



Выпускная работа бакалавра техники и технологии

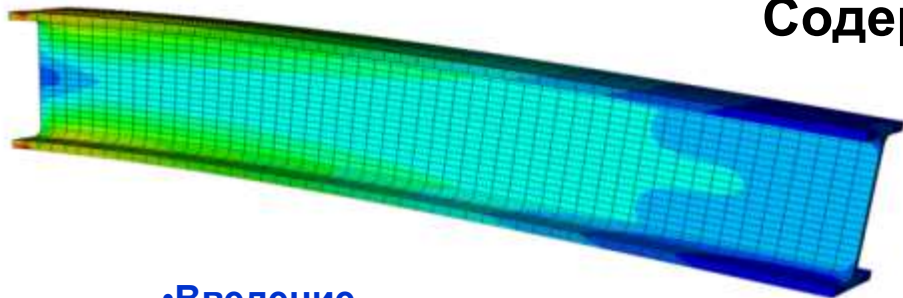
Конечно-элементный расчёт подрамника и передней подвески автомобиля при различных вариантах нагружения и оптимизация конструкции

Направление: 151600 – Прикладная механика

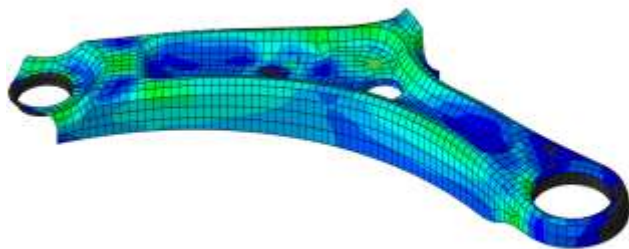
Выполнил студент гр. 43602/1 П.С. Цветков
Руководитель, к.т.н., проф. А.И. Боровков
Соруководитель, О.И. Клявин

Санкт-Петербург
2014

Содержание



- Введение
- Модельная задача
- Краткое описание элементов передней подвески автомобиля
- Создание конечно-элементной модели и параметры расчётов
- Задание рассматриваемых нагрузок
- Сравнение нагрузок
- Результаты моделирования
- Оптимизация конструкции и анализ результатов



Введение

Наклон автомобиля при торможении



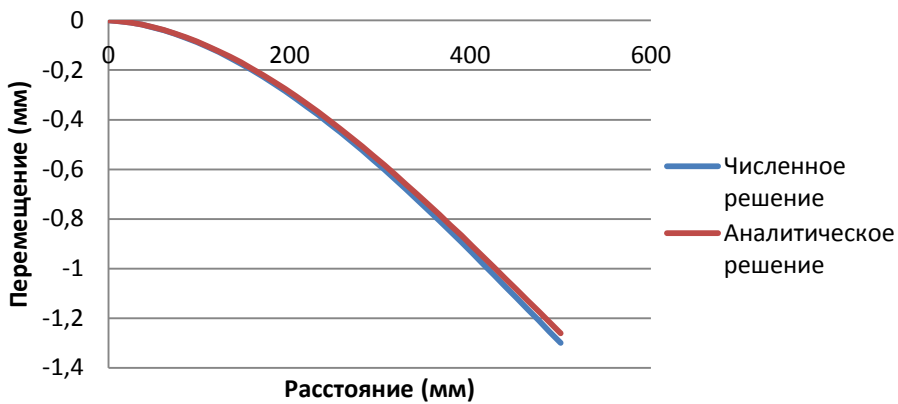
Крен при повороте



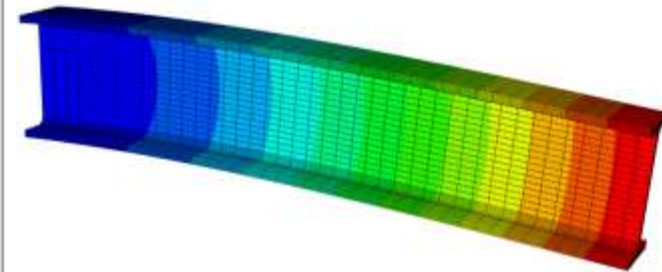
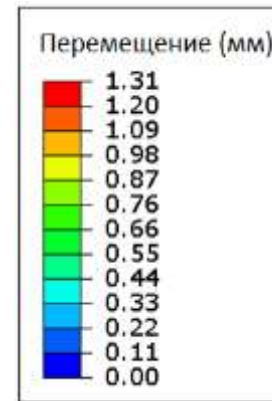
*«Всё можно сделать лучше, чем делалось до сих пор»
-Генри Форд*

Модельная задача

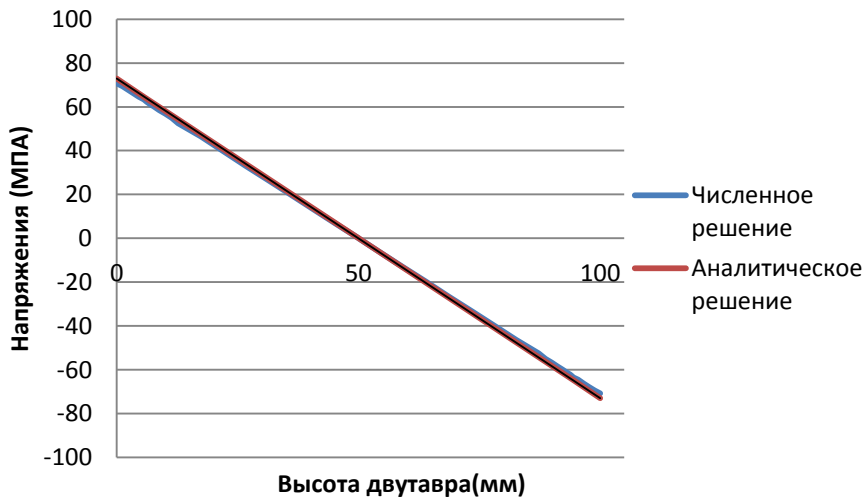
Прогиб балки



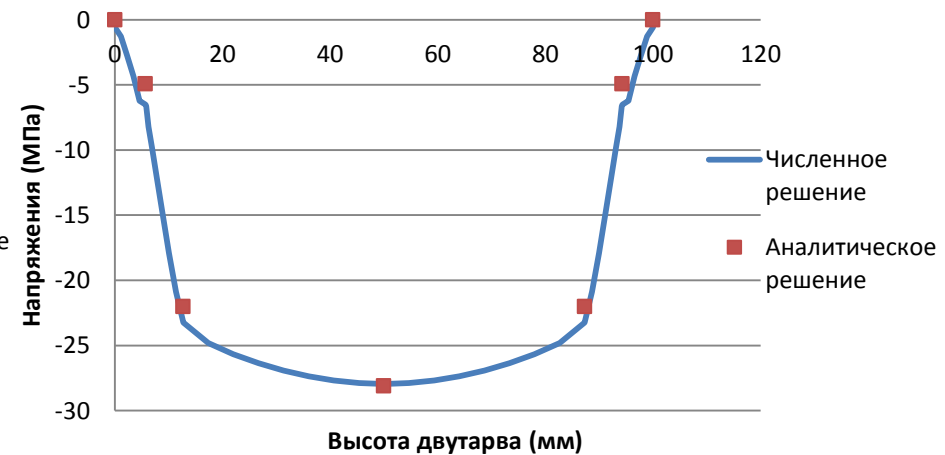
КЭ решение



Нормальные напряжения

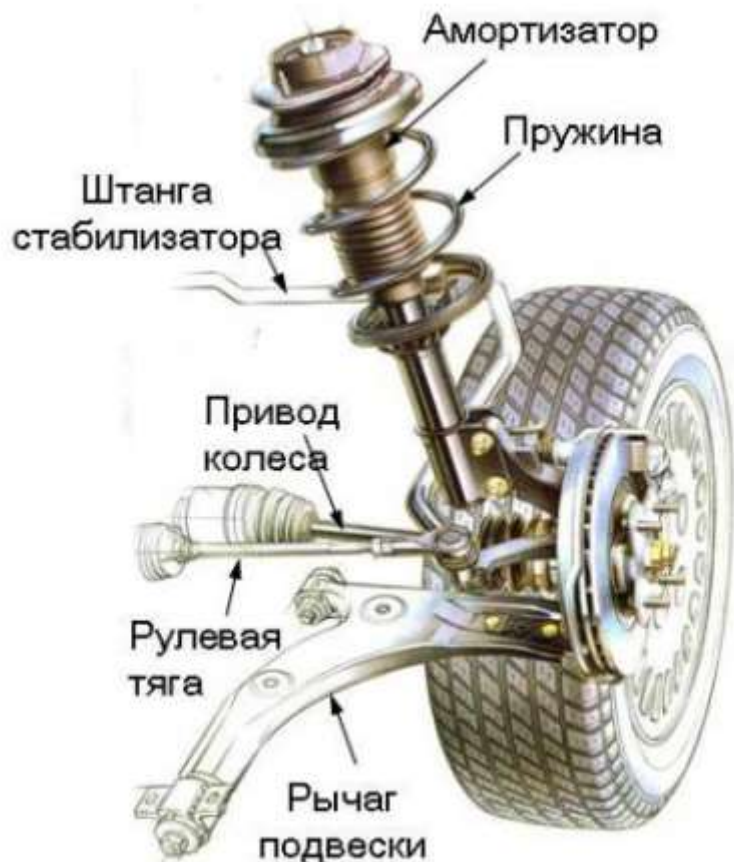


Касательные напряжения



Краткое описание элементов передней подвески автомобиля

Подвеска типа МакФерсон



Преимущества:

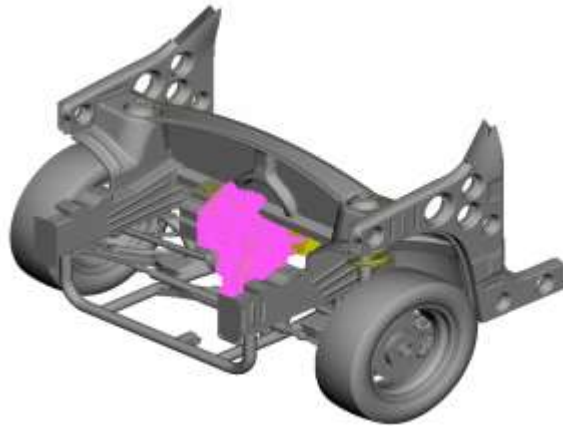
- Компактность
- Малые затраты на изготовление
- Большое расстояние по высоте между опорными узлами, что уменьшает силы, возникающие в местах крепления к кузову

Недостатки:

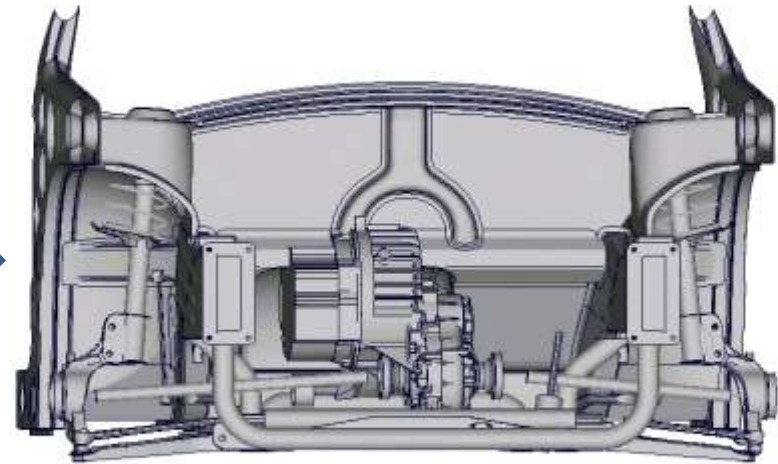
- Худшие параметры кинематики по сравнению с подвеской на двух продольных или поперечных рычагах.
- Меньшая компенсация продольного крена при торможении, по сравнению с подвеской на двойных рычагах.

Создание конечно-элементной модели и параметры расчётов

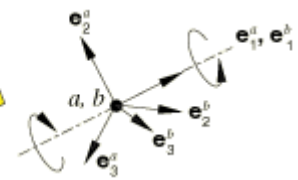
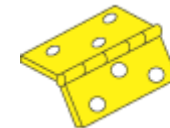
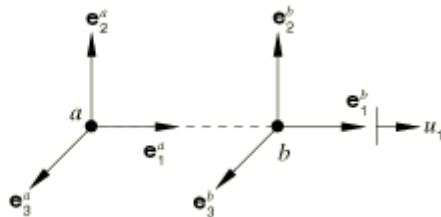
Геометрическая модель



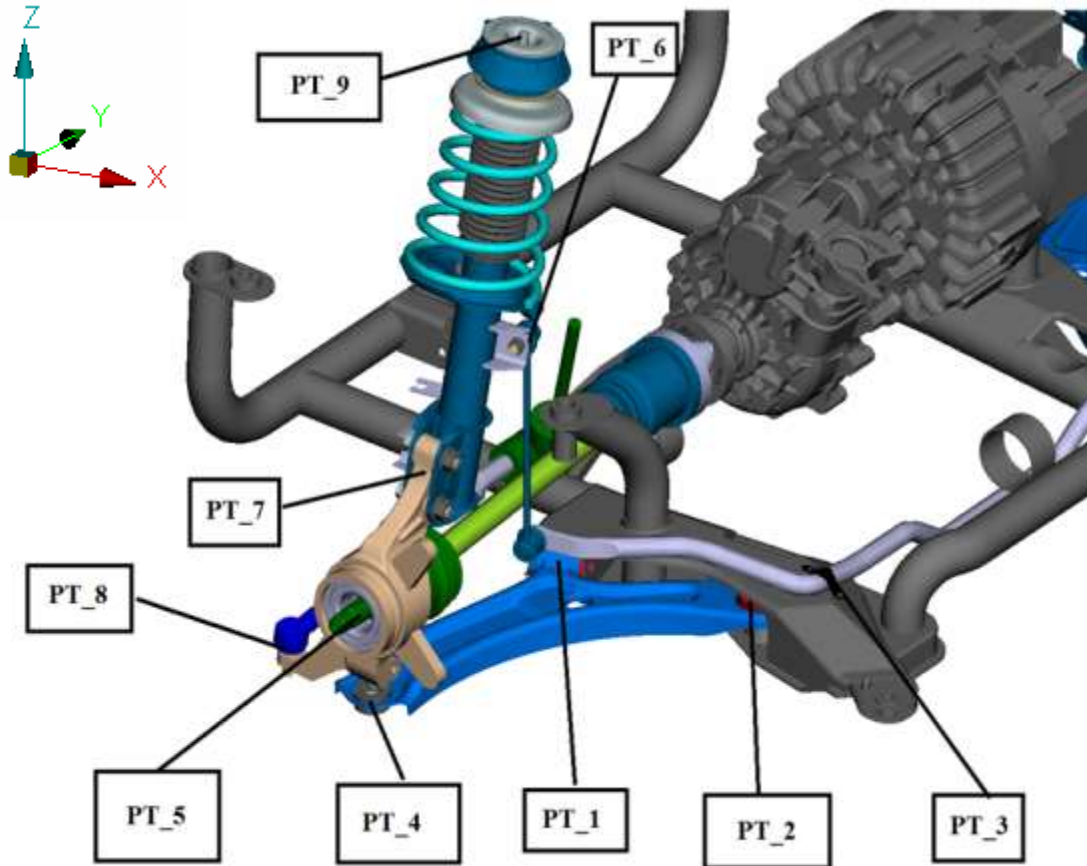
Конечно-элементная модель



Число элементов	236645
Число узлов	210610
Число степеней свободы	1140582



Задание рассматриваемых нагрузок



- PT_1/2 – передний и задний крепёж треугольного рычага.
- PT_3 – крепёж стабилизатора поперечной устойчивости к подрамнику
- PT_4 – шаровая опора
- PT_5 – ось колеса
- PT_6 - место крепления рычага поперечной устойчивости к амортизационной стойке.
- PT_7 – верхнее место крепления поворотного кулака
- PT_8 – крепление рулевого управления
- PT_9 – крепление чашки амортизатора.

Исследуемые варианты:

- 1) Правый поворот при ускорении 1g
- 2) Торможение с замедлением 1.1g

Сравнение нагрузок

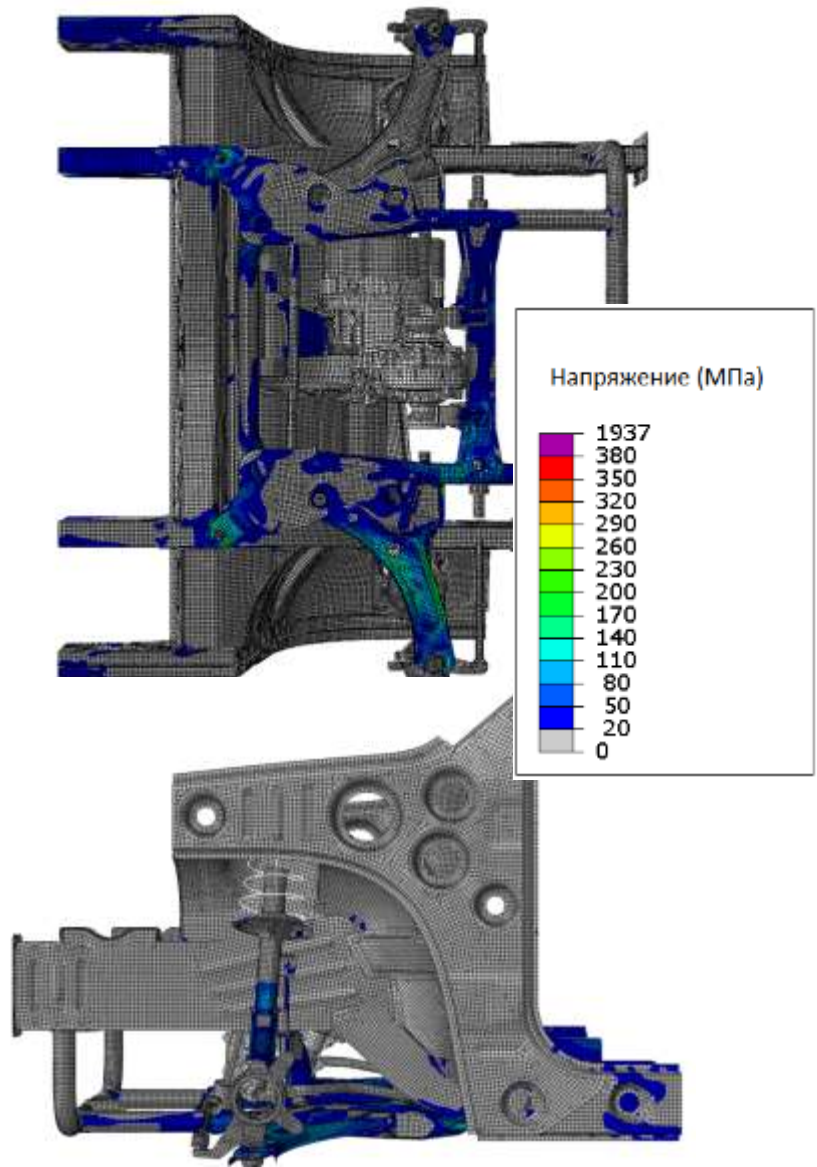
ПРАВЫЙ ПОВОРОТ $A_y=1g$				
Суммарная нагрузка – внешнее колесо		0	5325	7670
Суммарная нагрузка – внутренне колесо		0	644	919
Компонента	Точка приложения	X[H]	Y[H]	Z[H]
Треугольный рычаг	PT_1_LCA_LH	827	-4811	437
	PT_2_LCA_LH	335	-3	813
	PT_4_LCA_LH	-639	3639	1591
	PT_6_LCA_LH	-522	1165	-2798
Крепление стойки	PT_7_UPR_LH	-361	-698	-6626
	PT_4_UPR_LH	594	-3905	-764
	PT_5_UPR_LH	-89	-654	102
	PT_8_UPR_LH	-147	5255	7448
Подрамник	PT_1_SUBFRAME_LH	-768	4602	-1500
	PT_2_SUBFRAME_LH	-333	-174	795
	PT_3_SUBFRAME_LH	916	-470	5331
	PT_1_SUBFRAME_LH	-123	988	400
	PT_2_SUBFRAME_RH	-92	522	761
	PT_3_SUBFRAME_RH	-377	-300	-5339
Амортизатор	PT_9_SUBFRAME_RH	-492	-776	-6586
Кузов	PT_9_SUBFRAME_RH	492	776	6586

ТОРМОЖЕНИЕ $A_x=-1.1g$				
Суммарная нагрузка		4655	0	6550
Компонента	Точка приложения	X[H]	Y[H]	Z[H]
Треугольный рычаг	PT_1_LCA_LH	-3019	7936	451
	PT_2_LCA_LH	-2540	-6237	-507
	PT_4_LCA_LH	5472	-1723	152
	PT_6_LCA_LH	-3	18	-53
Крепление стойки	PT_7_UPR_LH	751	-1849	-5697
	PT_4_UPR_LH	-5519	1529	-373
	PT_5_UPR_LH	33	401	-51
	PT_8_UPR_LH	4737	-83	6281
Подрамник	PT_1_SUBFRAME_LH	3179	-7831	929
	PT_2_SUBFRAME_LH	2322	6281	-563
	PT_3_SUBFRAME_LH	3	0	40
	PT_1_SUBFRAME_LH	3179	7831	929
	PT_2_SUBFRAME_RH	2322	-6281	-563
	PT_3_SUBFRAME_RH	3	0	40
Амортизатор	PT_9_SUBFRAME_RH	813	-1928	-5584
Кузов	PT_9_SUBFRAME_RH	-813	1928	5584

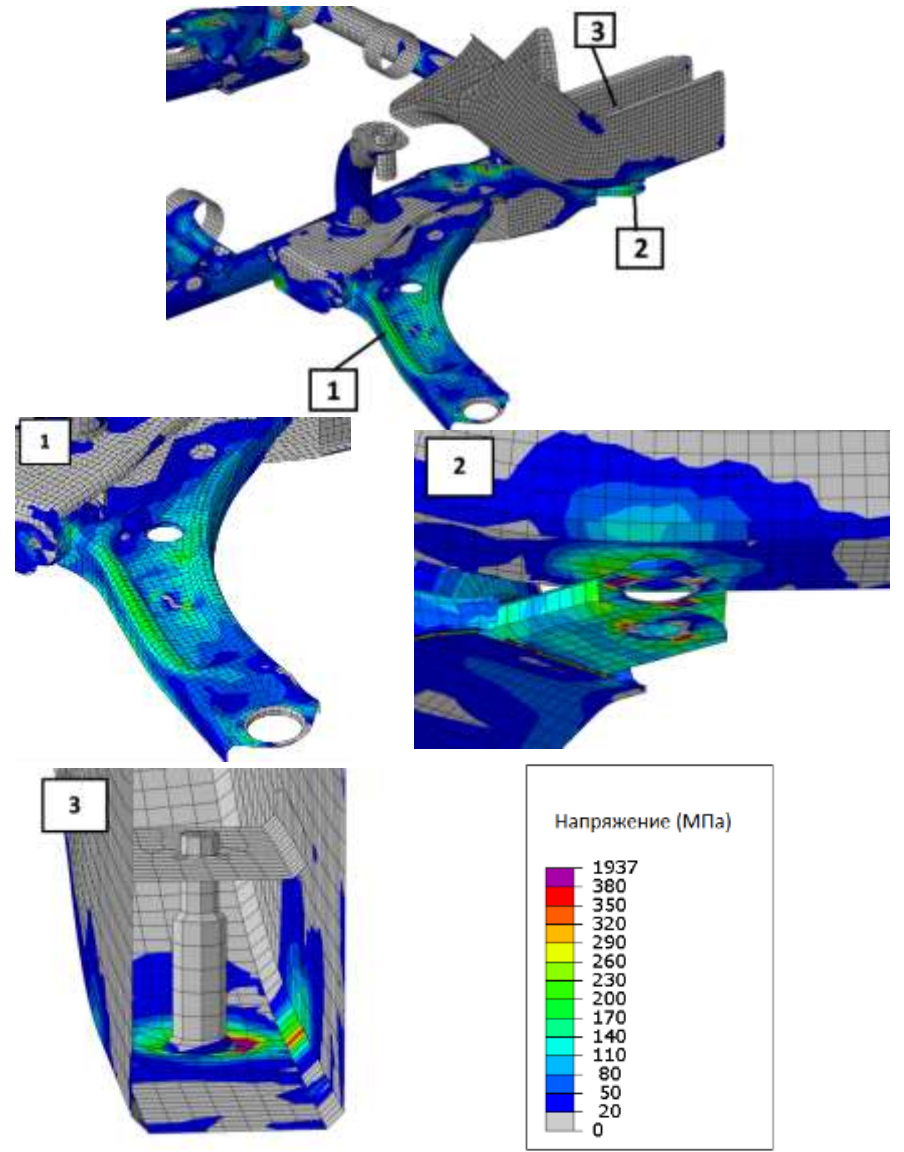
Ось x - против направления движения
Ось y - направо по ходу движения
Ось z – вверх

Результаты для правого поворота

Общий вид напряжений в модели

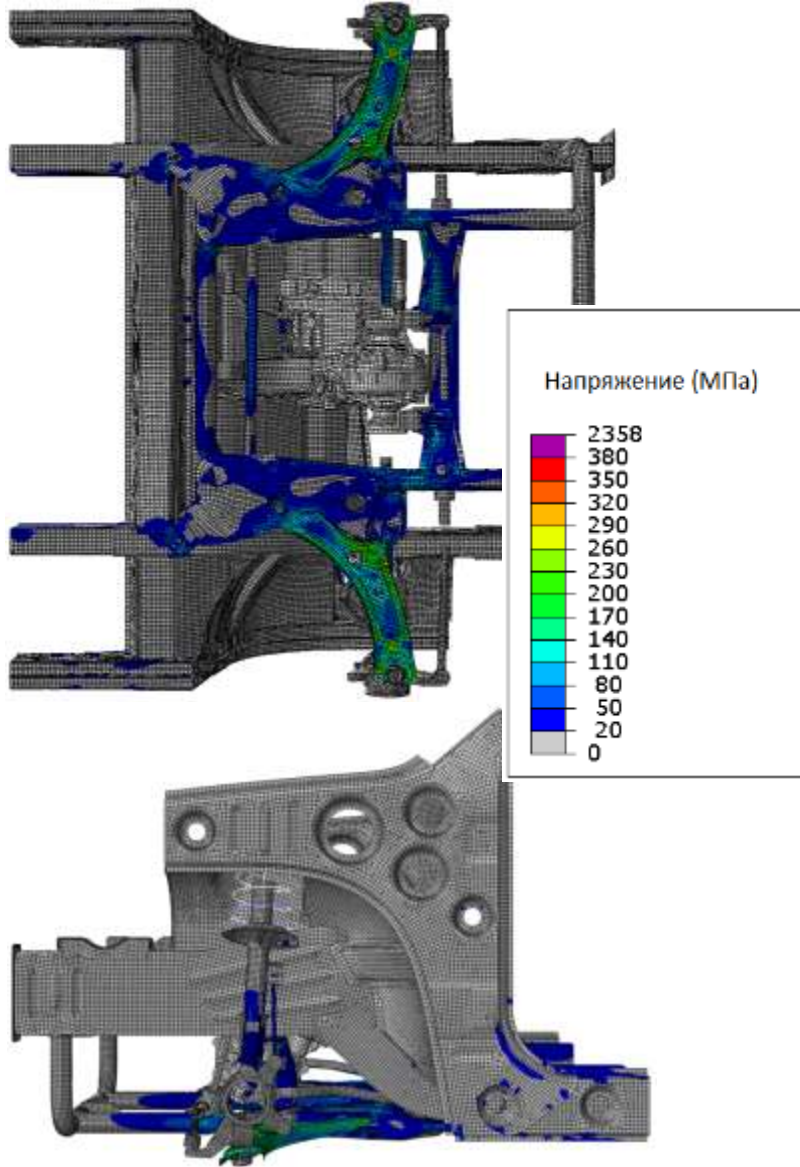


Наиболее нагруженные узлы

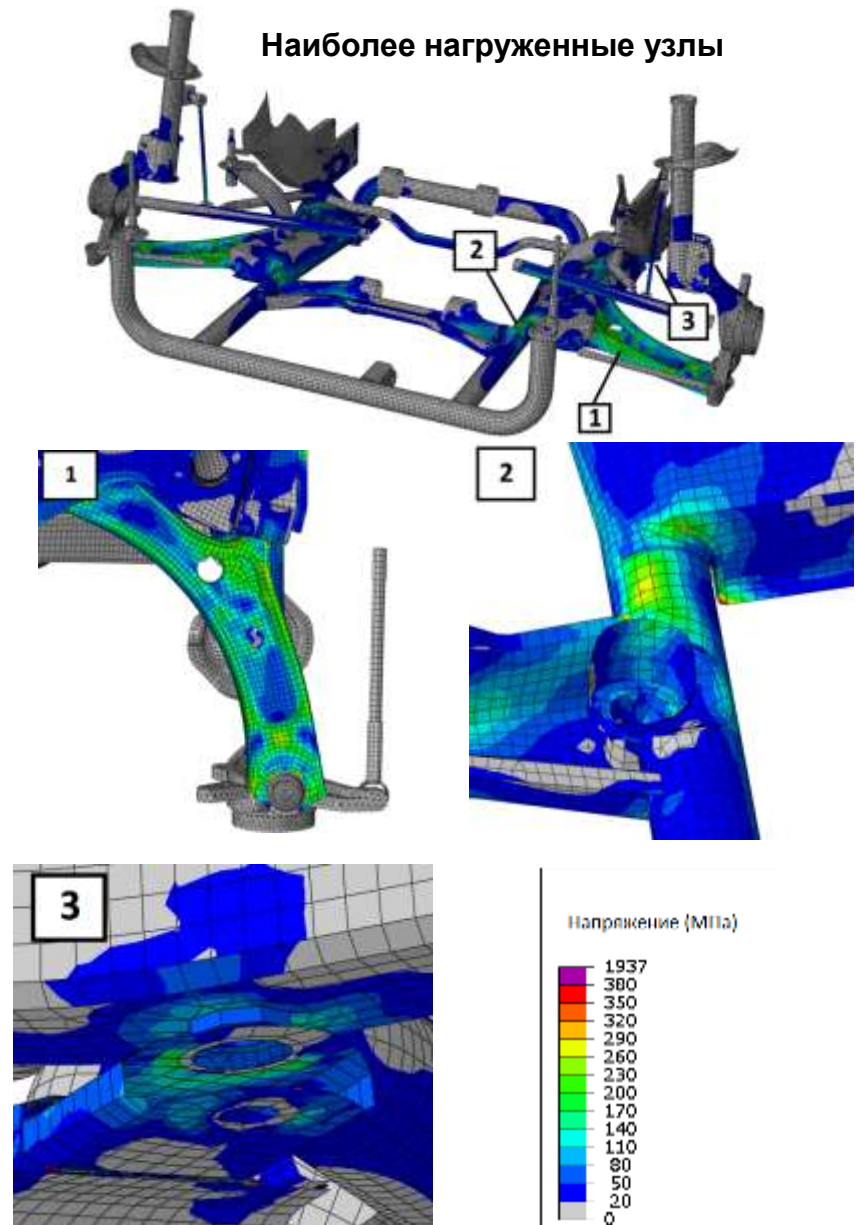


Результаты для торможения

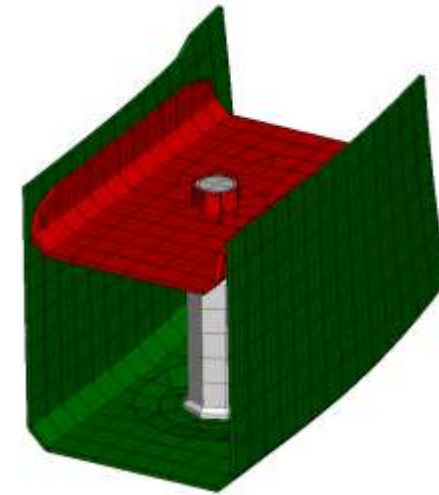
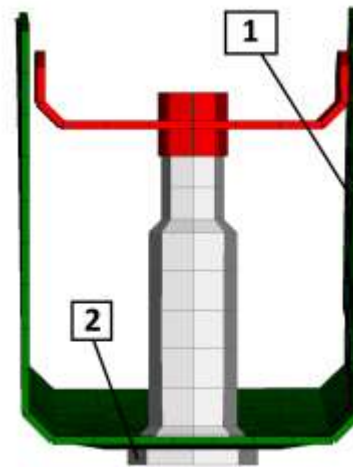
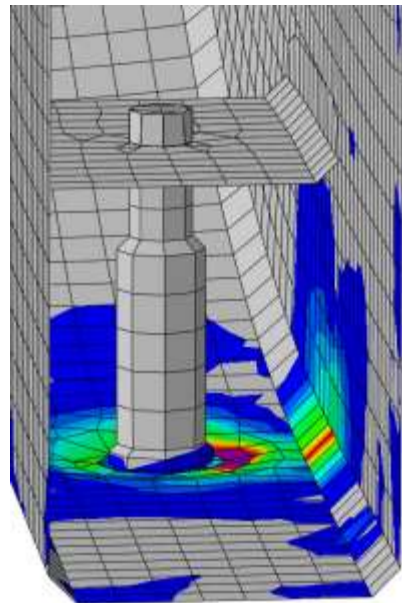
Общий вид напряжений в модели



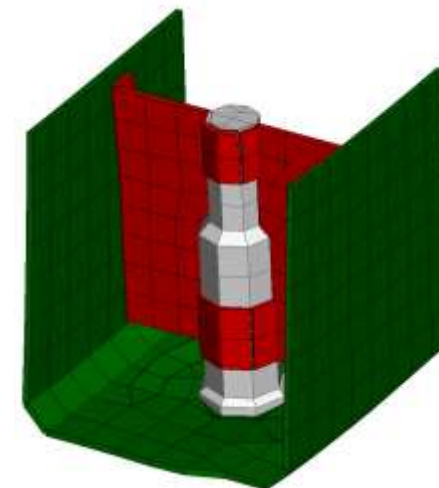
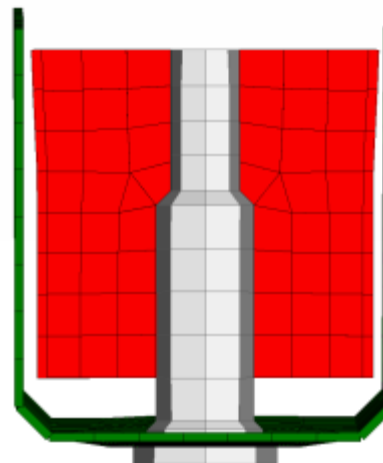
Наиболее нагруженные узлы



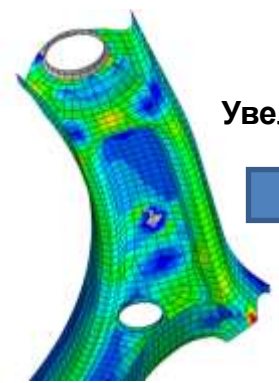
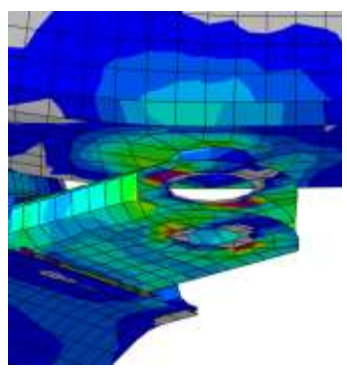
Оптимизация конструкции



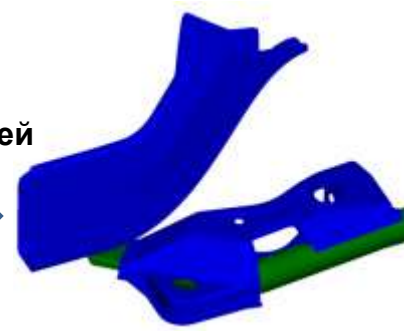
■ - Предлагаемые изменения



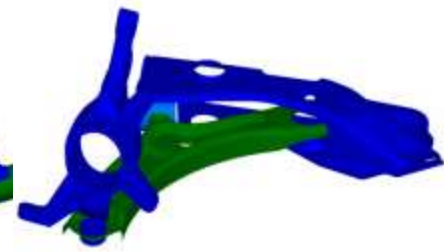
Оптимизация конструкции



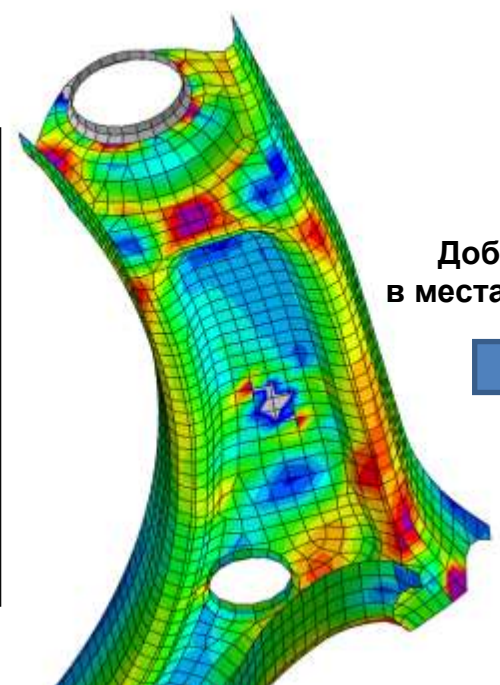
Увеличение толщин деталей



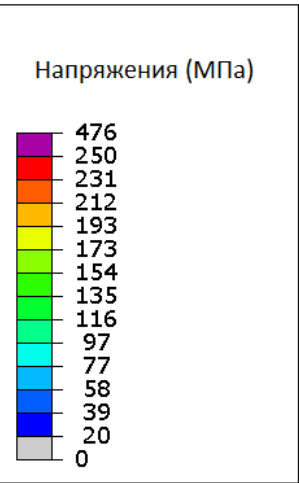
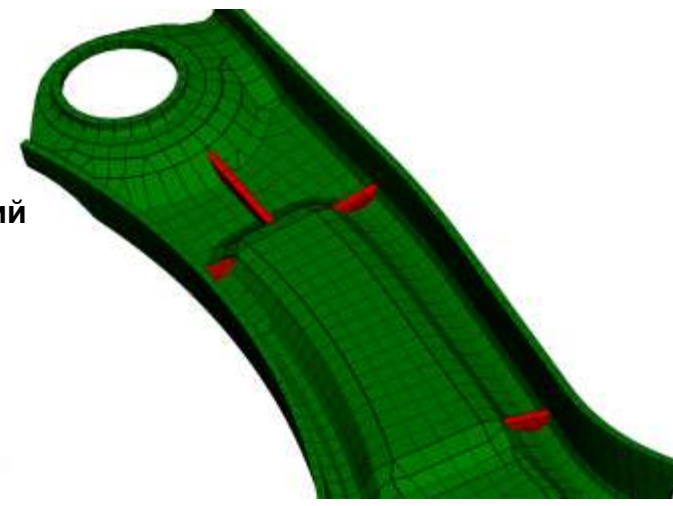
1.5мм -> 2мм



3мм -> 3.5 мм

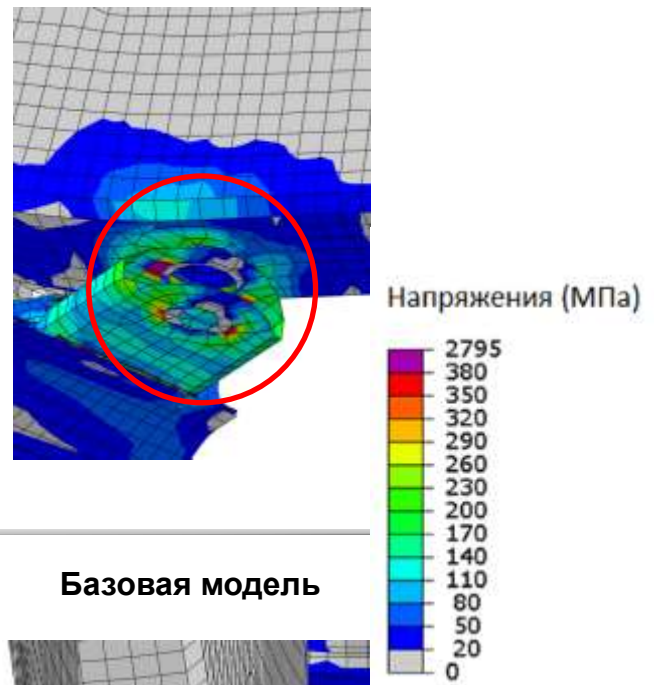


Добавление рёбер жесткости
в местах концентрации напряжений

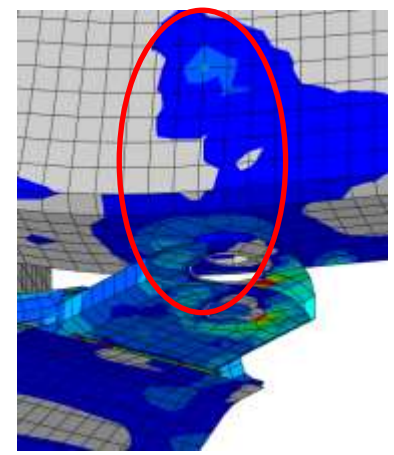


Анализ результатов

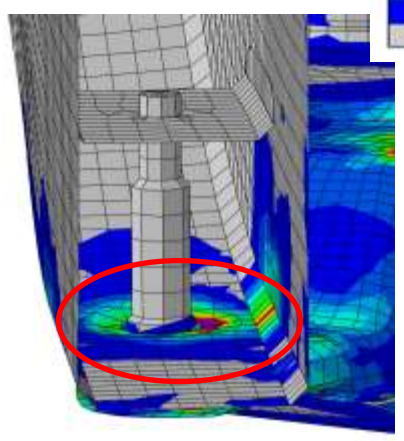
Базовая модель



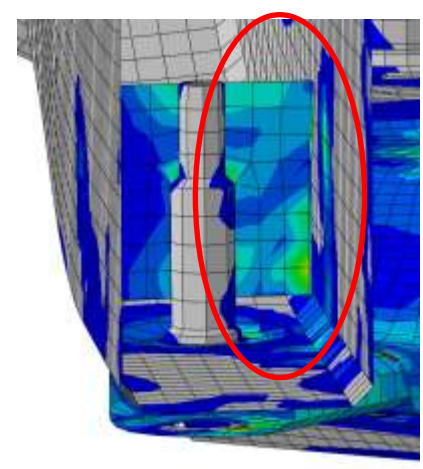
После внесения изменений



Базовая модель



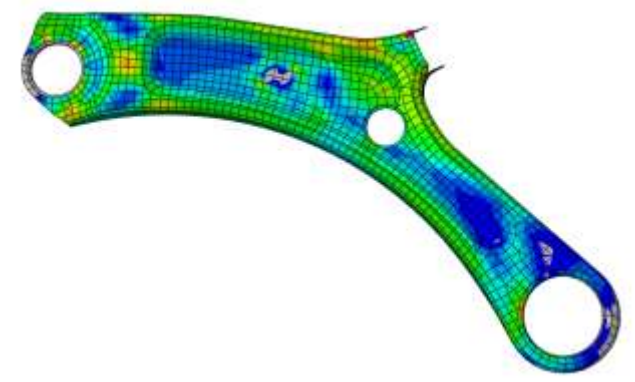
После внесения изменений



Базовая модель

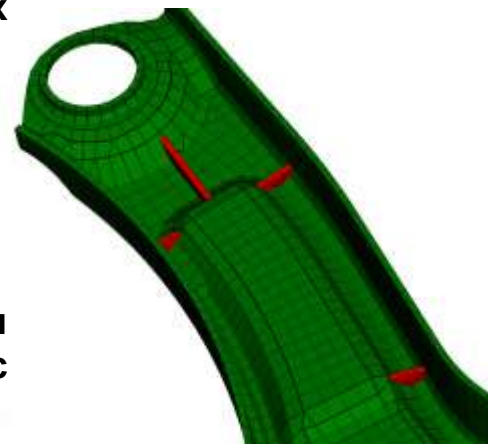
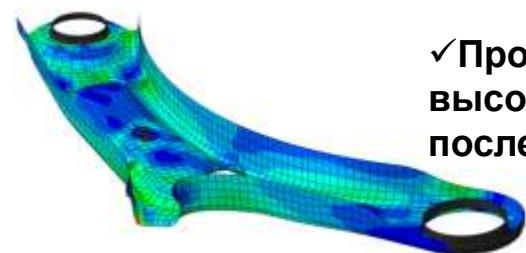
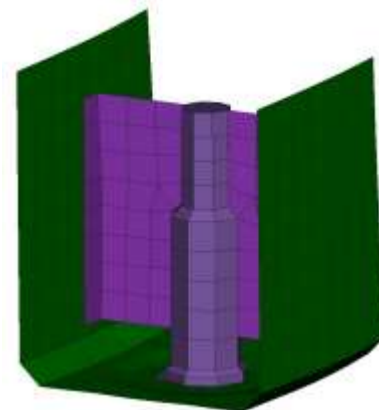
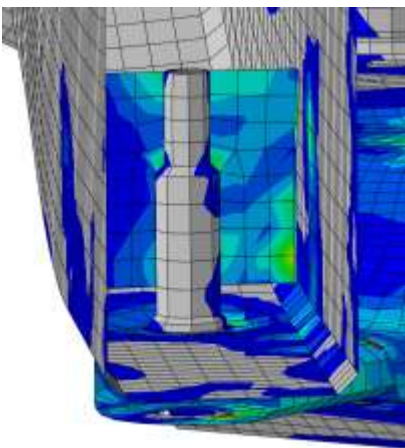


После внесения изменений



Заключение

- ✓ Решена модельная задача и проведено сравнение с аналитическим решением
- ✓ Изучено строения передней части кузова и подвески
- ✓ Была изучена геометрическая модель, предложены возможные допущения и построена конечно-элементная модель, с выбранными типами элементов и соединений.
- ✓ Далее были указаны типы рассматриваемых нагрузений и значения прикладываемых сил
- ✓ Приведены численные величины напряжений в различных точках кузова, выявлены критические места
- ✓ Проведена оптимизация конструкции высоконагруженных элементов подвески с последующим анализом результатов





Спасибо за внимание!