

Рис. 5 – Напряжения по Мизесу

Данная параметрическая модель в дальнейшем может быть использована для оптимизации конструкции кронштейна прицепного устройства, например, по критерию материалоемкости.

УДК 621.391.25

## ПОСТРОЕНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ВАГОНА-ЦИСТЕРНЫ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА IRONPYTHON В ANSYS

Казыро И.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

Цель работы – разработать сценарий построения параметрической модели вагона-цистерны для дальнейшего анализа и оптимизации. Конструкция проектируется в соответствии с требованиями к грузовым вагонам и состоит из цистерны, рамы, опор и натягивающих тросов.

Нагрузка на цистерну действует собственный вес и давление на стенки бака со стороны жидкости. Давление направлено перпендикулярно поверхности и зависит от уровня жидкости  $p = \rho gh$ . Будем считать, что плотность жидкости равна  $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , уровень жидкости в цистерне максимальный. Материал изделия – сталь 45Л ГОСТ977-88.

Для создания геометрии с помощью языка IronPython, в среде SpaceClaim создаём сценарий (рисунок 1).

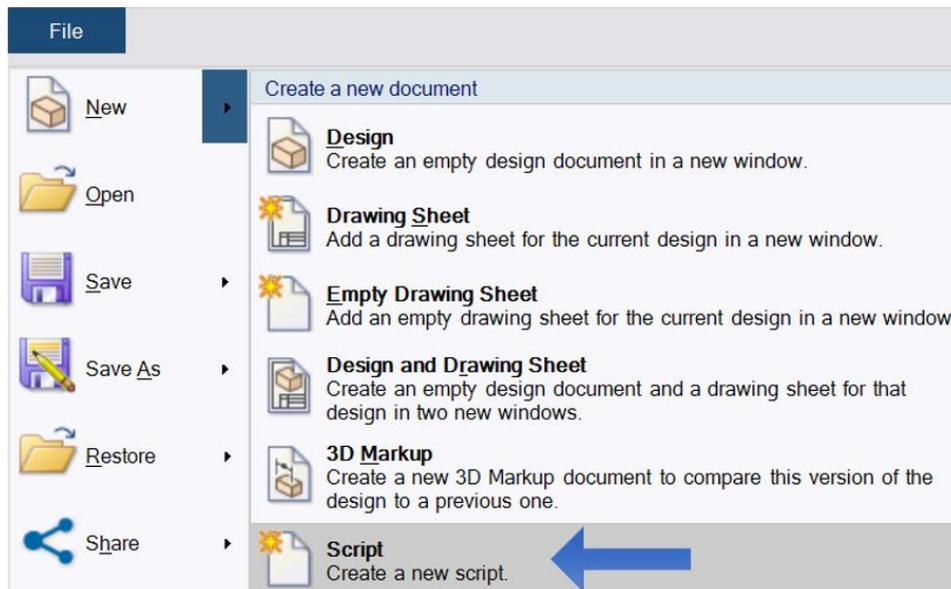


Рис. 1 – Создание сценария

Для параметризации модели, заранее надо определить переменные, определяющие размеры элементов. Добавление происходит во вкладке «Groups» (рисунок 2, слева). Затем эти параметры считываются в сценарии (рисунок 2, справа) и используются как обычные переменные в языке IronPython.

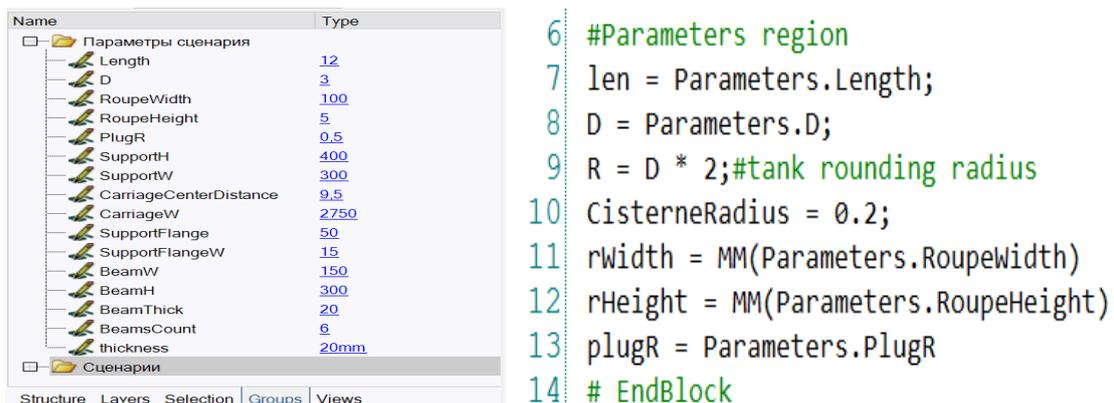


Рис 2 – Вкладка с параметрами модели(слева), переменные в сценарии (справа)

Создание любой модели начинается с эскиза, для этого в сценарии создаётся объект типа Plane — определение плоскости, на которой строится эскиз. Далее, с помощью метода SetSketchPlane класса ViewHelper создаётся эскиз на основе выбранной плоскости (рисунок 3). После создания необходимого эскиза из основных элементов, необходимо

с помощью метода SetViewMode класса ViewHelper преобразовать его в поверхность (рисунок 4), которая будет использоваться для дальнейших преобразований.

```

27| LUP = Point2D.Create(-len/2 + delta, D/2);
28| RUP = Point2D.Create(len/2 - delta, D/2);
29| L = Point2D.Create(-len/2, 0);
30| R = Point2D.Create(len/2, 0);
31| LMID = Point2D.Create(-len/2+delta/2, Hdelta);
32| RMID = Point2D.Create(len/2-delta/2, Hdelta);
33| # Set Sketch Plane
34| sectionPlane = Plane.PlaneXY
35| result = ViewHelper.SetSketchPlane(sectionPlane, None)
36| # EndBlock
37|
38| # Create Cisterne contour
39| up = SketchLine.Create(LUP, RUP).CreatedCurve[0];
40| LARC = SketchArc.Create3PointArc(LUP, L, LMID).CreatedCurve[0];
41| RARC = SketchArc.Create3PointArc(RUP, R, RMID).CreatedCurve[0];
42| down = SketchLine.Create(L,R).CreatedCurve[0];
43| # EndBlock

```

Рис. 3 – Сценарий с созданием сечения цистерны

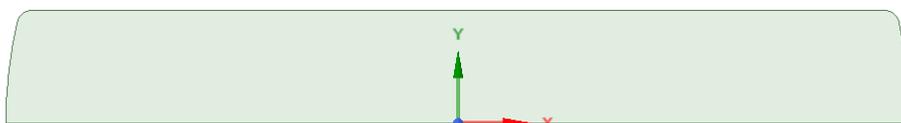
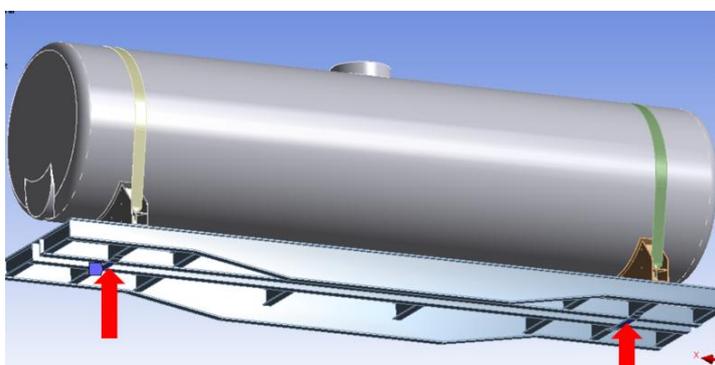


Рис. 4 – Результат создания поверхности с сечением цистерны

Для расчета прочности в блоке Static Structural закрепим раму за места крепления тележек (рисунок 5, слева). Нагрузка на цистерну действует со стороны жидкости на стенки бака. Давление направлено перпендикулярно поверхности и зависит от уровня жидкости  $p = \rho gh$ . Приняв плотность жидкости равную  $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  требуется записать уравнение для давления. Уровень жидкости будет выражаться из значения координаты  $Z$  в точке поверхности цистерны. Центр координат находится на оси симметрии цистерны, поэтому координата  $Z$  в нижней точке, из расчёта, что радиус  $R = 1.5$  м, будет равна  $-1.5$  м, в верхней точке  $1.5$  м. Для нахождения высоты уровня жидкости выражается уравнение:  $h = (1.5 - Z)$ ; тогда  $p = \rho g(1.5 - Z)$ . Данное уравнение записывается в поле “Magnitude” при определении давления (рисунок 5, справа).



Geometry	7 Faces
Definition	
Type	Pressure
Define By	Normal To
Applied By	Surface Effect
Magnitude	$= (1,5-z)*9,81*1000$
Suppressed	No

Рис. 5 – Место закрепления рамы (слева) и параметры нагрузки (справа)  
После выполнения расчёта получим следующие перемещения, показанные на рисунке 6, и напряжения по Мизесу на рисунке 7.

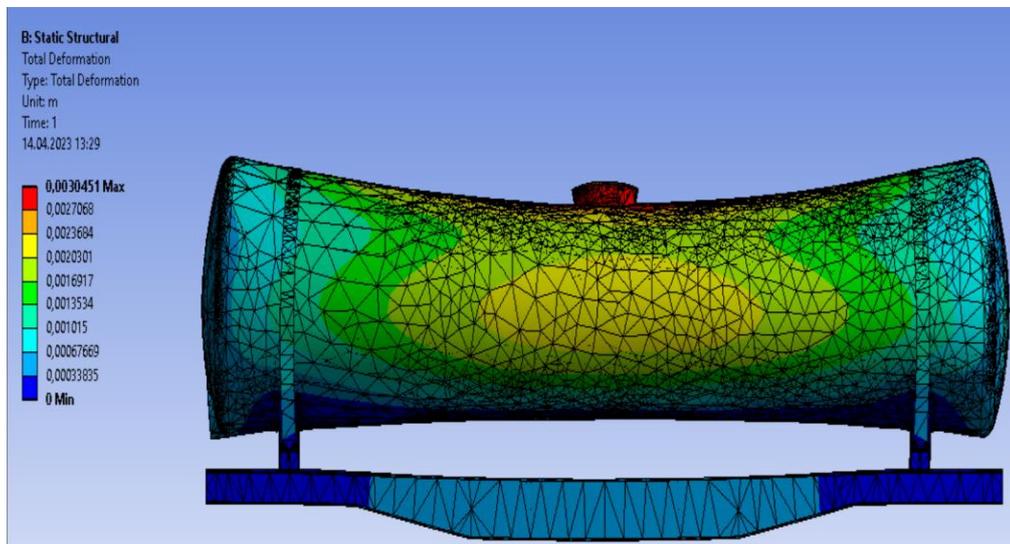


Рис. 6 – Перемещения

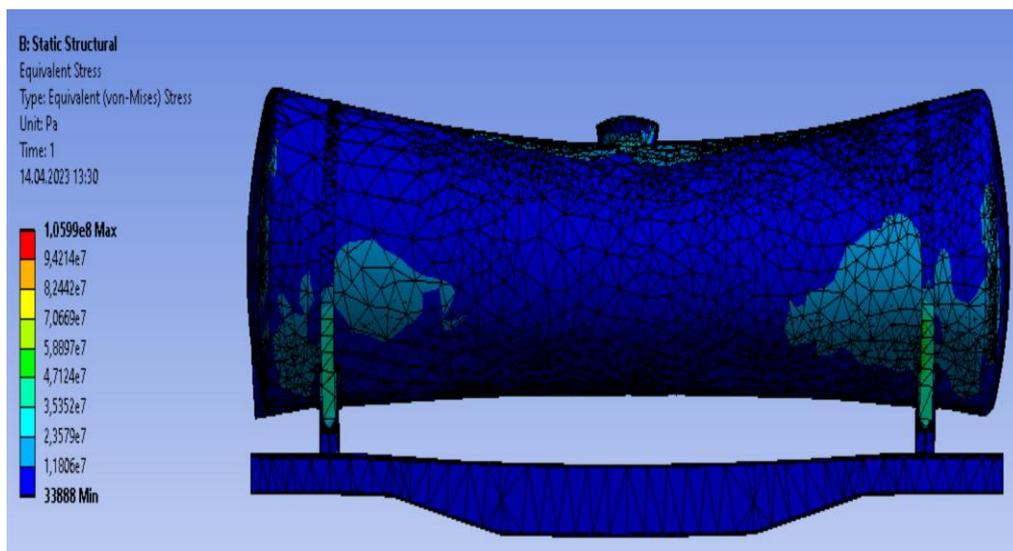


Рис. 7– Напряжения по Мизесу

Следующим шагом можно приступить к оптимизации модели, поскольку её первоначальная настройка завершена.