

УДК 621.391.25

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ВАГОНА В ANSYS

Тишковская Е.П.

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

Цель работы – рассчитать напряжённо-деформированное состояние колёсных пар и обшивки вагона. Конструкция проектируется в соответствии с требованиями к грузовым вагонам и состоит из обшивки вагона, наружной двери, рамы и колёсных пар.

Геометрическая модель, представленная на рисунке 1, создается в среде Design Modeler и в дальнейшем передается в Ansys WB.

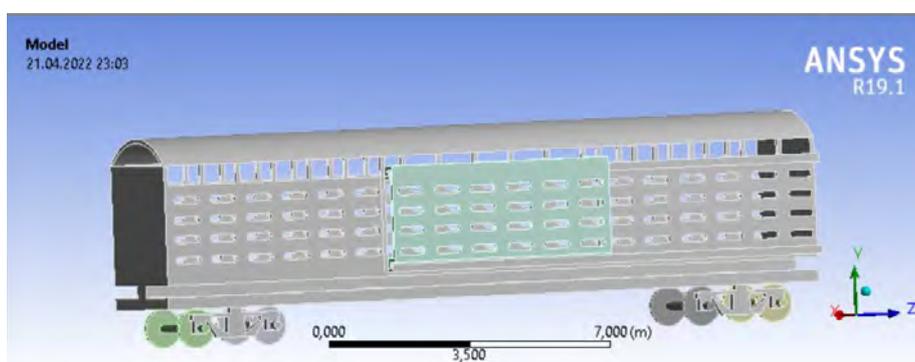


Рисунок 1 - Геометрическая модель

Расчет выполнялся при следующих условиях закрепления и нагрузках.

Вращение колёсных пар происходит вокруг оси Z. В Rigid Dynamics в ветви Rotational Acceleration добавляется вращение с ускорением по формуле $1,45 \text{ рад/сек}^2$ вокруг выбранной оси. Время движения колёсных пар устанавливаем равным 3 секундам. За счёт чего скорость вращения достигает $13,05 \text{ рад/сек}$.

Движение наружной двери вагона происходит вдоль горизонтальной оси. В Rigid Dynamics в ветви Displacement добавляем перемещение с ускорением по формуле $0,65 \text{ м/сек}^2$ вдоль выбранной оси. Время движения наружной двери вагона устанавливаем равное 3 секундам.

За это время перемещение достигает 5,85 метра.

Сами колёсные пары закрепим в модуле Displacement шарнирами body to ground, но разрешим вращение относительно оси Z, чтобы колёса могли свободно вращаться.

Для учета собственного веса вагона в нагрузки добавим Standard Earth Gravity.

После выполнения решения получим следующие перемещения (Total Deformation), показанные на рисунке 2, 3. На этих рисунках показаны четыре столба, добавленные для удобства отслеживания перемещений.

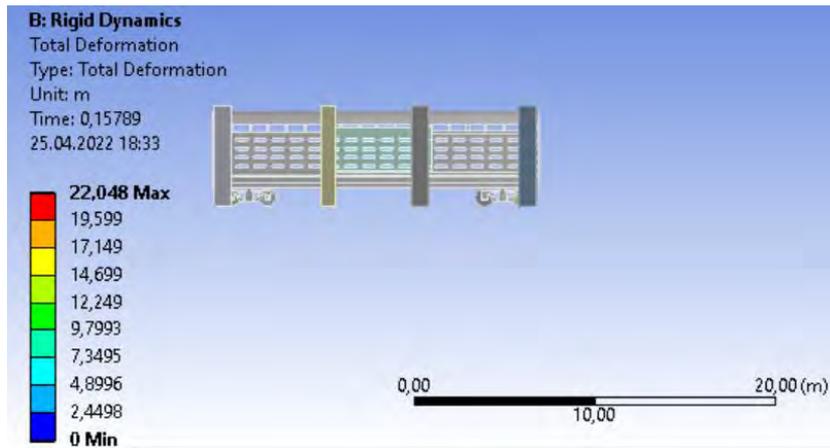


Рисунок 2 – Положение вагона в начале движения (time = 0)

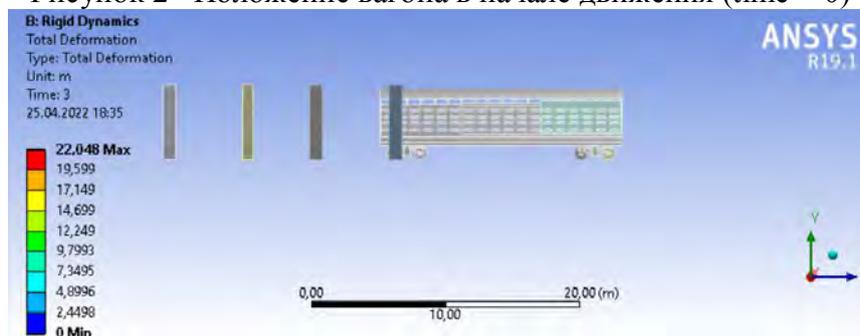


Рисунок 3 – Положение вагона в конце движения (time = 3)

Для расчета прочности в блоке Static Structural закрепим шарниры, как в блоке Rigid Dynamics, приложим силу на дно вагона, равную 20000 Н, в качестве груза и добавим Standard Earth Gravity.

После выполнения расчёта получим следующие перемещения, показанные на рисунке 4, и напряжения по Мизесу на рисунке 5:

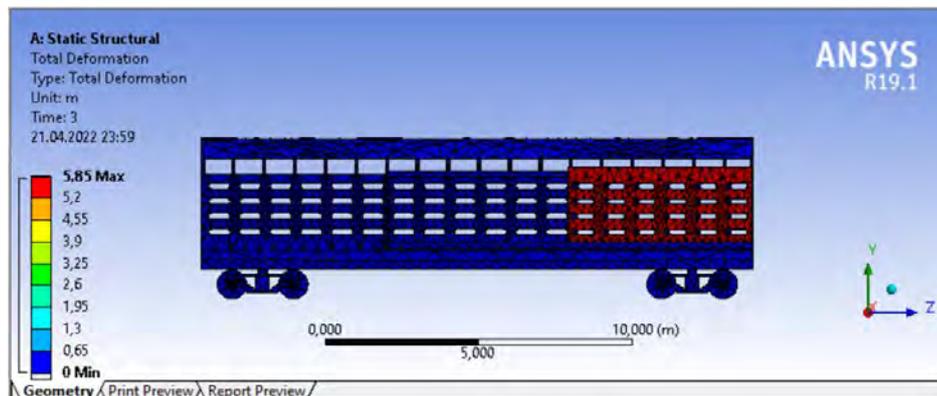


Рисунок 4 – Перемещения (total deformation)

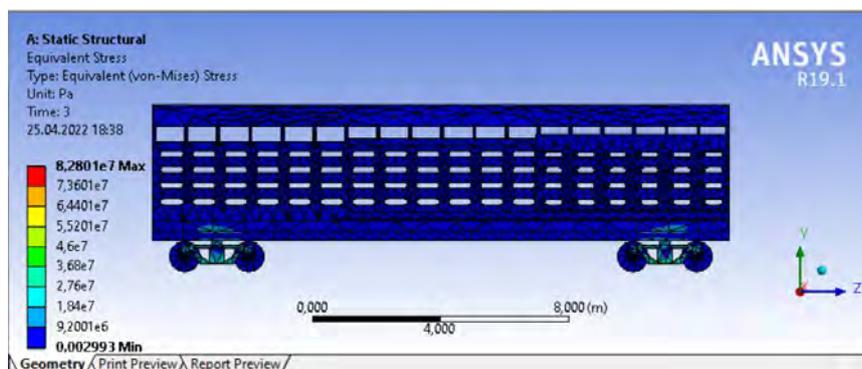


Рисунок 5 – Картина напряжений Equivalent (von-Mises) Stress

Постановка оптимизационной задачи следующая:

- Ширина рамы $270 \text{ мм} \leq \text{rama_width} \leq 330 \text{ мм}$.
- критерий - объем конструкции, минимизируется.

Диаграмма чувствительности выходных параметров при изменении параметров проекта представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Диаграмма чувствительности

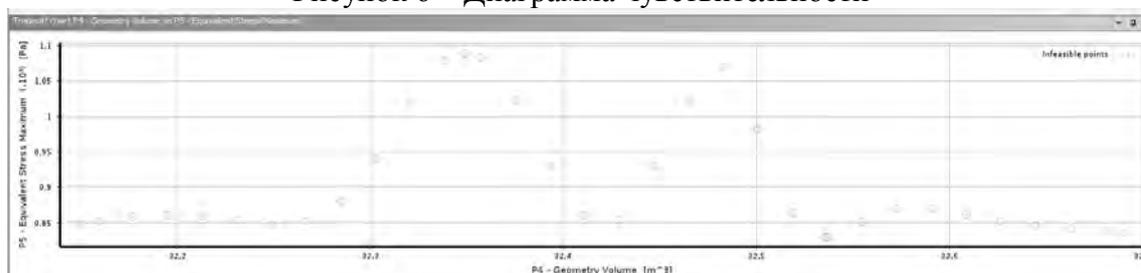


Рисунок 7 – Результат анализа TradeOf

На рисунке 8 представлены результаты оптимизации.

| 8 | Candidate Points | | | |
|----|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| 9 | | Candidate Point 1 | Candidate Point 2 | Candidate Point 3 |
| 10 | P6 - rama_width (mm) | 326,86 | 326,86 | 326,86 |
| 11 | P4 - Geometry Volume (m ³) | ★★★ 32,662 | ★★★ 32,662 | ✖✖✖ 32,662 |
| 12 | P5 - Equivalent Stress Maximum (Pa) | ★★★ 8,273E+07 | ★★★ 8,273E+07 | ★★★ 8,1566E+07 |

Рисунок 8 - Результаты оптимизации

В результате оптимизации экономия материала составила 0,74%.