

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))**

Кафедра Электропоезда и локомотивы

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

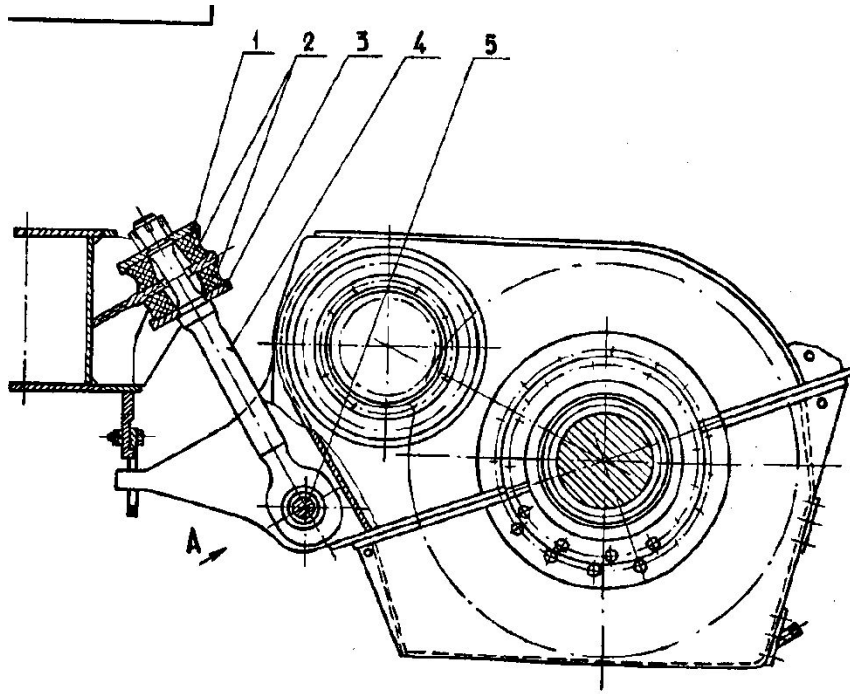
**Модернизация элементов подвешивания тяговой передачи
электровоза**

Обучающийся: Худяков Никита Андреевич

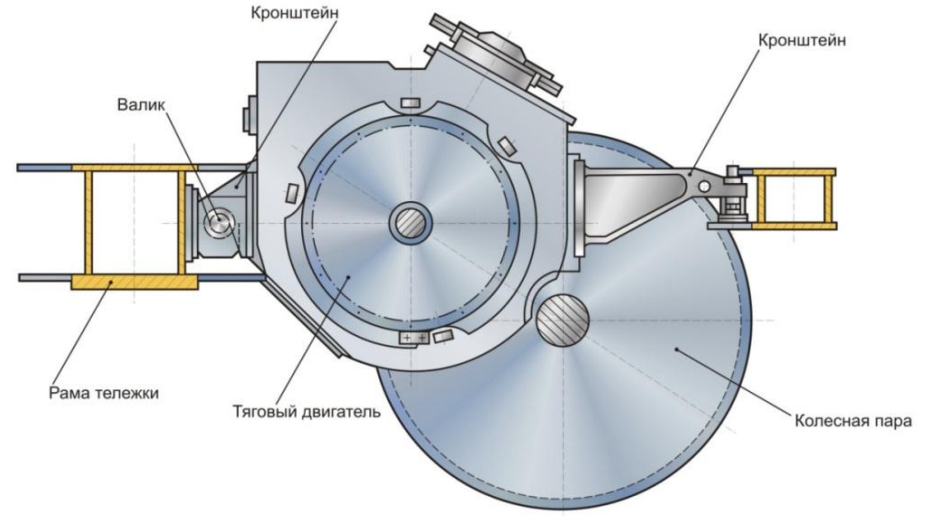
Руководитель: Григорьев Павел Сергеевич

Москва 2020 г.

Элементы подвешивания тяговых передач электровоза



Подвеска тягового редуктора к раме тележки электровоза ЭП10



Опорно-рамное подвешивание тягового двигателя электровоза ЭП10

1, 3 – диски; 2 – шайба; 4 – подвеска; 5 – эксцентриковый валик

Повреждения элементов подвешивания тяговых передач электровозов



Кронштейн тягового двигателя и детали опоры на концевую балку

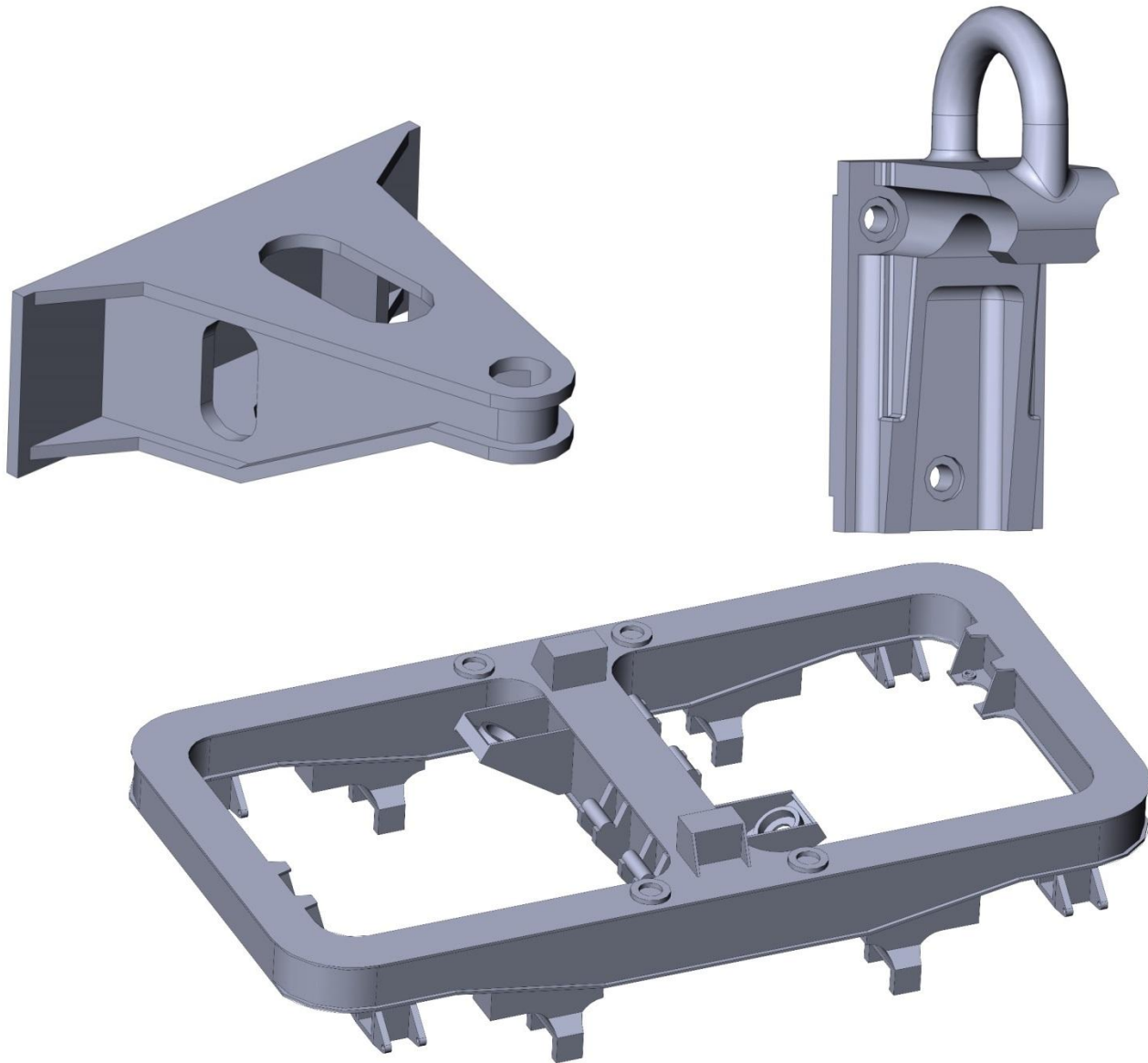


Отрыв кронштейна тягового двигателя от корпуса

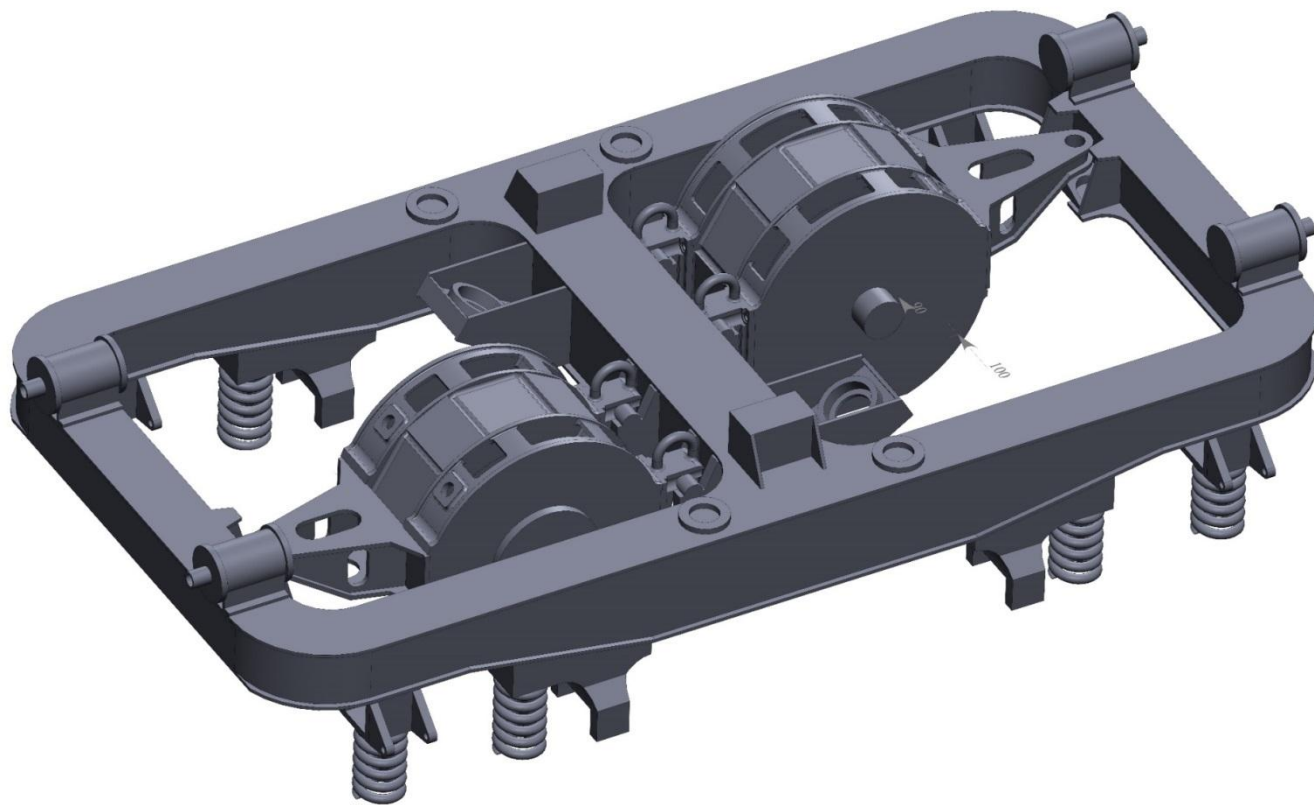


Износ опорной части кронштейна двигателя противоположного корпусу редуктора

Разработанные геометрические модели



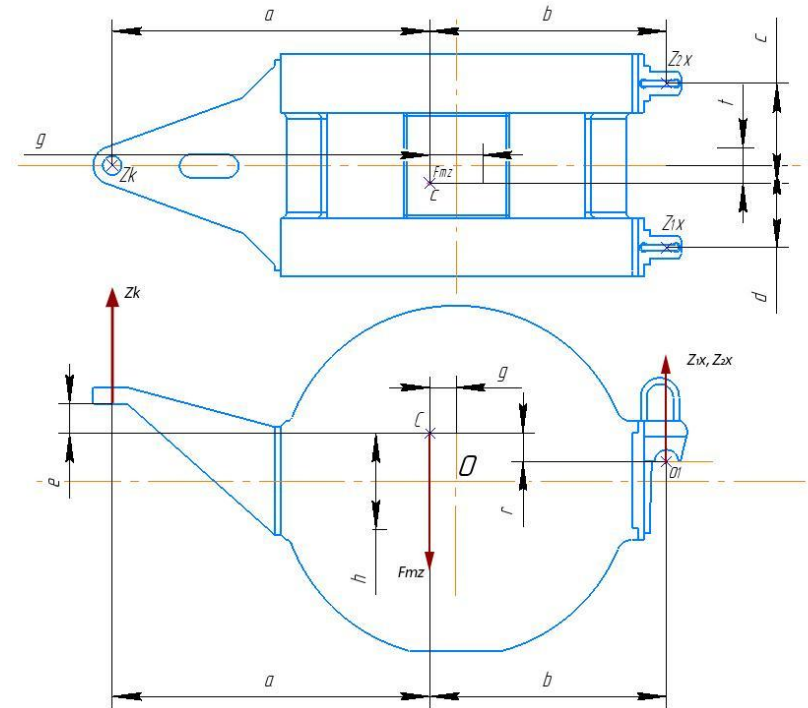
Общая сборка всей модели



Расчет нагрузок, действующих на элементы тяговой передачи

Расчет нагрузок выполнялся по следующим расчетным режимам:

- 1 Статическая нагрузка от веса двигателя;
- 2 Статическая нагрузка от веса двигателя и от максимального тягового момента;
- 3 Статическая нагрузка от веса двигателя с учётом коэффициента вертикальной динамики;
- 4 Статическая нагрузка от веса двигателя с учётом коэффициента вертикальной динамики и часового тягового момента;
- 5 Статическая нагрузка от веса двигателя с учётом коэффициента вертикальной динамики, часового тягового момента и центробежной силы;
- 6 Статическая нагрузка от веса двигателя с учётом коэффициента продольной динамики.



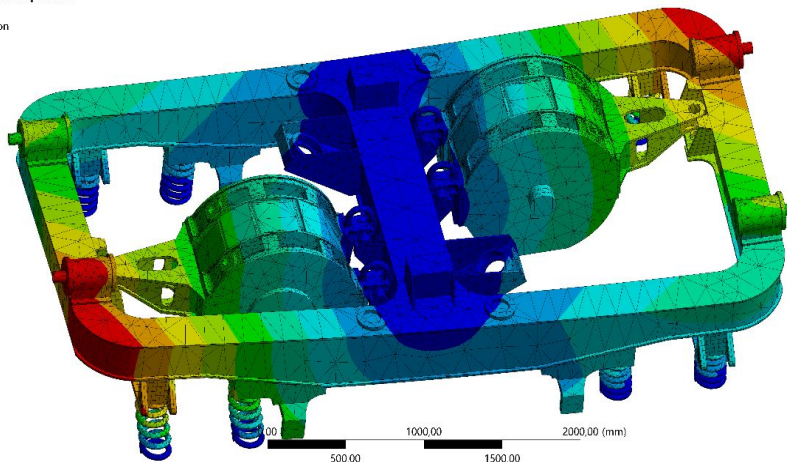
Расчетная схема для 1 и 3 режимов

Частоты и формы собственных колебаний конструкции до модернизации

С: Собственные частоты прототип

Total Deformation 2
Type: Total Deformation
Frequency: 32,235 Hz
Unit: mm
19.05.2020 16.05

0,84778 Max
0,75358
0,65938
0,56518
0,47099
0,37679
0,28259
0,18839
0,094197
0 Min

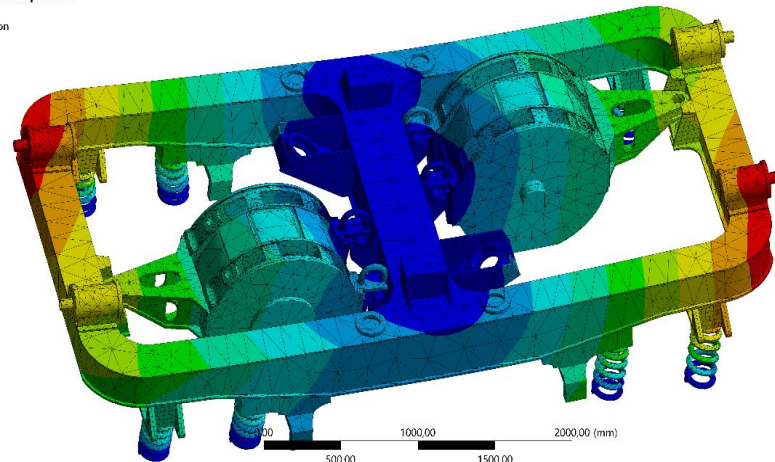


Первая форма колебаний 32,235 Гц

С: Собственные частоты прототип

Total Deformation 3
Type: Total Deformation
Frequency: 38,94 Hz
Unit: mm
19.05.2020 16.06

0,89886 Max
0,79899
0,69911
0,59924
0,49937
0,39949
0,29962
0,19975
0,099873
0 Min

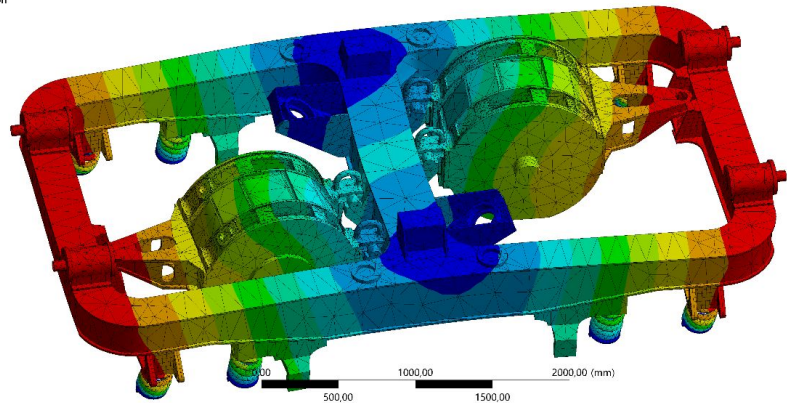


Вторая форма колебаний 38,94 Гц

С: Собственные частоты прототип

Total Deformation 4
Type: Total Deformation
Frequency: 40,956 Hz
Unit: mm
19.05.2020 16.06

0,56119 Max
0,49883
0,43648
0,37412
0,31177
0,24942
0,18706
0,12471
0,062354
0 Min

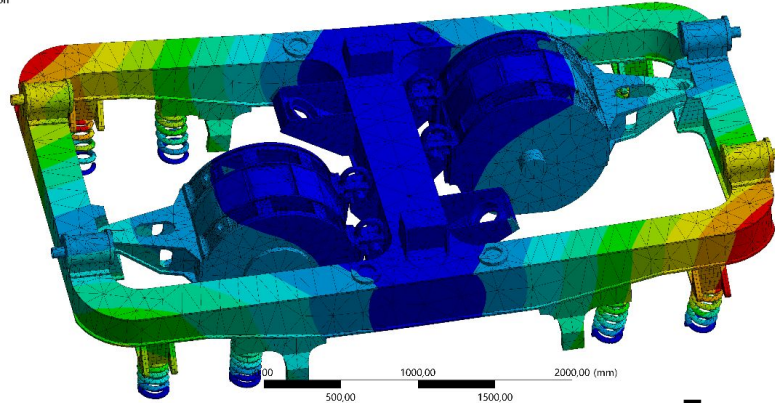


Третья форма колебаний 40,956 Гц

С: Собственные частоты прототип

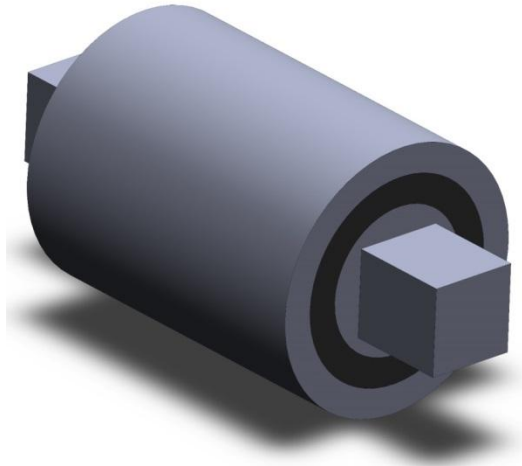
Total Deformation 5
Type: Total Deformation
Frequency: 50,515 Hz
Unit: mm
19.05.2020 16.07

1,1478 Max
1,0203
0,89276
0,76522
0,63768
0,51015
0,38261
0,25507
0,12754
0 Min

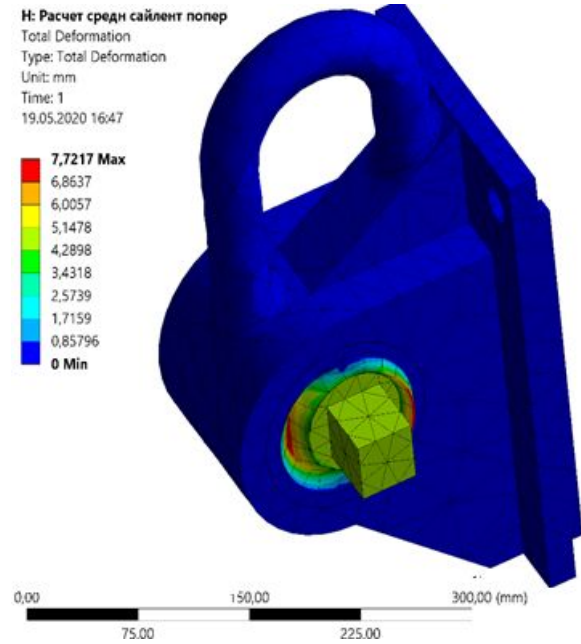


Четвёртая форма колебаний 50,515 Гц

Модели резинометаллических элементов и их параметры



Сайлентблок концевого крепления



Эпюра деформаций сайлентблока

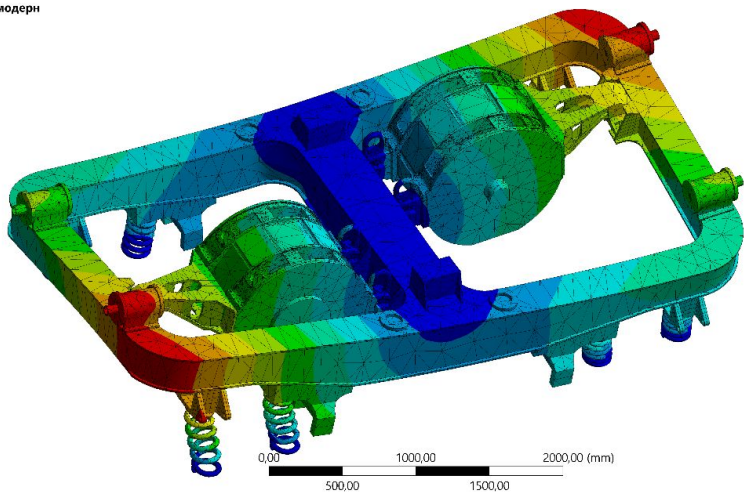
Выбранные сайлентблоки и их параметры

№	D , мм	L , мм	l , мм	Ось, мм	h , мм	d , мм	Осевая		Поперечная	
							F , Н	$Ж$, кН/м	F , Н	$Ж$, кН/м
562902	90	172	80	27x34	130	M18	7000	800	20000	7500
562700	120	250	136	35x60	206	M24	38000	7100	42000	19000

Сравнительный анализ полученных результатов

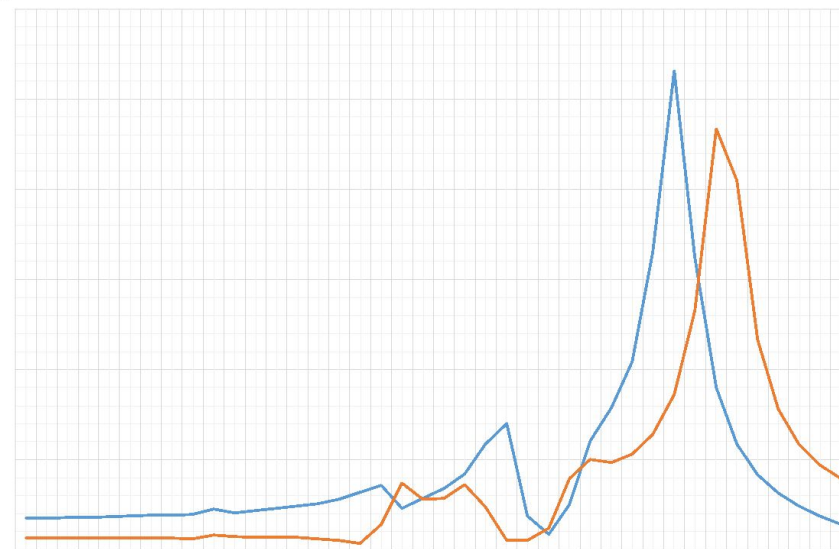
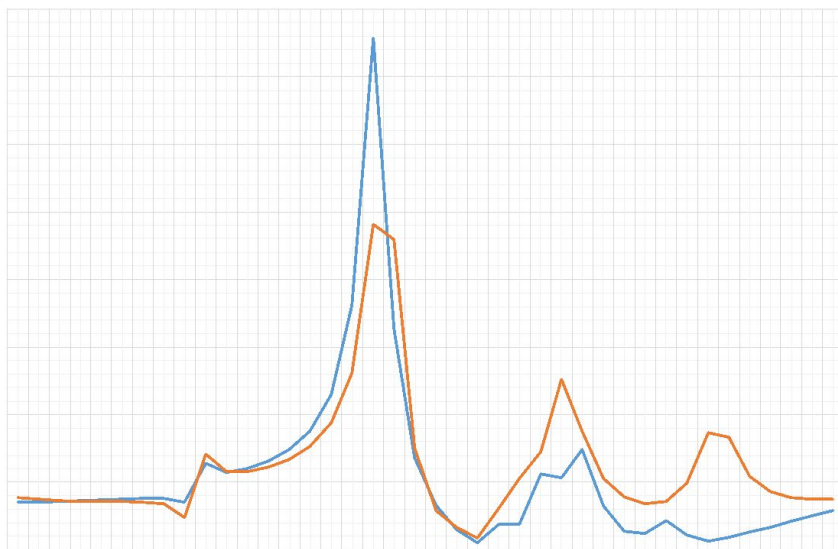
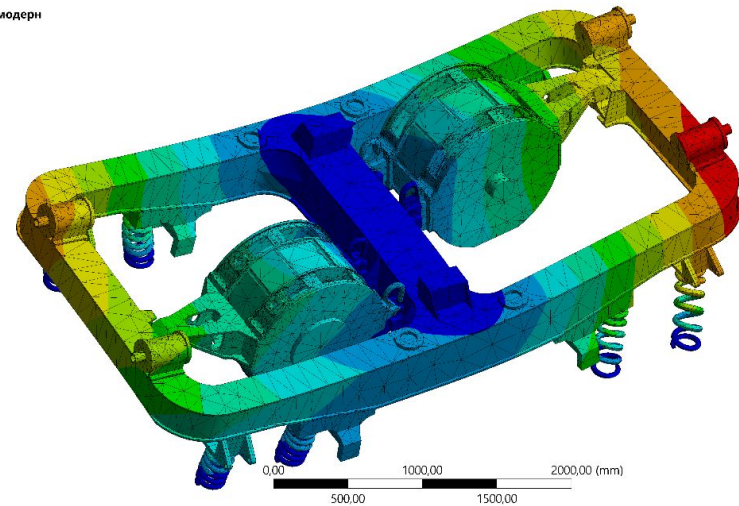
I: Собственные частоты модерни
Total Deformation 2
Type: Total Deformation
Frequency: 32,079 Hz
Unit: mm
19.05.2020 19:48

24,674 Max
21,932
19,191
16,449
13,708
10,966
8,2246
5,4831
2,7415
0 Min



I: Собственные частоты модерни
Total Deformation 3
Type: Total Deformation
Frequency: 39,734 Hz
Unit: mm
19.05.2020 19:48

26,495 Max
23,551
20,607
17,663
14,72
11,776
8,8317
5,8878
2,9439
0 Min



АЧХ деформаций шкворневых (график слева) точек и концевых точек (график справа) рамы тележки при базовых (синий график) и модернизированных креплениях (оранжевый график)

Оценка экономической эффективности

Затраты на двигательную энергию определяются по формуле

$$Z_{\text{обам}} = M \cdot t \cdot K_{\text{спр}} \cdot K_{\text{сет}} \cdot C_{\text{эл}}$$

Базовая $Z_{\text{обам}} = 2 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1,7 \cdot 2,2 = 1,57$

Новая $Z_{\text{обам}} = 2 \cdot 0,35 \cdot 0,7 \cdot 1,7 \cdot 2,2 = 1,83$

Безопасность жизнедеятельности

Значения коэффициента W_z , используемые для оценки плавности хода:

Очень хороший	2
Хороший	2– 2,5
Достаточный для пассажирских вагонов	2,5– 3
Предельный для пассажирских вагонов	3– 3,25
Достаточный для локомотива	3,25– 3,5
Предельный для локомотива	3,5– 3,75
Достаточный для грузовых вагонов	3,6– 4
Предельный для грузовых вагонов	4– 4,25
Предельный для человека с физиологической точки зрения	4,5
Опасный с точки зрения схода подвижного состава с рельсов	5

Показатель плавности хода:

$$W_z = 0,896 \cdot \sqrt[10]{\sum_i \sum_j P_{ij} a_{ij}^3 \cdot c^{10} \cdot (f_j) f^{-1}}$$

где i, j – индексы интервалов соответственно для амплитуд и части разных полупериодов процесса ускорения;

P_{ij} – повторяемость амплитуд i -го интервала и части j -го

Спасибо за внимание!