

Конкурсное задание 5
Устойчивость балочной конструкции
("Башня Шухова" - гиперболоидная балочная конструкция) *

Выполнить расчет устойчивости гиперболоидной балочной конструкции. Однополостный гиперболоид вращения образован 8 прямыми трубными профилями, концы которых крепятся к нижнему и верхнему кольцевым основаниям через равные промежутки. Конструкция собрана таким образом, что каждая из труб, выходящая из нижнего основания приходит в точку на верхнем основании, смещенную относительно нижней на 135 градусов (см. рисунок). В середине башни на высоте 12,5 метров установлено еще одно укрепляющее кольцо. Все трубные профили между собой имеют сварные соединения. Высота башни — 25 метров. Диаметр нижнего кольцевого основания — 10 метров, верхнего — 4 метра. Размеры указаны по осям сечений. Внешний диаметр сечения труб 0,4 м., внутренний диаметр труб 0,36 м. Конструкция имеет 8 опор в виде сферических шарниров на нижнем кольцевом основании под каждым из прямолинейных трубных профилей.

Балки изготовлены из материала имеющего следующие свойства: модуль упругости $E=2,1 \cdot 10^{10}$ Па, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность материала 7850 кг/м³.

Определить при какой суммарной максимальной нагрузке (кг), равномерно распределенной по верхнему кольцевому основанию, балочная конструкция потеряет устойчивость. Учесть собственный вес конструкции.

Представить следующие результаты:

1. Изображение сетки КЭ.
 2. Изображение поля суммарных перемещений при максимальной нагрузке.
 3. Изображения полей эквивалентных по Мизесу напряжений (общий вид и крупный план наиболее нагруженных мест) при максимальной нагрузке.
- Полученные «картинки» сохранить в рабочей папке в формате PNG.

* Гиперболоидная конструкция сетчатой оболочки запатентована в 1899 году русским инженером В. Г. Шуховым. Примеры использования:

- Шуховская башня на Оке
- Башня порта Кобе (высота 108 метров)
- Телебашня Гуанчжоу (вторая по высоте телебашня в мире -610 метров)
- *Aspire Tower* (здание высотой 318 метров)
- Сиднейская телебашня (высота 305 метров)
- Проект «Вортекс» (небоскрёб высотой 300 метров)
- Проект «Хрустальный остров» (небоскрёб высотой 450 м)
- Хан Шатыр (самый большой шатер в мире).

