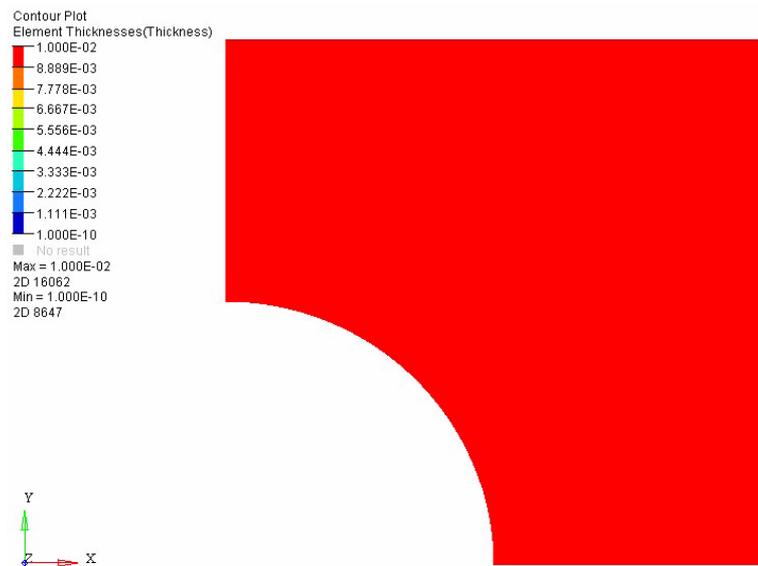
Перемещение точки приложения силы – 7.8 см,
масса – 3.5 кг.



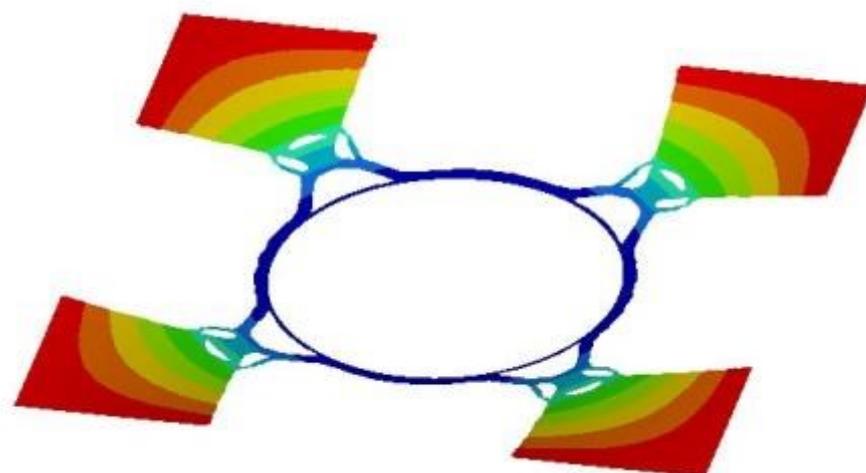
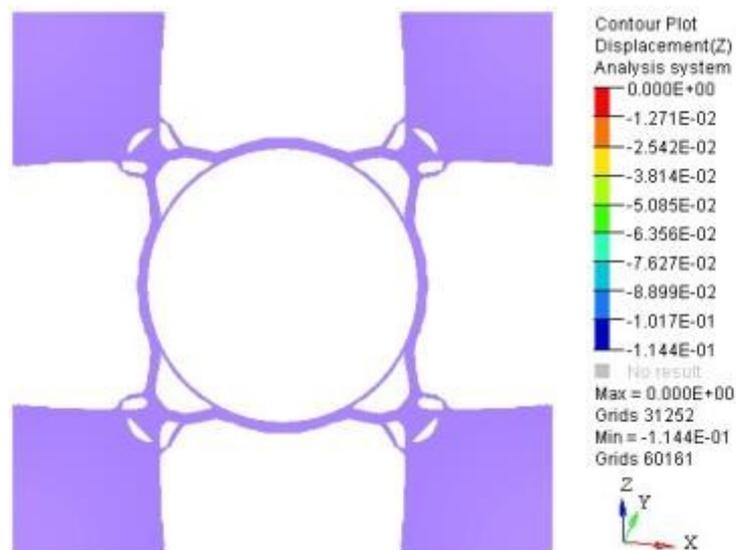
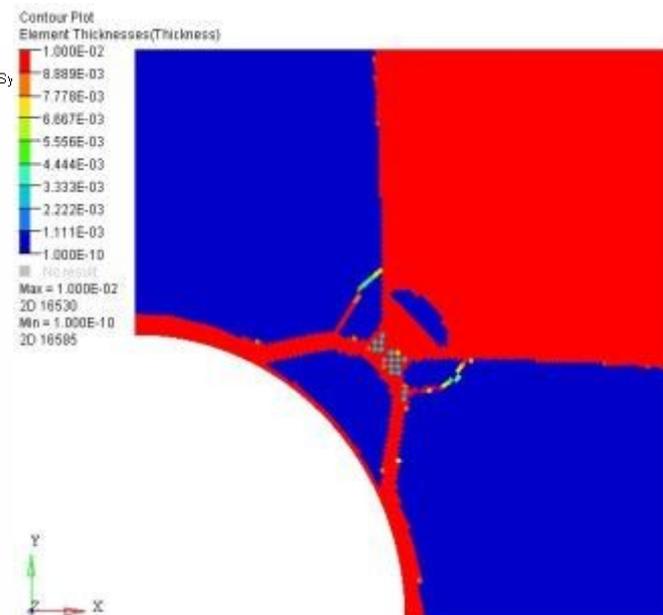
Перемещение точки приложения силы – 7.5 см,
масса – 3.7 кг.



Перемещение точки приложения силы – 7.8 см,
масса – 3.5 кг.



Result: C:/Users/goryun/Desktop/1-2006/Sy

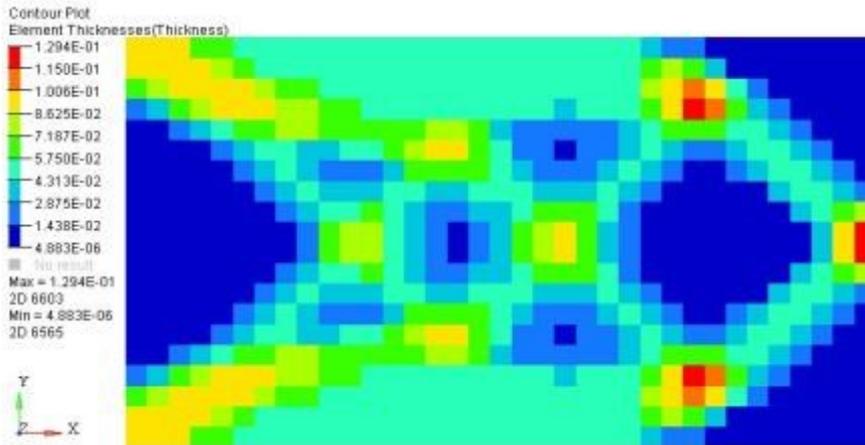
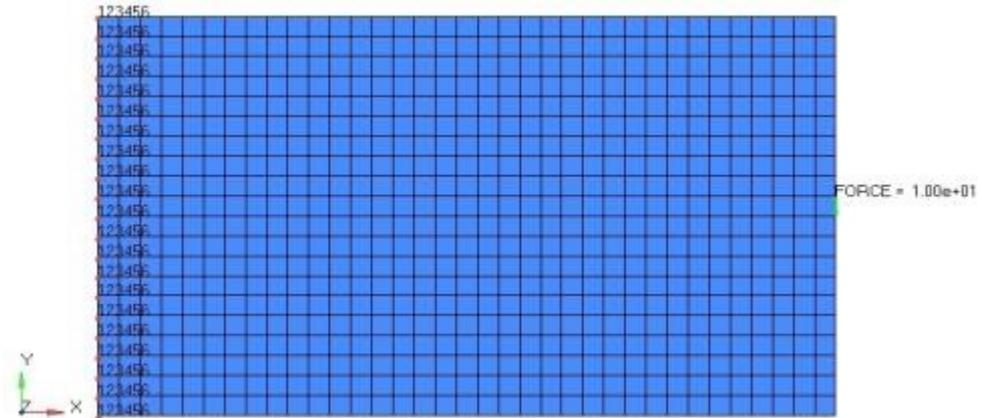


Перемещение точки приложения силы – 7.6 см,
масса – 3.5 кг.

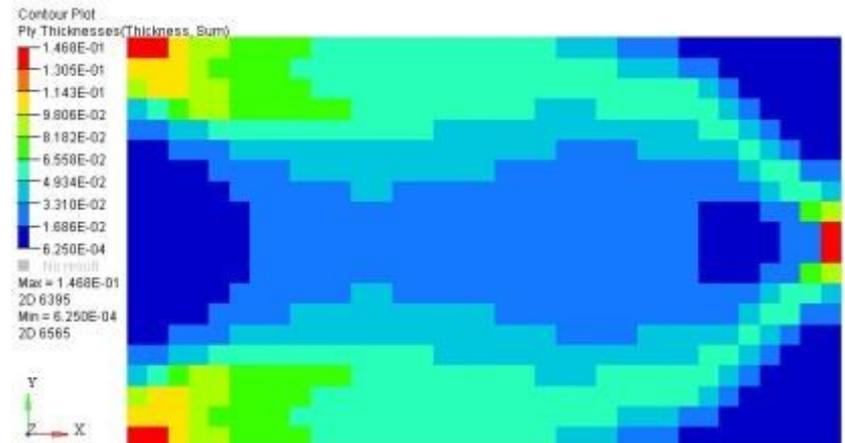


Пример 4. Топологическая и free-size оптимизация композитных материалов:

Панель состоит из восьми слоев углепластика с направлениями укладки 0, 45, -45 и 90 градусов и симметричным расположением относительно плоскости модели. Свойства материала: модули упругости $E_x=160$ ГПа; $E_y=E_z=8$ ГПа; модули сдвига $G_{xy}=G_{xz}=G_{yz}=5$ ГПа; коэффициент Пуассона $\nu=0.32$; плотность $\rho=1500$ кг/м³.

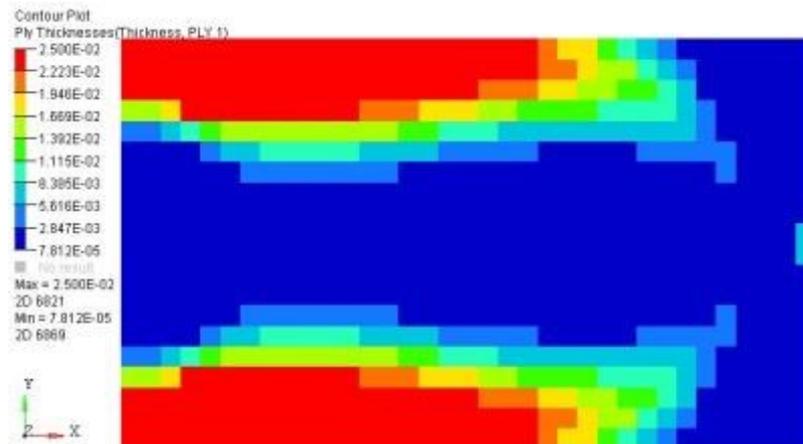
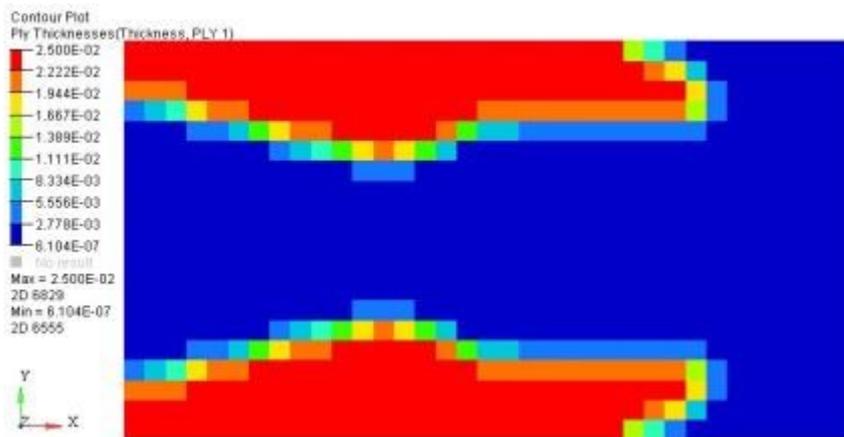


Податливость – $2.9 \cdot 10^{-7}$ м/Н.

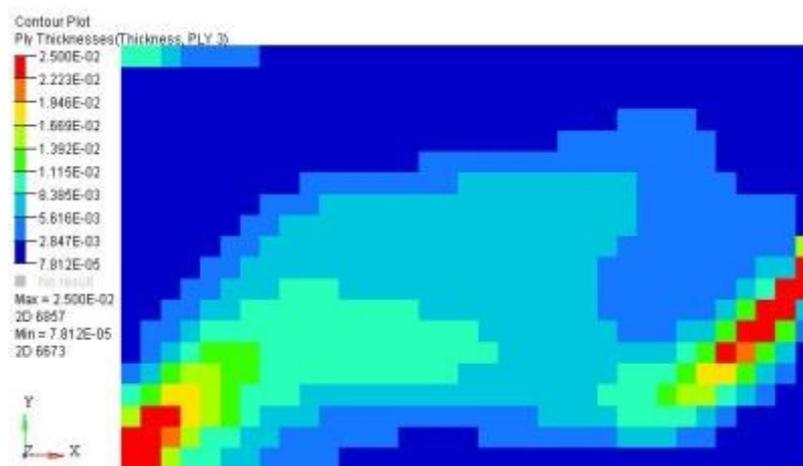
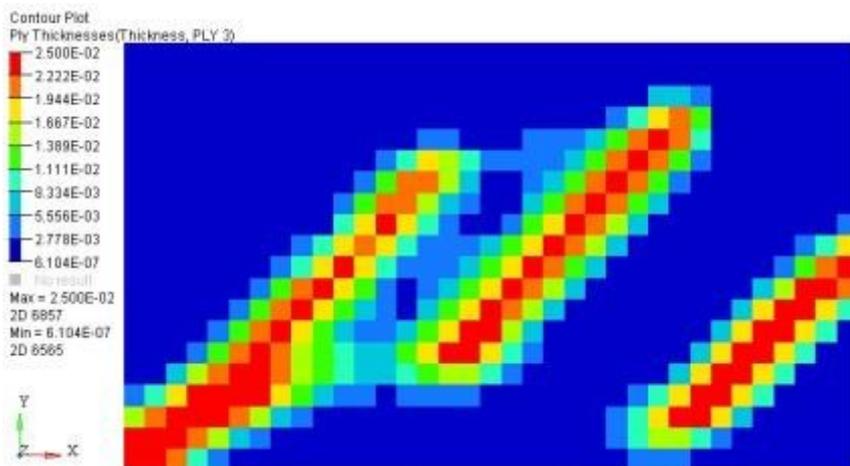


Податливость – $2.4 \cdot 10^{-7}$ м/Н.

Распределение толщин слоя с направлением укладки 0 градусов

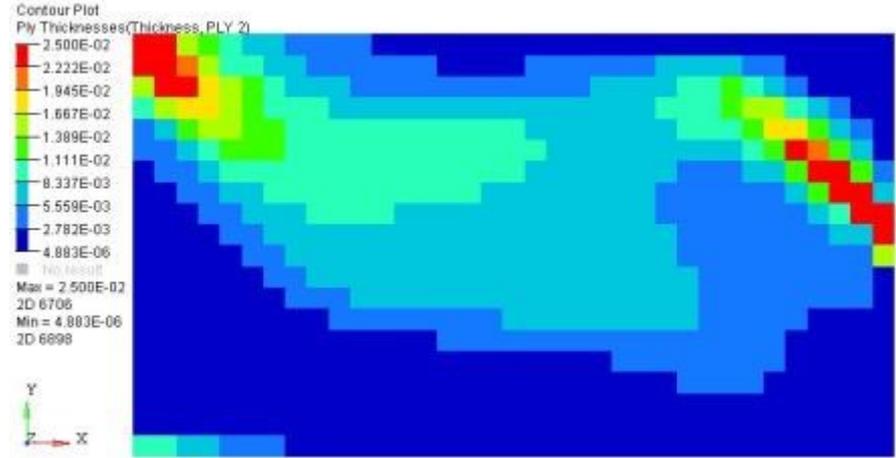
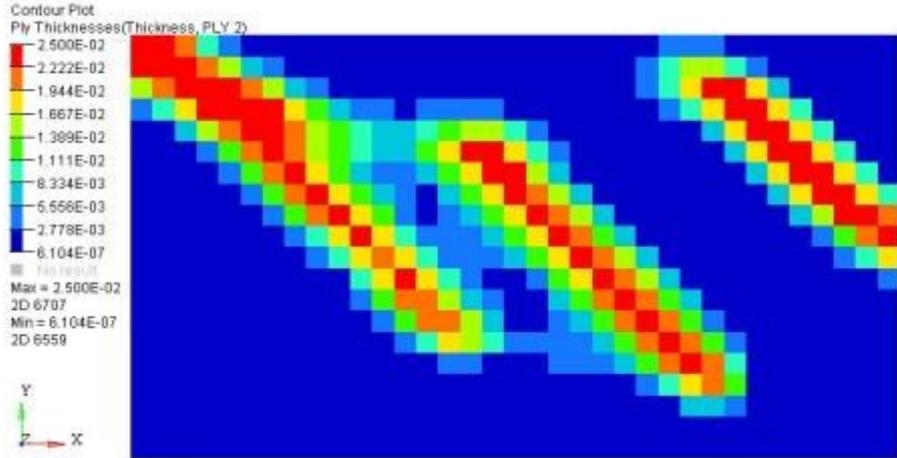


Распределение толщин слоя с направлением укладки 45 градусов

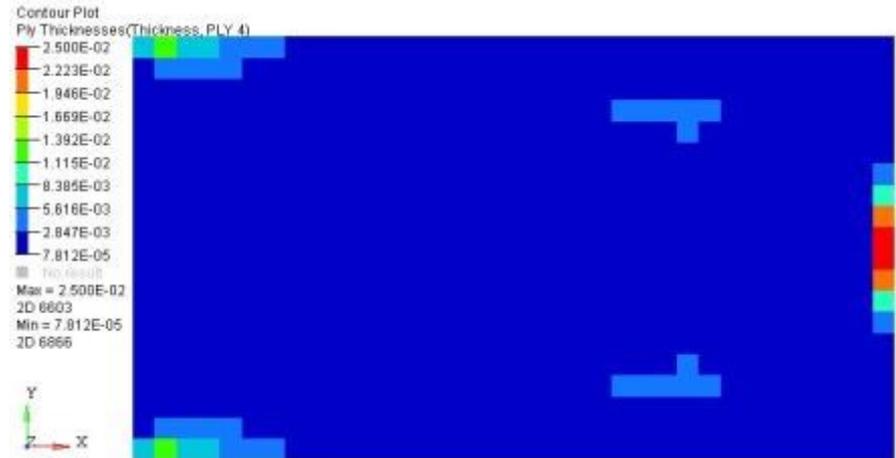


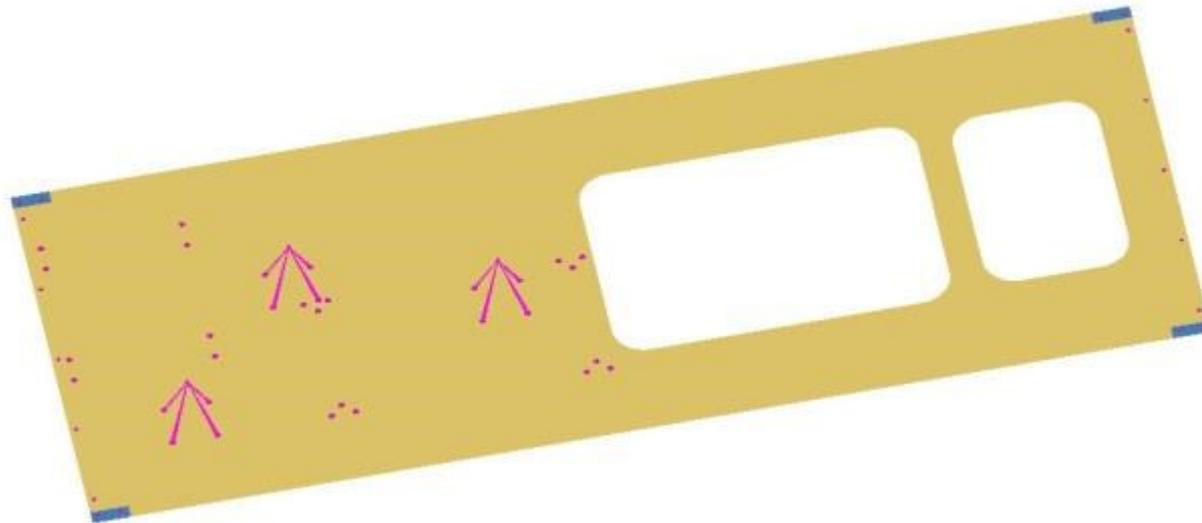
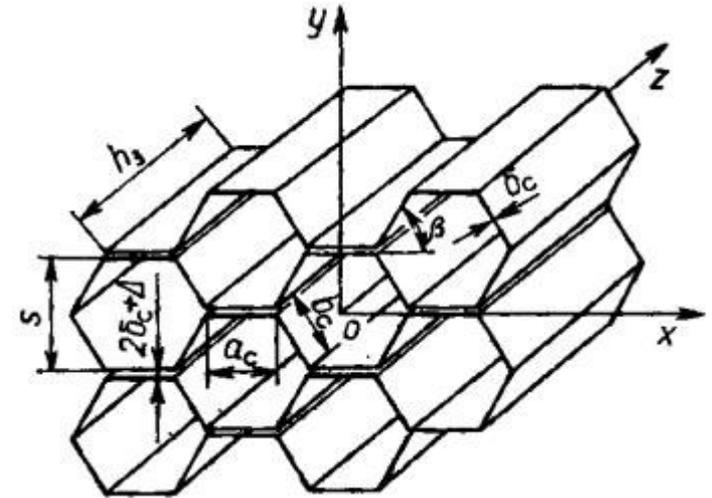
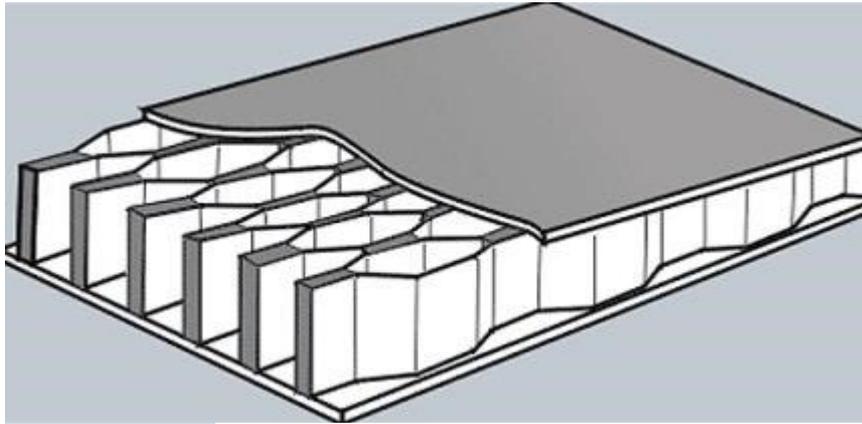


Распределение толщин слоя с направлением укладки -45 градусов



Распределение толщин слоя с направлением укладки 90 градусов

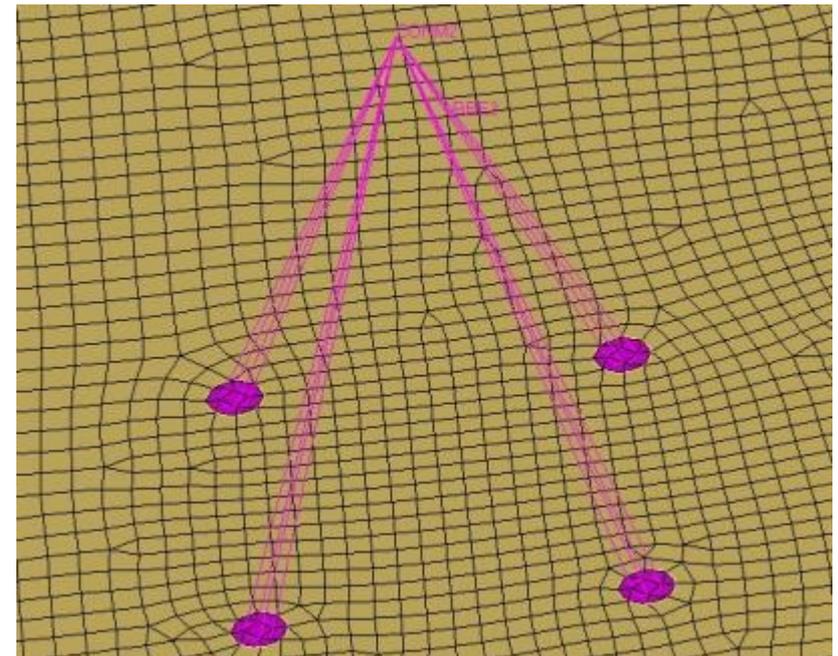
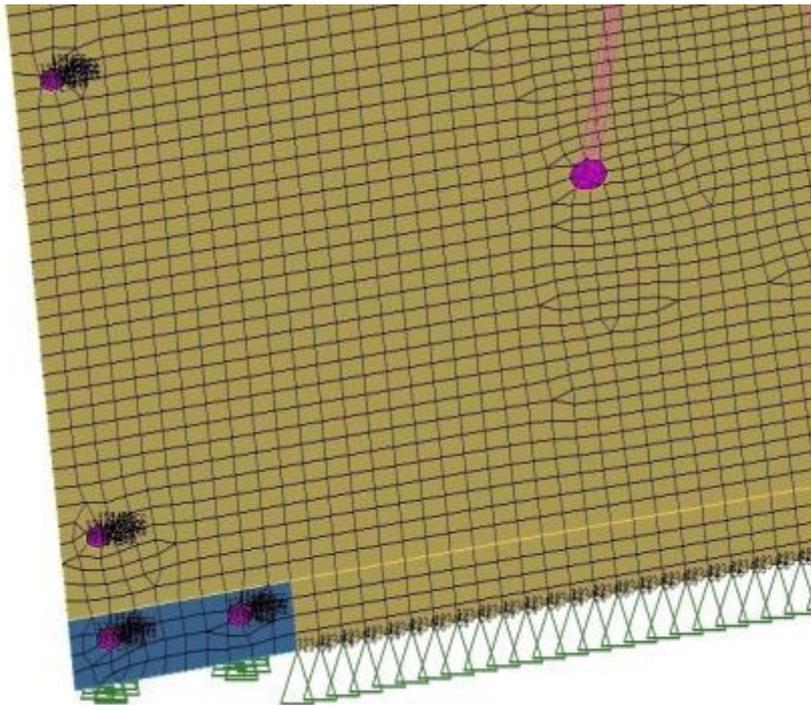
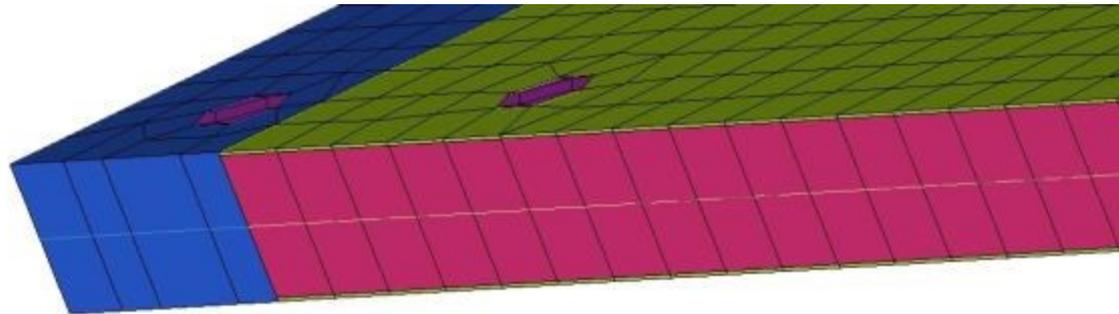


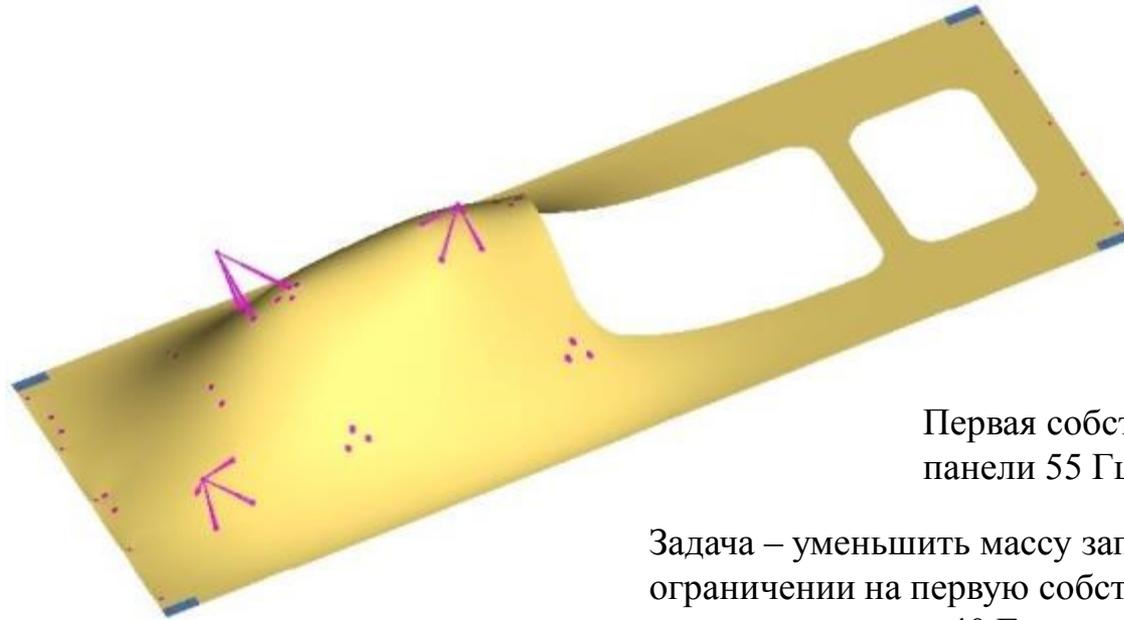


Панель состоит из обкладных дюралюминиевых листов Д16А.Т толщиной по 0.4 мм и сотового заполнителя с шестигранной ячейкой из алюминиевого сплава АМг2-Н толщиной 15.2 мм, суммарная толщина панели 16 мм. На расстоянии 10 см от панели закреплены три массы по 5 кг.



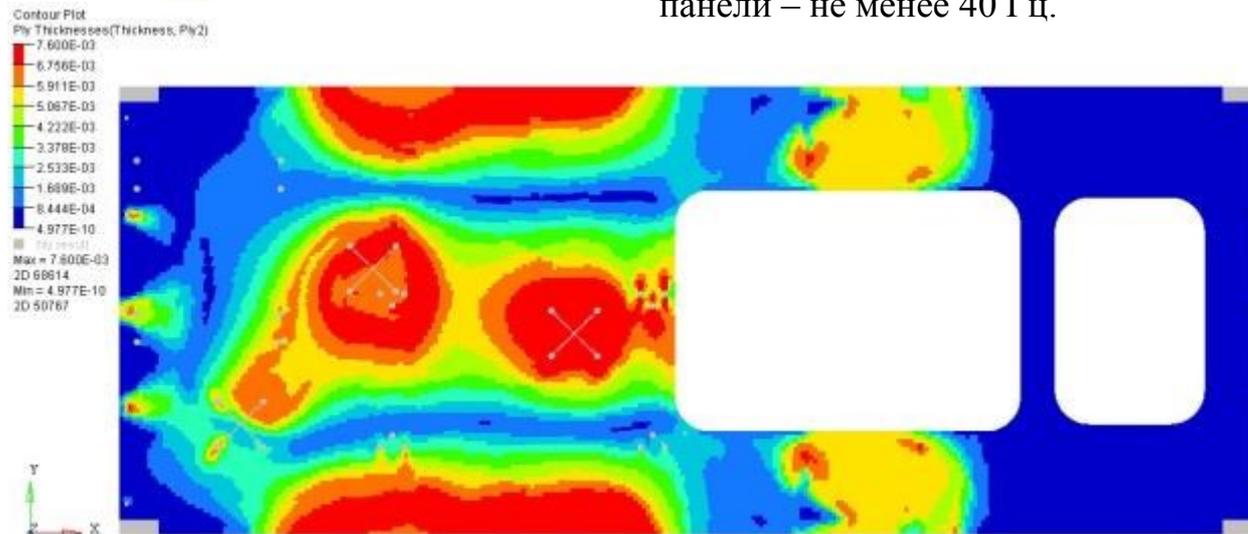
Конечно-элементная модель трехслойной панели

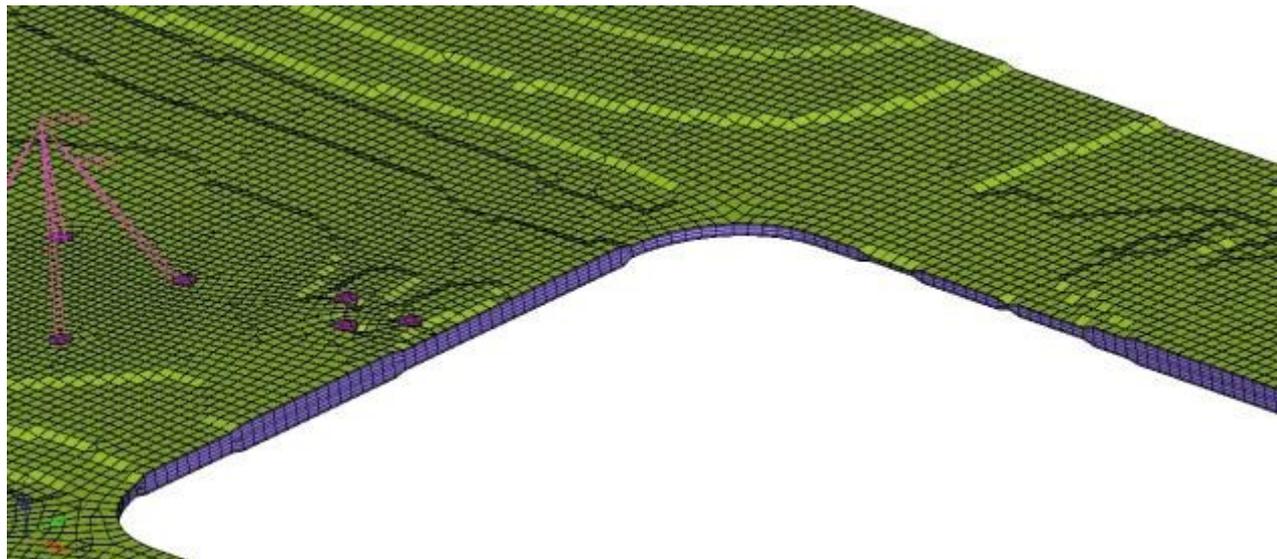


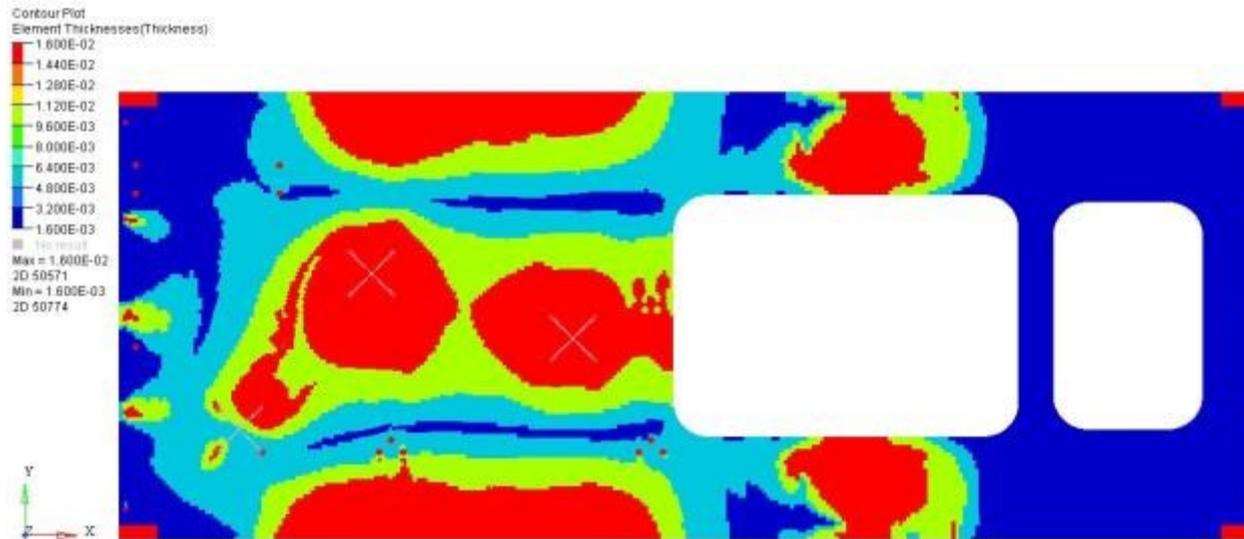
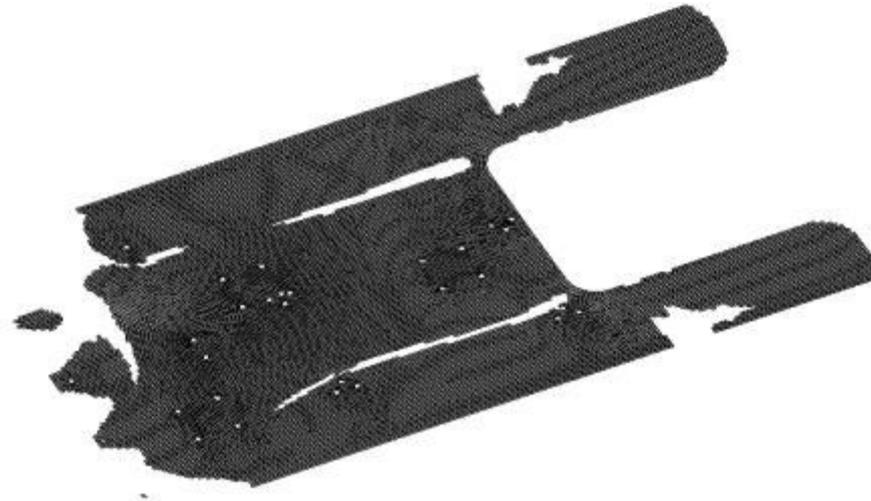


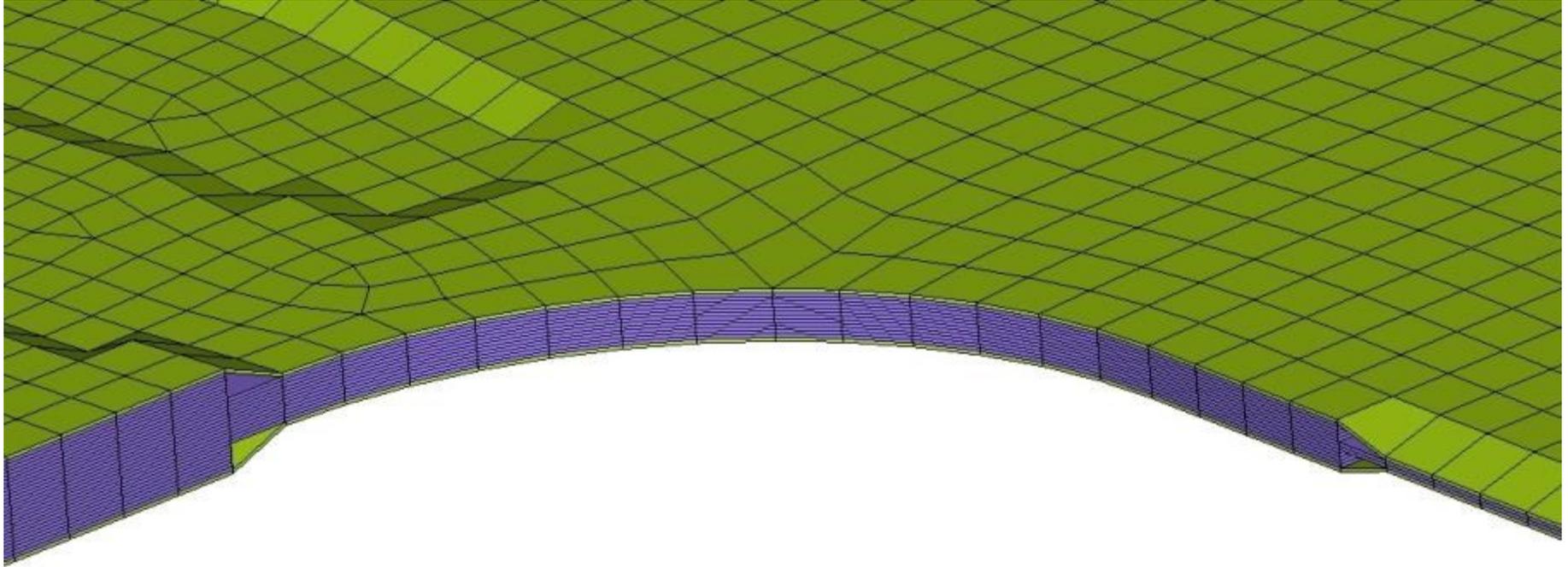
Первая собственная частота
панели 55 Гц

Задача – уменьшить массу наполнителя при
ограничении на первую собственную частоту
панели – не менее 40 Гц.









Масса панели уменьшилась с 5.1 до 4.1 кг. Первая собственная частота – 41 Гц



Заключение

В ходе выполнения дипломной работы были приобретены навыки работы в программном пакете Altair HyperMesh/OptiStruct, продемонстрированные на нескольких примерах топологической и free-size оптимизации различных конструкций.

Основным результатом работы является уменьшение массы элемента космического аппарата (трехслойной панели) на 1 кг, что составляет почти 20% от ее начального значения в процессе оптимизации массы сотового заполнителя при ограничении на первую собственную частоту и учете производственных ограничений.