



Исследование и оптимизация конструкции кузова и подвески легкового автомобиля при фронтальном краш-тесте с малым перекрытием

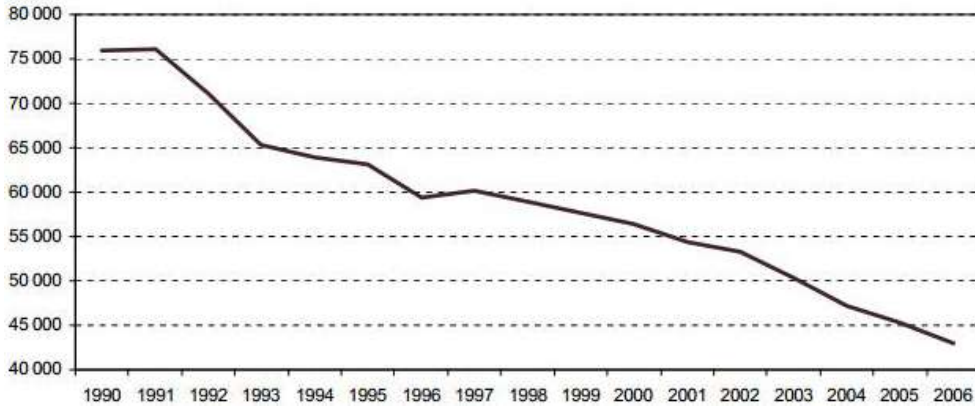


Выполнил студент 63602/2
Руководитель, к.т.н., проф.
Соруководитель

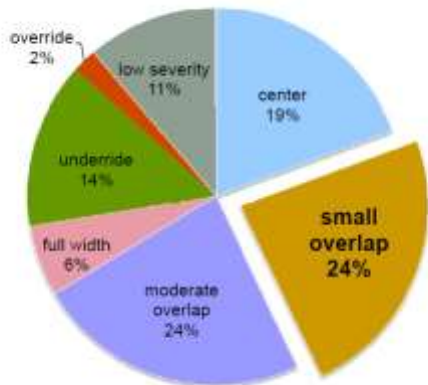
А.Л. Борщев
А.И. Боровков
О.И. Клявин



Статистика дорожно-транспортных происшествий



Численность пострадавших в ДТП в Европейском Союзе(27 стран),1990-2006 годы



Доля фронтального удара с малым перекрытием в реальных условиях среди различных типов фронтальных ударов.

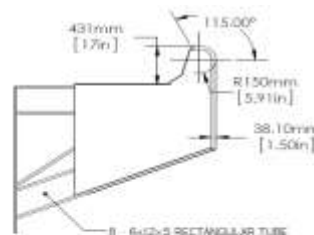
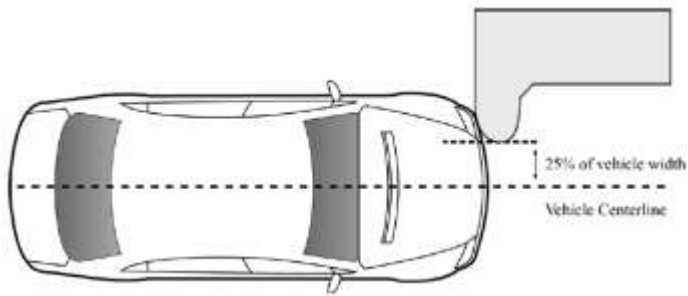


ДТП с летальным исходом с 1950 по 2010 год

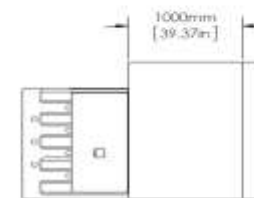
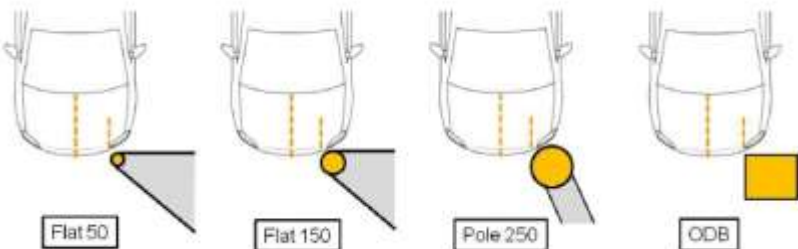
Описание испытания на фронтальный удар с малым перекрытием

Стандартный барьер

Подробный чертеж используемого барьера



Типы используемых барьеров



Методика оценки повреждений при испытании



Контрольные точки в испытании на фронтальный удар с малым перекрытием



Фронтальный удар с малым перекрытием



**Краш-тест автомобиля,
получившего оценку POOR**



**Краш-тест автомобиля,
получившего оценку GOOD**



Последствия теста



**Краш-тест автомобиля,
получившего оценку GOOD**

Последствия теста



Lexus IS



Volvo S60

Сравнение автомобилей, получивших оценки GOOD (справа) и POOR (слева) в тесте на фронтальный удар с малым перекрытием.

Последствия теста



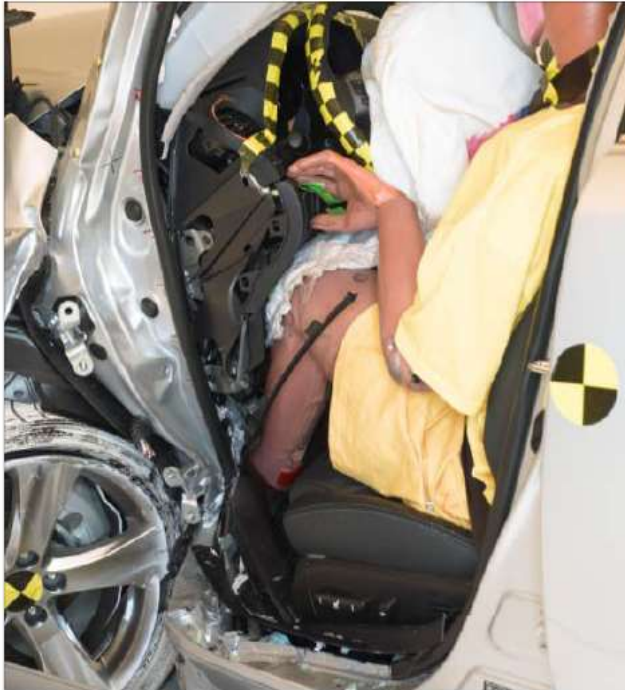
Lexus IS



Volvo S60

Сравнение автомобилей, получивших оценки GOOD (справа) и POOR (слева) в тесте на фронтальный удар с малым перекрытием.

Последствия теста



Lexus IS

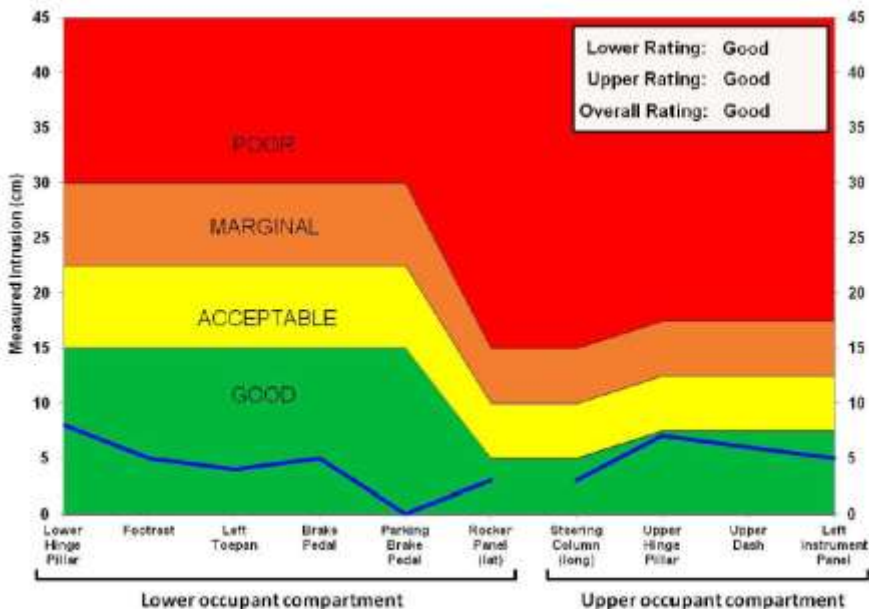


Volvo S60

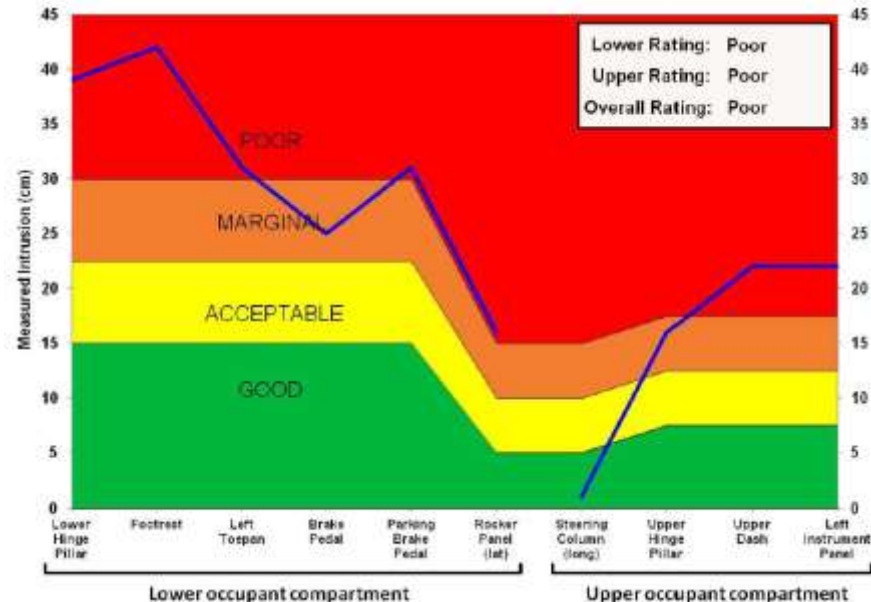
Сравнение автомобилей, получивших оценки GOOD (справа) и POOR (слева) в тесте на фронтальный удар с малым перекрытием.



Методика оценки повреждений при испытании



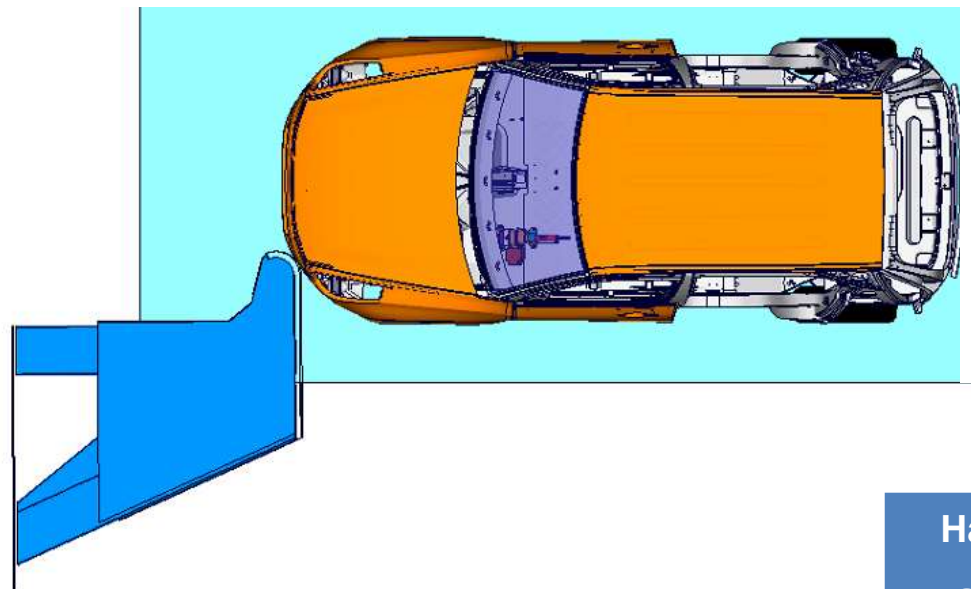
Шкала оценки и полученные данные для автомобиля, получившего оценку GOOD.



Шкала оценки и полученные данные для автомобиля, получившего оценку POOR.

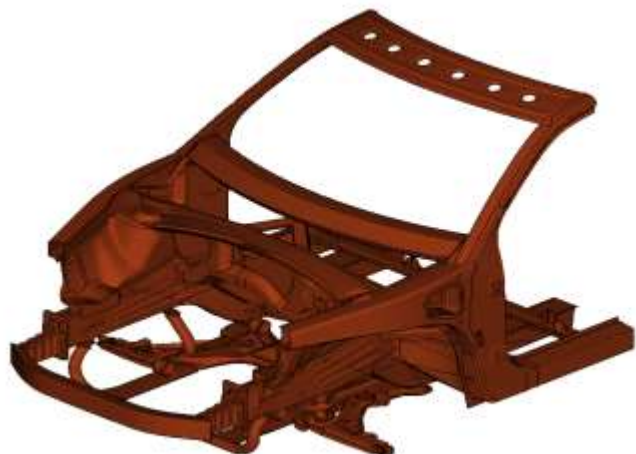


Конечно-элементная модель краш-теста



Распределение материалов в передней части автомобиля

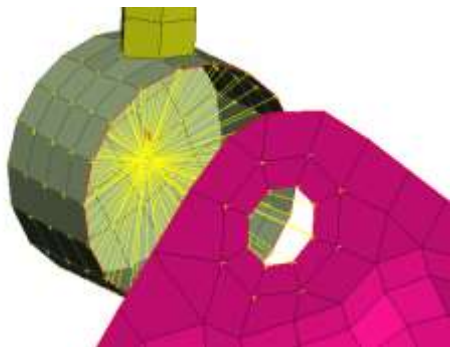
Название материала	Модуль Юнга (ГПа)	Плотность (г/см ³)
Алюминий	69	2.7
Сталь	210	7.85
Пластик	70	1.05



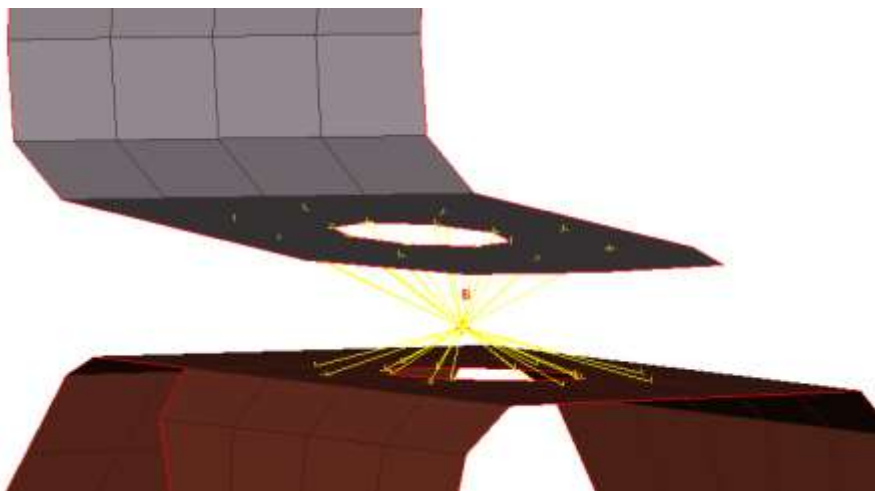
Масса автомобиля 1700кг
Скорость автомобиля 64 км/ч

Основная конструкция передней части автомобиля изготовлена из стали HC420LA_IDS

Виды моделирования соединений в КЭ модели



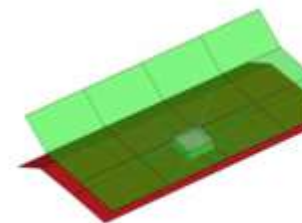
Моделирование шарнирных соединений
Connector-элемент типа Cartesian-Cardan.



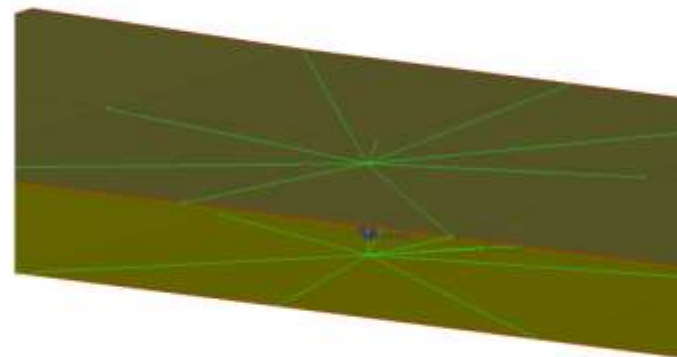
Варианты моделирования болтовых соединений.
Multi point constraint(MPC)



Multi point constraint
(MPC)



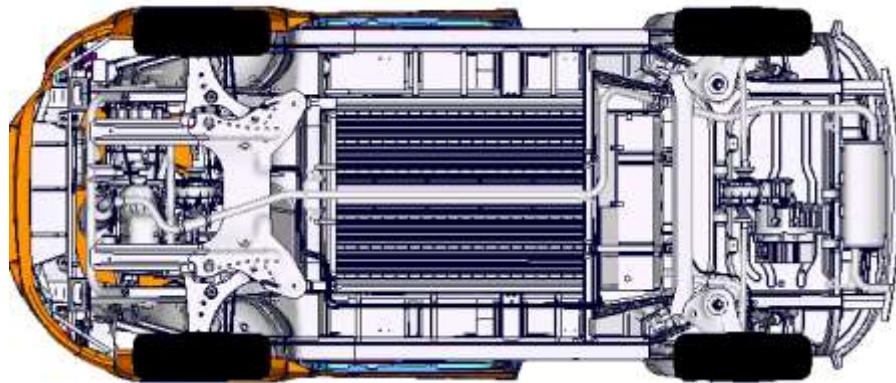
RBE3-HEXA-RBE3



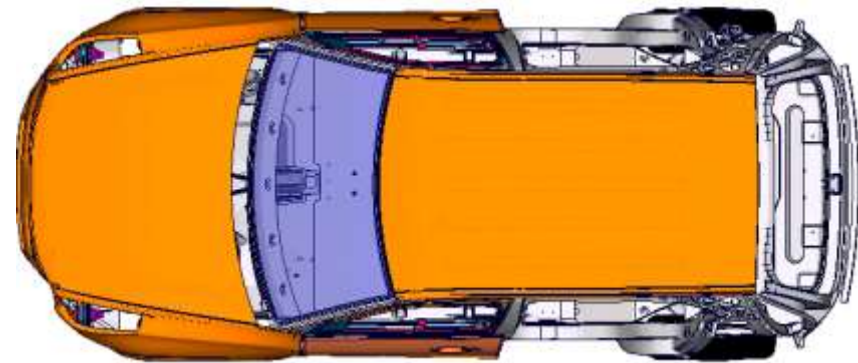
Bushing

Варианты моделирования сварных точек.

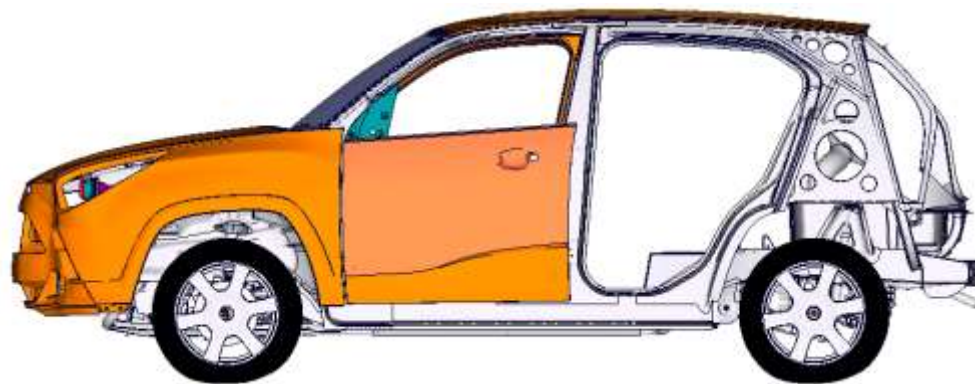
Результаты краш-теста базового варианта



Вид снизу



Вид сверху



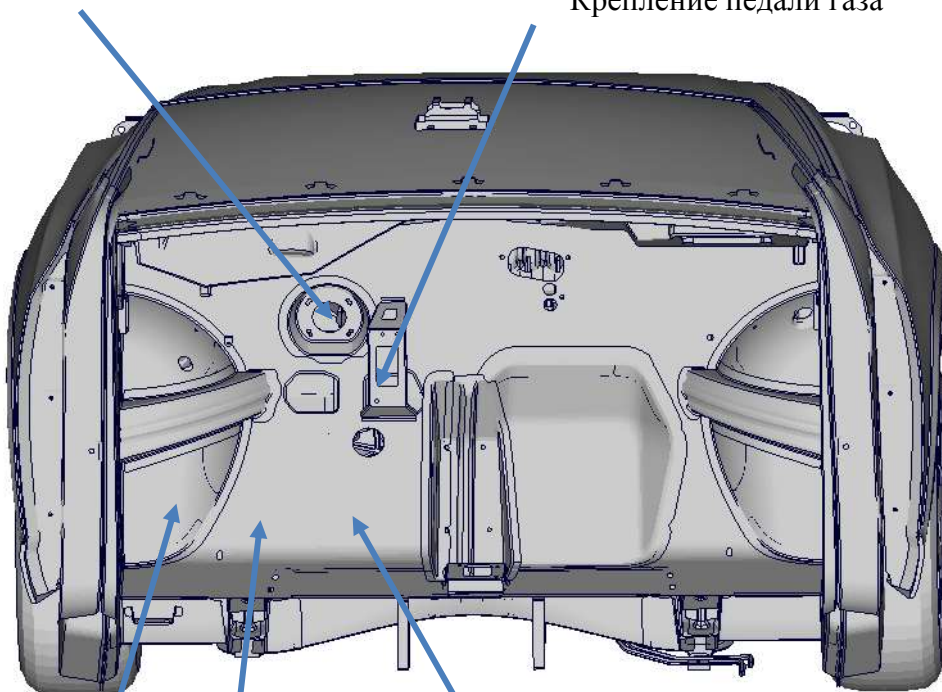
Вид сбоку



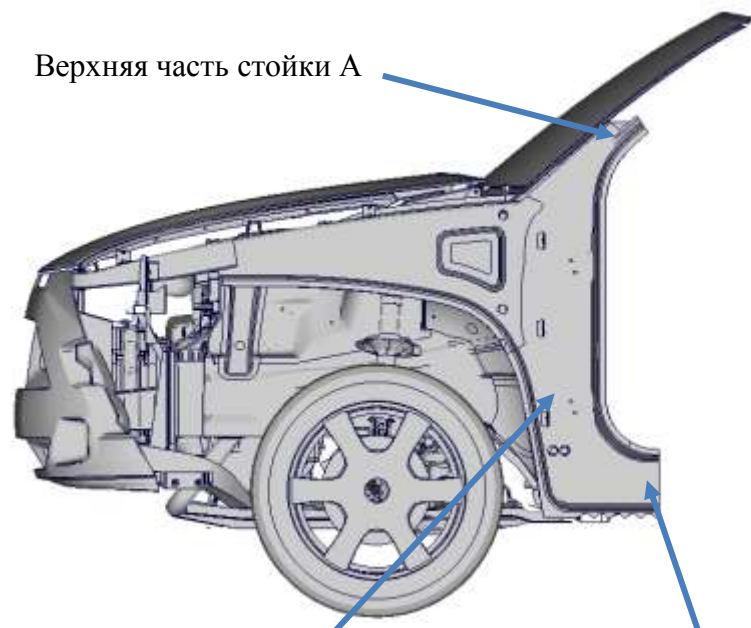
Результаты краш-теста базового варианта

Крепление педали тормоза

Крепление педали газа



Верхняя часть стойки А



Нижняя часть стойки А

Порог

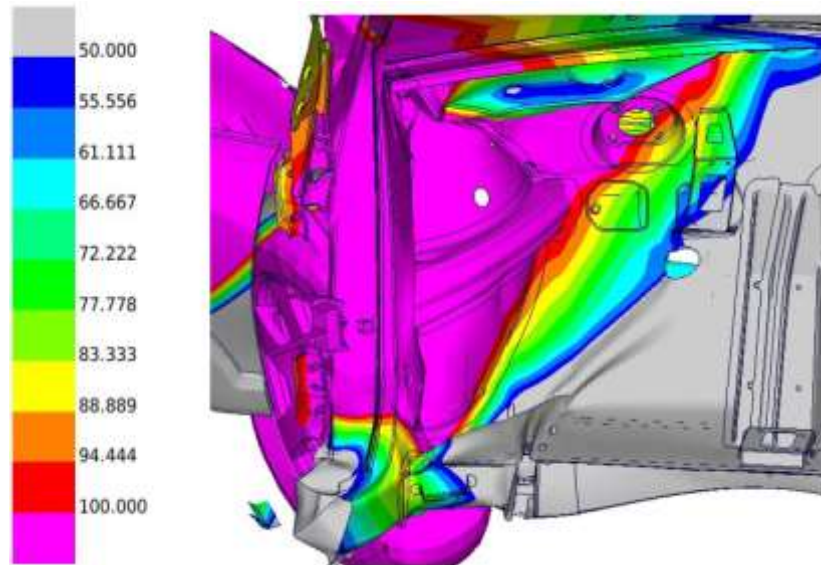
Нижняя часть
Моторного щита А

Нижняя часть
моторного щита Б

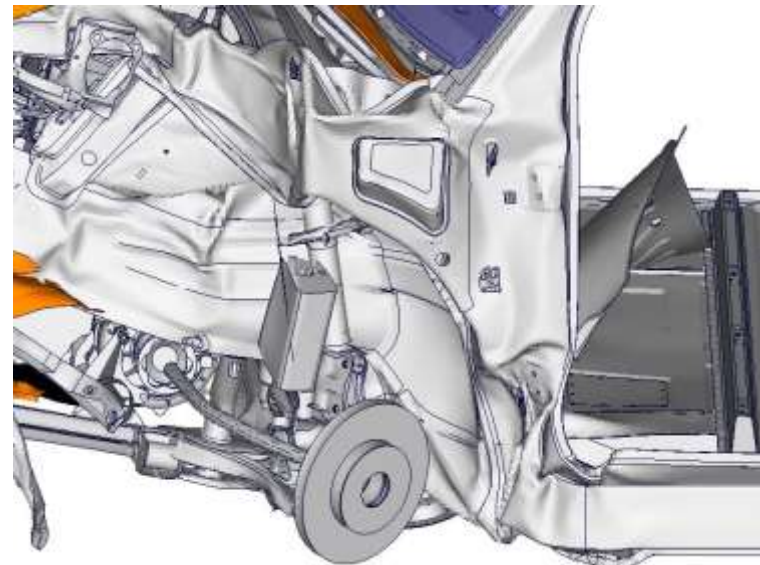
Контрольные точки в исследуемом кузове

Место отдыха ноги

Результаты краш-теста базового варианта



**Поле перемещений
в продольном направлении в области водителя**



**Деформированное состояние
передней части автомобиля в области водителя**



Результаты краш-теста базового варианта

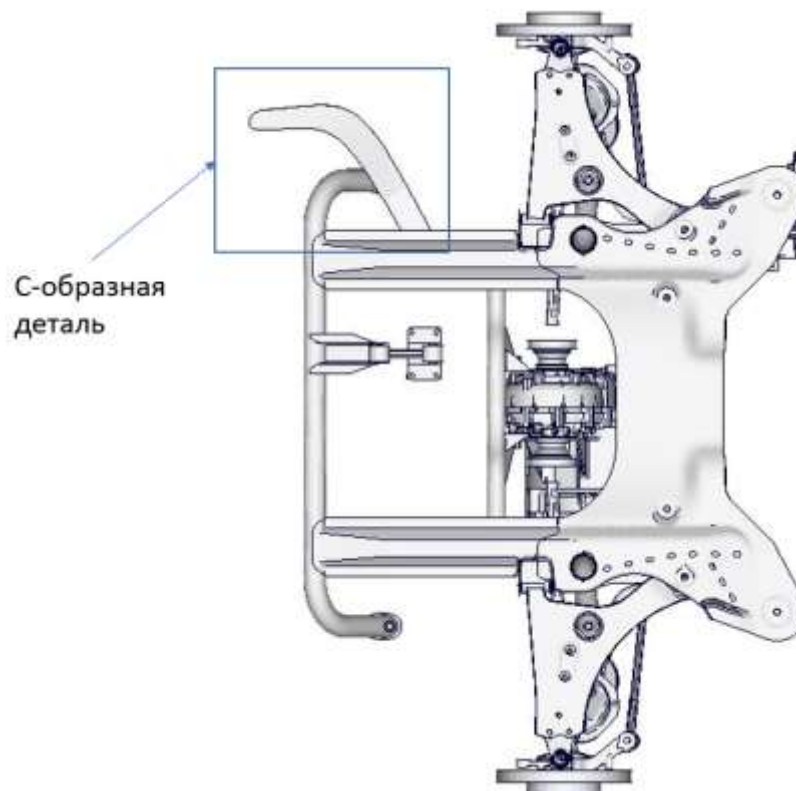
Перемещения в контрольных точках в области водителя

Контрольная точка	перемещение	рейтинг
Педаль тормоза	174	ACCEPTABLE
Педаль газа	92	GOOD
Место отдыха ноги	151	ACCEPTABLE
Нижняя часть стойки А	165	ACCEPTABLE
Верхняя часть стойки А	105	ACCEPTABLE
Порог	112	MARGINAL
Нижняя часть моторного щита а	56	ACCEPTABLE
Нижняя часть моторного щита б	35	GOOD



Результаты краш-теста варианта с добавлением С-детали

Конструкция модифицированной подвески с подрамником



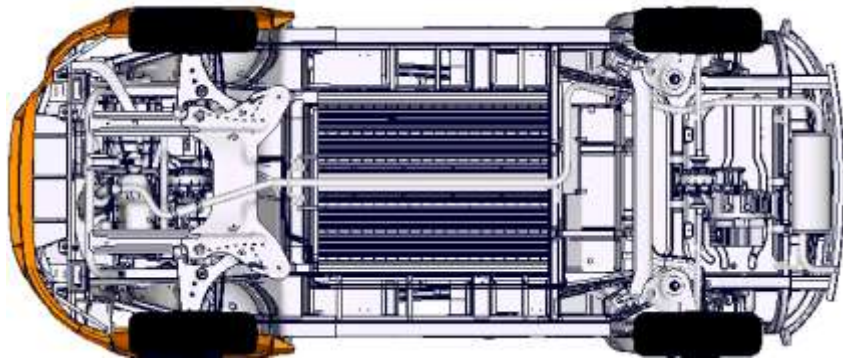
Масса детали 31 кг.

Материал- сталь НС420LA

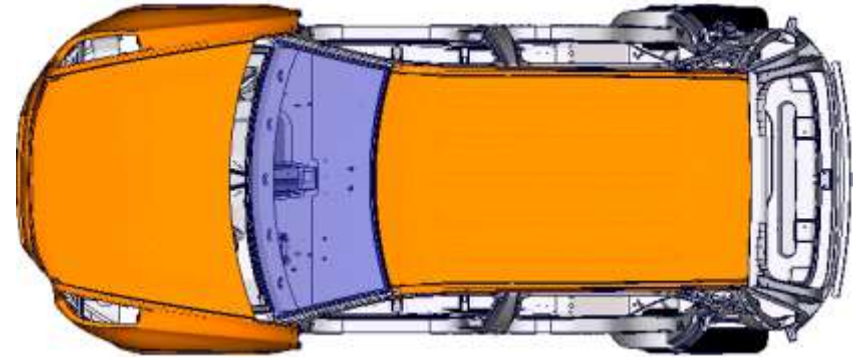
Поперечное сечение-квадрат
со стороной 60мм



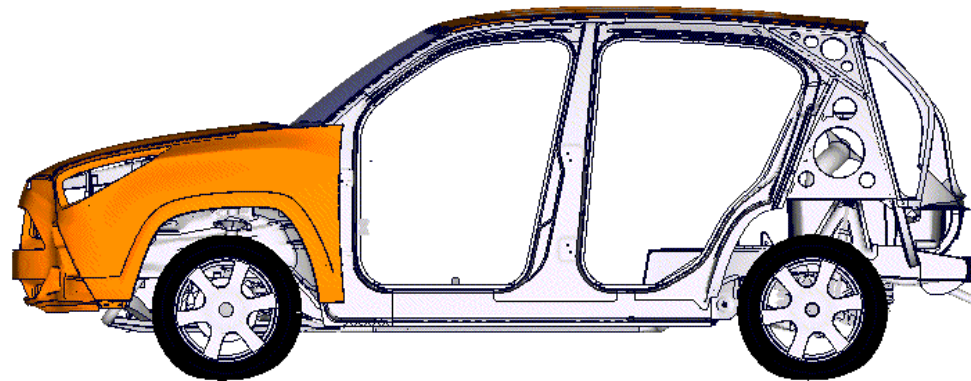
Результаты краш-теста варианта с добавлением С-детали



Вид снизу

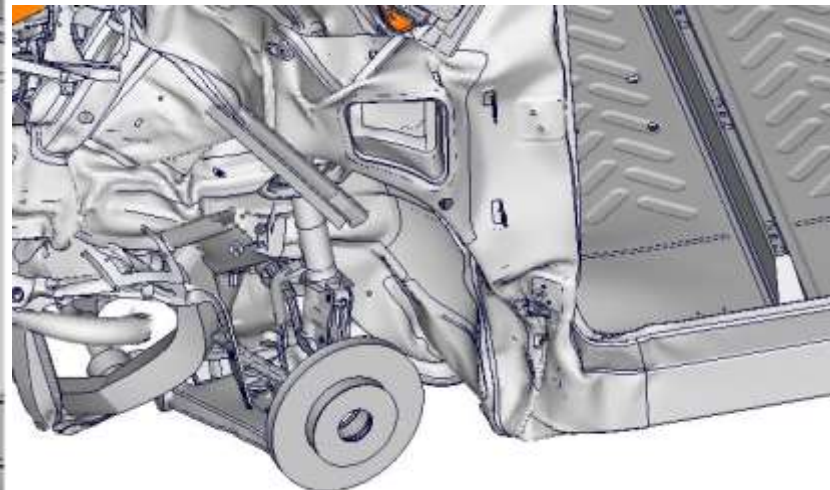
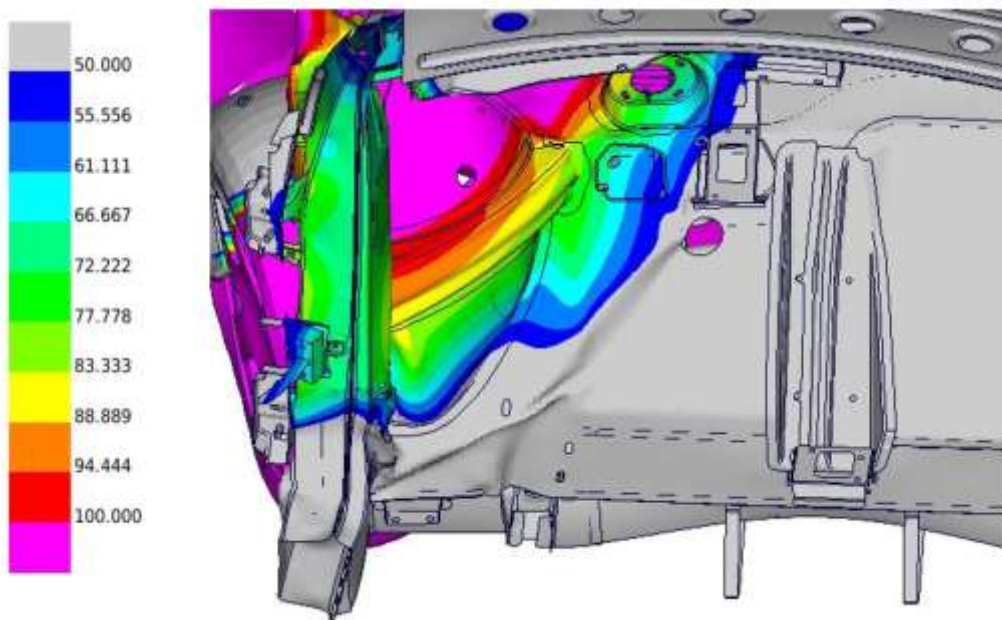


Вид сверху



Вид сбоку

Результаты краш-теста варианта с добавлением С-детали



**Поле перемещений
в продольном направлении в области водителя**

**Деформированное состояние
передней части автомобиля в области водителя**



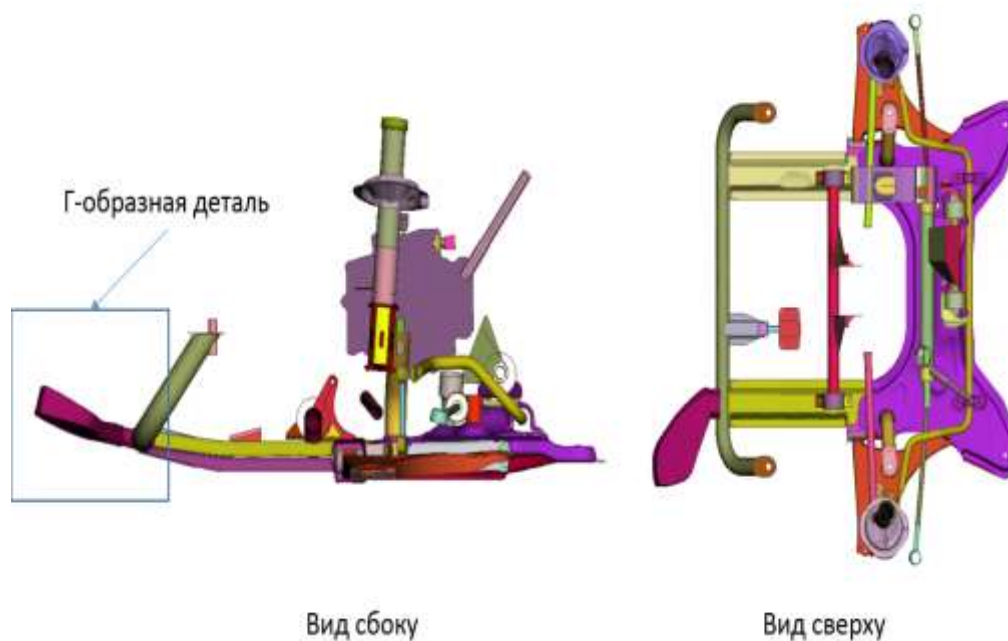
Результаты краш-теста варианта с добавлением С-детали

Перемещения в контрольных точках в области водителя

Контрольная точка	Перемещение (мм)	рейтинг
Педаль тормоза	73	GOOD
Педаль газа	33	GOOD
Место отдыха ноги	74	GOOD
Нижняя часть стойки А	89	GOOD
Верхняя часть стойки А	50	GOOD
Порог	45	GOOD
Нижняя часть моторного щита а	44	GOOD
Нижняя часть моторного щита б	16	GOOD

Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали

Конструкция модифицированной подвески с подрамником вариант 1



Масса детали 8 кг.

Материал- сталь НС420LA

Максимальная ширина 45мм

Высота 25мм



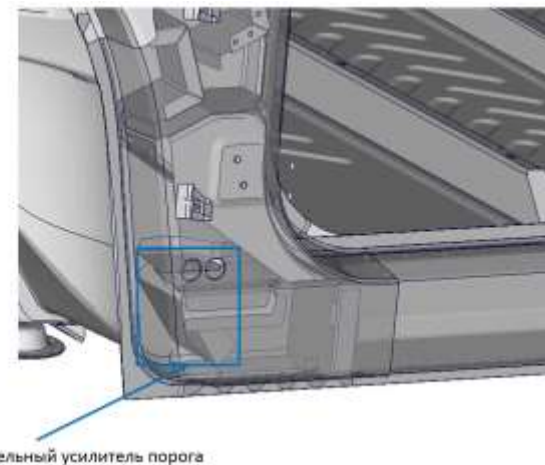
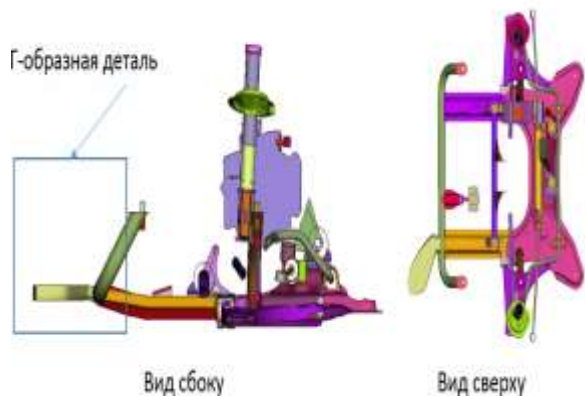
Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали

Перемещения в контрольных точках в области водителя

Контрольная точка	Перемещение (мм)	рейтинг
Педаль тормоза	223	MARGINAL
Педаль газа	152	ACCEPTABLE
Место отдыха ноги	251	MARGINAL
Нижняя часть стойки А	185	ACCEPTABLE
Верхняя часть стойки А	135	MARGINAL
Порог	123	MARGINAL
Нижняя часть моторного щита а	61	ACCEPTABLE
Нижняя часть моторного щита б	45	GOOD



Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали



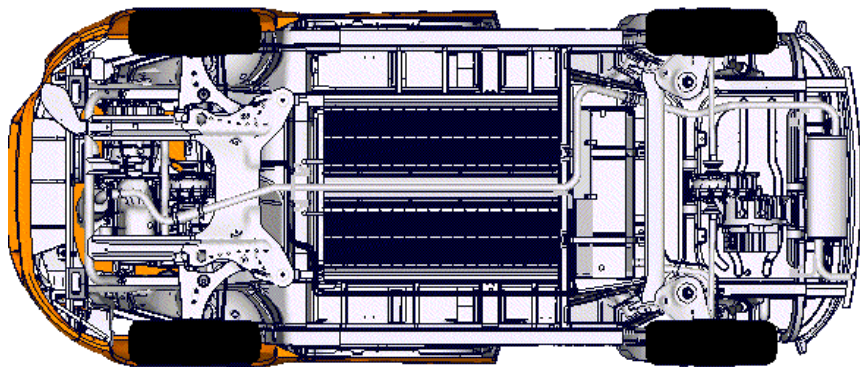
Конструкция модифицированной подвески с подрамником вариант 2

Дополнительные усиления конструкции

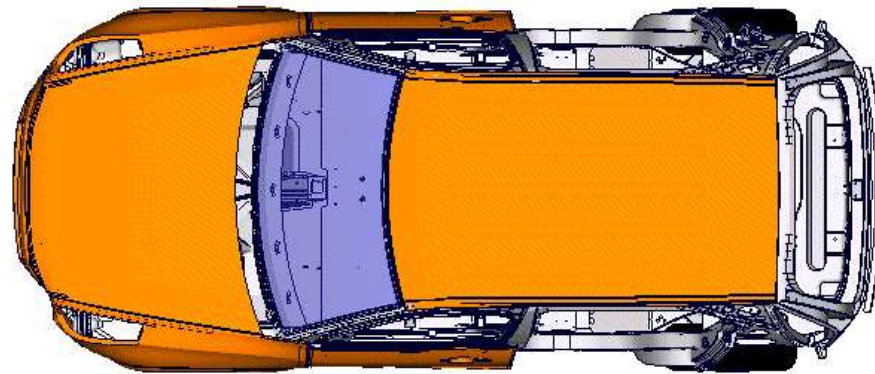




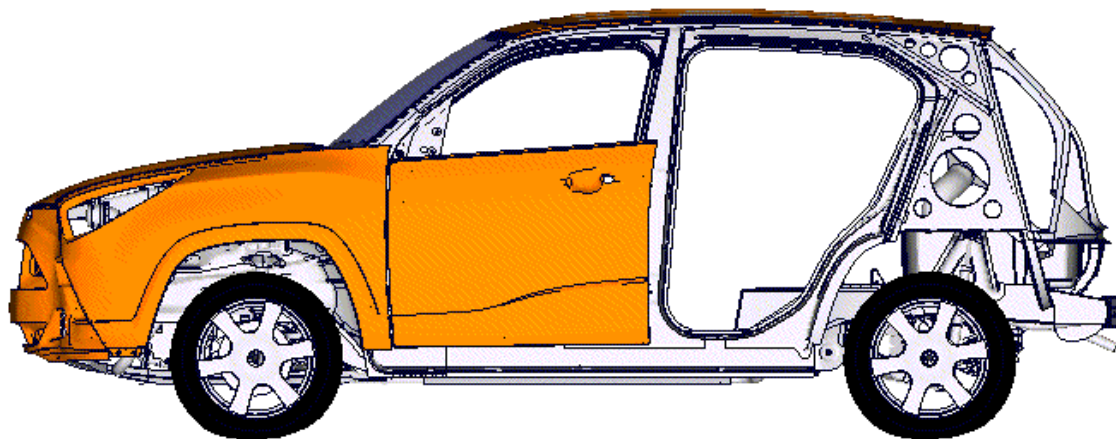
Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали



Вид снизу



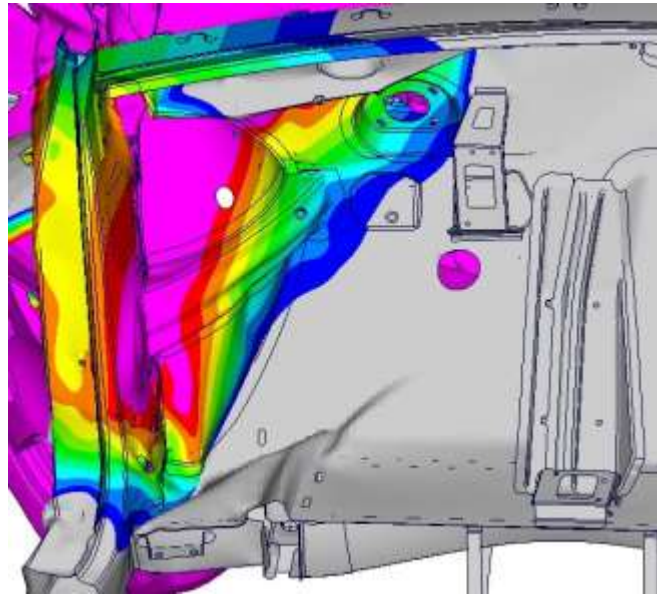
Вид сверху



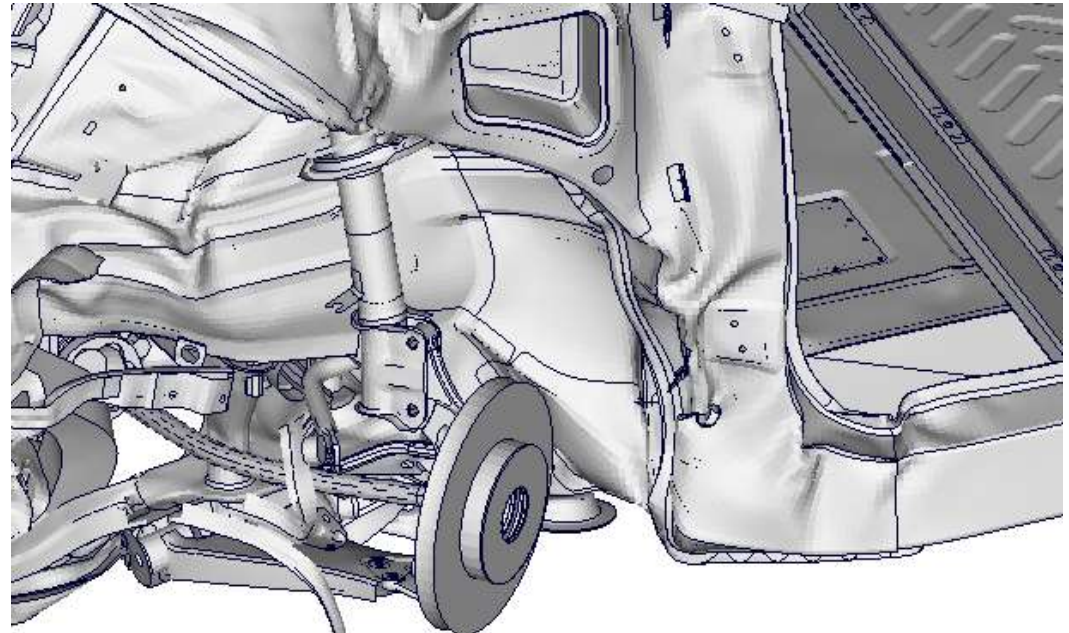
Вид сбоку



Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали



**Поле перемещений
в продольном направлении в области водителя**



**Деформированное состояние
передней части автомобиля в области водителя**



Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали

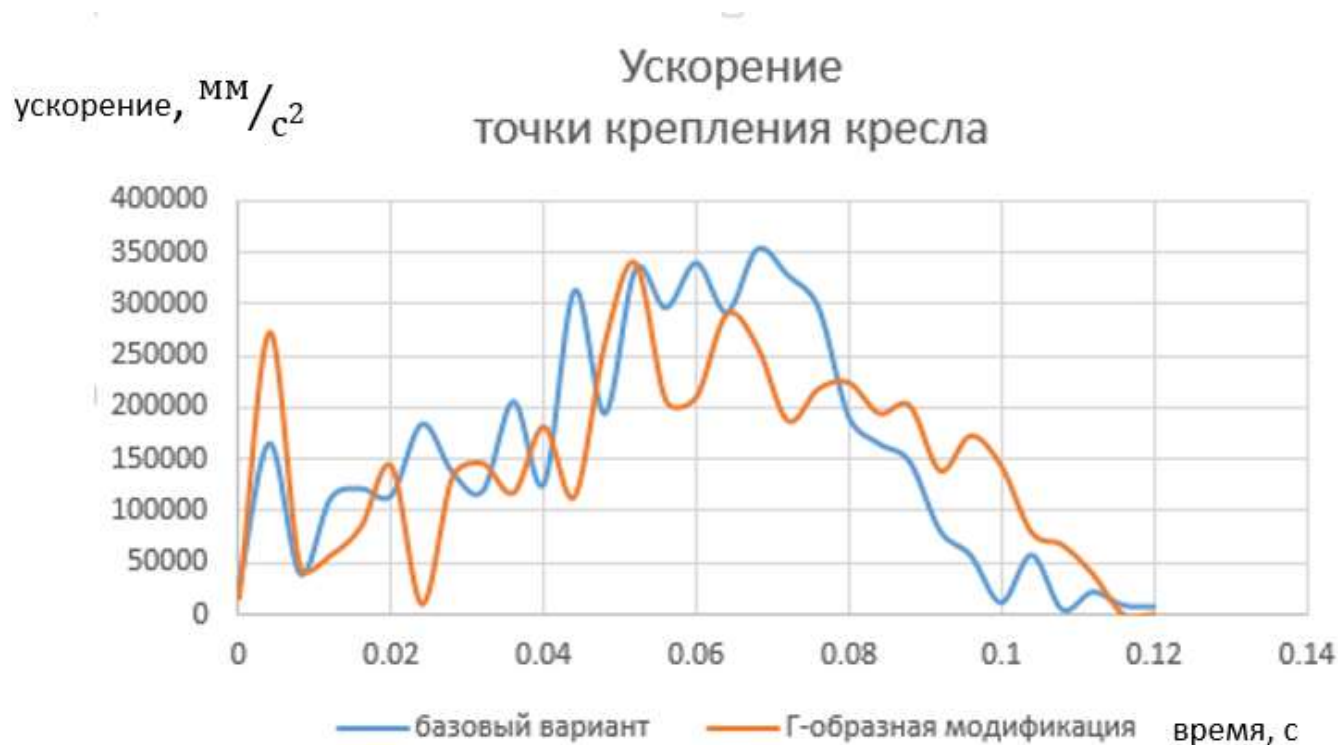
Перемещения в контрольных точках в области водителя

Контрольная точка	Перемещение (мм)	рейтинг
Педаль тормоза	63	GOOD
Педаль газа	45	GOOD
Место отдыха ноги	93	GOOD
Нижняя часть стойки А	92	GOOD
Верхняя часть стойки А	61	GOOD
Порог	48	GOOD
Нижняя часть моторного щита а	39	GOOD
Нижняя часть моторного щита б	17	GOOD



Результаты краш-теста варианта с добавлением Г-детали

Ускорение в точке крепления кресла водителя





Сравнение результатов различных модификаций

Рейтинг безопасности в контрольных точках в области водителя

Контрольная точка	Базовый вариант	С-образная модификация	Г-образная модификация(а)	Г-образная модификация(б)
Педаль тормоза	ACCEPT	GOOD	MARGINAL	GOOD
Педаль газа	GOOD	GOOD	ACCEPT	GOOD
Место отдыха ноги	ACCEPT	GOOD	MARGINAL	GOOD
Нижняя часть стойки А	ACCEPT	GOOD	ACCEPT	GOOD
Верхняя часть стойки А	ACCEPT	GOOD	MARGINAL	GOOD
Порог	MARGINAL	GOOD	MARGINAL	GOOD
Нижняя часть моторного щита а	ACCEPT	GOOD	ACCEPT	GOOD
Нижняя часть моторного щита б	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD



Заключение

В данной работе разработана методика проведения испытаний на фронтальный удар с малым перекрытием, составляющим 25% ширины автомобиля, по стандарту IIHS. Результаты исследования базовой конструкции выявили ряд недостатков, не позволяющих получить оценку GOOD от рейтингового агентства.

В ходе исследования были предложены несколько модификаций конструкции (С-образная модификация и Г-образная модификация). Обе конструкции принесли необходимый результат, но С-образная модификация имеет высокую массу, поэтому более предпочтительной является Г-образная модификация.

Нужно отметить, что из-за ограниченности вычислительных мощностей в данной работе использовалась упрощенная модель автомобиля, отсутствовали навесные элементы задней части кузова, интерьер салона, манекен, поэтому оценка ускорений имеет условный характер, так как в полной мере не отвечает стандарту IIHS.