

Бакалаврская работа по направлению 150300 «Прикладная механика»

Конечно-элементное моделирование и исследование
Устройства поглощения энергии краш-бокс при фронтальном краш-тесте автомобиля

Выполнил студент гр. 4055/2
Руководитель, к.т.н., проф.
Соруководитель, асс.

А. А. Коростелкин
А. И. Боровков
О. И. Клявин

Санкт-Петербург
2012



Введение

1. Метод конечных элементов

1.1 Основная концепция и основные достоинства метода конечных элементов

1.2 Решение задач теории упругости с помощью метода конечных элементов

1.2.1 Дифференциальные уравнения равновесия теории упругости. Граничные условия

1.2.2 Принцип возможных перемещений

1.2.3 Основная концепция МКЭ в применении к задачам теории упругости

1.2.4 Построение КЭ-модели области: (дискретизация области)

1.2.5 Построение КЭ-модели функции

1.2.6 Определение элементных матриц жесткости и векторов нагрузки

1.2.7 Формирование глобальной матрицы жесткости и глобального вектора нагрузки

1.2.8 Особенности глобальных конечно-элементных матриц

1.2.9 Решение системы конечно-элементных алгебраических уравнений

1.2.10 Определение деформаций и напряжений

1.2.11 Критерии качества построения конечно-элементной модели

2. Модельные задачи

2.1 Постановка задачи

2.2 Конечно-элементная постановка

2.3 Конечно-элементное решение

2.3.1. Прямоугольный профиль

2.3.2. Прямоугольный профиль с закруглениями

2.3.3. Прямоугольный профиль расширенной задней и суженной передней частью

2.3.4. Профиль расширенной задней и суженной передней частью и с закруглениями

2.3.5. Ступенчатый профиль расширенной задней и суженной передней частью и с закруглениями

2.4 Выводы

3. Моделирование краш-теста автомобиля

3.1. Модельные задачи

3.2 Конечно-элементная постановка

3.3 Конечно-элементное решение

3.3.1. Стандартный краш-бокс

3.3.2. Модифицированный краш-бокс

3.3.3. Модифицированный краш-бокс с дополнительной ступенью

3.3.4. Модифицированный краш-бокс с дополнительной ступенью и ребрами

3.4.1. Лонжерон со стандартным краш-боксом

3.4.2. Лонжерон с модифицированным краш-боксом

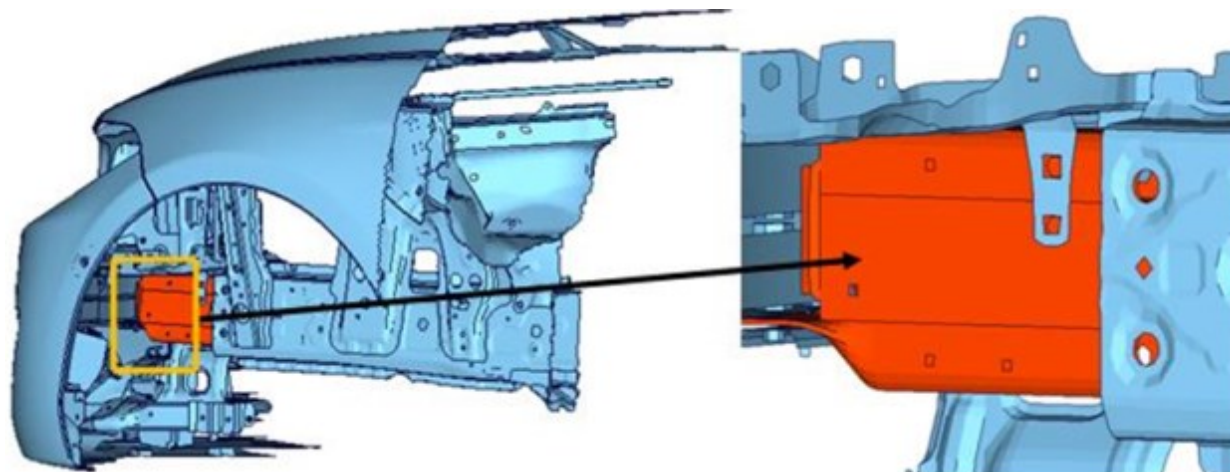
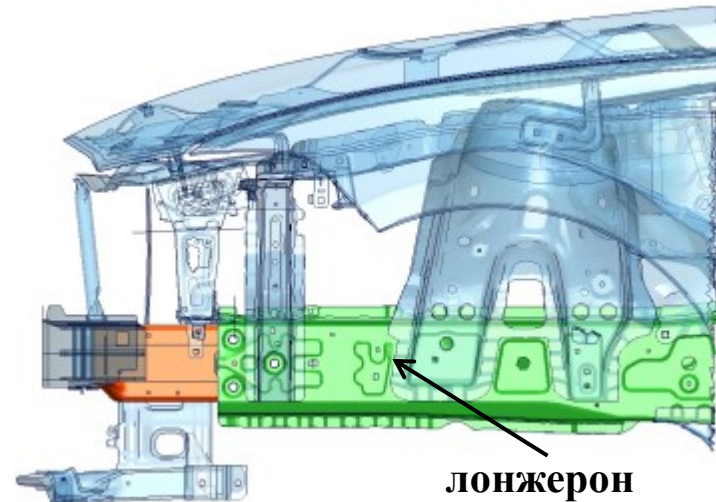
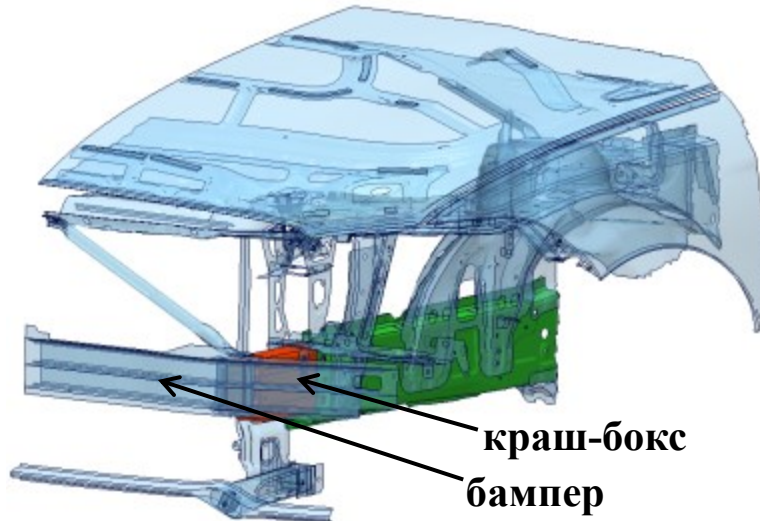
3.4.3. Лонжерон с модифицированным краш-боксом с дополнительной ступенью

3.4.4. Лонжерон с модифицированным краш-боксом с дополнительной ступенью и ребрами

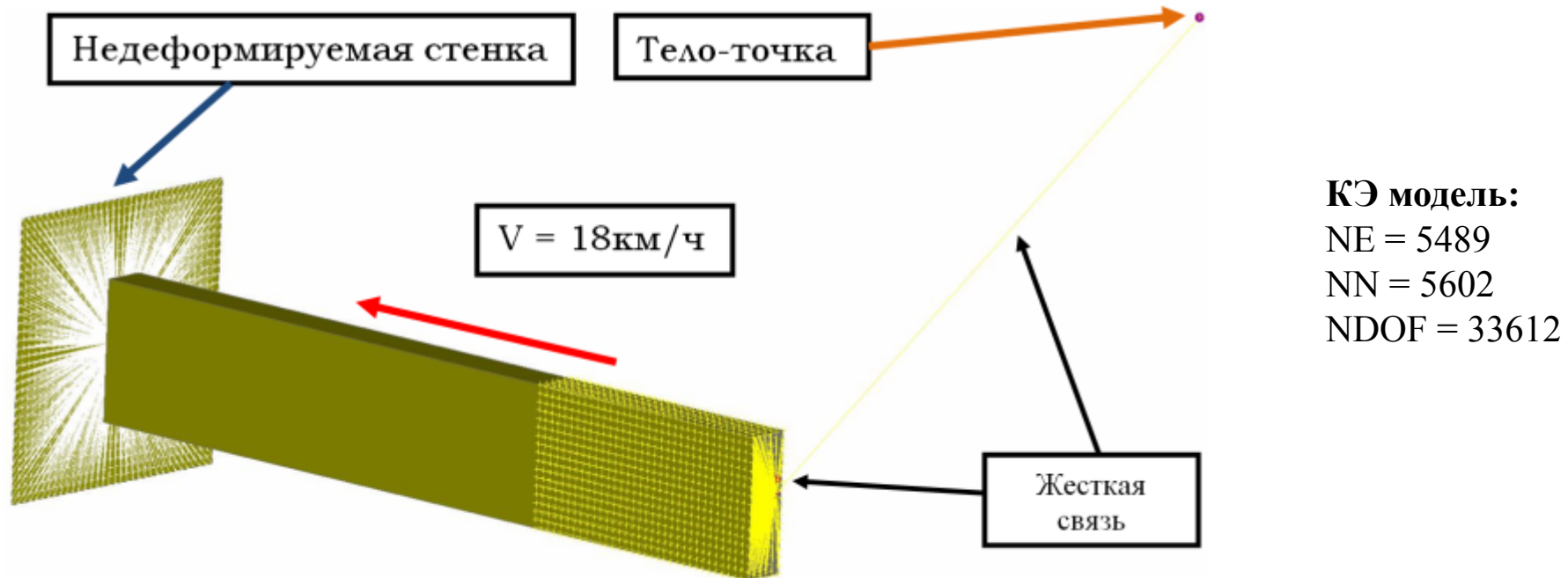
3.5 Выводы

Описание задачи

Цель работы — добиться минимизации пластических деформаций лонжерона, путем выбора оптимального сечения краш-бокса из рассматриваемых



Постановка задачи



Граничные условия:

Недеформируемая стенка — заделка во всех узлах

Жесткая связь — разрешены перемещения только вдоль оси, сонаправленной с вектором скорости

Тело-точка — элемент с массой 1 тонна

Материал — алюминий

Модуль Юнга $E = 70 \text{ Гпа}$

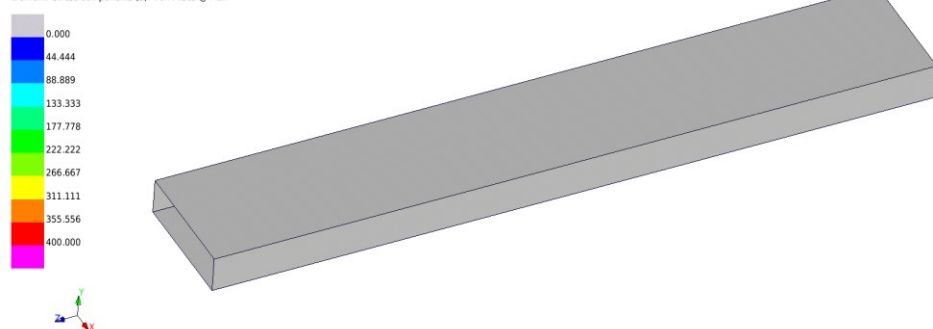
Плотность $\rho = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Коэффициент Пуассона $\nu = 0.33$

Конечно-элементное решение модельной задачи

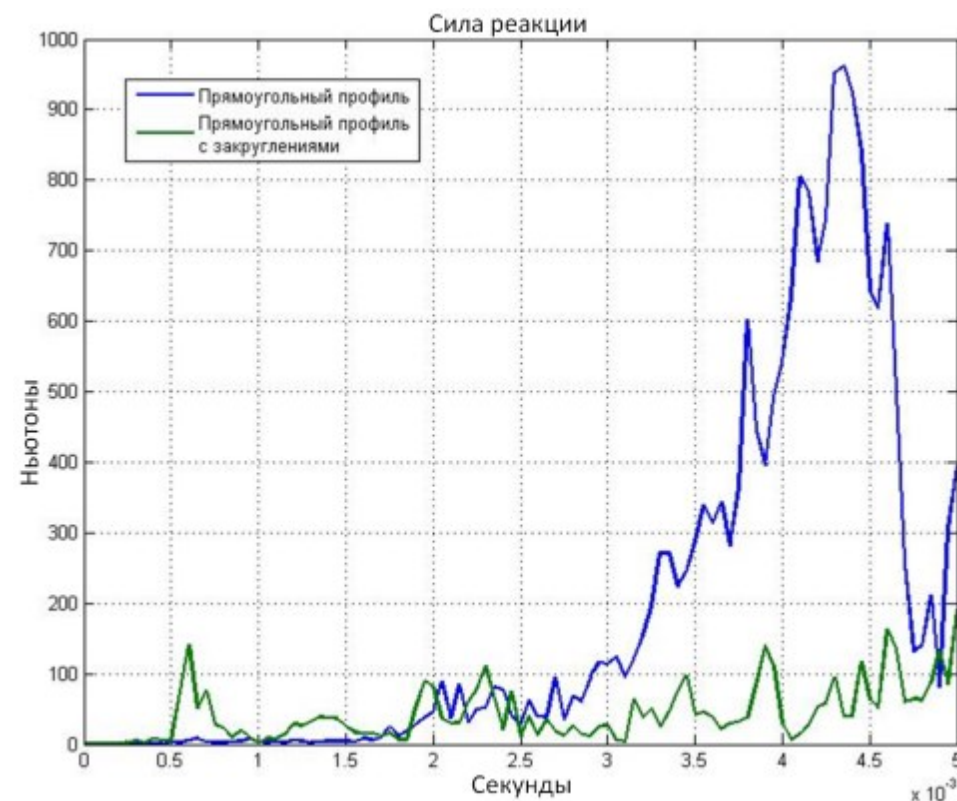
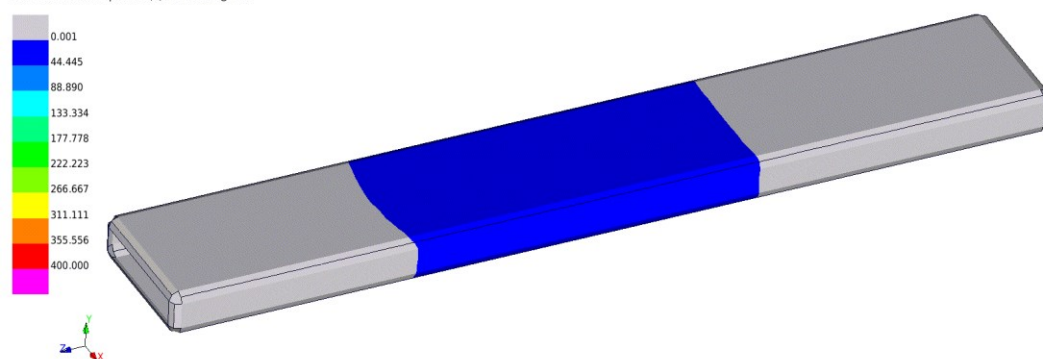
Прямоугольный профиль

Element: Stress components (S): Von Mises @ Max



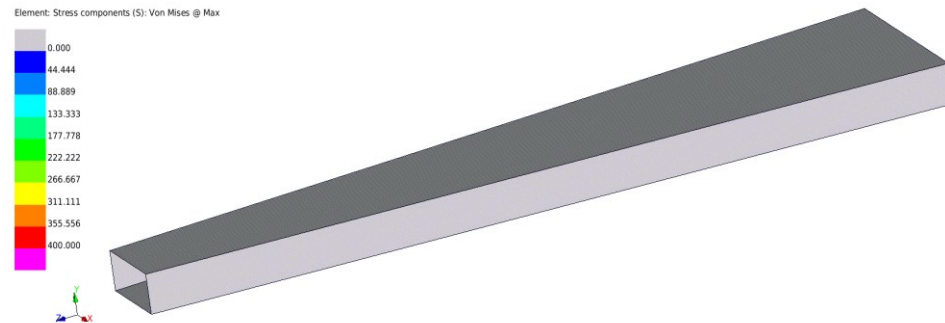
Прямоугольный профиль с закруглениями

Element: Stress components (S): Von Mises @ Max

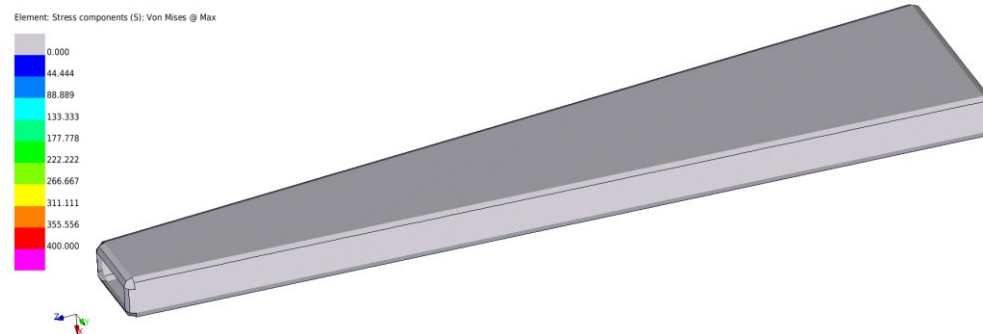


Конечно-элементное решение модельной задачи

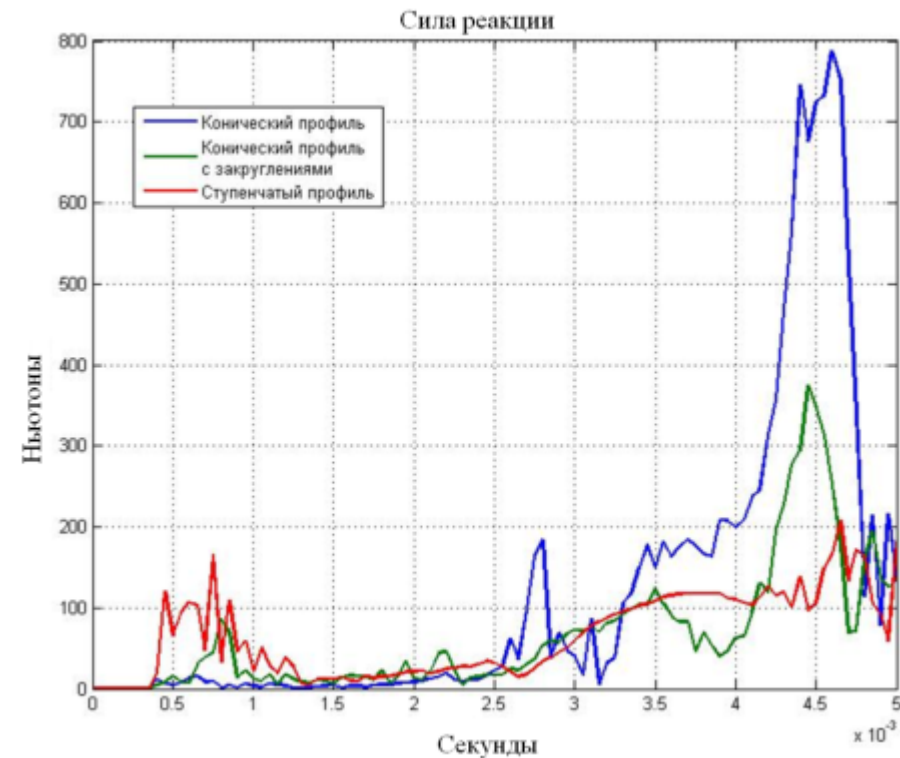
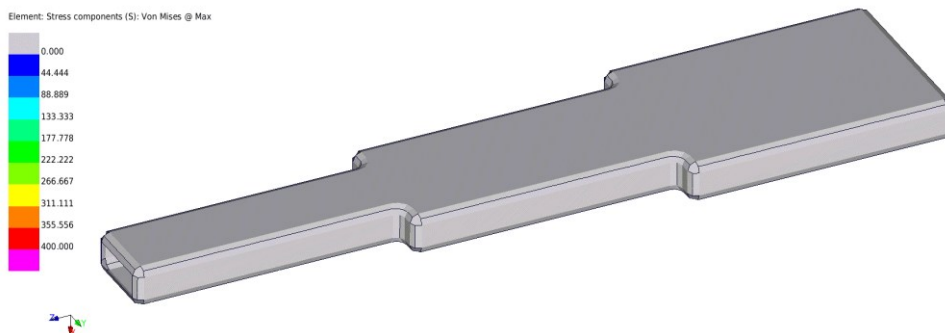
Конический профиль



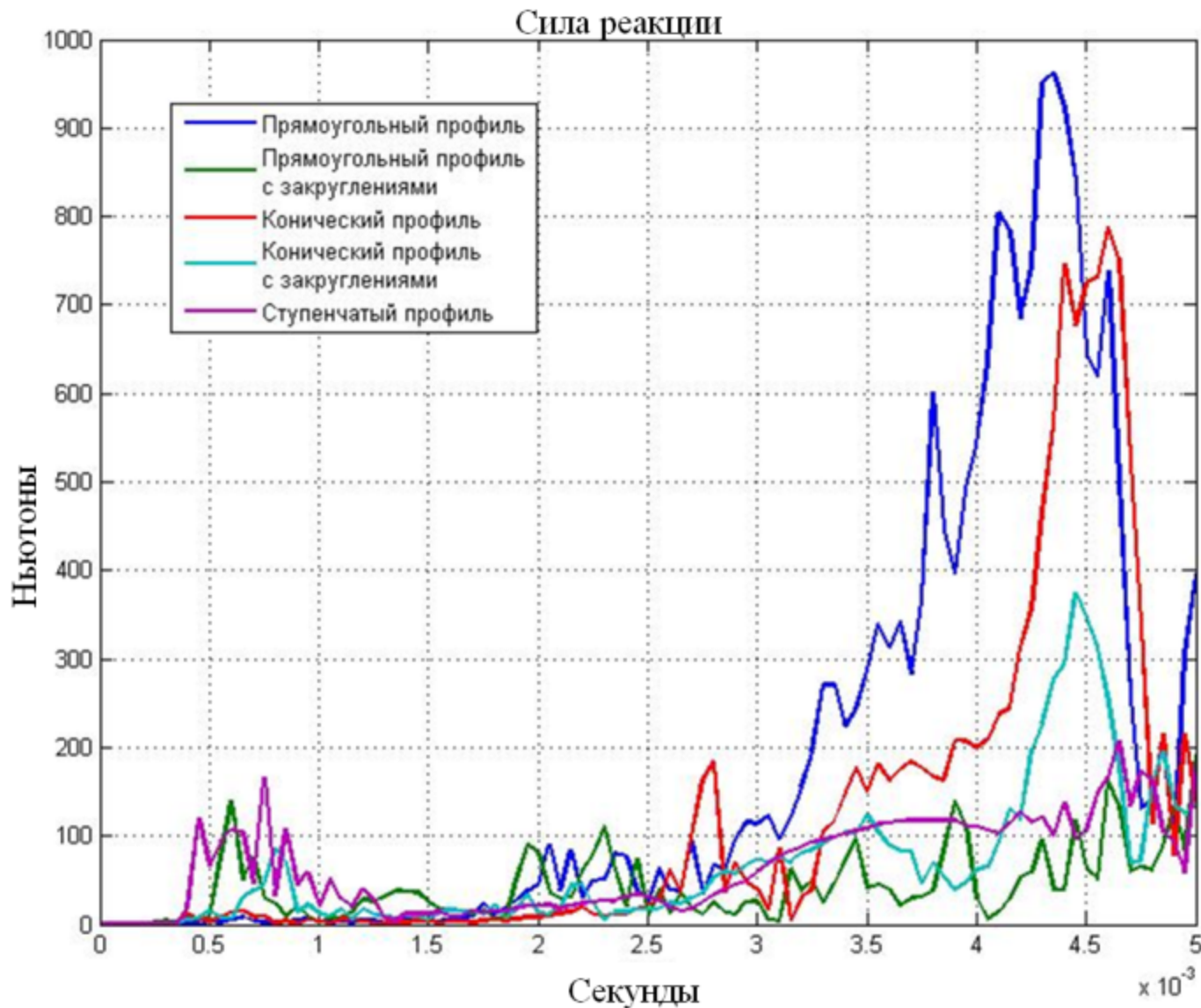
Конический профиль с закруглениями



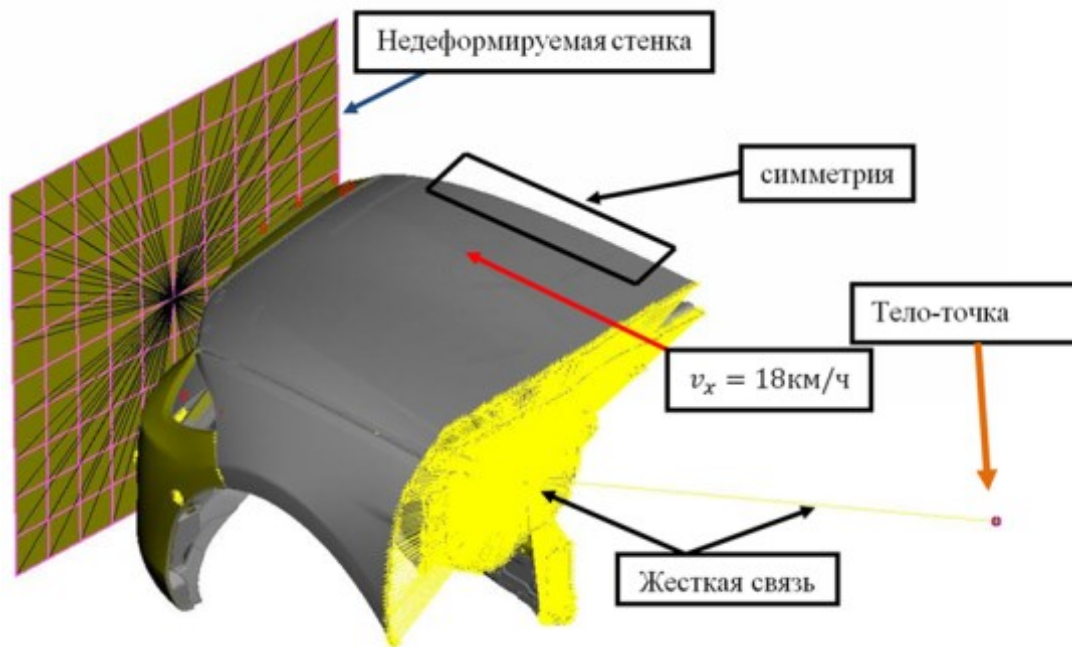
Ступенчатый профиль



Конечно-элементное решение модельной задачи



Постановка задачи



КЭ модель:
NE = 115862
NN = 131885
NDOF = 791310

Граничные условия:

Недеформируемая стенка — заделка во всех узлах

Жесткая связь — разрешены перемещения только вдоль оси, сонаправленной с вектором скорости

Условие симметрии — запрет нормальных перемещений и поворотов относительно оси симметрии(ось X)

Тело-точка — элемент с массой 0.94 тонны

Материал краш-бокса — алюминий

Модуль Юнга $E = 70$ ГПа

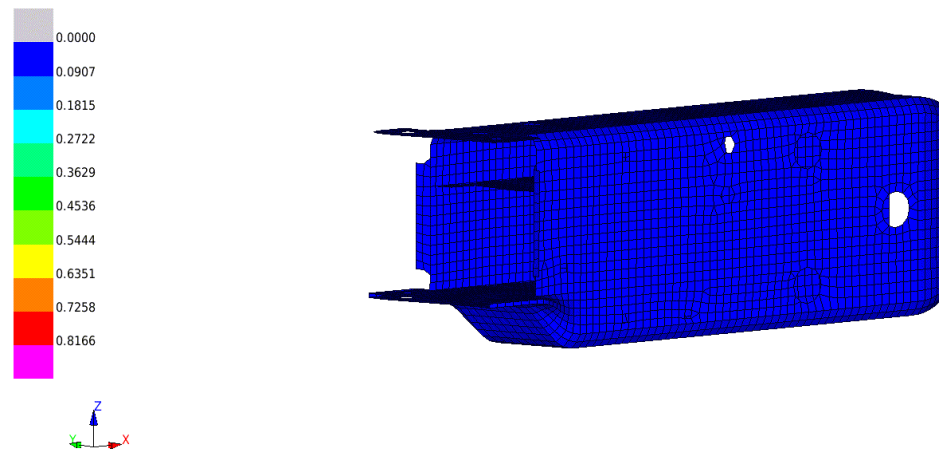
Плотность $\rho = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Коэффициент Пуассона $\nu = 0.33$

Конечно-элементное решение задачи

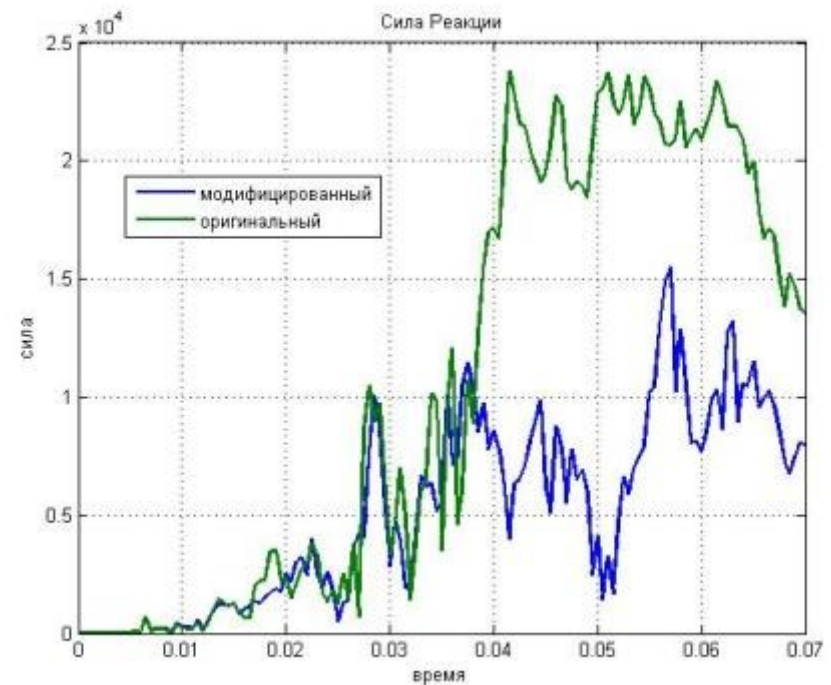
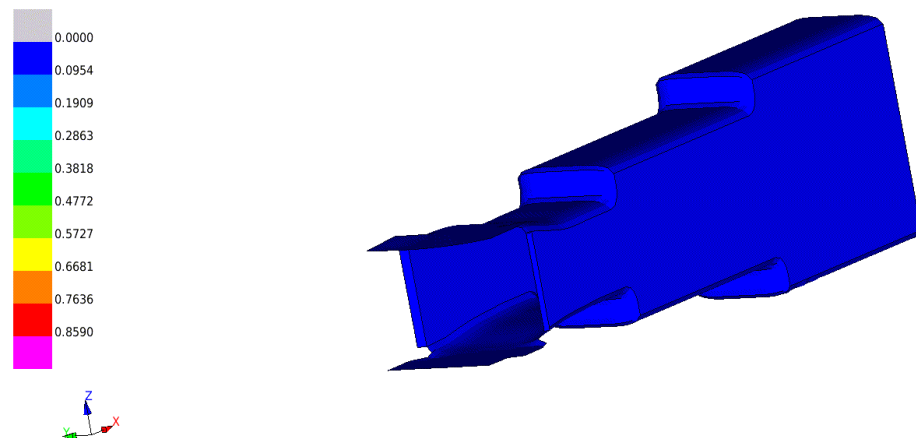
оригинальный краш-бокс

Element: Equivalent plastic strain (PEEQ): @ Max



модифицированный краш-бокс

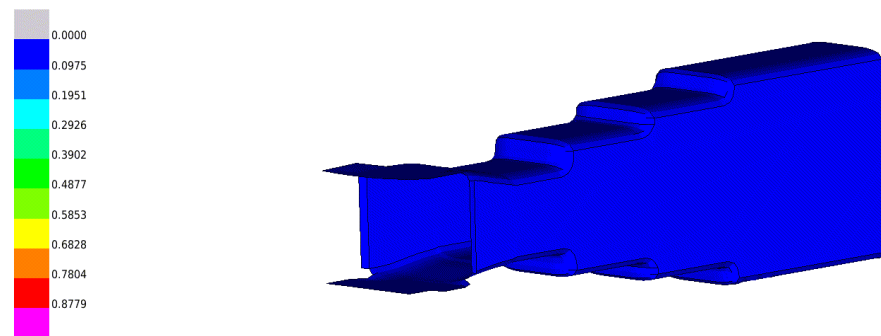
Element: Equivalent plastic strain (PEEQ): @ Max



Конечно-элементное решение задачи

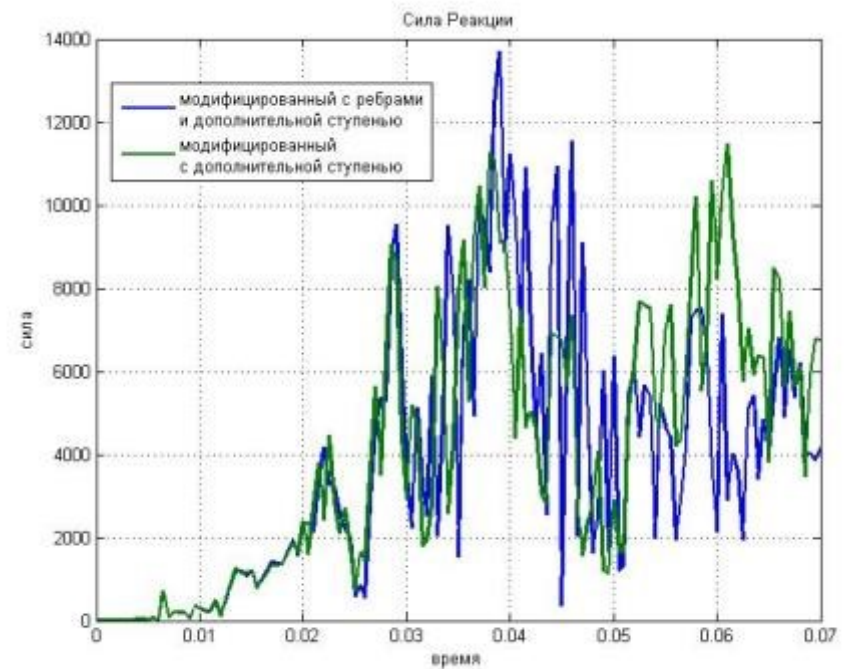
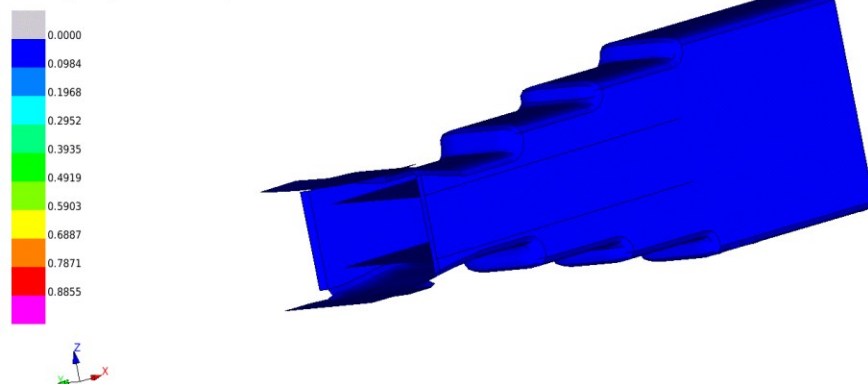
модифицированный краш-бокс
с дополнительной ступенью

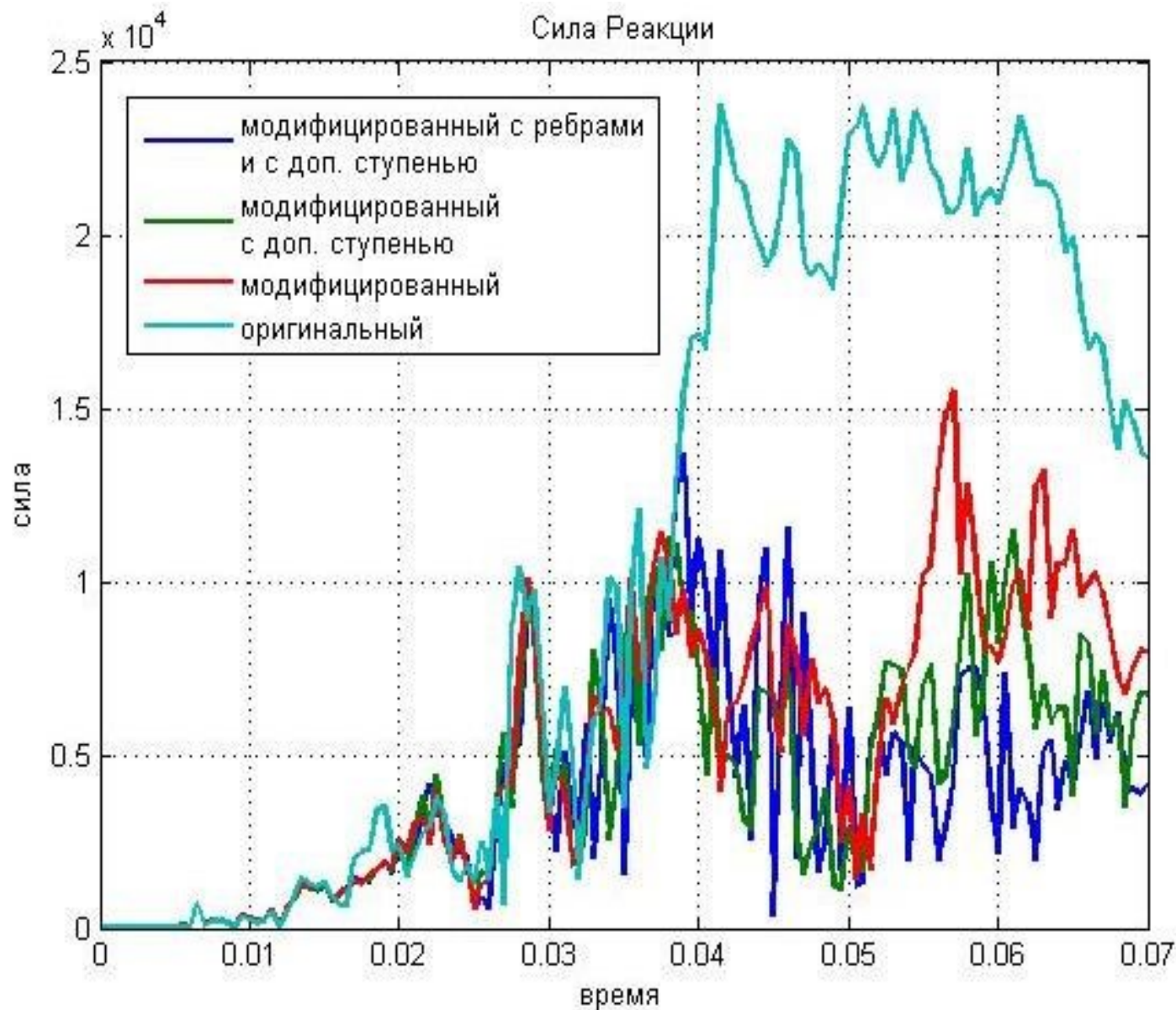
Element: Equivalent plastic strain (PEEQ): @ Max

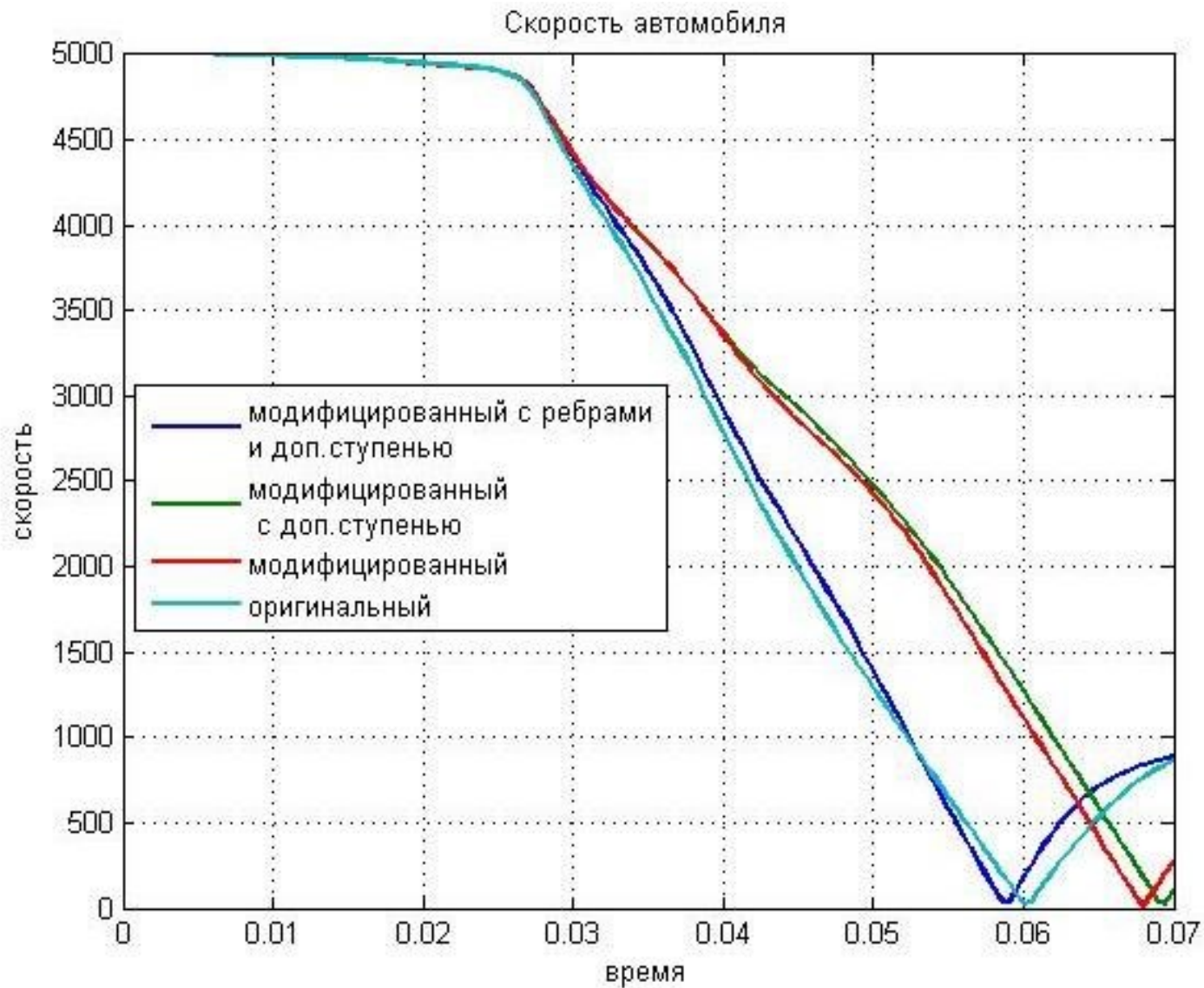


модифицированный краш-бокс
с дополнительной ступенью и ребрами

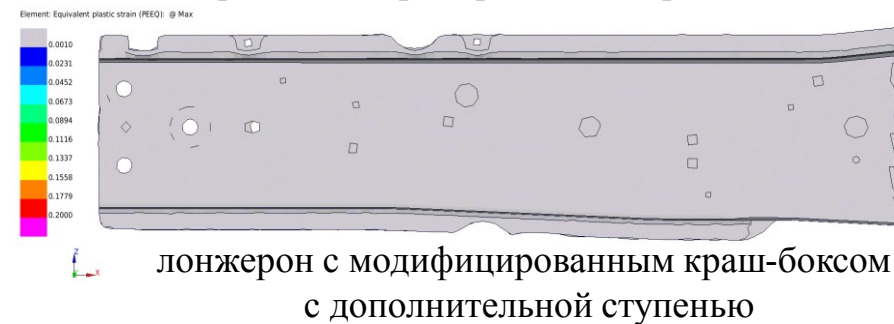
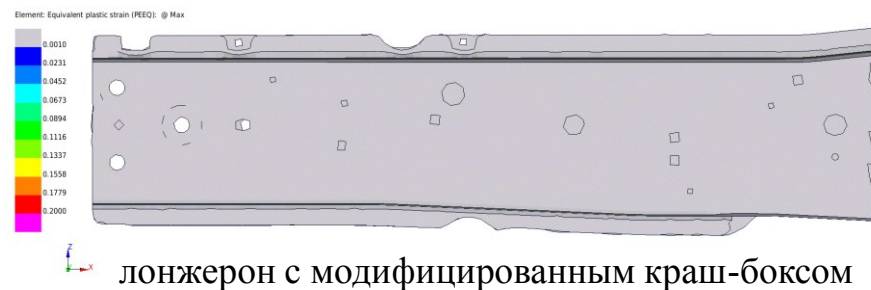
Element: Equivalent plastic strain (PEEQ): @ Max







Пластические деформации лонжеронов





Благодарю за внимание