**Лабораторная работа 2.**

**Топологическая оптимизация.**

Постановка задачи:

На лежащую на земле гайку с внутренним радиусом 10мм, внешним 20мм и высотой 3мм наступил грузчик Иван. Примерно представив площадь верхней грани гайки и силу, с которой он наступил, Иван понял, что надавил на нее 7 МПа. И после этого он задумался, а можно ли как-то сделать эту гайку легче в два раза так, чтобы максимальные напряжения по Мизесу, возникающей в ней, не превышали разумные 70 МПа?

Изображение выглядит как текст, контейнер, коробка, визитка

Автоматически созданное описание

*Рис. 1. Геометрия*

Граничные условия:

* Нижняя грань – жёсткая заделка
* Верхняя грань – давление 10 МПа.
* Внешняя и внутренняя грани поверхности свободны от нагружения.

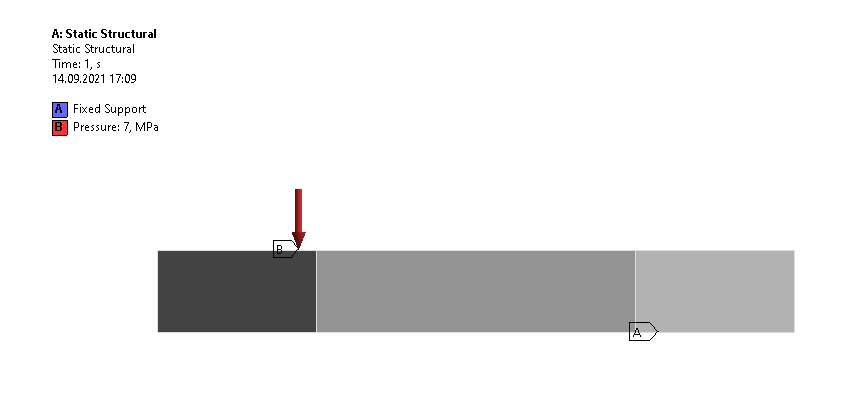
Для начала построим сетке для нашей гайки. Оставим все параметры на усмотрение программы, задав только размер элемента 0,5 мм.

Изображение выглядит как строительный материал

Автоматически созданное описание

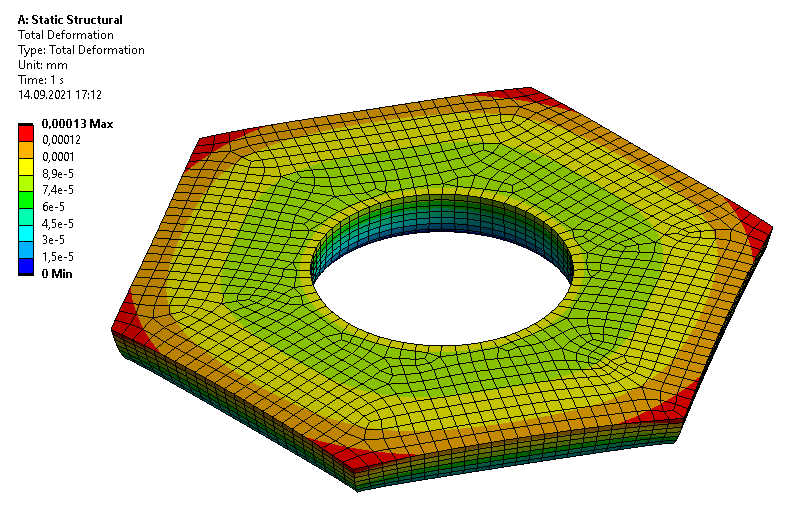
*Рис. 2. Сетка*

И покажем задание граничных условий.



*Рис. 3. Граничные условия*

В качестве результатов будем выводить не только напряжения по Мизесу, но и перемещения.



*Рис. 4. Перемещения для обычной геометрии гайки.*

Изображение выглядит как текст, лента

Автоматически созданное описание

*Рис. 5. Напряжения для обычной геометрии гайки.*

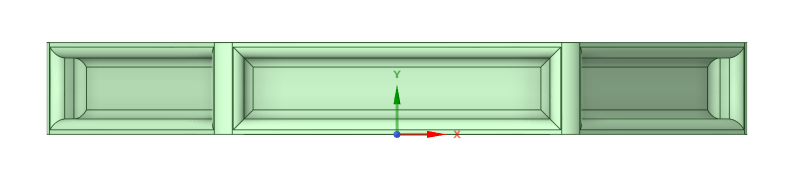
Теперь займемся, собственно, оптимизацией. Вытащим нужный блок, установим параметры, попросим убавить массу на 50%. И после недолгих вычислений Ansys предложит нам следующую геометрию.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

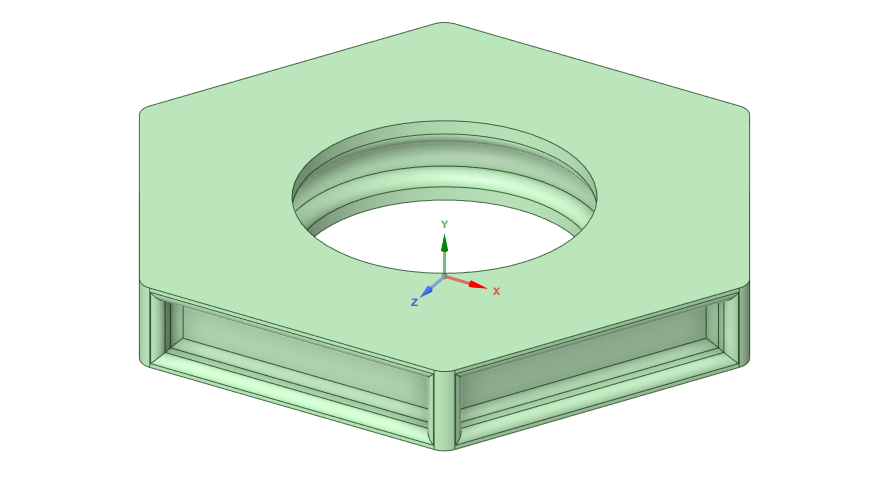
*Рис. 6. Оптимизированная Ansys’ом геометрия.*

Сквозь слезы понадеемся, что сможем это повторить. На каждой из шести внешних сторон гайки нарисуем прямоугольники и вдавим их внутрь, скруглив все края, а также каждое из шести боковых ребер немного скруглим.



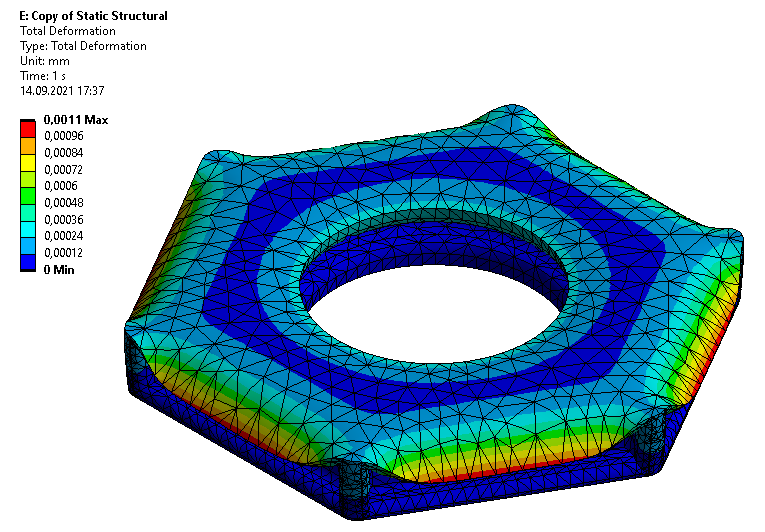
*Рис. 7. Первый шаг оптимизации. Внешняя сторона.*

Теперь займемся внутренней стороной. Сделаем еще один solid, который будет тороидом с сечением в виде квадрата со стороной 1мм, и им вырежем внутренность гайки. Снова скруглим все края. Теперь наше чудо инженерной мысли выглядит следующим образом.

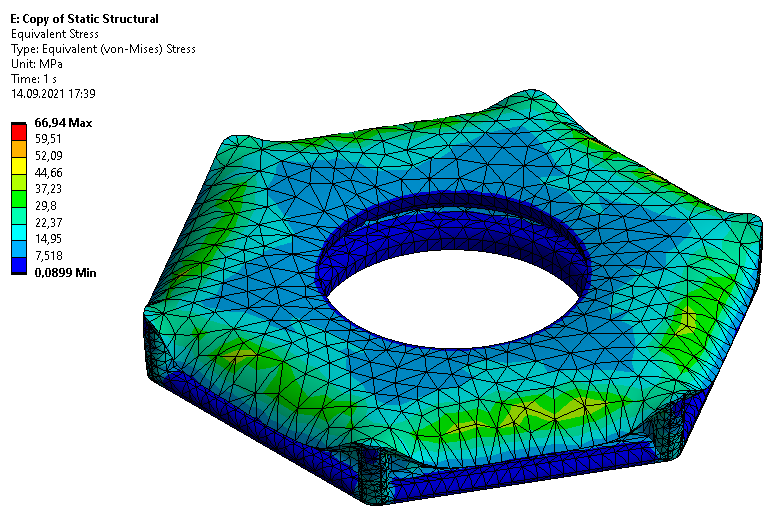


*Рис. 8. Итоговая оптимизация.*

Теперь у нас гайка без резьбы. Таким образом с помощью оптимизации мы получили шайбу из гайки, но хотя бы массу ей сбросили. Теперь проверим напряжения по Мизесу и перемещения для данной геометрии.



*Рис. 9. Перемещения для оптимизированной геометрии.*

 *Рис. 10. Напряжения для оптимизированной геометрии.*

Итак, в ходе оптимизации перемещения выросли на порядок, а напряжения примерно в 5 раз, но не вышли за пределы 70 МПа.