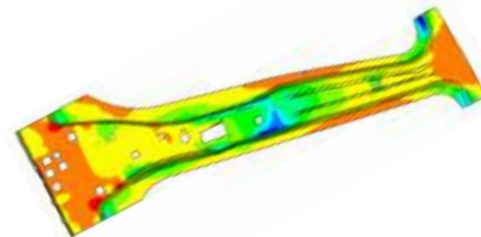




Бакалаврская работа по направлению 553300 «Прикладная механика»

Оценка прочностных свойств элементов кузова автомобиля, полученных путем листовой штамповки



Выполнил студент гр. 6055/12
Руководитель, к.т.н., проф.
Соруководитель, асс.

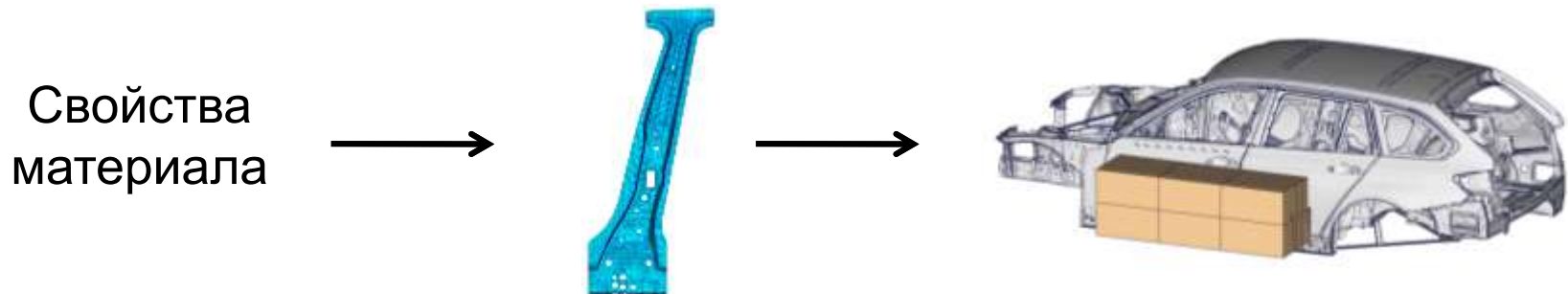
А. В. Степанов
А. И. Боровков
О. И. Клявин

Санкт-Петербург
2012

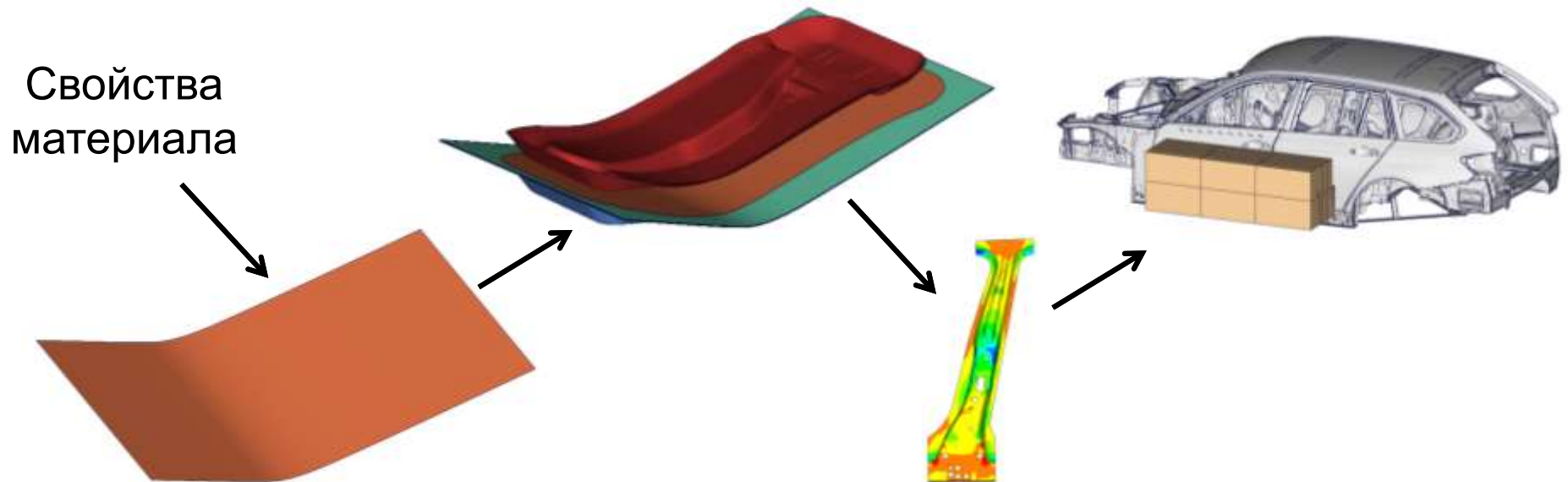


Методика исследования.

Без учета технологической обработки:



С учетом технологической обработки:

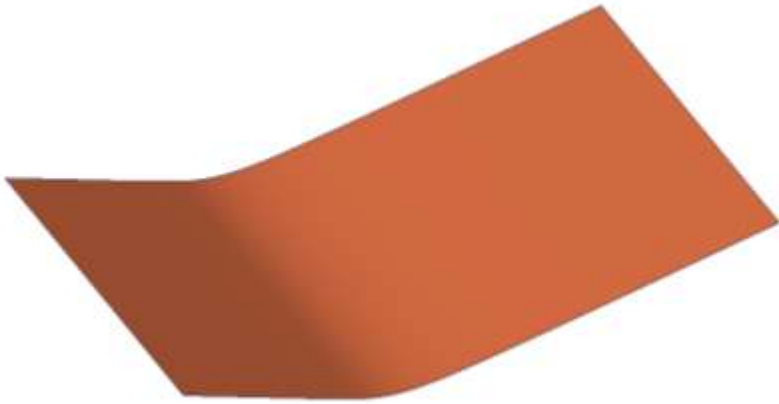




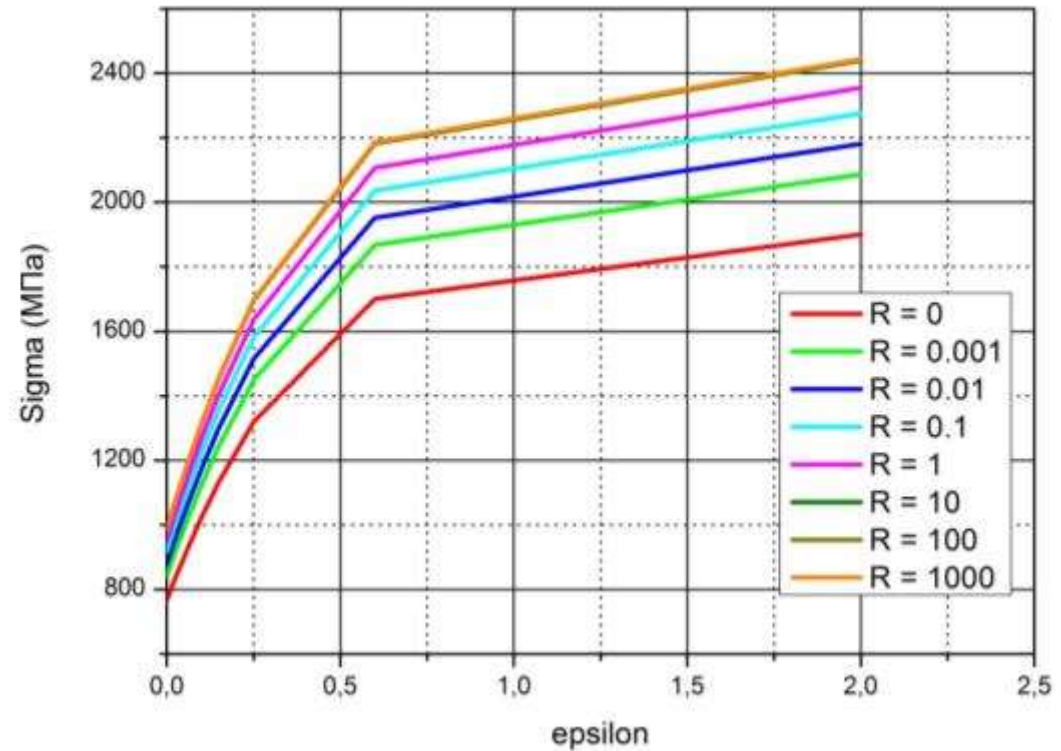
Свойства материала.

Материал – сталь HC1000W

$E = 210$ ГПа, $\nu = 0.3$

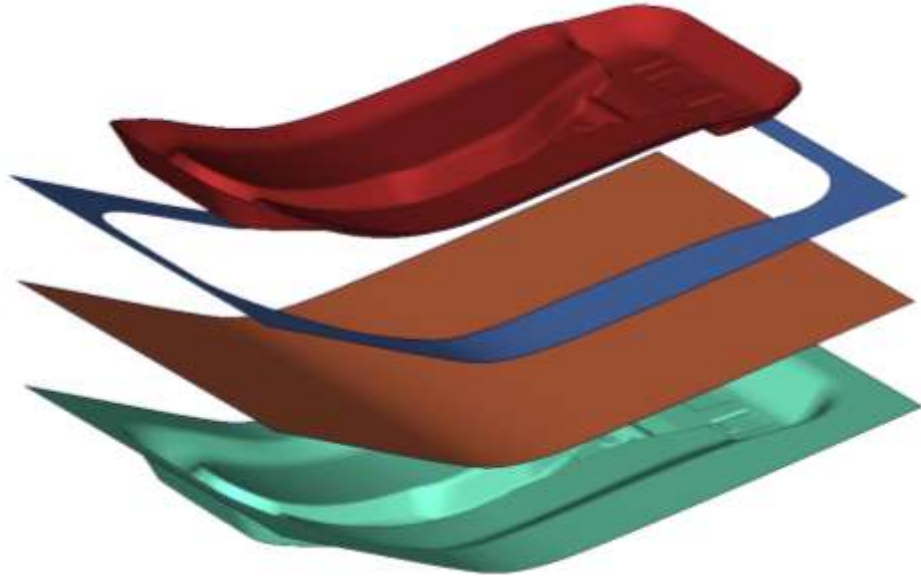


Исходная толщина = 2.9 мм





Постановка задачи штамповки.



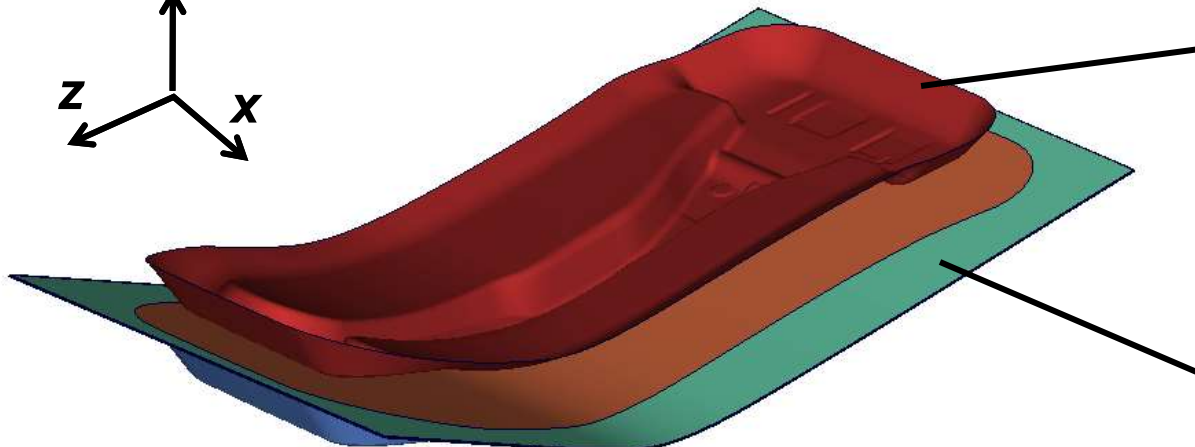
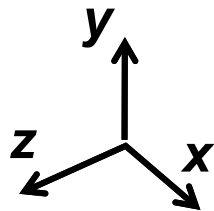
Штамп (абс. твердое тело)

Фиксатор (абс. твердое тело)

Лист (сталь)

Оснастка (абс. твердое тело)

Граничные условия.



Штамп:

$$u_y = 102\text{мм за } 30\text{мс}$$

$$u_x = 0, u_z = 0,$$

$$\varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$

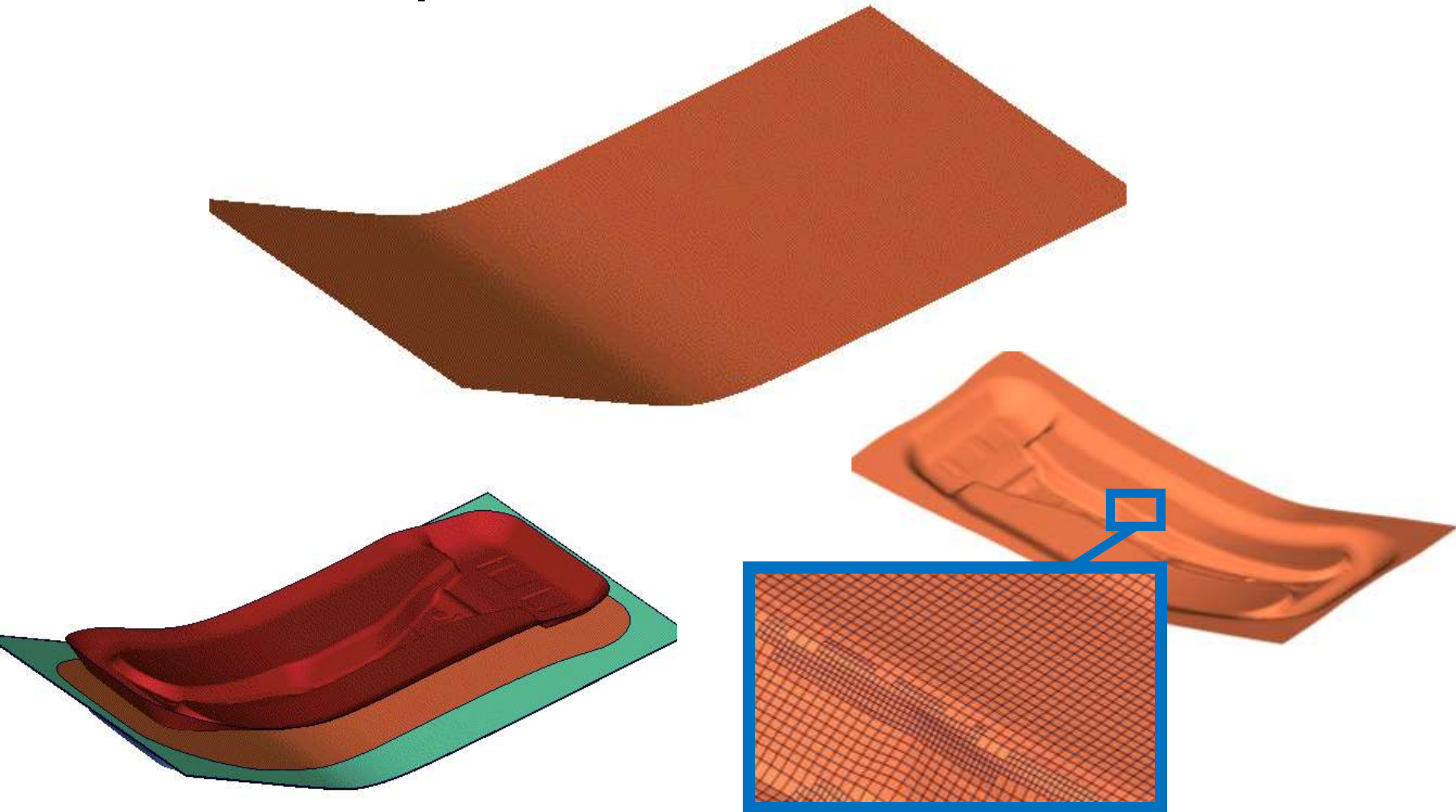
Фиксатор и оснастка:

$$u_x = 0, u_y = 0, u_z = 0,$$

$$\varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$



КЭ решение задачи штамповки.

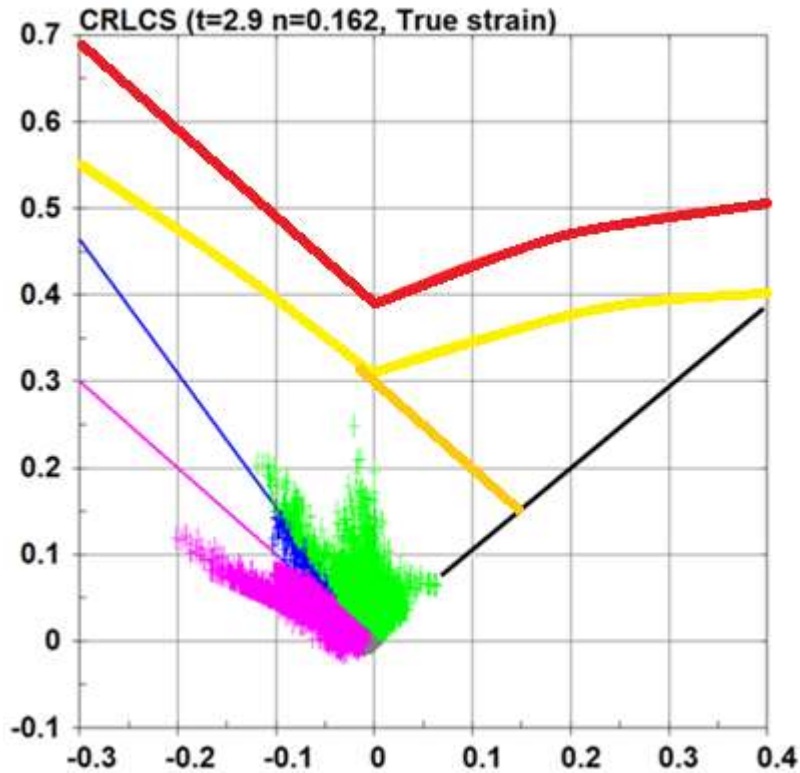


Адаптивное перестроение сетки

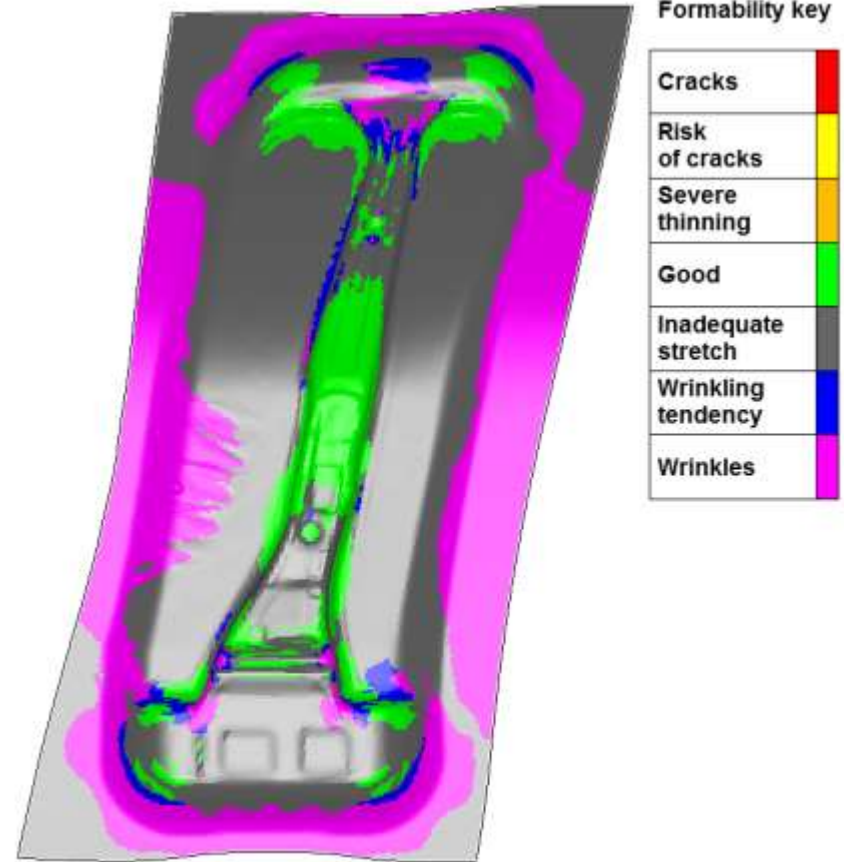




Оценка возможности выштамповки.



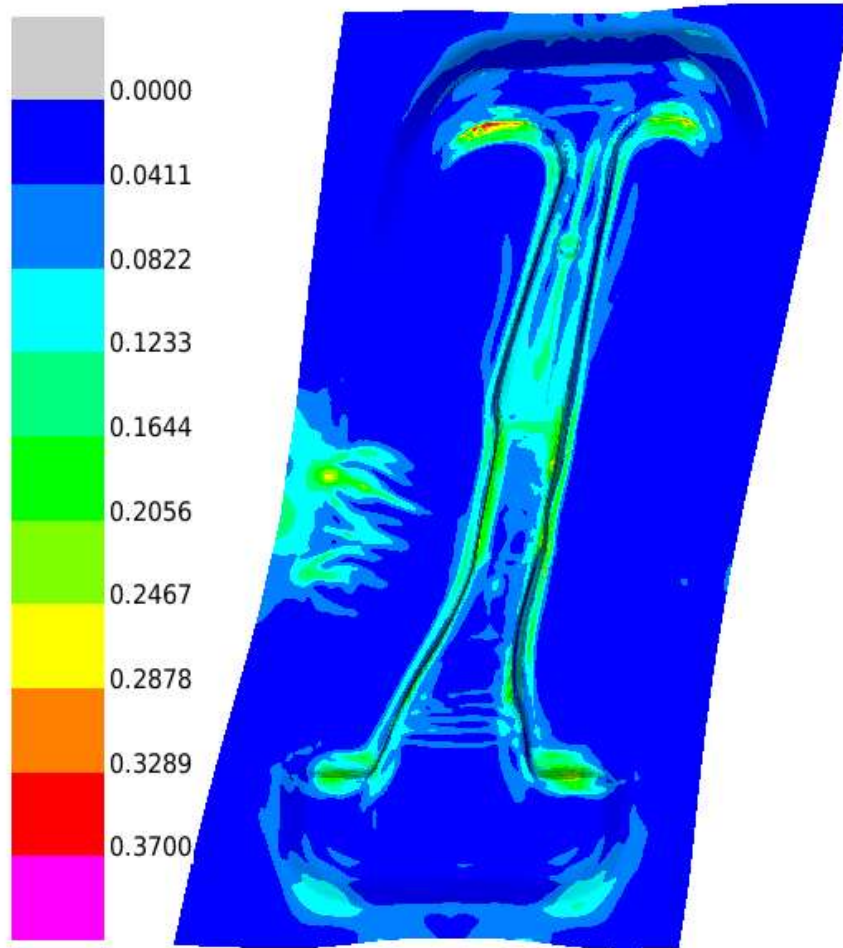
Расположение точек листа на диаграмме штампуемости



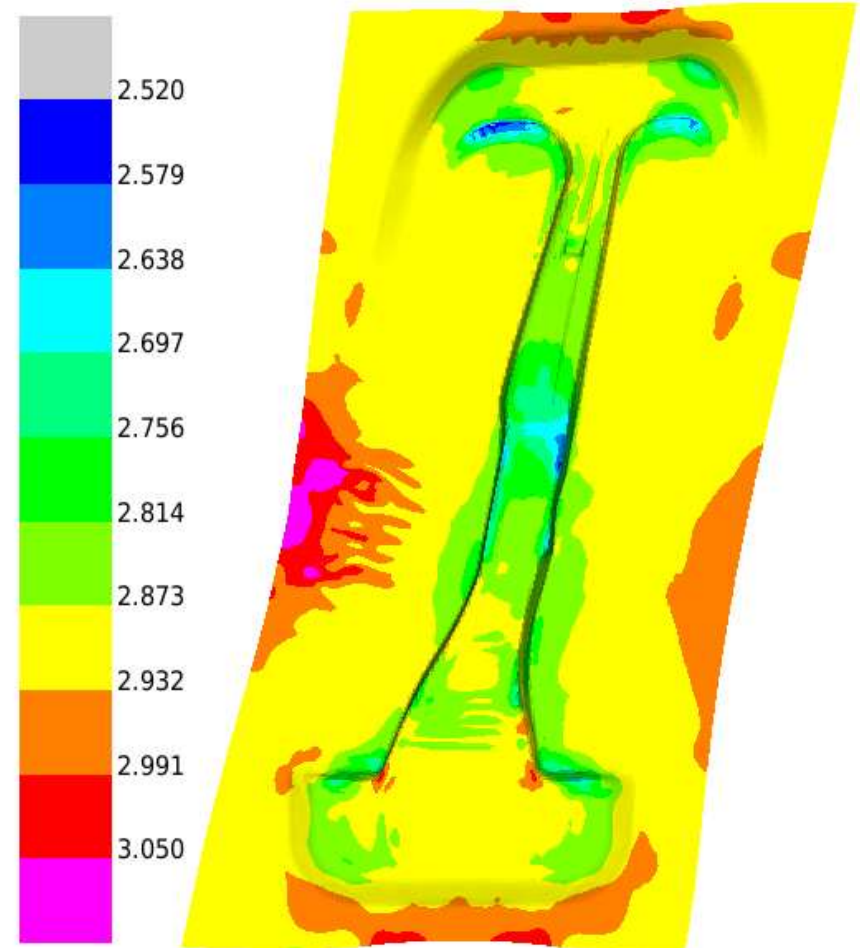
Контуры штампуемости листа



Результаты решения задачи штамповки.



Поле эквивалентных деформаций
по Мизесу



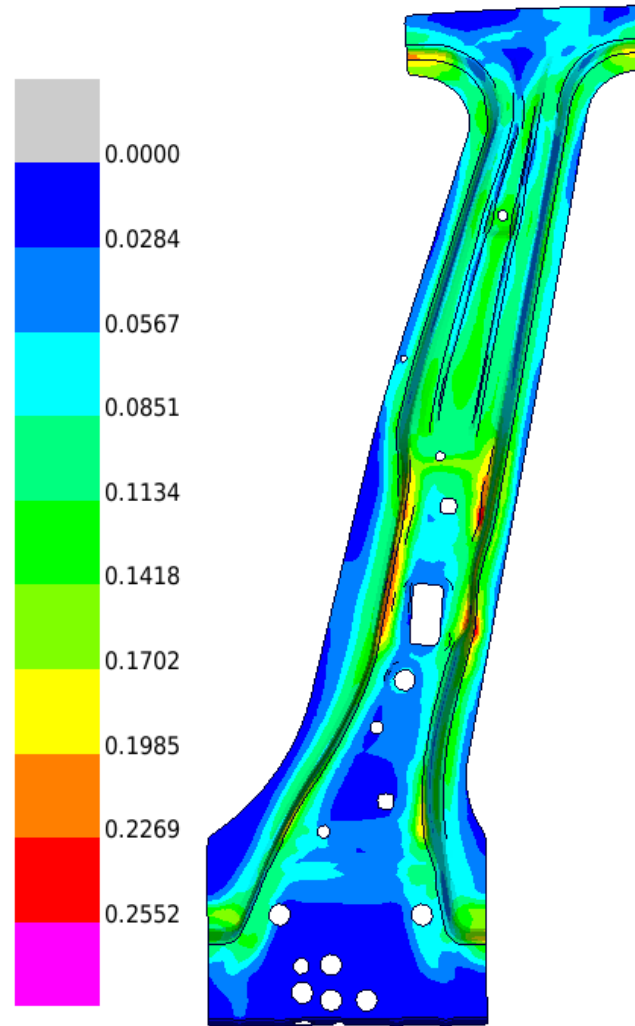
Распределение толщин, мм
Исходная толщина = 2.9 мм



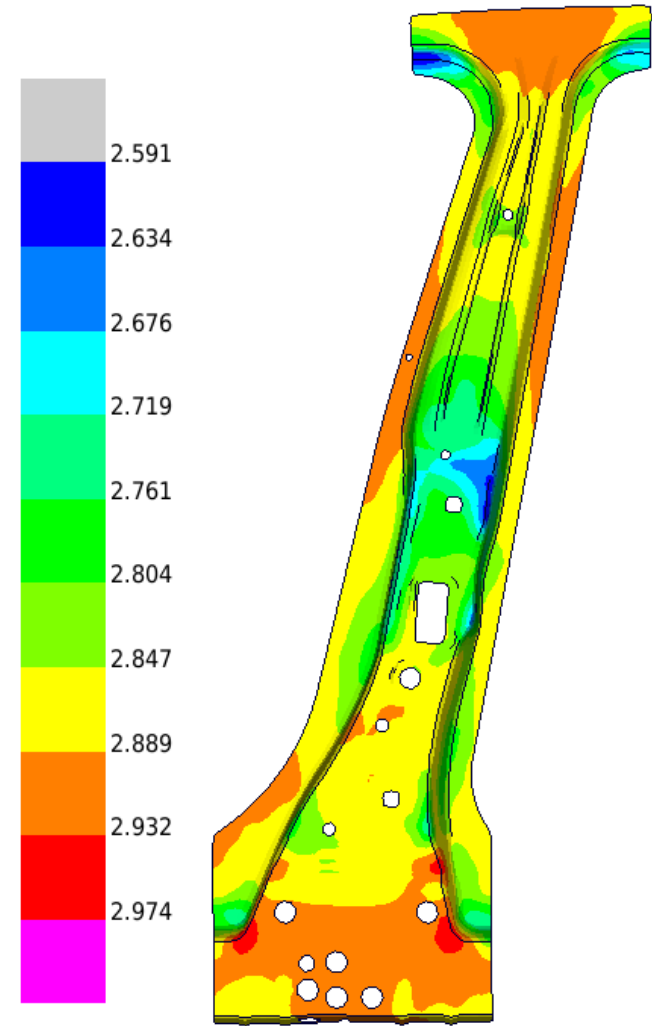
Результаты решения задачи штамповки.



КЭ модель усилителя
боковой стойки



Поле эквивалентных
деформаций по Мизесу

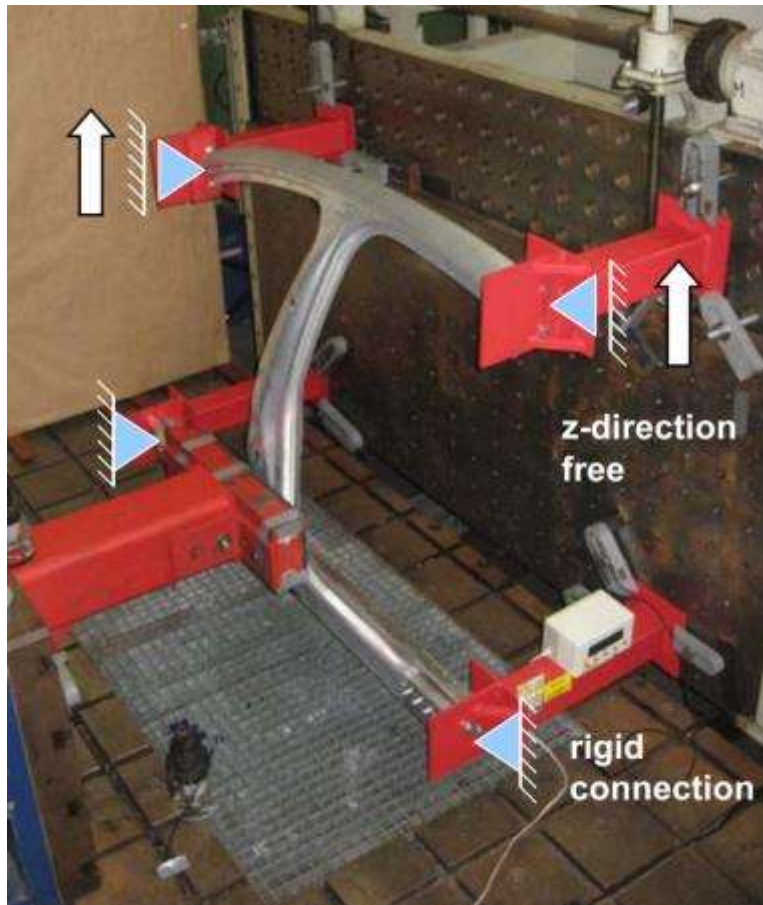


Распределение толщин, мм
Исходная толщина = 2.9 мм



Постановка задачи о квазистатическом воздействии на боковую стойку.

Пример натурального эксперимента



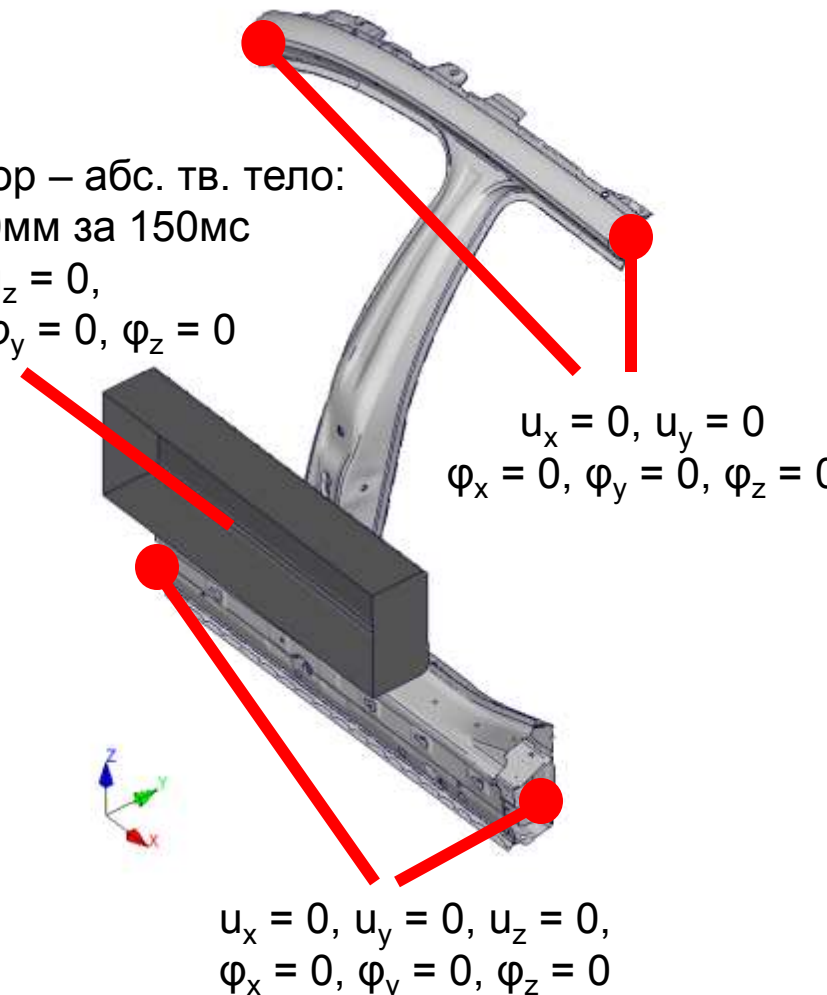
Граничные условия

Импактор – абс. тв. тело:

$$u_y = 500\text{мм за } 150\text{мс}$$

$$u_x = 0, u_z = 0,$$

$$\varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$



$$u_x = 0, u_y = 0$$

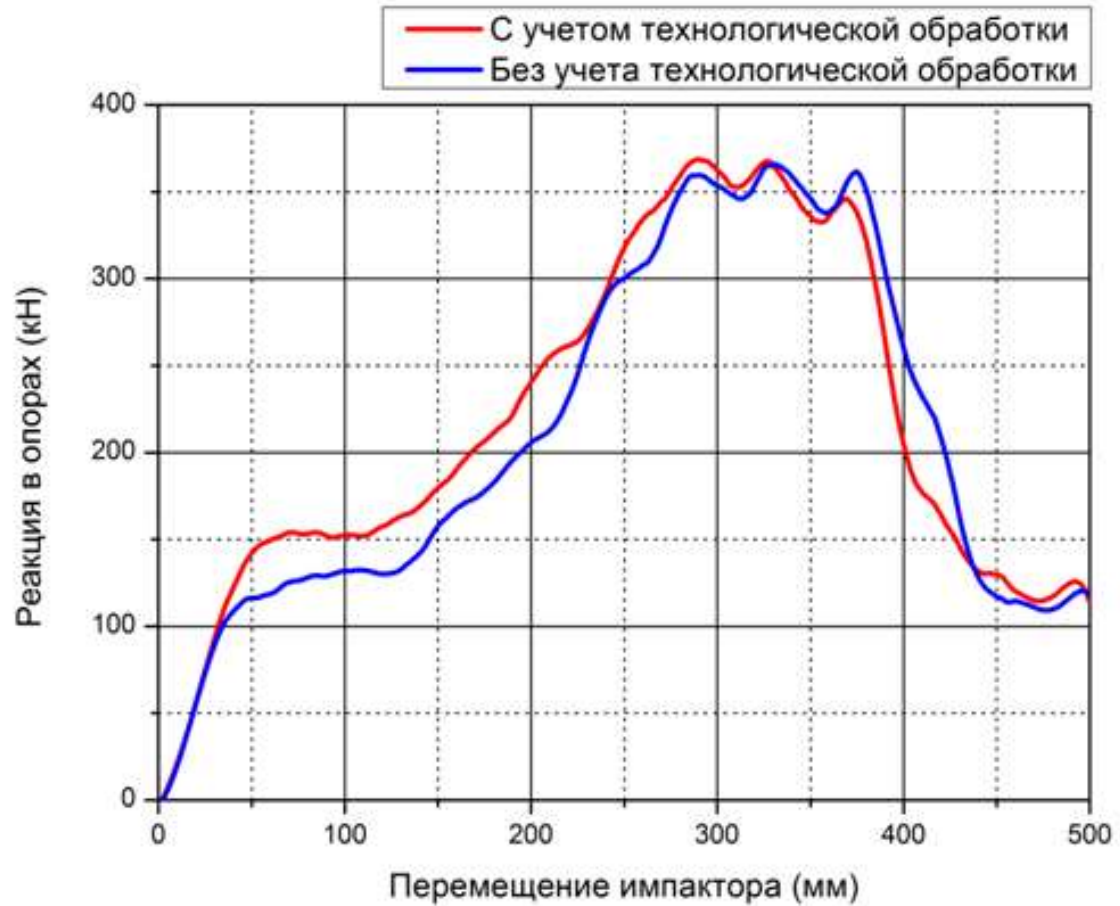
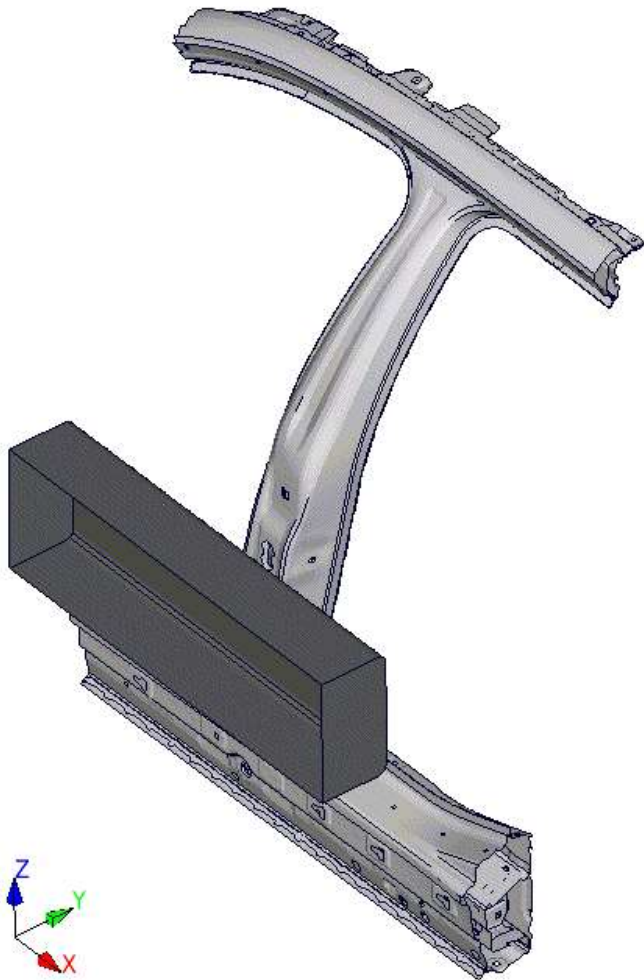
$$\varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$

$$u_x = 0, u_y = 0, u_z = 0,$$

$$\varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$



Решение задачи о квазистатическом воздействии на боковую стойку.



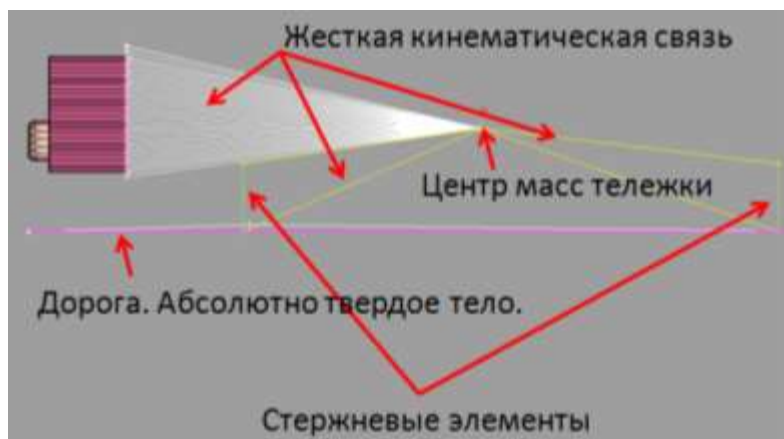
Максимальное различие – 25 %
при $L = 60$ мм



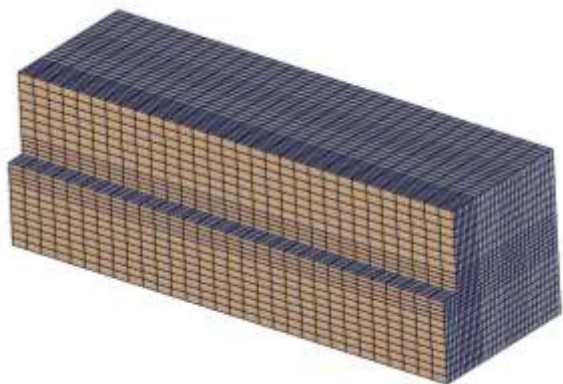
Барьеры, используемые для динамического воздействия.

Деформируемый барьер стандарта Euro-NCAP

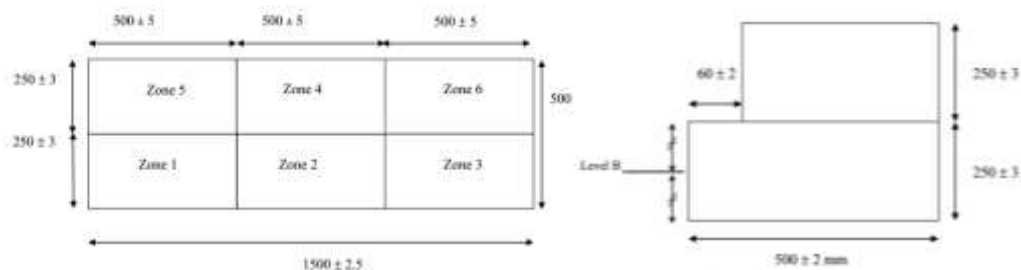
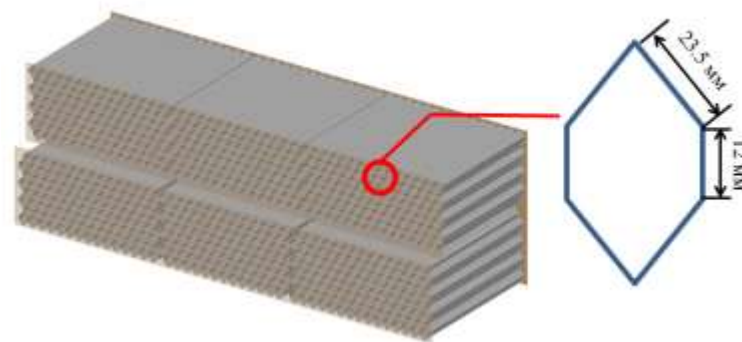
Общий вид тележки и барьера



КЭ модель барьера



Общий вид барьера



Масса барьера с тележкой – 950 кг

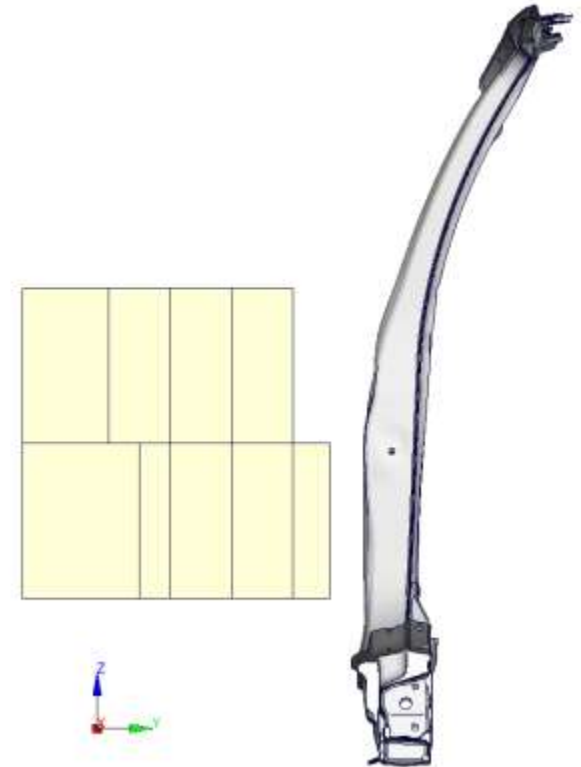
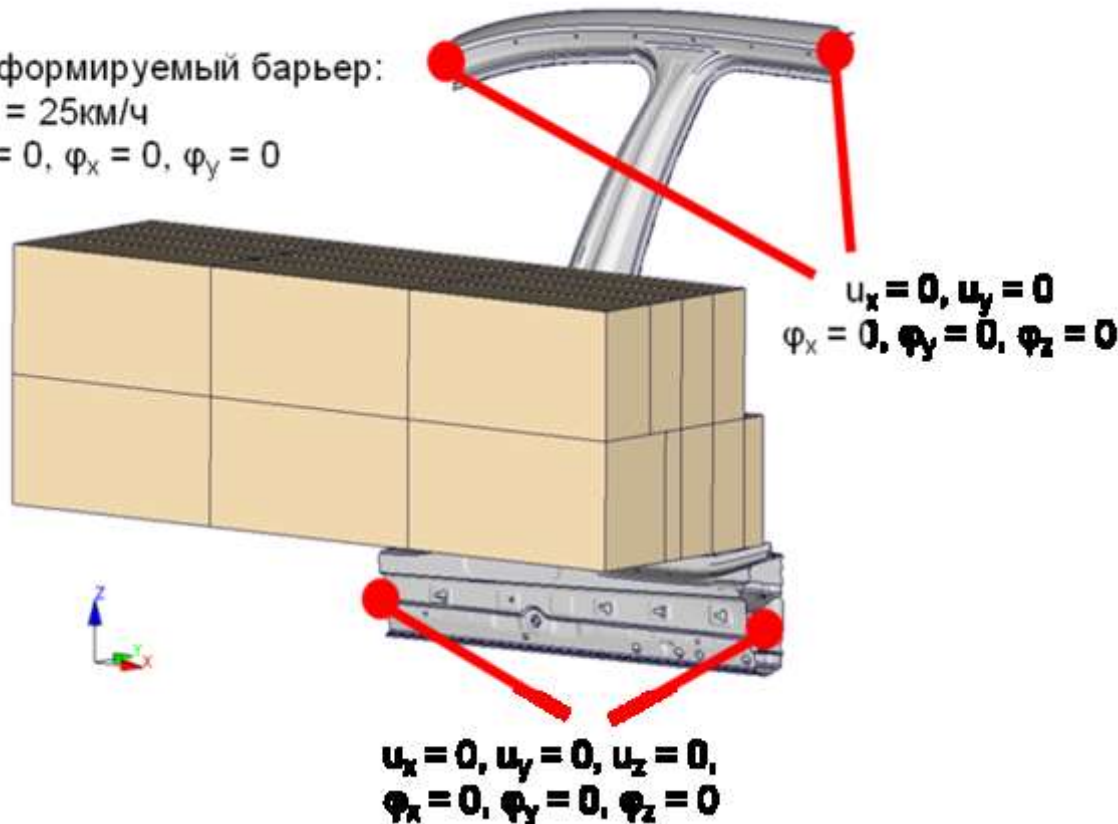
Материал барьера – HoneyComb (анизотропный материал, представляющий собой гомогенизацию стального сотового наполнителя)



Постановка задачи о контактном взаимодействии деформируемого барьера и боковой стойки автомобиля.

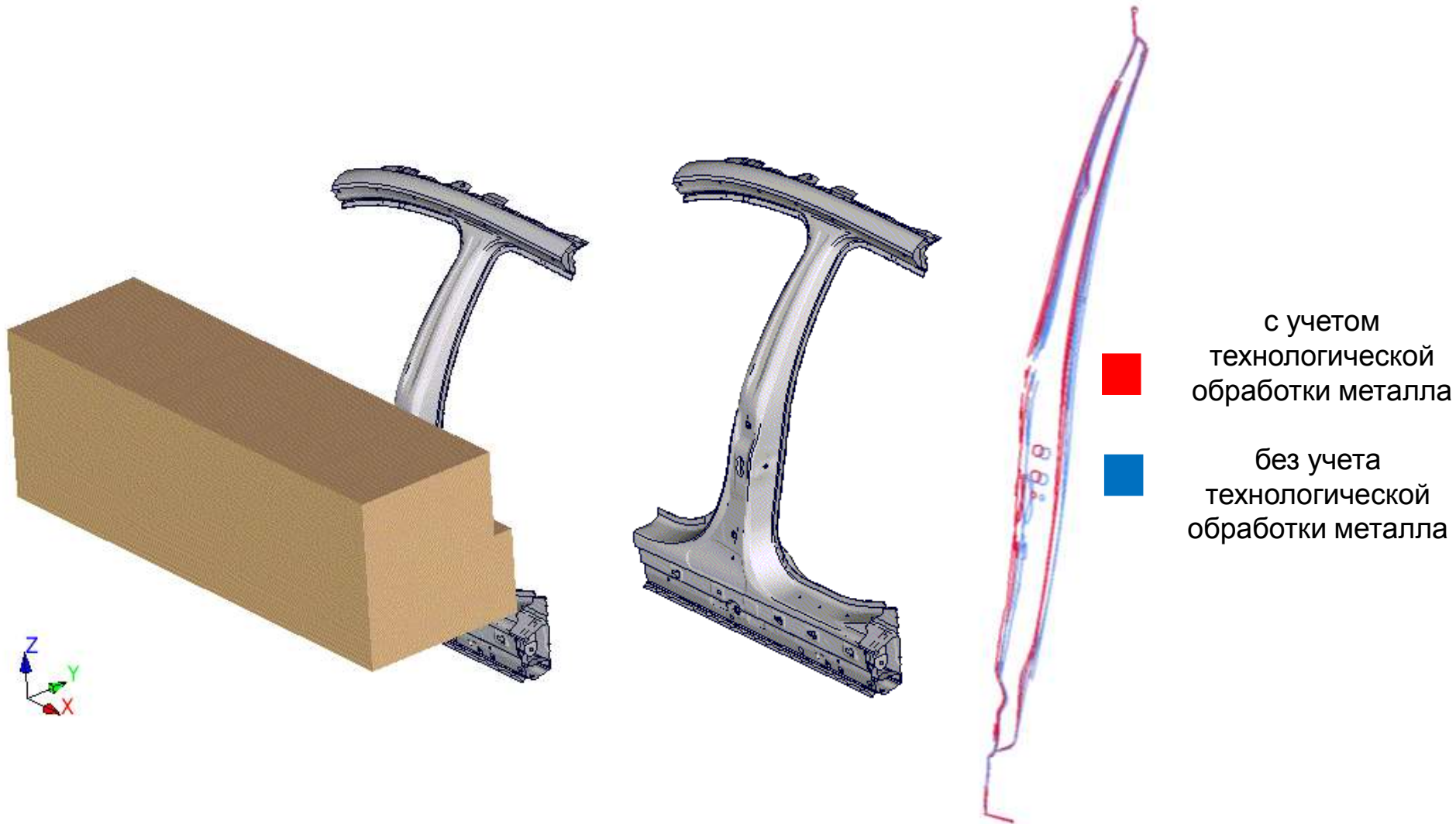
Граничные и начальные условия

Деформируемый барьер:
 $V_{y0} = 25 \text{ км/ч}$
 $u_z = 0, \varphi_x = 0, \varphi_y = 0$



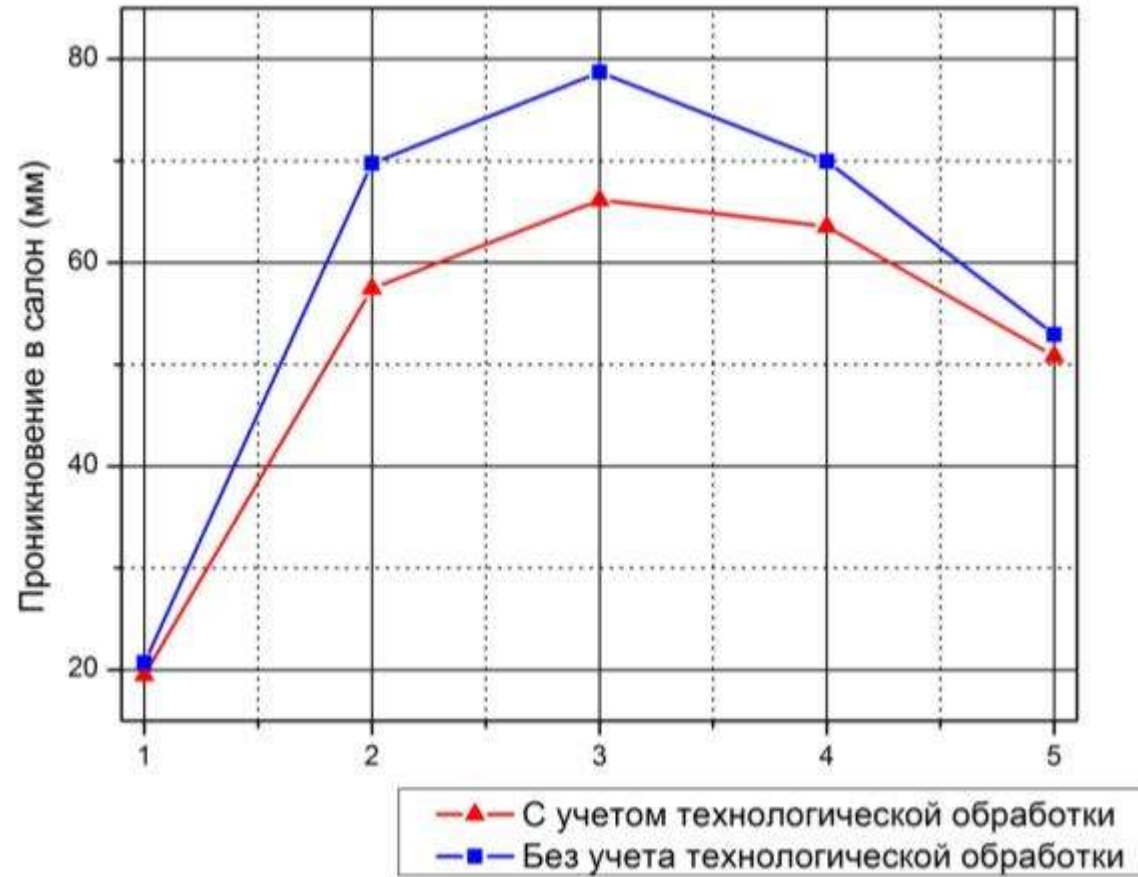
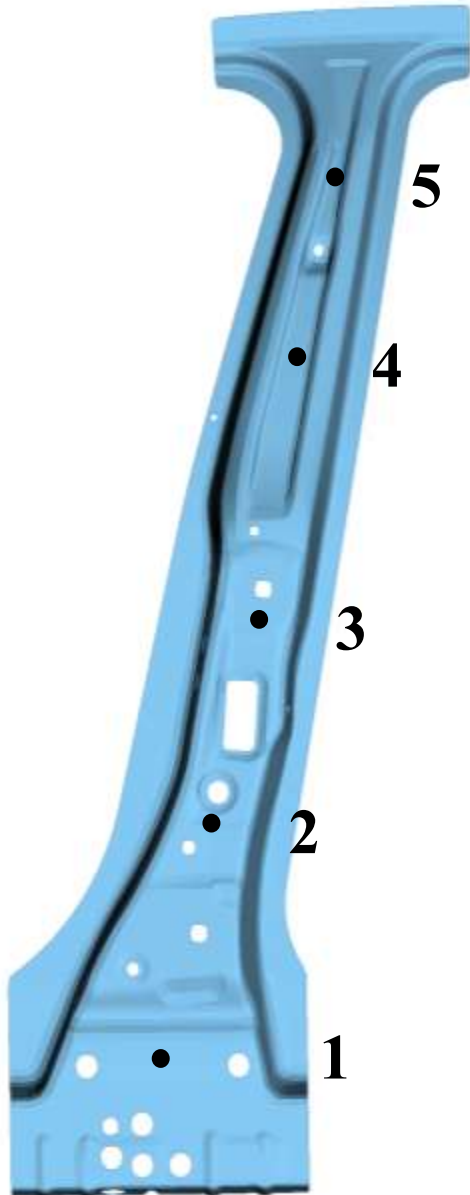


Результаты задачи о контактном взаимодействии деформируемого барьера и боковой стойки автомобиля.





Результаты задачи о динамическом воздействии на боковую стойку.



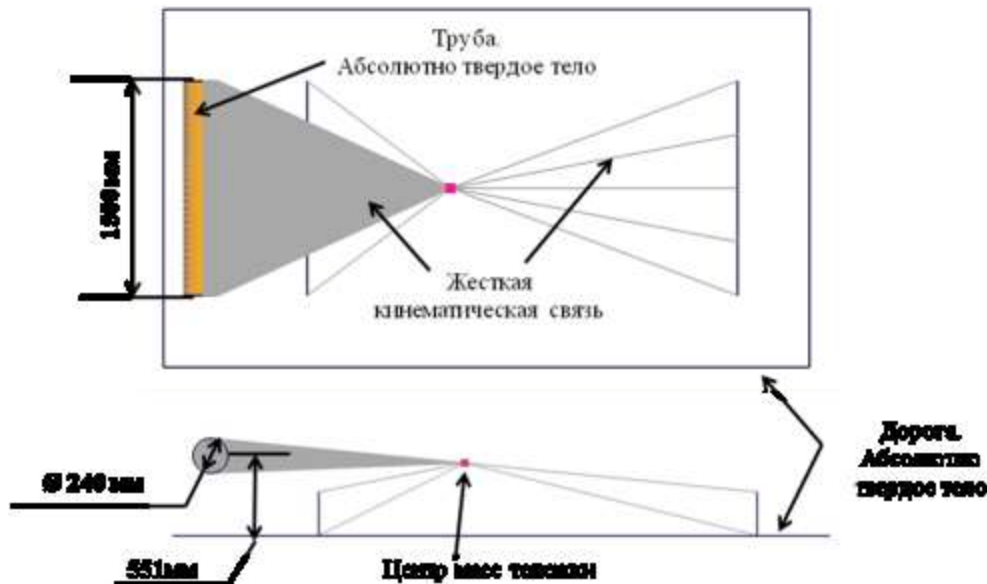
Максимальное различие – 22 %
в точке 2



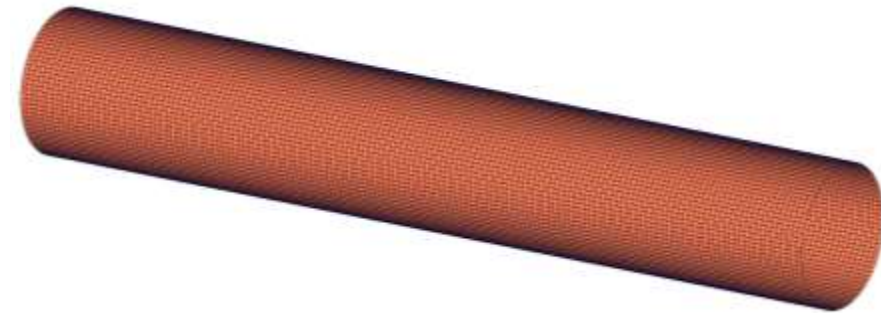
Барьеры, используемые для динамического воздействия.

Недеформируемый барьер

Общий вид тележки и барьера



КЭ модель барьера



Масса барьера с тележкой – 300 кг.
Барьер представляет собой
абсолютно твердое тело.



Постановка задачи о контактном взаимодействии недеформируемого барьера и боковой стойки автомобиля.

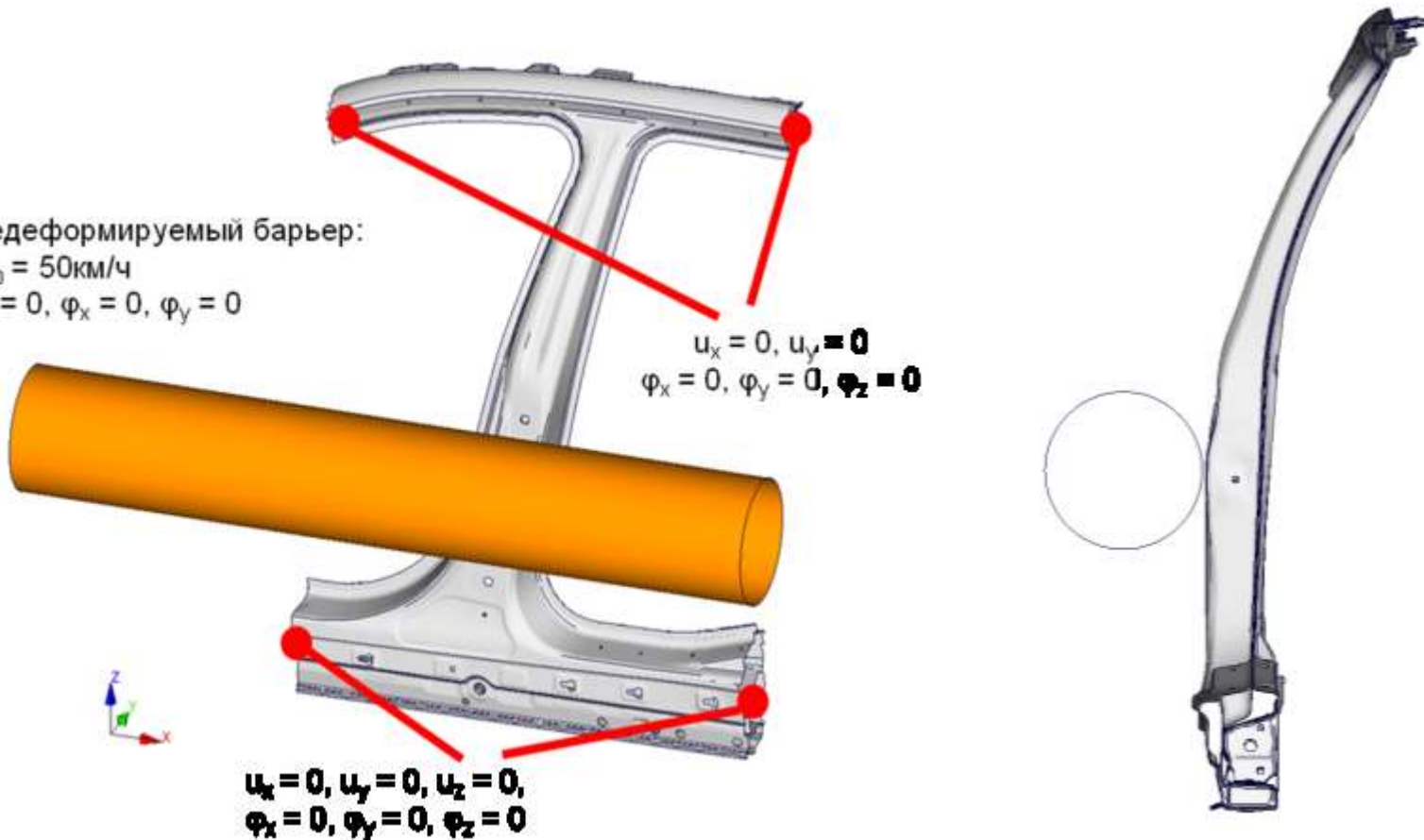
Недеформируемый барьер:

$$V_{y0} = 50 \text{ км/ч}$$

$$u_z = 0, \varphi_x = 0, \varphi_y = 0$$

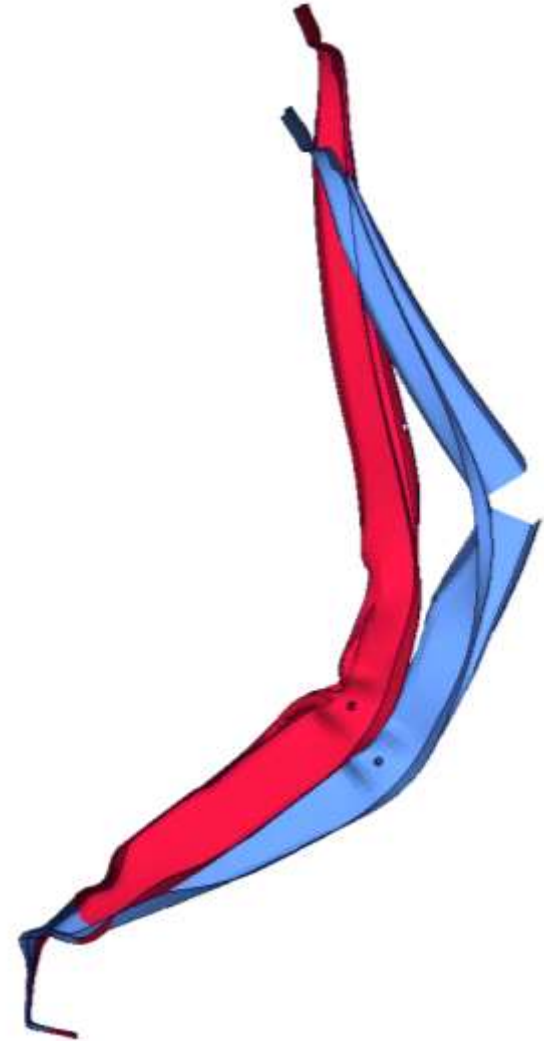
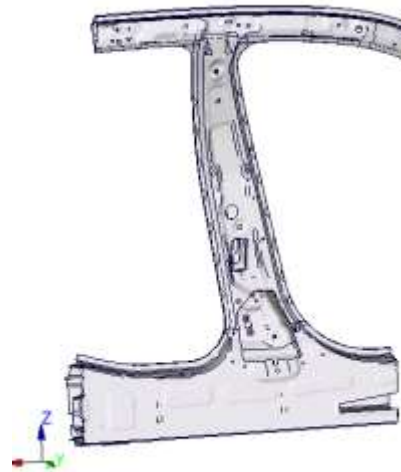
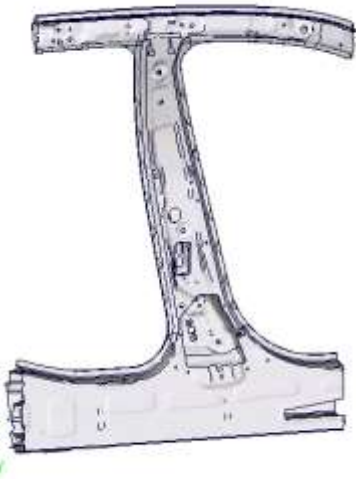
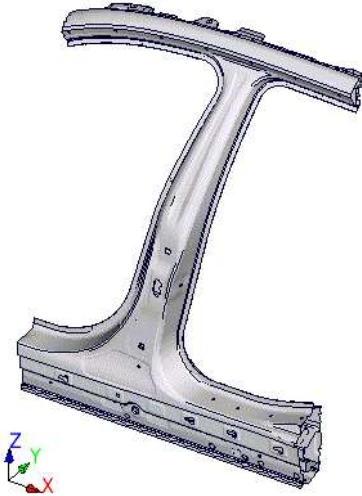
$$u_x = 0, u_y = 0 \\ \varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$

$$u_x = 0, u_y = 0, u_z = 0, \\ \varphi_x = 0, \varphi_y = 0, \varphi_z = 0$$





Результаты задачи о контактном взаимодействии недеформируемого барьера и боковой стойки автомобиля.



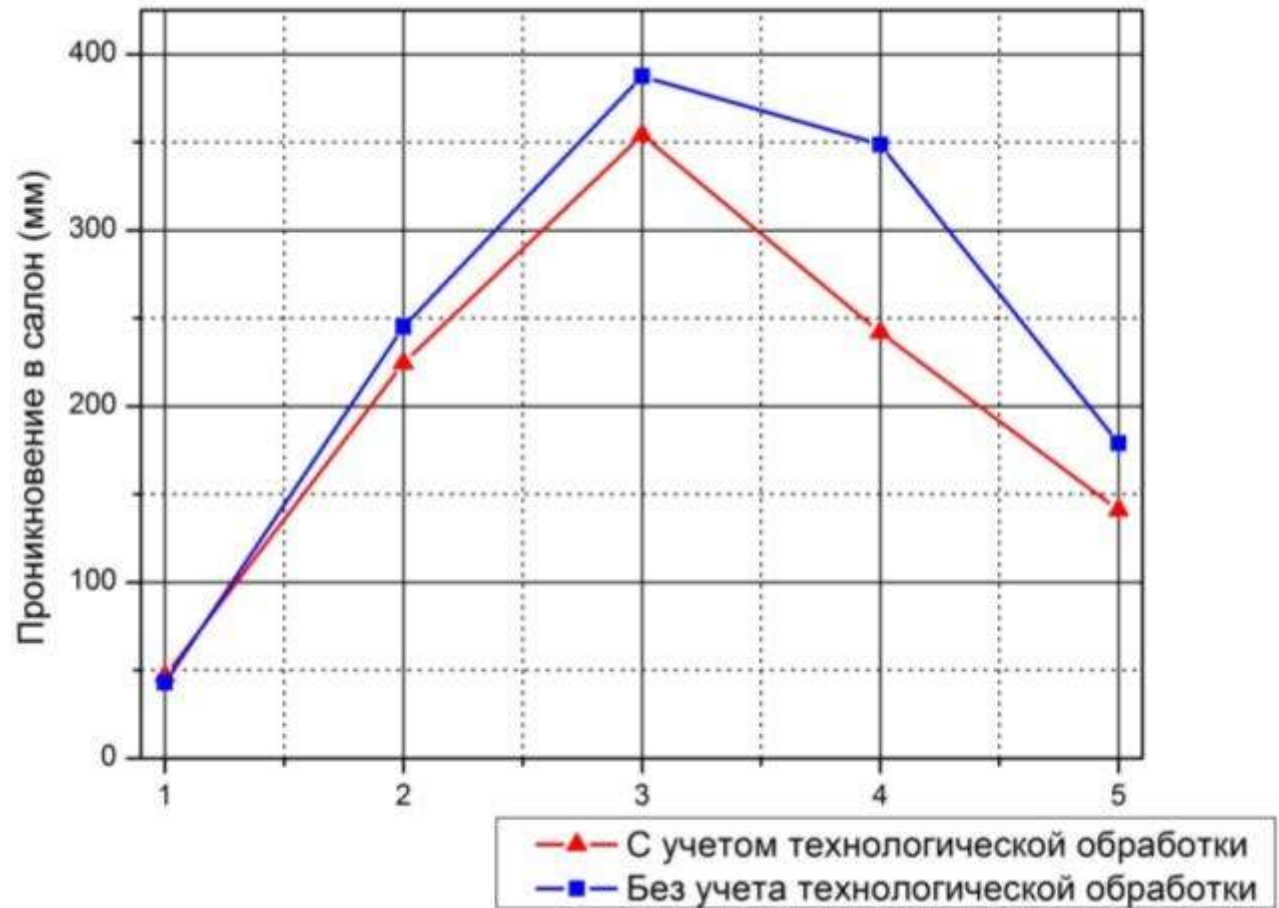
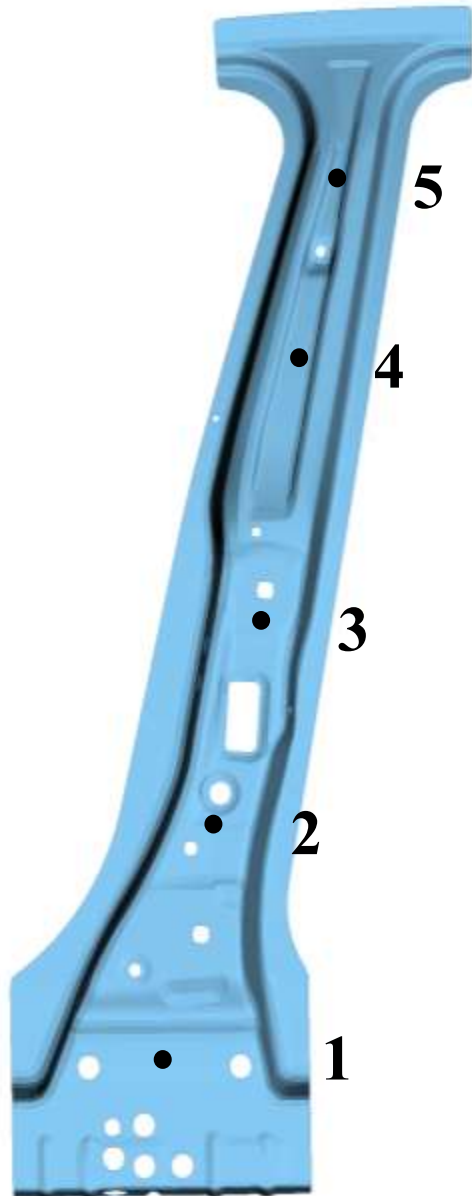
с учетом технологической обработки металла



без учета технологической обработки металла



Результаты задачи о динамическом воздействии на боковую стойку.

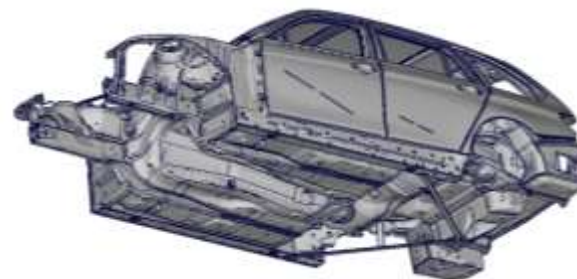
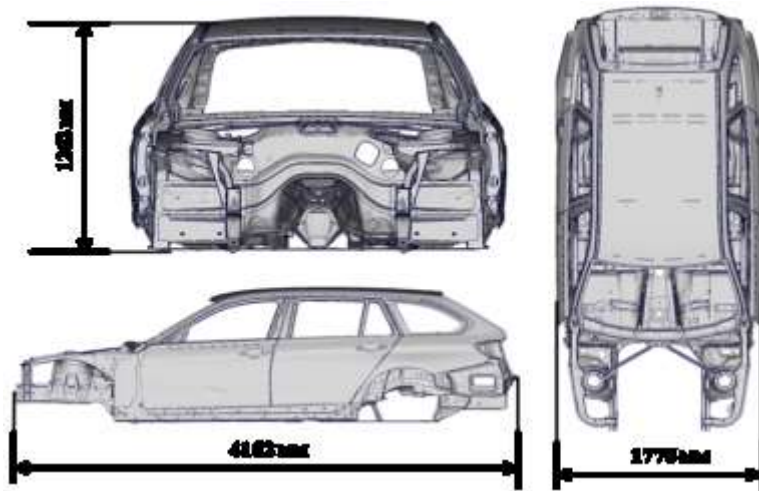


Максимальное различие – 45 %
в точке 4

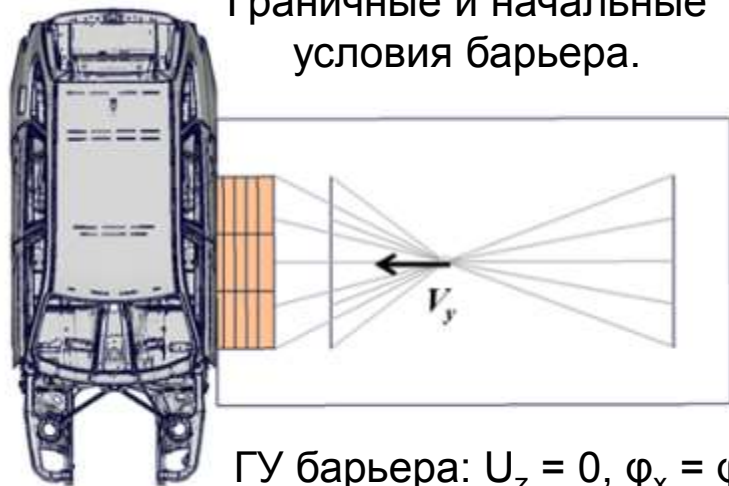


Постановка задачи о контактном взаимодействии деформируемого барьера стандарта Euro-NCAP и кузова автомобиля.

Общий вид кузова автомобиля.

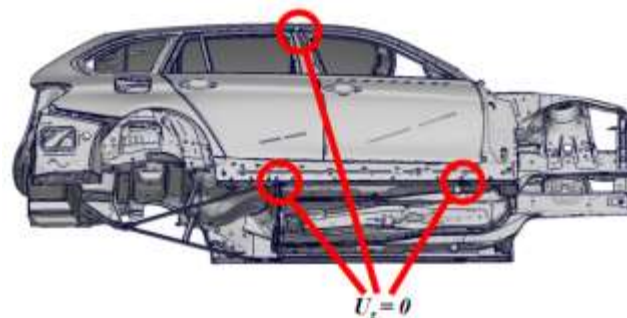


Граничные и начальные условия барьера.



ГУ барьера: $U_z = 0, \varphi_x = \varphi_y = 0$
НУ барьера: $V_y = 50 \text{ км/ч}$

Граничные и начальные условия барьера.

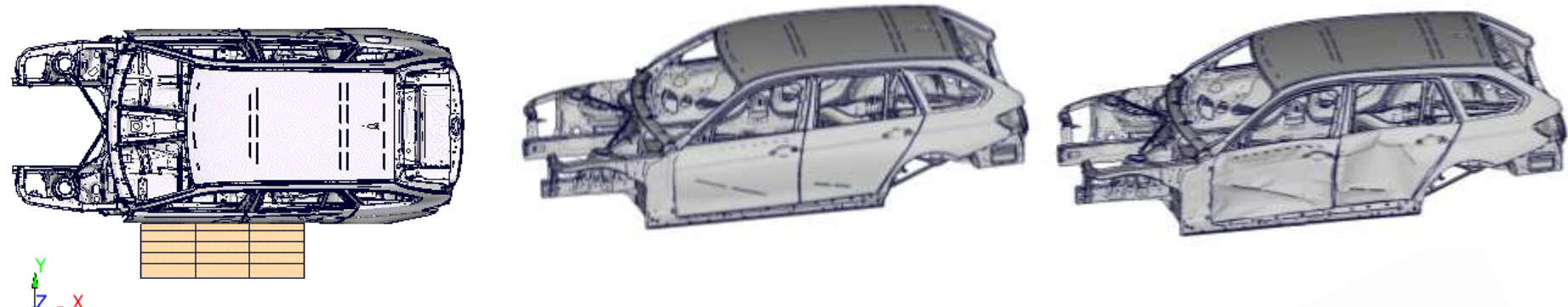


ГУ кузова: $U_z = 0$ – такой способ заделки моделирует устройство, предотвращающее переворот автомобиля.

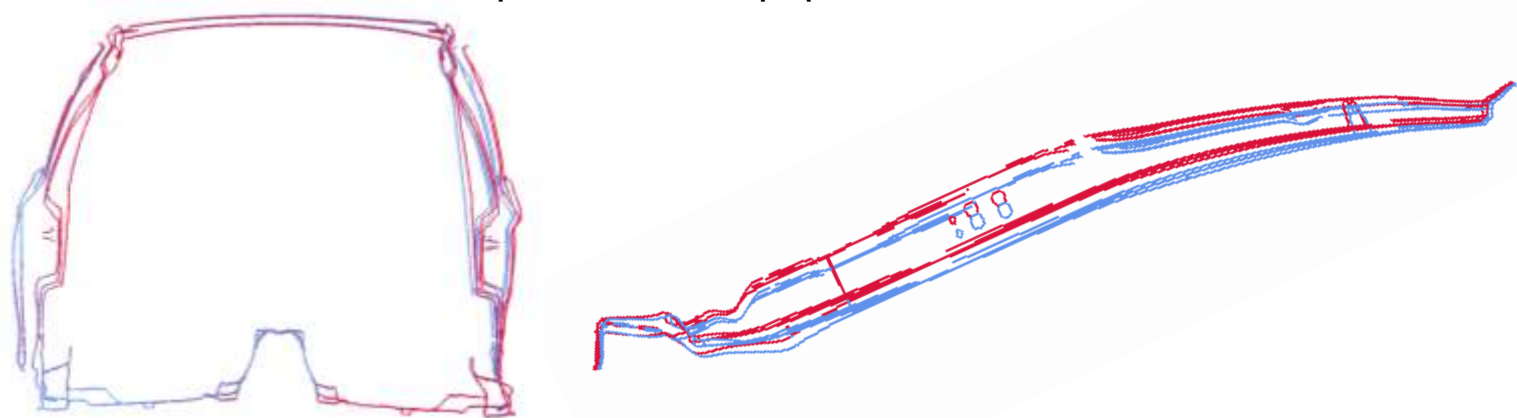



Результаты задачи о контактном взаимодействии деформируемого барьера и кузова автомобиля.


Кузов автомобиля в начальный и конечный моменты времени



Сравнение деформаций

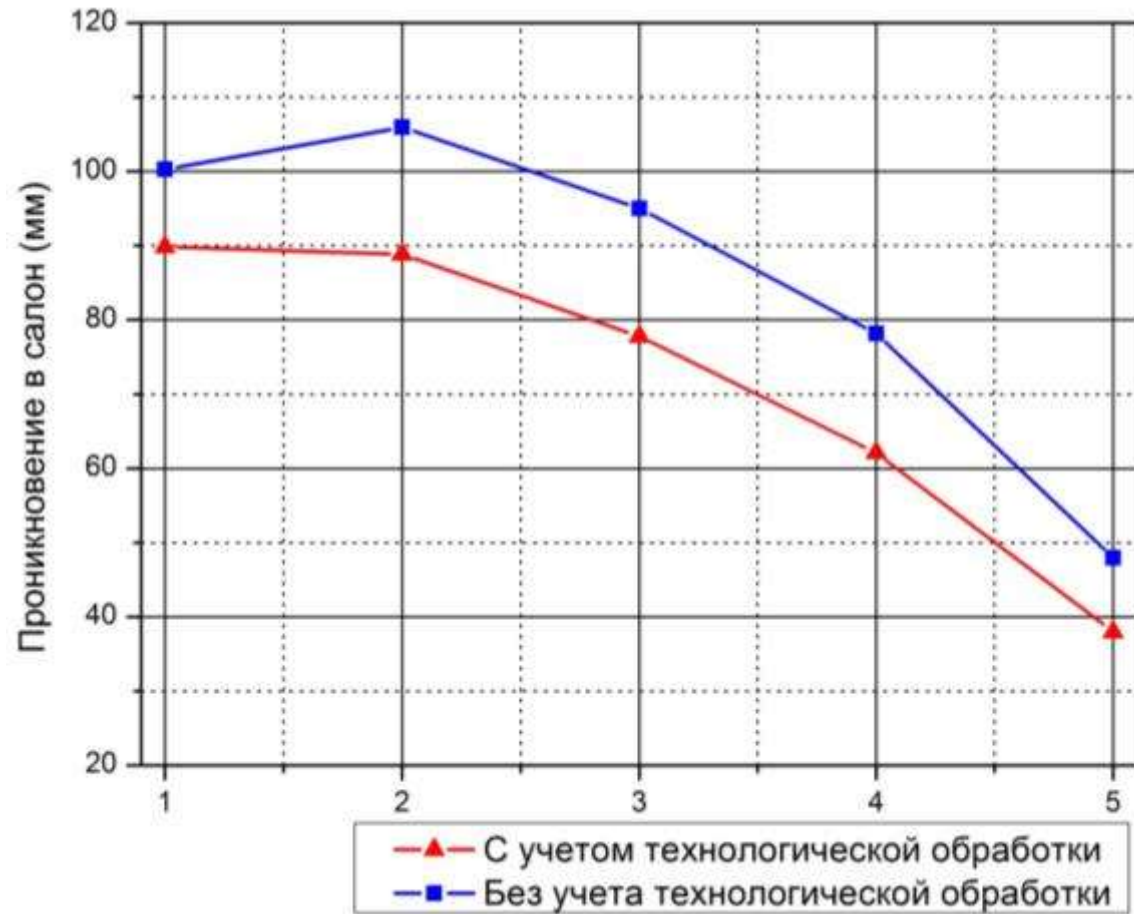
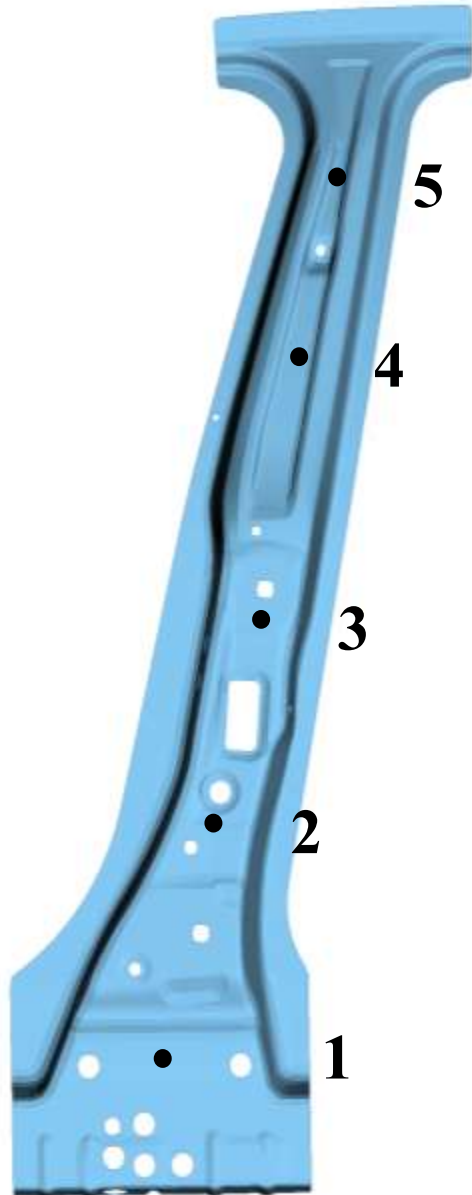


 с учетом технологической обработки

 без учета технологической обработки



Результаты задачи о динамическом воздействии на боковую стойку.



Максимальное различие – 27 %
в точке 5



Заключение.

- В работе была рассмотрена методика исследования прочностных свойств элементов кузова автомобиля при учете влияния штамповки.
- Проведено КЭ моделирование процесса штамповки на примере усилителя боковой стойки автомобиля. В результате получены поля распределения толщин и пластических деформаций по площади детали.
- Разработана конечно-элементная модель кузова автомобиля, а также различные типы ударников для воздействия на кузов автомобиля.
- Проведено исследование квазистатического и динамического воздействия на боковую стойку автомобиля, а также динамического воздействия деформированного барьера на кузов автомобиля. Причем проводилось сравнение результатов с учетом и без учета влияния штамповки.
- В результате исследований были получены сравнительные данные деформированного состояния с учетом и без учета влияния штамповки. Результаты с учетом влияния штамповки оказались в среднем на 10-15% лучше, чем соответствующие результаты без учета влияния. Это во многом является следствием появления в деталях пластических упрочнений в процессе штамповки, и как следствие возросшего предела текучести.
- Исследование данной методики показывает ее целесообразность при анализе прочностных свойств конструкций.



Спасибо за внимание!