СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……..6
1. Технико – экономическое обоснование……7
1.1 Актуальность проекта ……...7
1.2 Проектирование несущей системы багги……10
1.3 Разработка трансмиссии болида……12
2. Конструкторская часть……...…14
2.1 Тяговый расчет багги……14
2.1.1 Определение основных параметров двигателя……14
2.1.2 Определение координат центра масс багги……..16
2.1.3 Определение эксплуатационных свойств багги……..23
2.2 Расчет цепной передачи……45
2.2.1 Число зубьев звездочек……..46
2.2.2 Фактическое передаточное число……46
2.2.3 Расчетный коэффициент нагрузки……46
2.2.4 Частота вращения ведущей звездочки…….……46
2.2.5 Шаг однорядной цепи……46
2.2.6 Скорость цепи……46
2.2.7 Окружная сила……47
2.2.8 Давление в шарнире……...47
2.2.9 Уточнение допускаемого давления……..47
2.2.10 Определение числа звеньев цепи……47
2.2.11 Уточнение межосевого расстояния цепной передачи……...48
2.2.12 Определение диаметров делительных окружностей звездочек……...48

2.2.13 Определение диаметров наружных окружностей звездочек……..48

2.2.14 Силы действующие на цепь……48

2.2.15 Проверка коэффициента запаса прочности цепи……..49

2.3 Прочностной расчет несущей системы……..49

2.3.1 Переезд через единичную неровность……49

2.3.2 Боковое столкновение……...51

2.3.3 Лобовое ДТП……..53

2.2.4 Удар сзади……..55

2.4 Расчет болта крепления двигателя……..57

3. Технологическая часть……..58

3.1 Подготовка к сборке……58

3.2 Сборка основания рамы……...58

3.3 Сборка средней части рамы…….…59

3.4 Сборка переднего подрамника……....60

3.5 Сборка заднего подрамника……....61

4. Экономическая часть……63

4.1 Определение стоимости проекта……63

4.1.1 Затраты на конструкторскую работу……..63

4.1.2 Затраты на комплектующие и изготовление механизма ведущей звездочки……....67

4.1.3 Затраты на изготовление нестандартных деталей……68

4.1.3.1 Расчет затраты на слесарно – сборочные работы……..68

4.1.3.2 Расчет затрат на штамповочные работы……70

4.1.4 Затраты на социальные нужды……...71

4.1.4.1 Отчисления на социальные нужды конструктора……71

4.1.4.2 Отчисления на социальные нужды рабочих……..72

4.1.5 Прочие затраты……..….……73

4.1.6 Капитальные вложения на разработку и изготовления опытного образца несущей системы и трансмиссии болида согласно ТЭО…74

4.1.7 Эффективность принятого конструкторского решения…..75

4.2 Осуществление бальной оценки параметров болидов……...78

4.2.1 Определение показателей конкурентоспособности болидов……79

5. Безопасность и Экологичность проекта……81

5.1 Введение……...81

5.2 Характеристика помещения лаборатории испытания транспортных средств ГОСНИТИ……..81

5.3 Микроклимат……...83

5.4 Анализ опасных и вредных факторов……...85

5.5 Обеспечение вентиляции……88

5.6 Система освещения……90

5.7 Пожарная безопасность……..90

5.8 Экологичность проекта……..96

Заключение……..98

Список используемых источников……99

Приложение А ……102

Приложение Б ……104

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный спорт существенно помогает улучшению эксплуатационных свойств гражданских автомобилей, является испытательной базой для новых технических решений. Студенческие инженерные соревнования «Baja SAE», заключающиеся в проектировании и изготовлении болида, позволяют выпускникам приобрести необходимые компетенции.

Цель разработки: создание болида класса «Baja SAE» с эффективными, надежными и не дорогими трансмиссией и несущей системы.

Для достижения поставленной цели был разработан болид, обладающий меньшей трудоёмкостью технического обслуживания и приспособленный к гонкам по пересеченной местности со сложными ландшафтными условиями.

1. Технико-экономические обоснование

1.1 Актуальность проекта

В настоящее время в России и за рубежом уделяют большое внимание организации различного рода инженерно-спортивных мероприятий. На кафедре Транспортные и технологические машины СФУ есть успешный опыт участия студентов в такого рода проектах (Smartmoto Challenge, Formula Student), при этом среди студентов технических вузов значительный интерес приобретают международные инженерные соревнования класса «Mini Baja».

Соревнование Baja SAE (Society of Automotive Engineers – Сообщество Автомобильных Инженеров) впервые прошли в университете Южной Каролины в 1976 под руководством доктора John F. Stevens. С этого времени SAE Series Baja активно развивается в части расширения географии мест проведения соревнований и, конечно же, численности участников (технических вузов мира).

В проекте участвует множество университетов по всему миру, и совершенно не обязательно, что это университеты, связанные с автомобильной промышленностью. Тут и естественнонаучные, и авиационные, и машиностроительные специальности. Проект поддерживают такие гиганты, как BOSCH, VW, AUDI, BMW, Mahle, Brunel, DEKRA, Continental, Eaton, GKN, SolidWorks и многие другие.

Первооткрывателем Формулы SAE в России является Московский Автомобильно-Дорожный Государственный Технический Университет (МАДИ), где в 2005-ом году была основана студенческая инженерная команда SEG MADI Baja.

Цель соревнований Baja SAE заключается в проектировании и изготовлении каждой из команд вездеходного, спортивного, одноместного транспортного средства типа багги отвечающего требованиям регламента. В ходе соревнований команда студентов должна защитить конструкцию

спроектированной машины, ее технико-экономические показатели и участвовать непосредственно в гонках на изготовленном опытном образце.

Для определения концепции несущей системы будущего багги были рассмотрены существующие аналоги (модели багги различных команд, принимавших участие в соревнования «Mini Baja SAE»)

Таблице 1.1 – Сравнительная характеристика болидов по основным параметрам [30]

	Velociraptor (США)	Cyclone Racing (США)	Automotive Engineers Mini Baja testdrives (Бразилия)	Штат Айова (США)
Изображения				
Габаритные размеры, мм: Длина Ширина Высота	 2500 1600 1650	 2800 1850 1570	 2700 1740 1600	 2760 1875 1525
База, мм	2250	2550	2500	2600
Колея передних колес	1500	1750	1640	1775
Колея задних колес	1500	1750	1640	1775
Масса болида, кг.	275	280	285	285
Двигатель	Briggs& Stratton 20S232 0036-F1	Briggs& Stratton 205432 0536-E9	Briggs& Stratton 205332 0536-E9	Briggs& Stratton 250332 0536-B1
Цена	500000р	450000р	550000р	400000р

В результате анализа характеристик болидов, по таблице 1.1, за базовую модель по интересующим нас компонентам: простота изготовления, не требующего дорогостоящего оборудования, компактность, относительно малая масса и низкая цена за счет использования отечественных материалов, можно принять модель багги «Automotive Engineers Mini Baja testdrives».

Рисунок 1.1 – Модель багги Automotive Engineers Mini Baja testdrives

1.2. Проектирование несущей системы багги

Согласно техническому заданию в проекте болида следует разработать конструкцию несущей системы в соответствии с регламентом Baja SAE.

В приведенной базовой модели все же есть ряд недостатков такие как: недостаточная жесткость конструкции, достаточно высокая масса. Что требует доработки в этом направлении с использованием отечественных материалов и комплектующих изделий для снижения стоимости

Представлена проектируемая модель несущей системы (рисунок 1.2) болида при помощи программного обеспечения SolidWorks [1].

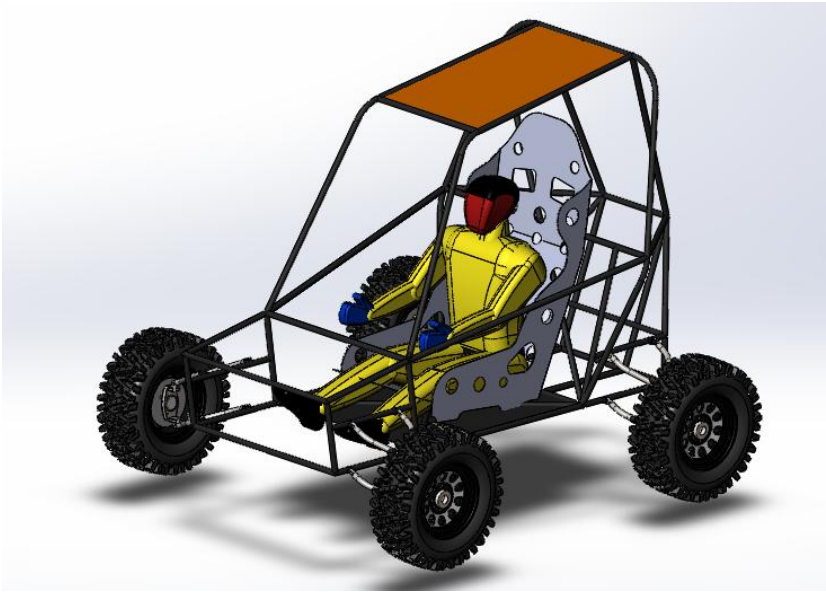


Рисунок 1.2 – Проектируемая модель несущей системы.

Укрупнённо, стоимость проектируемой модели с учетом уменьшения массы на 15 кг можно посчитать из стоимости 1 кг массы базового автобуса:

$$C = C_б / M_а = 550\ 000/285 = 1930 \text{ руб./кг} \quad (1.1)$$

Исходя из цены 1 кг масса базового варианта, стоимость проектируемого $C_п$ автомобиля составит приблизительно:

$$C_п = M_а \cdot C = 270 \cdot 1930 = 521\ 100 \text{руб.} \quad (1.2)$$

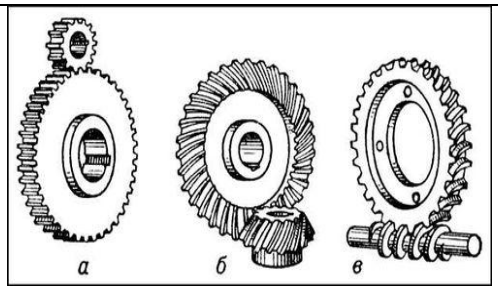
Сравнивая стоимость базового и проектируемого варианта экономический эффект от снижения массы составит:

$$Э_м = C_б - C_п = 550\ 000 – 521\ 100 = 28\ 900 \text{руб.} \quad (1.3)$$

1.3. Разработка трансмиссии болида

В таблице 1.2 показаны существующие конструкции трансмиссий, а также их достоинства и недостатки.

Таблица 1.2 – Достоинства и недостатки

Модель	Цепной механизм трансмиссии	Зубчатый механизм трансмиссии
Рисунок		
Недостатки	Требует подтяжки или ремонта. Применением в основном на мотоциклах, трициклах и квадроциклах	Большой вес. Требует высокой точности сборки. Требует частой или непрерывной смазки.
Достоинства	Высокий КПД 0,98. Простота и компактность конструкции. Не требует частого обслуживания.	Высокий КПД 0,97. Простота конструкции.

Из выше отмеченных моделей механизмов трансмиссии актуальным выбором является цепной механизм трансмиссии, так как его отличает простота конструкции, высокий КПД 0,95-0,98, минимальная масса и дешевизна конструкции.

Вывод:

Разработанное ТЭО подтверждает необходимость выполнения расчетов, направлении совершенствования конструкции, повышения надежности и безопасности болида. Кроме того снизить трудоемкость обслуживания в эксплуатационных условиях (во время соревнований). Так же предполагается увеличение силы тяги и уменьшение массы на 5% за счет совершенствования конструкции несущей системы при сохранении показателей безопасности и прочности. Дает возможность использования отечественных материалов, что позволит уменьшить стоимость болида. В дальнейшем это позволит занимать призовые места на соревнованиях.

2 Конструкторская часть

2.1 Тяговый расчет багги.

2.1.1 Определение основных параметров двигателя

Определение внешней скоростной характеристики двигателя по методу Зимелева [9].

Коэффициент сопротивления качению при движении багги с максимальной скоростью

$$f = f_o * \left(1 + \frac{V_{max}^2}{2*10^4}\right), \quad (2.1)$$

где f_o= 0,018 – коэффициент сопротивления качению по асфальтобеттоному покрытию в удволетворительном состоянии.

$$f = 0{,}018 * \left(1 + \frac{76^2}{2*10^4}\right) = 0{,}023$$

Мощность двигателя, необходимая для движения багги с максимальной скоростью, кВт

$$N_{vmax} = \frac{(G_a * f + P_w) * V_{max}}{3600 * n_m}, \quad (2.2)$$

$$N_{vmax} = \frac{(2646*0{,}023+206{,}82) *76}{3600* 0{,}9} = 6{,}28$$

Сила сопротивления воздуха, Н

$$P_w = \frac{C_x * \rho * F * V_a^2}{2}, \quad (2.3)$$

$$P_w = \frac{0{,}41 * 1{,}205 * 1{,}88 * 21{,}21^2}{2} = 206{,}82$$

Коэффициент оборотности

$$n_n = \frac{n_{Vmax}}{V_{max}}, \quad (2.4)$$

$$n_n = \frac{3000}{76} = 39{,}5$$

Задаемся отношением:

$$\frac{n_{Vmax}}{n_N} = 1$$

Следовательно, частота вращения двигателя на режиме максимальной мощности будет равна 3000 об/мин.

Определение передаточного числа главной передачи

$$i_o = 0{,}337 * \frac{r_k * 1 * n_N}{V_{max}}, \quad (2.5)$$

$$i_o = 0{,}337 * \frac{0{,}28 * 1 * 3000}{76} = 3{,}7 = 4$$

Ниже приведена внешняя скоростная характеристика двигателя Briggs&Stratton 1450 SERIES OHV Модель 2043 рисунок 2.1.1.1

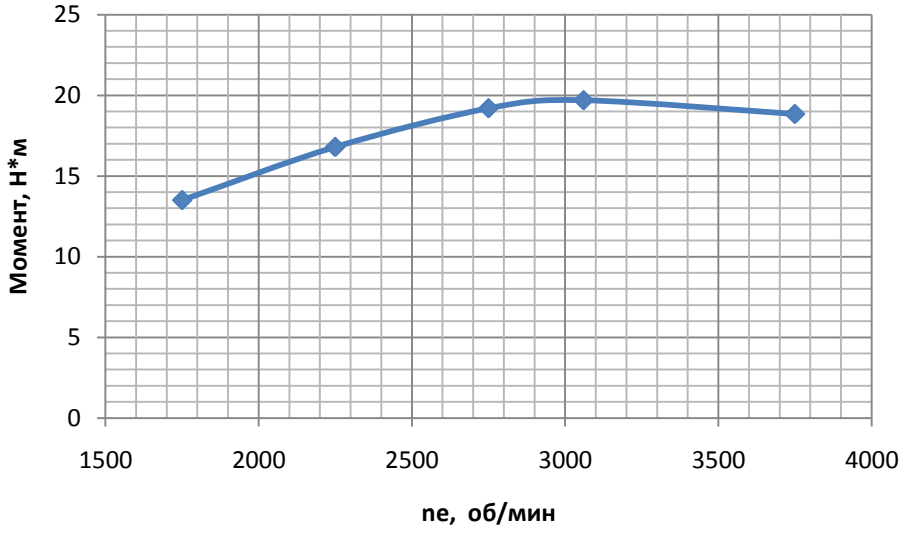


Рисунок 2.1.1.1 – Скоростная характеристика двигателя Briggs&Stratton 1450 SERIES OHV Модель 2043.

Техническая характеристика двигателя Briggs&Stratton 1450 SERIES OHV Модель 2043 [10]:

тип: четырехтактный;

число и расположение цилиндров: 1, рядное, вертикальное;

рабочий объем, л: 0,305;

диаметр цилиндра и ход поршня, мм:79,2 / 61,9;

мощность, кВт (л.с.): 10,6 (14,5);

частота вращения, об/мин: 3060;

максимальный крутящий момент, Н·м: 19,7;

2.1.2 Определение координат центра масс багги

Расчет выполнялся по методике [11].

Необходимый массив для расчета представлен ниже в таблице 2.2.1

Таблица 2.1.2.1- Массив исходных данных для расчета координат центра масс

Параметр автомобиля	Размерность	Значение

Собственная снаряженная масса, В т.ч. на переднюю ось, В т.ч. на заднюю ось,	m_o m_{o1} m_{o2}	кг кг кг	185 85 100
Число посадочных мест, В т.ч. на переднем ряду,	$Z_п$ $Z_{п1}$		1 1
Масса пассажиров,	m_n	кг	85
Полная масса,	m_a	кг	270
Статистический радиус колеса,	r_k	мм	263
База автомобиля,	L	мм	1550
Координаты Ц.М. первого ряда m_{n1}: h_1	x_1	мм мм	1110 470

Определим координаты центра масс порожнего болида следующим образом:

1) Ординату h_0 в первом приближении принимаем равной:

$$h_0 = 1{,}5 \cdot r_k, \qquad (2.6)$$

где h_0 – ордината центра масс порожнего болида, м;

r_k – радиус колеса болида, м.

$$h_0 = 1{,}5 \cdot 0{,}263 = 0{,}395 \text{ м.}$$

2) Абсциссу порожнего болида x_0 определяю из уравнения моментов:

$$R_{z2} \cdot L - \cdot x_0 = 0, \qquad (2.7)$$

$$x_0 = \frac{m02 \cdot L \cdot g}{G \cdot g},$$

$$x_0 = \frac{m02 \cdot L}{m0},$$

$$x_0 = \frac{120 \cdot 1550}{185} = 1005 \text{ мм.}$$

где $m_{02} = m_0 - m_{01}$

m_{02} - масса, приходящаяся на заднюю ось порожнего болида, кг;

L – база болида, мм;

m_0 – масса порожнего болида, кг;

x_0 - абсцисса порожнего автомобиля, мм;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2.

Определим координаты центра масс груженого болида :

Масса пассажиров, размещенных на первом ряду (число посадочных мест равно одному):

$$m_{п1} = 80 \cdot 1 = 80 \qquad (2.10)$$

3) Абсциссу груженого автомобиля x_a определяют из уравнения моментов:

-Gп1+Ga+G0=0,

(2.11)

$$x_a = \frac{m_0 \cdot x_0 + m_п \cdot x_п}{m_0 + m_п},$$

$$x_a = \frac{185 \cdot 1005 + 85 \cdot 1110}{185 + 85} = 1040 \text{ мм.}$$

4) Ордината груженого автомобиля h_a также определяют из уравнения моментов:

$$(m_0 \cdot h_0 + m_п \cdot h_1 - m_a \cdot h_a)g = 0, \qquad (2.12)$$

$$h_a = \frac{m_п \cdot h_п + m_0 \cdot h_0}{m_п + m_0},$$

$$h_a = \frac{85 \cdot 500 + 185 \cdot 395}{85 + 185} = 470 \text{ мм.}$$

Нормальные реакции, действующие на транспортное средство.

Далее определим нормальные реакции дороги, действующие на болид.

1) Реакции, действующие на порожний болид равны.

На переднюю ось:

$$R_{z1} = m_{01} \cdot g, \qquad (2.13)$$

где R_{z1} – нормальные реакции, действующие на переднюю ось порожнего автомобиля, Н;

m_{01} – масса приходящаяся на переднюю ось порожнего автомобиля, кг;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2.

$R_{z1} = 85 \cdot 9{,}8 = 833$ Н.

На заднюю ось:

$$R_{z2} = m_{02} \cdot g, \qquad (2.14)$$

где R_{z2} – нормальные реакции, действующие на заднюю ось порожнего автомобиля, Н;

m_{02} – масса приходящаяся на заднюю ось порожнего автомобиля, кг;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2.

$R_{z2} = 100 \cdot 9{,}8 = 980$ Н.

2) Определим нормальные реакции дороги, действующие на груженый автомобиль.

На переднюю ось:

$$R_{z1}=m_{a1} \cdot g, \qquad (2.15)$$

где R_{z1} – нормальные реакции, действующие на переднюю ось груженого автомобиля, Н;

m_{a1} – масса приходящаяся на переднюю ось груженого автомобиля, кг;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2.

$R_{z1} = 125 \cdot 9{,}8 = 1225$ Н.

На заднюю ось:

$$R_{z2}=m_{a2} \cdot g, \qquad (2.16)$$

где R_{z2} – нормальные реакции, действующие на заднюю ось груженого автомобиля, Н;

m_{a2} – масса приходящаяся на заднюю ось груженого автомобиля, кг;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2.

$R_{z2} = 145 \cdot 9{,}8 = 1421$ Н.

Фактические значения нормальных реакций, действующих на груженый автомобиль определены из уравнения моментов.

В частности:

$$\sum M_{(1)} = 0,$$

В развернутом виде

$$R_{z2}=m_a \cdot x_a/L, \qquad (2.17)$$

$$R_{z2} = \frac{270 \cdot 1040}{1550} = 181{,}2 \text{ кг.}$$

$$R_{z2} = 181{,}2 \cdot 9{,}81 = 1775{,}76 \text{ Н.}$$

Из расчетов следует, что приняв размещение полезной нагрузки, приводит к некоторому превышению нормальных реакций на заднюю ось. Аналогично из уравнения моментов $\sum M_{(2)} = 0$, определяем:

$$-R_{z1}+G \cdot (L-x_a)=0, \qquad (2.18)$$

$$R_{z1} \cdot L = G \cdot (L - x_a),$$

$$R_{z1} = \frac{ma \cdot (L - xa)}{L},$$

$$R_{z1} = \frac{270 \cdot (1550 - 1040)}{1550} = 88{,}8 \text{ кг.}$$

$$R_{z1} = 88{,}8 \cdot 9{,}81 = 870{,}24 \text{ Н.}$$

Общая нормальная реакция определяется по формуле

$R_{zобщ}=R_{z1+}R_{z2,}$ (2.19)

$R_{zобщ}$= 1775,76 + 870,24 = 2646Н,

$R_{zобщ}=\frac{2646}{9,81}$ =270 кг.

Полученные результаты координат центра масс болида (рисунок 2.1.2.1) занесем в таблицу 2.1.2.2.

Таблица 2.1.2.2 - Блок производных исходных данных

Показатель	Размерность	Значение
Координаты центра масс порожнего автомобиля,		
x_o	мм	1005
h_o	мм	395
Координаты центра масс пассажира,		
x_1	мм	1110
h_1	мм	500
Координаты центра масс груженого автомобиля		
x_a	мм	1040
h_a	мм	470
Нормальные реакции дороги, действующие на:		
колеса передней оси автомобиля, R_{z1}	Н	870,24
колеса задней оси автомобиля, R_{z2}	Н	1775,76

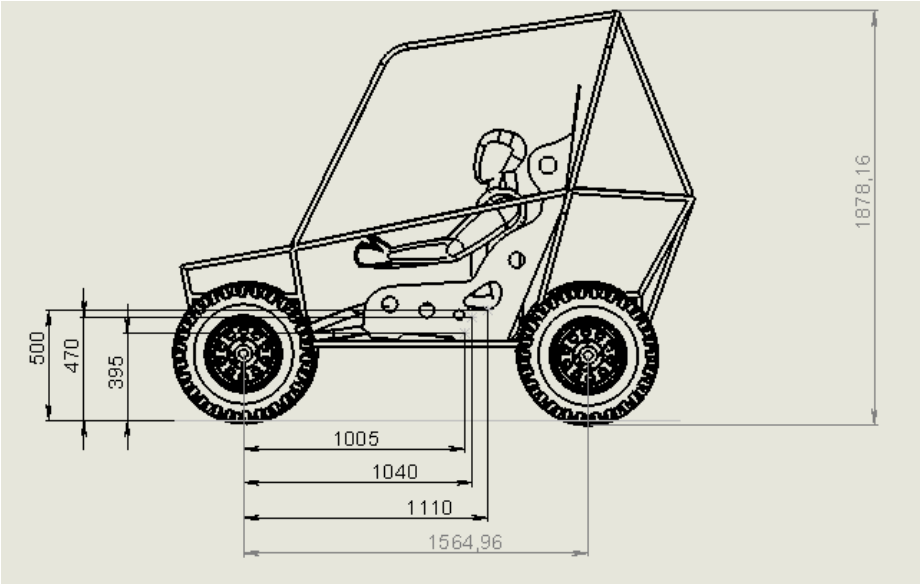


Рисунок 2.1.2.1 – Координаты центра масс болида

2.1.3 Определение эксплуатационных свойств багги

Анализ эксплуатационных свойств багги проводился по методике Чудакова Е.А.. Результаты расчета представлены в виде рисунков и таблиц [8].

Необходимый массив исходных данных для расчета представлен в таблице 2.1.3.1

Таблица 2.1.3.1 – Техническая характеристика болида

№ пп	Наименование параметра	Обозначение	Значение	Размерность
1.	Собственная масса:	m_0	185	кг
2.	в т. ч. на переднюю ось:	m_{01}	85	кг
3.	на заднюю ось:	m_{02}	100	кг
4.	Полная масса:	m_a	270	кг
5.	в т. ч. на переднюю ось:	m_{a1}	125	кг
6.	на заднюю ось:	m_{a2}	145	кг
7.	Радиус поворота по оси внешнего переднего колеса	$R_{\min}$	3	м
8.	Максимальная скорость	$V_{\max}$	76	км/ч

9.	Число ходовых колес		4	шт.
10.	Статический радиус колеса $r_к$		0,263	м
11.	Момент инерции колеса		0,57	кг·м^2
12.	База L		1550	мм
13.	Колея колес:			
14.	передних колес	B_1	1500	мм
15.	задних колес	B_2	1500	мм
16.	Кузов:			
17.	длина	$l_к$	2500	мм
18.	ширина	$b_к$	1315	мм
19.	высота	$h_к$	1500	мм

Теперь представим характеристику используемого двигателя на данном багги и занесем в таблицу 2.1.3.2

Таблица 2.1.3.2 – Техническая характеристика двигателя двигателя Briggs&Stratton 1450 SERIES OHV Модель 2043

Наименование параметра	Размерность	Значение
Максимальная мощность при n_e = 3600, об/мин	кВт	10,7
Максимальный крутящий момент при n_e = 3060, об/мин	Нм	19,7
Рабочий объём двигателя	л	0,305

Далее представим внешнюю скоростную характеристику данного двигателя АТС.

Таблица 2.1.3.3 – Внешняя скоростная характеристика двигателя $M_e=f(n_e)$

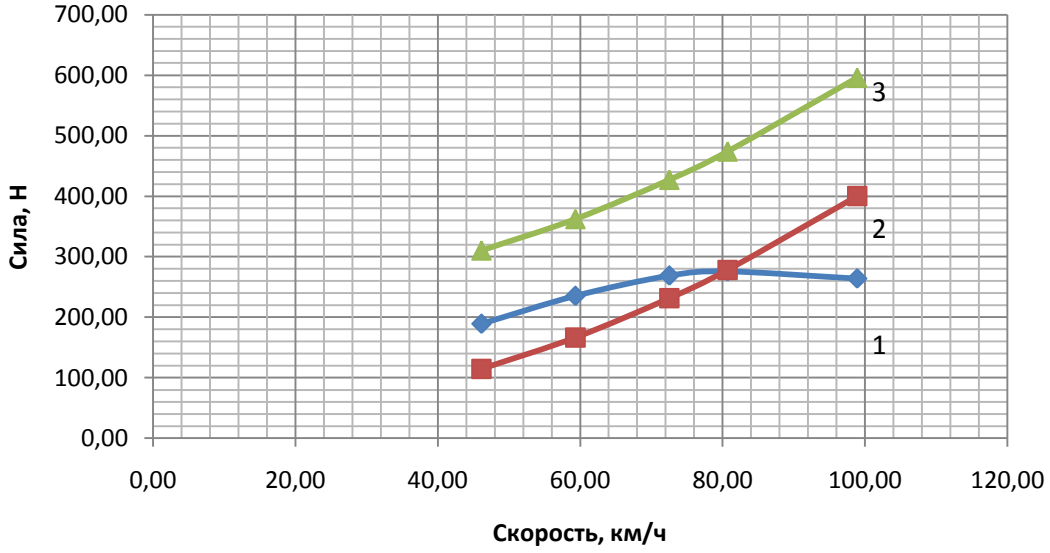
$n_{e\,min}$ / $n_{e\,max}$, об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e, Н·м	1750	2250	2750	3060	3750

Далее представим в таблице 2.1.3.4 результаты расчета тягово-скоростных характеристиках (силовая установка-автоматическое сцепление-главная передача, колеса R14).

Таблица 2.1.3.4 – Результаты расчета тягово-скоростных характеристик

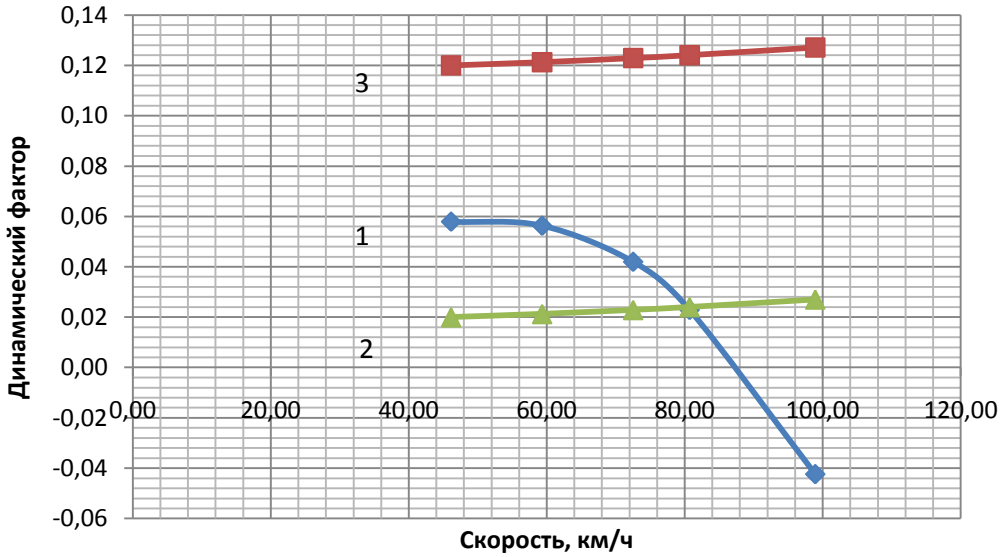
Параметр	Размерность	Результаты расчета				
n_e	об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e	Н·м	1750	2250	2750	3060	3750
Передача №1: $u_{кп}$ = 4; δ_1 = 1,34						
V_a	м/с	12,82	16,49	20,15	22,42	27,48
	км/ч	46,16	59,35	72,53	80,71	98,91
$P_т$	Н	189,00	235,20	268,80	275,80	263,90
$P_в$	Н	75,59	124,95	186,65	231,10	347,08
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
$P_с$	Н	114,73	166,62	231,48	278,21	400,11
$P_с^п$	Н	310,54	362,41	427,25	473,97	595,85
D	-	0,06	0,06	0,04	0,02	-0,04
J	м/с^2	0,28	0,26	0,14	-0,01	-0,51
D_φ	при φ = 0,5	0,31	0,29	0,26	0,23	0,17
	при φ = 0,1	*0,05*	*0,04*	*0,03*	*0,03*	*0,02*

Далее представим графические зависимости тяговой характеристики (силовая установка-автоматическое сцепление-главная передача, колеса R14), динамического фактора и график ускорений по выше полученным данным в таблице 2.1.3.4



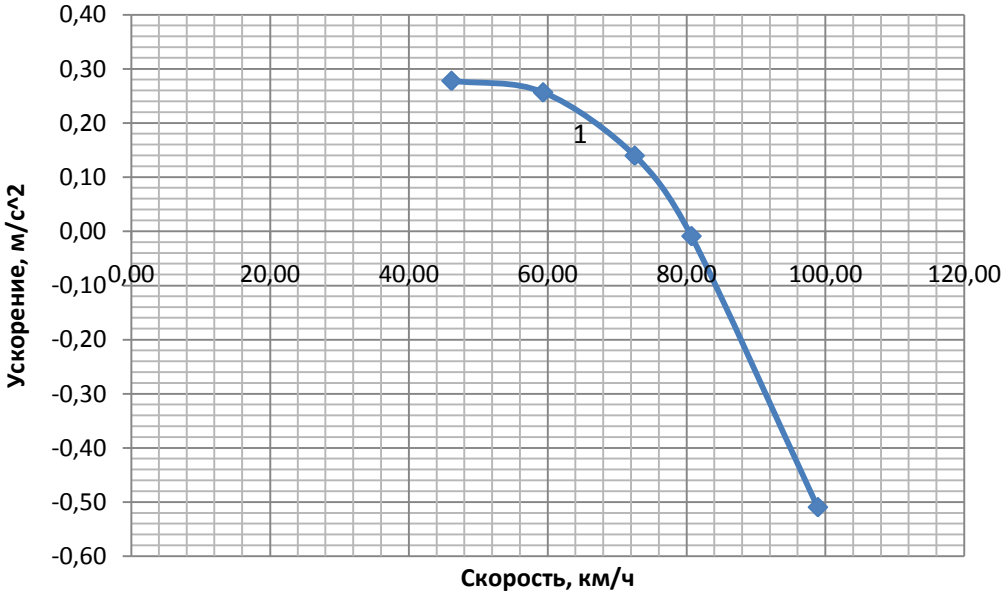
1 – сила тяги; кривые,2 – сила сопротивления движению соответственно на горизонтальном участке, 3 – сила сопротивления движению соответственно на подъем.

Рисунок 2.1.3.1 – График тяговой характеристики



1 – динамический фактор по крутящему моменту; кривые 2 и 3 – динамический фактор по сцеплению соответственно φ=0,1, φ=0,5.

Рисунок 2.1.3.2 – График динамической характеристик



1– ускорение при разгоне на горизонтальном участке дороги.

Рисунок 2.1.3.3 – График ускорений

Далее представим в таблице 2.1.3.5 результаты расчета тягово-скоростных характеристиках (силовая установка-вариатор, колеса R14).

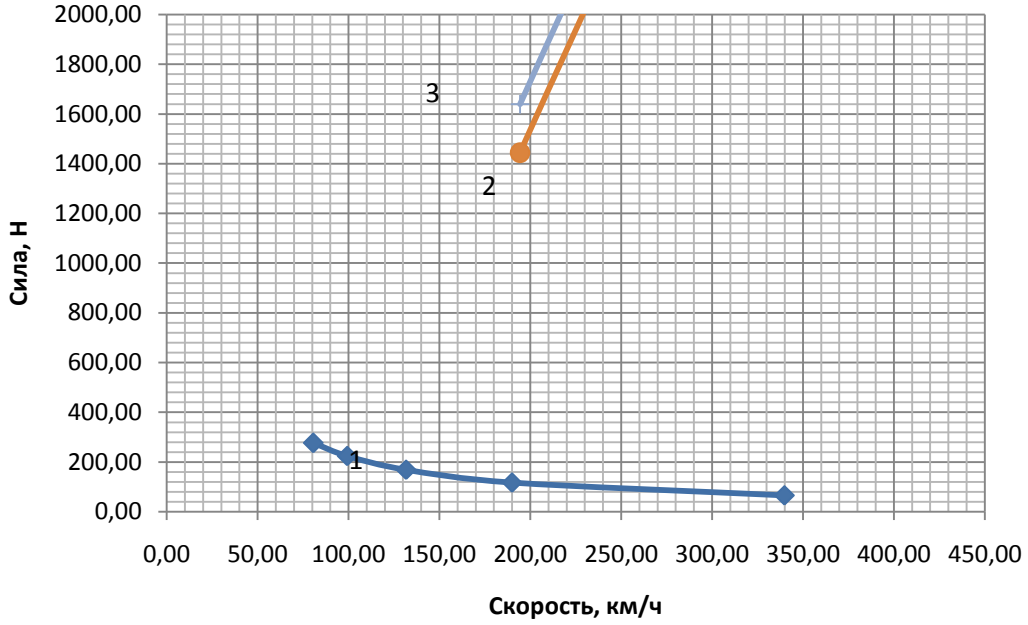
Таблица 2.1.3.5 – Результаты расчета тягово-скоростных характеристик

Параметр	Размерность	Результаты расчета				
n_e	об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e	Н·м	1750	2250	2750	3060	3750
Передача №1: $u_{кп}$ = 4; δ_1 = 1,34						
V_a	м/с	12,82	16,49	20,15	22,42	27,48
	км/ч	46,16	59,35	72,53	80,71	98,91
$P_т$	Н	189,00	235,20	268,80	275,80	263,90
$P_в$	Н	75,59	124,95	186,65	231,10	347,08
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
$P_с$	Н	114,73	166,62	231,48	278,21	400,11
$P_с^п$	Н	310,54	362,41	427,25	473,97	595,85

D	-	0,06	0,06	0,04	0,02	-0,04
J	м/с^2	0,28	0,26	0,14	-0,01	-0,51
D_φ	при φ = 0,5	0,31	0,29	0,26	0,23	0,17
	при φ = 0,1	*0,05*	*0,04*	*0,03*	*0,03*	*0,02*
Передача №2: $u_{кп}$ = 3,25; δ_2 = 1,32						
V_a	м/с	15,78	20,29	24,80	27,59	33,82
	км/ч	56,81	73,04	89,27	99,34	121,74
$P_т$	Н	153,56	191,10	218,40	224,09	214,42
$P_в$	Н	114,50	189,27	282,74	350,08	525,75
f	-	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
$P_с$	Н	155,63	234,23	332,48	403,26	587,93
$P_с^п$	Н	351,43	430,01	528,23	599,00	783,62
D	-	0,02	0,00	-0,03	-0,06	-0,16
J	м/с^2	-0,01	-0,16	-0,43	-0,68	-1,42
D_φ	при φ = 0,5	0,29	0,25	0,21	0,17	0,08
	при φ = 0,1	*0,04*	*0,03*	*0,02*	*0,02*	*0,01*
Передача №3: $u_{кп}$ = 2,45; δ_3 = 1,30						
V_a	м/с	20,93	26,91	32,90	36,60	44,86
	км/ч	75,36	96,89	118,42	131,77	161,49
$P_т$	Н	115,76	144,06	164,64	168,93	161,64
$P_в$	Н	201,48	333,06	497,53	616,02	925,16
f	-	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
ψ	-	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14
$P_с$	Н	247,07	385,37	558,26	682,81	1007,76
$P_с^п$	Н	442,84	581,11	753,96	878,48	1203,35
D	-	-0,04	-0,10	-0,17	-0,23	-0,39
J	м/с^2	-0,50	-0,93	-1,51	-1,97	-3,25
D_φ	при φ = 0,5	0,25	0,18	0,10	0,04	-0,12

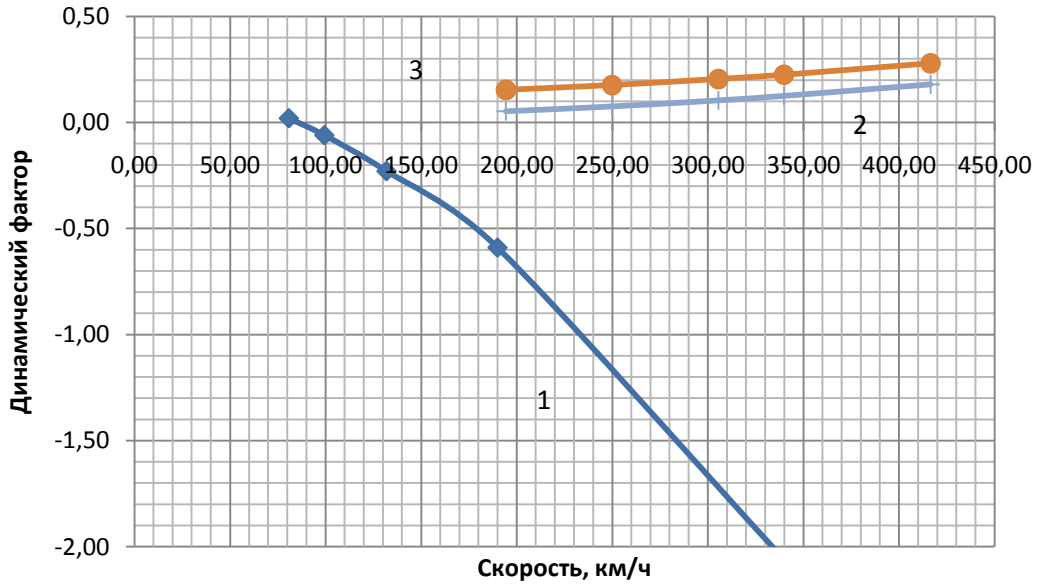
	при φ = 0,1	*0,03*	*0,02*	*0,01*	*0,00*	*-0,01*
Передача №4: $u_{кп}$ = 1,70; δ_4 = 1,39						
V_a	м/с	30,17	38,79	47,41	52,75	64,65
	км/ч	108,61	139,64	170,67	189,91	232,73
$P_т$	Н	80,33	99,96	114,24	117,22	112,16
$P_в$	Н	418,47	691,76	1033,36	1279,47	1921,54
f	-	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07
ψ	-	0,13	0,14	0,14	0,15	0,17
$P_с$	Н	475,16	762,42	1121,50	1380,20	2055,12
$P_с^п$	Н	670,87	958,07	1317,06	1575,70	2250,45
D	-	-0,17	-0,30	-0,47	-0,59	-0,92
J	м/с^2	-1,53	-2,56	-3,90	-4,89	-7,52
D_φ	при φ = 0,5	0,14	0,00	-0,18	-0,30	-0,63
	при φ = 0,1	*0,01*	*0,00*	*-0,02*	*-0,03*	*-0,05*
Передача №5: $u_{кп}$ = 0,95; δ_4 = 1,29						
V_a	м/с	53,99	69,41	84,84	94,40	115,68
	км/ч	194,35	249,88	305,41	339,83	416,46
$P_т$	Н	44,89	55,86	63,84	65,50	62,68
$P_в$	Н	1340,03	2215,15	3309,05	4097,14	6153,20
f	-	0,05	0,08	0,10	0,12	0,18
ψ	-	0,15	0,18	0,20	0,22	0,28
$P_с$	Н	1443,86	2363,75	3513,61	4342,01	6503,24
$P_с^п$	Н	1639,34	2559,00	3708,58	4536,78	6697,49
D	-	-0,66	-1,10	-1,66	-2,06	-3,11
J	м/с^2	-5,44	-8,98	-13,42	-16,63	-25,05
D_φ	при φ = 0,5	-0,33	-0,78	-1,34	-1,74	-2,79
	при φ = 0,1	*-0,03*	*-0,06*	*-0,09*	*-0,10*	*-0,14*

Далее представим графические зависимости тяговой характеристики (силовая установка-вариатор, колеса R14), динамического фактора и график ускорений по выше полученным данным в таблице 2.1.3.5



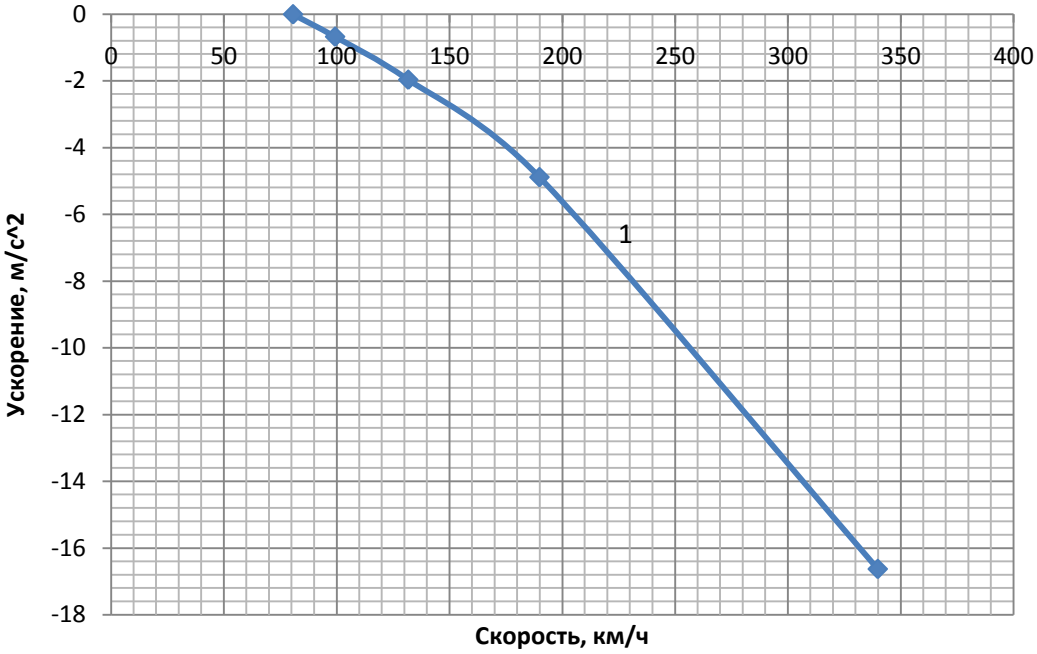
1 – сила тяги; кривые,2 – сила сопротивления движению соответственно на горизонтальном участке, 3 – сила сопротивления движению соответственно на подъем.

Рисунок 2.1.3.4 – График тяговой характеристики



Кривые 1 – динамический фактор по крутящему моменту; кривые 2 и 3 – динамический фактор по сцеплению соответственно φ=0,1, φ=0,5.

Рисунок 2.1.3.5 – График динамической характеристик



1– ускорение при разгоне на горизонтальном участке дороги.

Рисунок 2.1.3.6 – График ускорений

Далее представим в таблице 2.1.3.6 результаты расчета тягово-скоростных характеристиках (силовая установка-вариатор-главная передача, колеса R14).

Таблица 2.1.3.6 – Результаты расчета тягово-скоростных характеристик

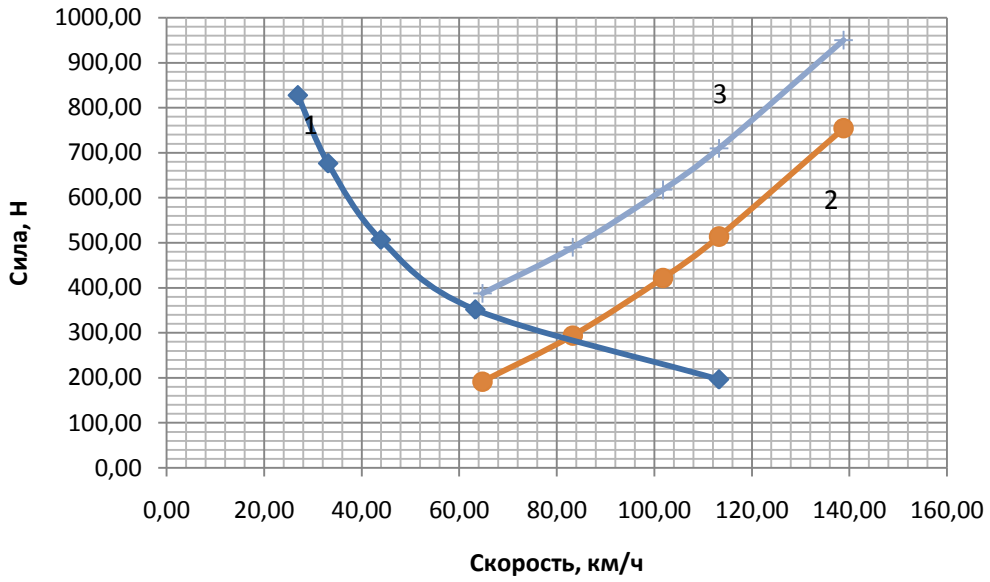
Параметр	Размерность	Результаты расчета				
n_e	об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e	Н·м	1750	2250	2750	3060	3750
Передача №1: $u_{кп}$ = 4; δ_1 = 1,77						
V_a	м/с	4,27	5,50	6,72	7,47	9,16
	км/ч	15,39	19,78	24,18	26,90	32,97
$P_т$	Н	567,00	705,60	806,40	827,40	791,70
$P_в$	Н	8,40	13,88	20,74	25,68	38,56
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
$P_с$	Н	44,11	49,87	57,08	62,27	75,82
$P_с^п$	Н	239,93	245,69	252,90	258,09	271,63
D	-	0,29	0,35	0,40	0,41	0,38
J	м/с^2	1,47	1,85	2,11	2,16	2,02
D_φ	при φ = 0,5	0,35	0,34	0,34	0,34	0,33
	при φ = 0,1	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,05*
Передача №2: $u_{кп}$ = 3,25; δ_2 = 1,61						
V_a	м/с	5,26	6,76	8,27	9,20	11,27
	км/ч	18,94	24,35	29,76	33,11	40,58
$P_т$	Н	460,69	573,30	655,20	672,26	643,26
$P_в$	Н	12,72	21,03	31,42	38,90	58,42
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
$P_с$	Н	48,65	57,39	68,30	76,17	96,69
$P_с^п$	Н	244,47	253,20	264,12	271,98	292,49
D	-	0,23	0,28	0,32	0,32	0,30
J	м/с^2	1,28	1,61	1,83	1,85	1,70
D_φ	при φ = 0,5	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32
	при φ = 0,1	*0,06*	*0,06*	*0,05*	*0,05*	*0,05*
Передача №3: $u_{кп}$ = 2,45; δ_3 = 1,47						
V_a	м/с	6,98	8,97	10,97	12,20	14,95
	км/ч	25,12	32,30	39,47	43,92	53,83
$P_т$	Н	347,29	432,18	493,92	506,78	484,92
$P_в$	Н	22,39	37,01	55,28	68,45	102,80
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
$P_с$	Н	58,81	74,18	93,39	107,23	143,33
$P_с^п$	Н	254,63	269,99	289,20	303,03	339,13

D	-	0,17	0,20	0,22	0,22	0,19
J	м/с^2	0,98	1,22	1,37	1,36	1,16
D_φ	при φ = 0,5	0,34	0,33	0,32	0,32	0,30
	при φ = 0,1	*0,06*	*0,05*	*0,05*	*0,05*	*0,04*
Передача №4: $u_{кп}$ = 1,70; δ_4 = 1,37						
V_a	м/с	10,06	12,93	15,80	17,58	21,55
	км/ч	36,20	46,55	56,89	63,30	77,58
$P_т$	Н	240,98	299,88	342,72	351,65	336,47
$P_в$	Н	46,50	76,86	114,82	142,16	213,50
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
$P_с$	Н	84,16	116,07	155,97	184,72	259,71
$P_с^п$	Н	279,97	311,88	351,77	380,50	455,48
D	-	0,10	0,11	0,12	0,11	0,06
J	м/с^2	0,57	0,67	0,68	0,61	0,28
D_φ	при φ = 0,5	0,33	0,31	0,29	0,28	0,24
	при φ = 0,1	*0,05*	*0,05*	*0,04*	*0,04*	*0,03*
Передача №5: $u_{кп}$ = 0,95; δ_4 = 1,31						
V_a	м/с	18,00	23,14	28,28	31,47	38,56
	км/ч	64,78	83,29	101,80	113,28	138,82
$P_т$	Н	134,66	167,58	191,52	196,51	188,03
$P_в$	Н	148,89	246,13	367,67	455,24	683,69
f	-	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
ψ	-	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14
$P_с$	Н	191,79	294,00	421,76	513,81	753,94
$P_с^п$	Н	387,57	489,76	617,49	709,51	949,59
D	-	-0,01	-0,04	-0,09	-0,13	-0,25
J	м/с^2	-0,22	-0,48	-0,88	-1,21	-2,16
D_φ	при φ = 0,5	0,27	0,22	0,16	0,12	0,00

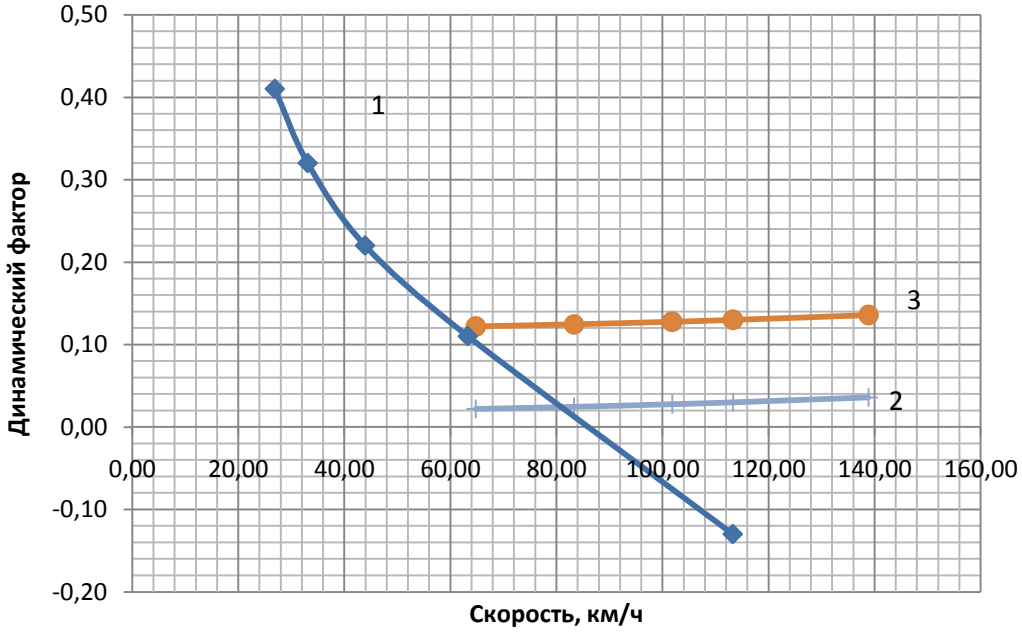
	при φ = 0,1	*0,04*	*0,03*	*0,02*	*0,01*	*0,00*

Далее представим графические зависимости тяговой характеристики (силовая установка-вариатор-главная передача, колеса R14), динамического фактора и график ускорений по выше полученным данным в таблице 2.1.3.6



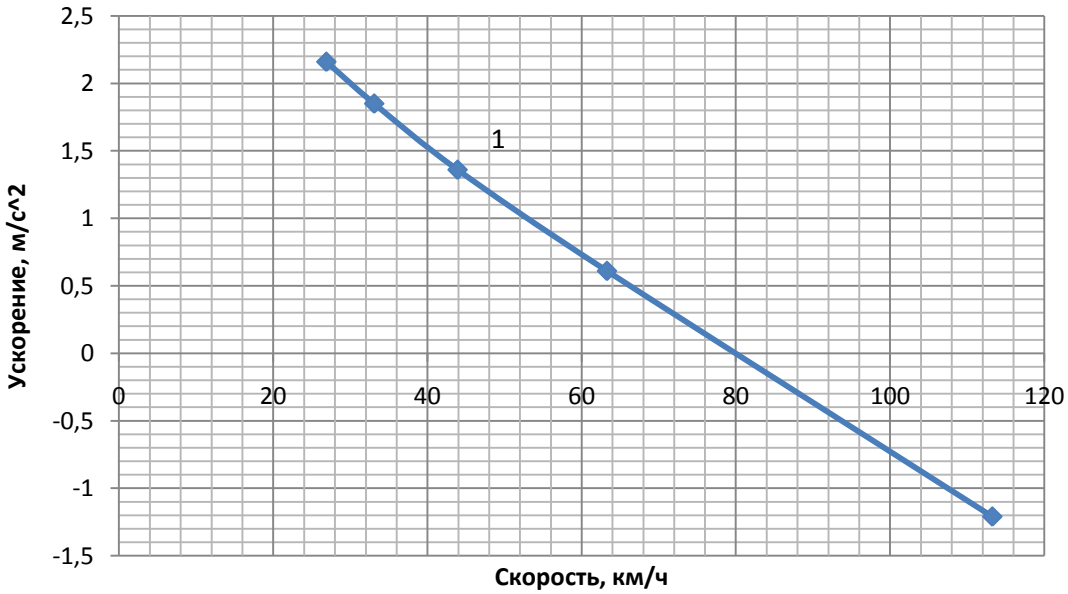
1 – сила тяги; кривые,2 – сила сопротивления движению соответственно на горизонтальном участке, 3 – сила сопротивления движению соответственно на подъем.

Рисунок 2.1.3.7 – График тяговой характеристики



1 – динамический фактор по крутящему моменту; кривые 2 и 3 – динамический фактор по сцеплению соответственно φ=0,1, φ=0,5.

Рисунок 2.1.3.8 – График динамической характеристик



1– ускорение при разгоне на горизонтальном участке дороги.

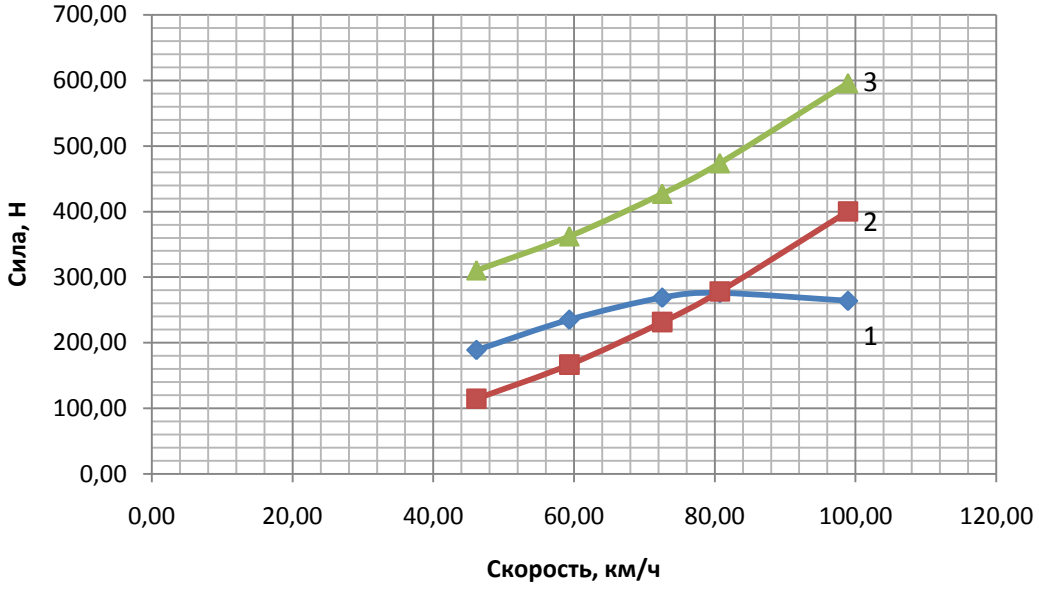
Рисунок 2.1.3.9 – График ускорений

Далее представим в таблице 2.1.3.7 результаты расчета тягово-скоростных характеристиках (силовая установка-автоматическое сцепление-главная передача, колеса R13).

Таблица 2.1.3.7 – Результаты расчета тягово-скоростных характеристик

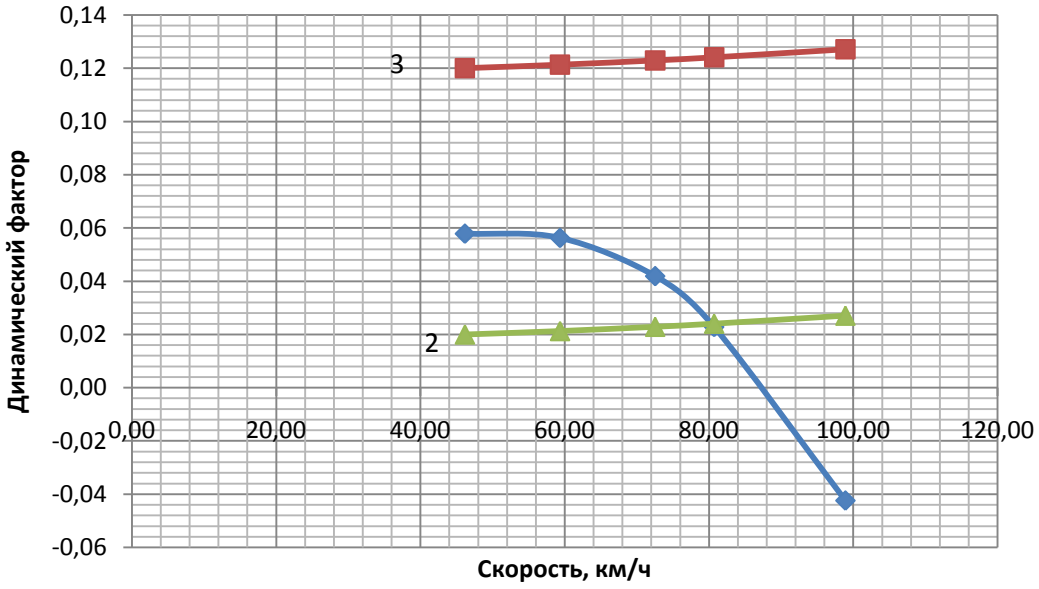
Параметр	Размерность	Результаты расчета				
n_e	об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e	Н·м	1750	2250	2750	3060	3750
Передача №1: $u_{кп}$ = 4; δ_1 = 1,23						
V_a	м/с	12,82	16,49	20,15	22,42	27,48
	км/ч	46,16	59,35	72,53	80,71	98,91
$P_т$	Н	189,00	235,20	268,80	275,80	263,90
$P_в$	Н	75,59	124,95	186,65	231,10	347,08
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
$P_с$	Н	114,73	166,62	231,48	278,21	400,11
$P_с^п$	Н	310,54	362,41	427,25	473,97	595,85
D	-	0,06	0,06	0,04	0,02	-0,04
J	м/с^2	0,30	0,28	0,15	-0,01	-0,56
D_φ	при φ = 0,5	0,31	0,29	0,26	0,23	0,17
	при φ = 0,1	*0,05*	*0,04*	*0,03*	*0,03*	*0,02*

Далее представим графические зависимости тяговой характеристики (силовая установка-автоматическое сцепление-главная передача, колеса R13), динамического фактора и график ускорений по выше полученным данным в таблице 2.1.3.7



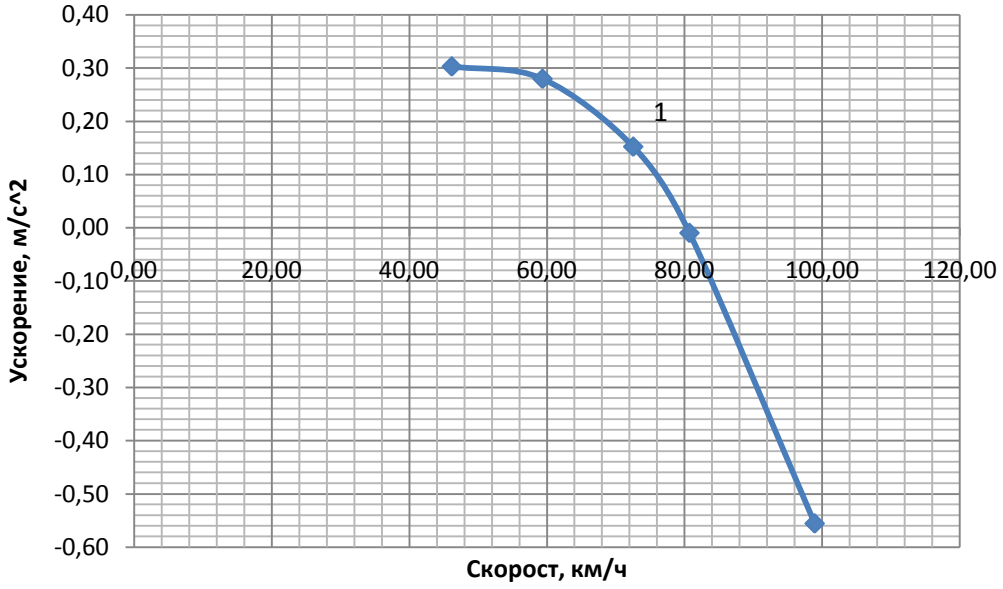
1 – сила тяги; кривые,2 – сила сопротивления движению соответственно на горизонтальном участке, 3 – сила сопротивления движению соответственно на подъем.

Рисунок 2.1.3.10 – График тяговой характеристики



1 – динамический фактор по крутящему моменту; кривые 2 и 3 – динамический фактор по сцеплению соответственно φ=0,1, φ=0,5.

Рисунок 2.1.3.11 – График динамической характеристик



1– ускорение при разгоне на горизонтальном участке дороги.

Рисунок 2.1.3.12 – График ускорений

Далее представим в таблице 2.1.3.8 результаты расчета тягово-скоростных характеристиках (силовая установка-вариатор, колеса R13).

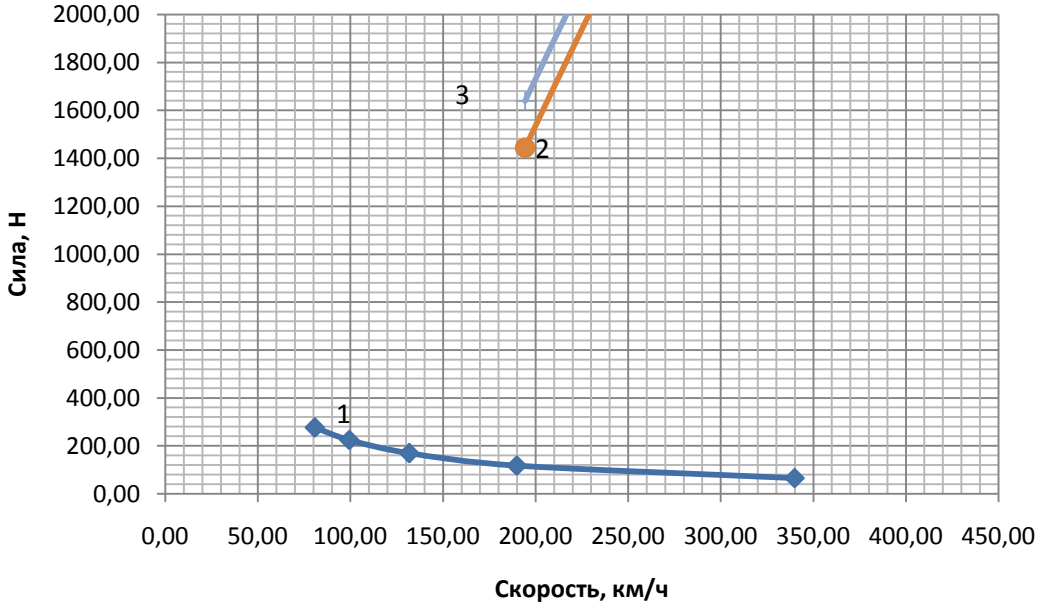
Таблица 2.1.3.8 – Результаты расчета тягово-скоростных характеристик

Параметр	Размерность	Результаты расчета				
n_e	об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e	Н·м	1750	2250	2750	3060	3750
Передача №1: $u_{кп}$ = 4; δ_1 = 1,23						
V_a	м/с	12,82	16,49	20,15	22,42	27,48
	км/ч	46,16	59,35	72,53	80,71	98,91
$P_т$	Н	189,00	235,20	268,80	275,80	263,90
$P_в$	Н	75,59	124,95	186,65	231,10	347,08
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
$P_с$	Н	114,73	166,62	231,48	278,21	400,11
$P_с^п$	Н	310,54	362,41	427,25	473,97	595,85

D	-	0,06	0,06	0,04	0,02	-0,04
J	м/с^2	0,30	0,28	0,15	-0,01	-0,56
D_φ	при φ = 0,5	0,31	0,29	0,26	0,23	0,17
	при φ = 0,1	*0,05*	*0,04*	*0,03*	*0,03*	*0,02*
Передача №2: $u_{кп}$ = 3,25; δ_2 = 1,21						
V_a	м/с	15,78	20,29	24,80	27,59	33,82
	км/ч	56,81	73,04	89,27	99,34	121,74
$P_т$	Н	153,56	191,10	218,40	224,09	214,42
$P_в$	Н	114,50	189,27	282,74	350,08	525,75
f	-	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
$P_с$	Н	155,63	234,23	332,48	403,26	587,93
$P_с^п$	Н	351,43	430,01	528,23	599,00	783,62
D	-	0,02	0,00	-0,03	-0,06	-0,16
J	м/с^2	-0,01	-0,18	-0,47	-0,74	-1,55
D_φ	при φ = 0,5	0,29	0,25	0,21	0,17	0,08
	при φ = 0,1	*0,04*	*0,03*	*0,02*	*0,02*	*0,01*
Передача №3: $u_{кп}$ = 2,45; δ_3 = 1,19						
V_a	м/с	20,93	26,91	32,90	36,60	44,86
	км/ч	75,36	96,89	118,42	131,77	161,49
$P_т$	Н	115,76	144,06	164,64	168,93	161,64
$P_в$	Н	201,48	333,06	497,53	616,02	925,16
f	-	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
ψ	-	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14
$P_с$	Н	247,07	385,37	558,26	682,81	1007,76
$P_с^п$	Н	442,84	581,11	753,96	878,48	1203,35
D	-	-0,04	-0,10	-0,17	-0,23	-0,39
J	м/с^2	-0,55	-1,01	-1,65	-2,16	-3,55
D_φ	при φ = 0,5	0,25	0,18	0,10	0,04	-0,12

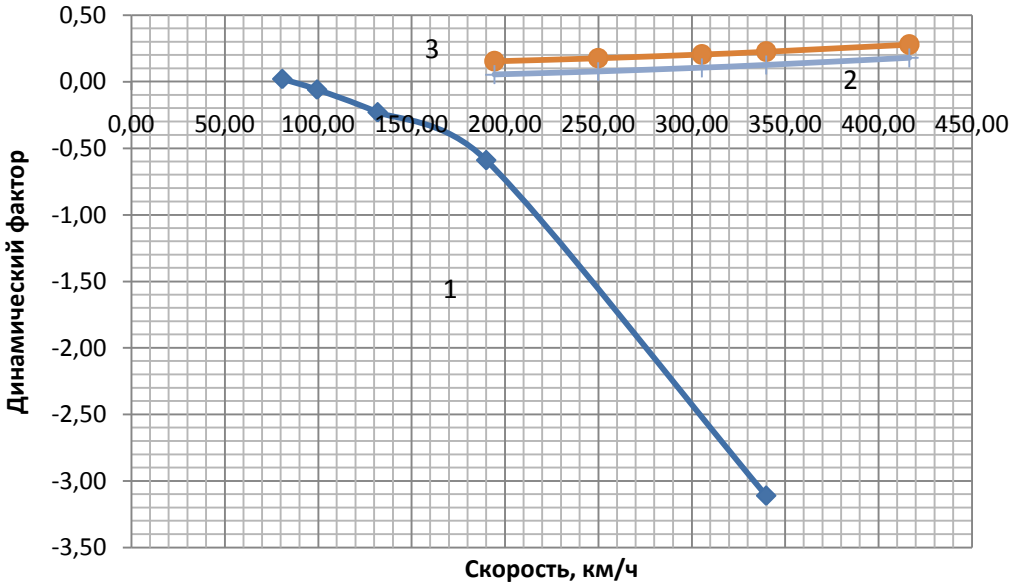
	при φ = 0,1	*0,03*	*0,02*	*0,01*	*0,00*	*-0,01*
Передача №4: $u_{кп}$ = 1,70; δ_4 = 1,18						
V_a	м/с	30,17	38,79	47,41	52,75	64,65
	км/ч	108,61	139,64	170,67	189,91	232,73
$P_т$	Н	80,33	99,96	114,24	117,22	112,16
$P_в$	Н	418,47	691,76	1033,36	1279,47	1921,54
f	-	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07
ψ	-	0,13	0,14	0,14	0,15	0,17
$P_с$	Н	475,16	762,42	1121,50	1380,20	2055,12
$P_с^п$	Н	670,87	958,07	1317,06	1575,70	2250,45
D	-	-0,17	-0,30	-0,47	-0,59	-0,92
J	м/с^2	-1,67	-2,81	-4,27	-5,35	-8,23
D_φ	при φ = 0,5	0,14	0,00	-0,18	-0,30	-0,63
	при φ = 0,1	*0,01*	*0,00*	*-0,02*	*-0,03*	*-0,05*
Передача №5: $u_{кп}$ = 0,95; δ_4 = 1,17						
V_a	м/с	53,99	69,41	84,84	94,40	115,68
	км/ч	194,35	249,88	305,41	339,83	416,46
$P_т$	Н	44,89	55,86	63,84	65,50	62,68
$P_в$	Н	1340,03	2215,15	3309,05	4097,14	6153,20
f	-	0,05	0,08	0,10	0,12	0,18
ψ	-	0,15	0,18	0,20	0,22	0,28
$P_с$	Н	1443,86	2363,75	3513,61	4342,01	6503,24
$P_с^п$	Н	1639,34	2559,00	3708,58	4536,78	6697,49
D	-	-0,66	-1,10	-1,66	-2,06	-3,11
J	м/с^2	-5,96	-9,83	-14,70	-18,22	-27,44
D_φ	при φ = 0,5	-0,33	-0,78	-1,34	-1,74	-2,79
	при φ = 0,1	*-0,03*	*-0,06*	*-0,09*	*-0,10*	*-0,14*

Далее представим графические зависимости тяговой характеристики (силовая установка-вариатор, колеса R13), динамического фактора и график ускорений по выше полученным данным в таблице 2.1.3.8



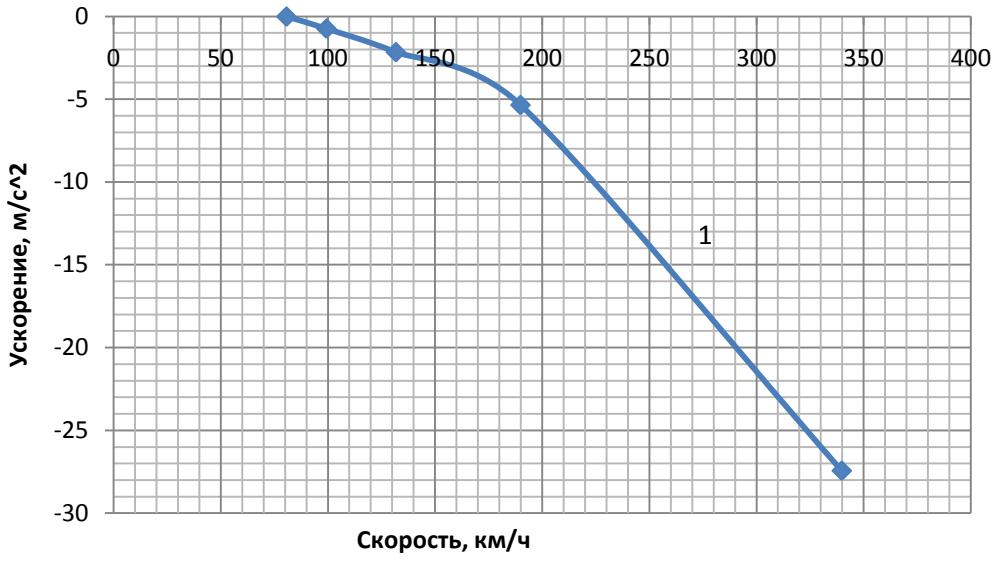
1 – сила тяги; кривые,2 – сила сопротивления движению соответственно на горизонтальном участке, 3 – сила сопротивления движению соответственно на подъем.

Рисунок 2.1.3.13 – График тяговой характеристики



1 – динамический фактор по крутящему моменту; кривые 2 и 3 – динамический фактор по сцеплению соответственно φ=0,1, φ=0,5.

Рисунок 2.1.3.14 – График динамической характеристик



1– ускорение при разгоне на горизонтальном участке дороги.

Рисунок 2.1.3.15 – График ускорений

Далее представим в таблице 2.1.3.9 результаты расчета тягово-скоростных характеристиках (силовая установка-вариатор-главная передача, колеса R13).

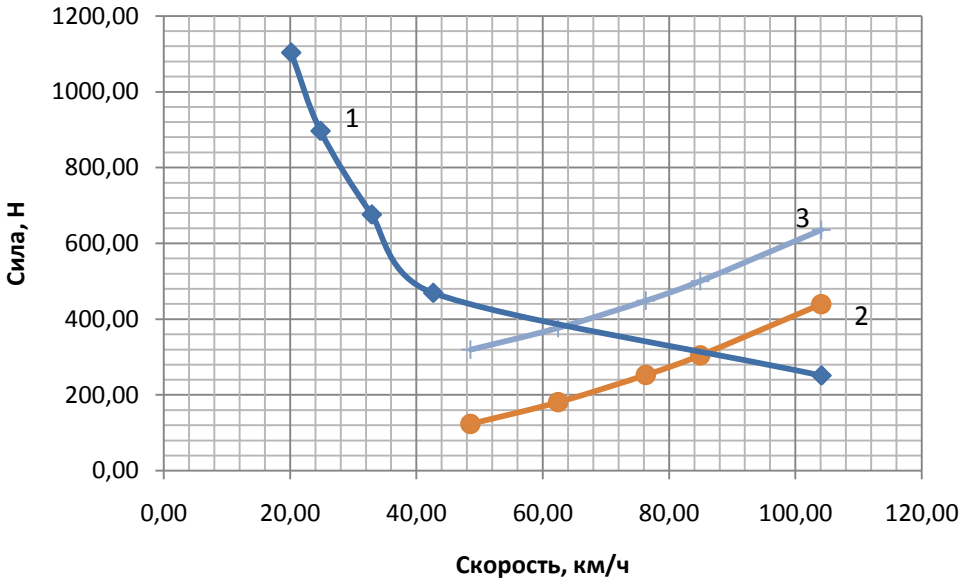
Таблица 2.1.3.9 – Результаты расчета тягово-скоростных характеристик

Параметр	Размерность	Результаты расчета				
n_e	об/мин	13,5	16,8	19,2	19,7	18,85
M_e	Н·м	1750	2250	2750	3060	3750
Передача №1: $u_{кп}$ = 4; δ_1 = 2,04						
V_a	м/с	3,21	4,12	5,04	5,60	6,87
	км/ч	11,54	14,84	18,13	20,18	24,73
$P_т$	Н	756,00	940,80	1075,20	1103,20	1055,60
$P_в$	Н	4,72	7,81	11,67	14,44	21,69
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

P_c	Н	40,25	43,49	47,54	50,46	58,08
$P_c^п$	Н	236,07	239,31	243,36	246,28	253,90
D	-	0,38	0,48	0,54	0,56	0,53
J	м/с^2	1,75	2,19	2,51	2,57	2,44
$D_φ$	при φ = 0,5	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34
	при φ = 0,1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Передача №2: $u_{кп}$ = 3,25; $δ_2$ = 1,75						
V_a	м/с	3,95	5,07	6,20	6,90	8,45
	км/ч	14,20	18,26	22,32	24,83	30,43
$P_т$	Н	614,25	764,40	873,60	896,35	857,68
$P_в$	Н	7,16	11,83	17,67	21,88	32,86
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
P_c	Н	42,80	47,71	53,86	58,28	69,82
$P_c^п$	Н	238,62	243,53	249,67	254,10	265,64
D	-	0,31	0,38	0,44	0,45	0,42
J	м/с^2	1,63	2,05	2,35	2,40	2,25
$D_φ$	при φ = 0,5	0,35	0,34	0,34	0,34	0,33
	при φ = 0,1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Передача №3: $u_{кп}$ = 2,45; $δ_3$ = 1,50						
V_a	м/с	5,23	6,73	8,22	9,15	11,21
	км/ч	18,84	24,22	29,61	32,94	40,37
$P_т$	Н	463,05	576,24	658,56	675,71	646,56
$P_в$	Н	12,59	20,82	31,10	38,50	57,82
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
P_c	Н	48,52	57,16	67,97	75,75	96,06
$P_c^п$	Н	244,34	252,98	263,78	271,56	291,87
D	-	0,23	0,28	0,32	0,33	0,30

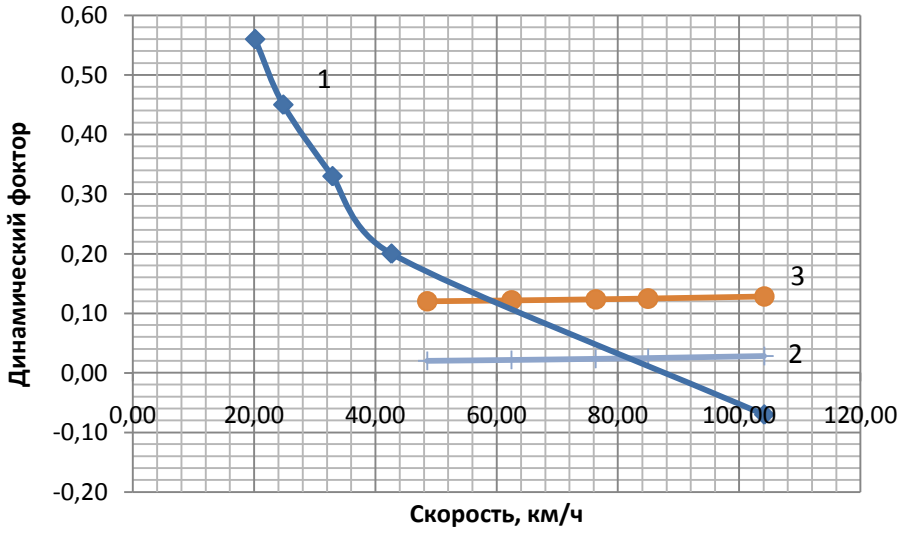
J	м/с^2	1,38	1,73	1,97	2,00	1,84
D_φ	при φ = 0,5	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32
	при φ = 0,1	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
Передача №4: $u_{кп}$ = 1,70; δ_4 = 1,33						
V_a	м/с	7,54	9,70	11,85	13,19	16,16
	км/ч	27,15	34,91	42,67	47,48	58,18
$P_т$	Н	321,30	399,84	456,96	468,86	448,63
$P_в$	Н	26,15	43,23	64,59	79,97	120,10
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
$P_с$	Н	62,77	80,73	103,17	119,34	161,52
$P_с^п$	Н	258,59	276,54	298,98	315,14	357,31
D	-	0,15	0,18	0,20	0,20	0,17
J	м/с^2	0,97	1,20	1,33	1,32	1,08
D_φ	при φ = 0,5	0,34	0,33	0,32	0,31	0,29
	при φ = 0,1	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04
Передача №5: $u_{кп}$ = 0,95; δ_4 = 1,22						
V_a	м/с	13,50	17,35	21,21	23,60	28,92
	км/ч	48,59	62,47	76,35	84,96	104,12
$P_т$	Н	179,55	223,44	255,36	262,01	250,71
$P_в$	Н	83,75	138,45	206,82	256,07	384,57
f	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
ψ	-	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
$P_с$	Н	123,32	180,81	252,68	304,45	439,53
$P_с^п$	Н	319,12	376,60	448,45	500,21	635,25
D	-	0,05	0,04	0,02	0,00	-0,07
J	м/с^2	0,23	0,17	0,01	-0,17	-0,77
D_φ	при φ = 0,5	0,31	0,28	0,24	0,22	0,15
	при φ = 0,1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02

Далее представим графические зависимости тяговой характеристики (силовая установка-вариатор-главная передача, колеса R13), динамического фактора и график ускорений по выше полученным данным в таблице 2.1.3.9



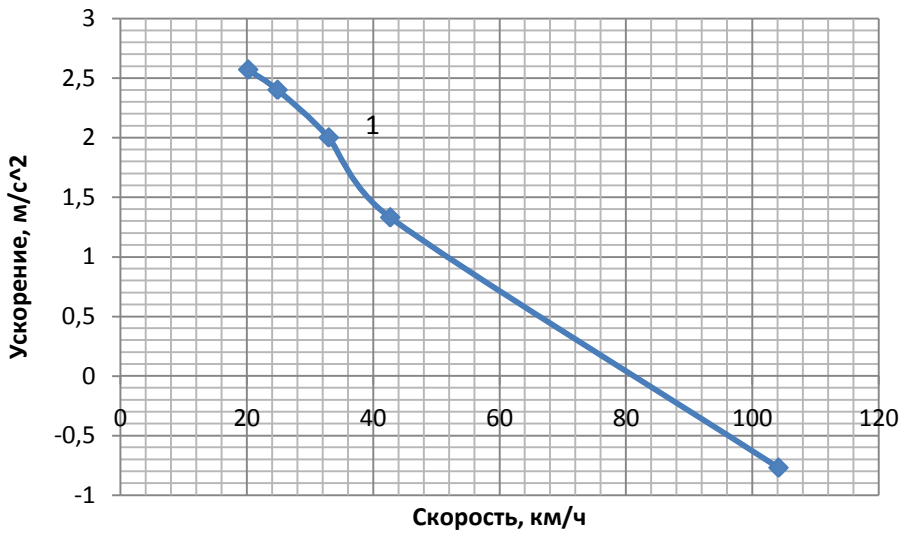
1 – сила тяги; кривые,2 – сила сопротивления движению соответственно на горизонтальном участке, 3 – сила сопротивления движению соответственно на подъем.

Рисунок 2.1.3.16 – График тяговой характеристики



1 – динамический фактор по крутящему моменту; кривые 2 и 3 – динамический фактор по сцеплению соответственно φ=0,1, φ=0,5.

Рисунок 2.1.3.17 – График динамической характеристик



1– ускорение при разгоне на горизонтальном участке дороги.

Рисунок 2.1.3.18 – График ускорений

Из представленных выше разработок, наиболее приемлемыми являются: силовая установка-вариатор-главная передачи, колеса R13; силовая установка-вариатор-главная передачи, колеса R14. С экономической точки зрения выбираем вариант: силовая установка-вариатор-главная передачи, колеса R13.

2.2. Расчет цепной передачи.

$$\omega_2 = \frac{V_{a\ max}}{r_k} = \frac{21}{0{,}28} = 75\ c^{-1}$$

$$\omega_1 = \omega_2 * U_ц = 75 * 4 = 300\ \ c^{-1}$$

$$\mathrm{T}_2 = P_m * r_k = 255 * 0{,}28 = 71{,}4\ \mathrm{Н} * \mathrm{м}$$

$$\mathrm{T}_1 = \frac{T_2}{U_ц * \eta_ц} = \frac{71{,}4}{4 * 0{,}95} = 18{,}79\ H * \mathrm{м} = 18{,}79 * 10^3\ H * мм$$

$$U_ц = 4$$

$$\eta_ц = 0{,}95$$

2.2.1. Число зубьев звездочек

Принимаем $Z_1 = 11;\ Z_2 = 44$

2.2.2. Фактическое передаточное число.

$$U_ц = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{44}{11} = 4$$

2.2.3. Расчетный коэффициент нагрузки.

$$K_э = K_д * K_a * K_н * K_p * K_{см} * K_п = 1 * 1 * 1 * 1{,}25 * 1{,}3 * 1 = 1{,}63$$

2.2.4. Частота вращения ведущей звездочки.

$$n_1 = \frac{\omega_1 * 30}{\pi} = \frac{300 * 30}{3{,}14} = 2866 \frac{об}{мин}$$

$[\rho]$=25МПа

2.2.5. Шаг однорядной цепи.

$$t \geq 2.8 * \sqrt[3]{\frac{T_1 * K_Э * 10^3}{Z_1 * [\rho]}} = 2.8 * \sqrt[3]{\frac{18{,}79 * 10^3 * 1{,}63}{11 * 25}} = 13{,}47\ мм$$

Подбираем цепь ПР=15,875-22,7 по ГОСТ 13568-75*

Т=15,875; Q=22,7 кН; q=1 кг/м; $A_{оп} = 54{,}8\ мм^2$

2.2.6. Скорость цепи.

$$\vartheta = \frac{Z_1 * t * n_1}{60 * 10^3} = \frac{11 * 15{,}875 * 2866}{60 * 10^3} = 8{,}34 \frac{м}{с}$$

2.2.7. Окружная сила.

$$F_{tц} = \frac{P_2}{\vartheta} = \frac{T_1 * \omega_1}{\vartheta} = \frac{18{,}79 * 300}{8{,}34} = 672{,}7\ H$$

2.2.8. Давление в шарнире.

$$\rho = \frac{F_{tц} * K_Э}{A_{оп}} = \frac{672{,}7 * 1{,}63}{54{,}8} = 20\ МПа$$

2.2.9. Уточняем допускаемое давление.

$$[\rho] = 22 * [1 + 0{,}01(Z_1 - 17)] = 22 * [1 + 0{,}01(11 - 17)] = 20{,}68\ МПа$$

$$\rho < [\rho]$$

2.2.10. Определяем число звеньев цепи.

$$L_t = 2a_t + 0{,}5z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t}$$

$$a_t = \frac{a_ц}{t} = 50$$

$$z_\Sigma = Z_1 * Z_2 = 11 + 44 = 55$$

$$\Delta = \frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} = \frac{44 - 11}{2 * 3{,}14} = 5{,}25$$

$$L_t = 2a_t + 0{,}5z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t} = 2 * 50 + 0{,}5 * 55 + \frac{5{,}25^2}{50} = 128{,}05$$

Округляем до четного $L_t = 128$

2.2.11. Уточняем межосевое расстояние цепной передачи

$$a_ц = 0{,}25\text{t} * \left[L_t - 0{,}5z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0{,}5z_\Sigma)^2 - 8 * \Delta^2}\right]$$
$$= 0{,}25 * 15{,}875$$
$$* \left[128 - 0{,}5 * 55 + \sqrt{(128 - 0{,}5 * 55)^2 - 8 * 5{,}25^2}\right]$$
$$= 3{,}97 * \left[100{,}5 + \sqrt{(10100{,}25 - 220{,}5)}\right] = 793{,}6\, мм$$

793,6*0,004≈3,17 мм

2.2.12. Определяем диаметры делительных окружностей звездочек.

$$d_{д3} = \frac{t}{sin\frac{180}{z_1}} = \frac{15{,}875}{sin\frac{180}{11}} = \frac{15{,}875}{0{,}282} = 58{,}36\, мм$$

$$d_{д4} = \frac{t}{sin\frac{180}{z_2}} = \frac{15{,}875}{sin\frac{180}{44}} = \frac{15{,}875}{0{,}071} = 223{,}6\, мм$$

2.2.13. Определяем диаметры наружных окружностей звездочек.

$$D_{e3} = t\left(ctg\frac{180}{z_1} + 0{,}7\right) - 0{,}3d_1 = t\left(ctg\frac{180}{z_1} + 0{,}7\right) - 3{,}048$$

$$d_1 = 10{,}16$$

$$D_{e3} = 15{,}875 * \left(ctg\frac{180}{11} + 0{,}7\right) - 3{,}048 = 62\, мм$$

$$D_{e4} = t\left(ctg\frac{180}{z_2} + 0{,}7\right) - 0{,}3d_1 = 15{,}875\left(ctg\frac{180}{44} + 0{,}7\right) - 3{,}048 = 230\, мм$$

2.2.14. Силы действующие на цепь.

$$F_{tц} = 672{,}7 - окружная$$

$$F_\vartheta = q * \vartheta^2 = 1 * 5{,}25^2 = 27{,}56\, H - от\ центробежных\ сил$$

$$F_f = 9{,}81 * k_f * q * a_ц = 9{,}81 * 6 * 1 * 0{,}7936 = 46{,}71\, H - от\ провисания$$

$$k_f = 6$$

Расчетная нагрузка на валы

$$F_в = F_{tц} + 2 * F_f = 672{,}7 + 2 * 46{,}71 = 766{,}12\ H$$

2.2.15. Проверяем коэффициент запаса прочности цепи.

$$S = \frac{Q}{F_{tц} * K_д + F_ϑ + F_f} = \frac{22{,}7 * 10^3}{672{,}7 * 1 + 27{,}56 + 46{,}71} = \frac{22700}{746{,}97} = 30{,}4$$

[S]=11,6; Условие S>[S] выполняется.

2.3. Прочностной расчет несущей системы.

2.3.1. Переезд через единичную неровность.

В результате наезда колесом на единичную неровность, на несущую систему действует сила, пытающаяся скрутить раму. Одна сторона рамы идет вверх а другая вниз.

Сила действующая на несущую систему равна:

$$F = m_{a1} * g = 120 * 9.81 = 1177.2\ \text{Н}$$

Где m_{a1} - масса приходящаяся на переднюю ось болида, кг; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

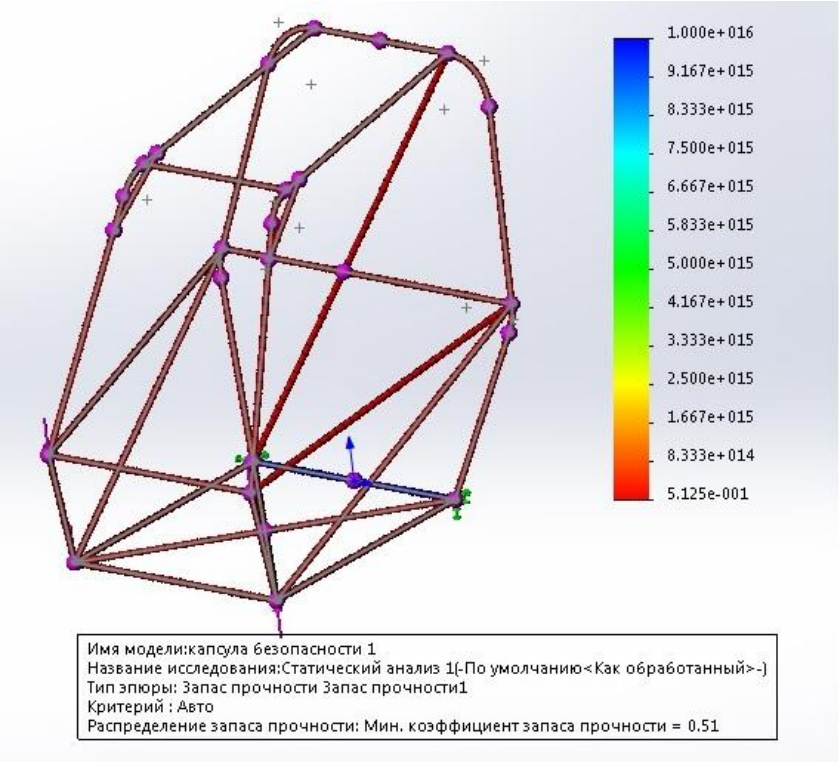


Рисунок 2.3.1.1 – Запас прочности.

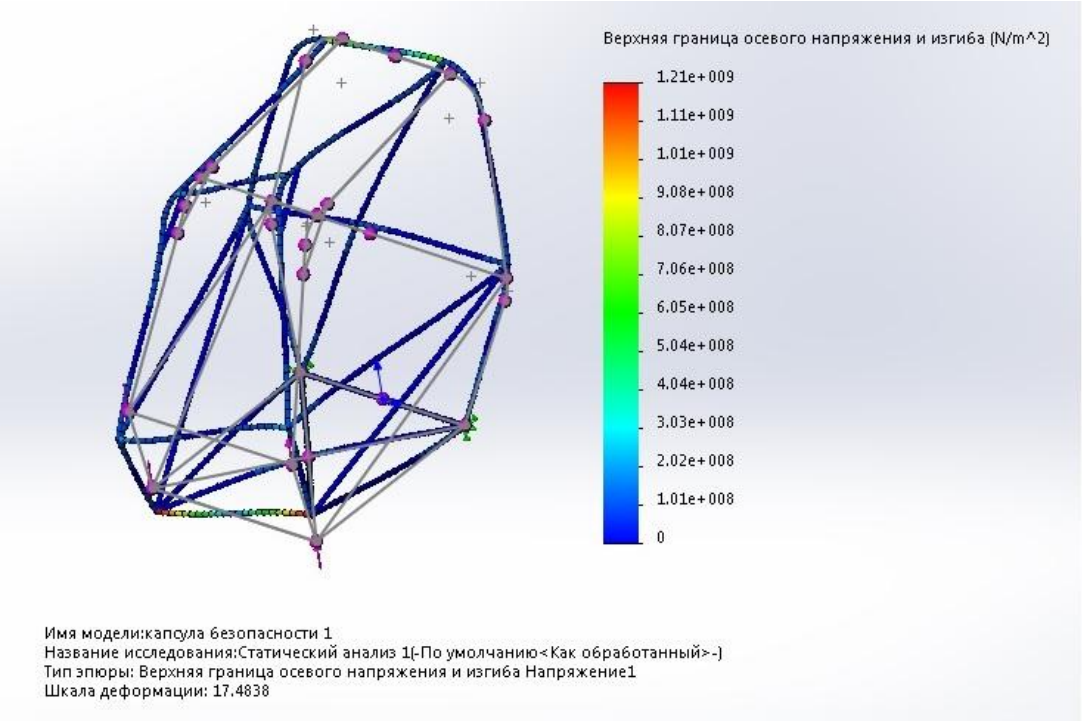


Рисунок 2.3.1.2 – Осевое напряжение и изгиб.

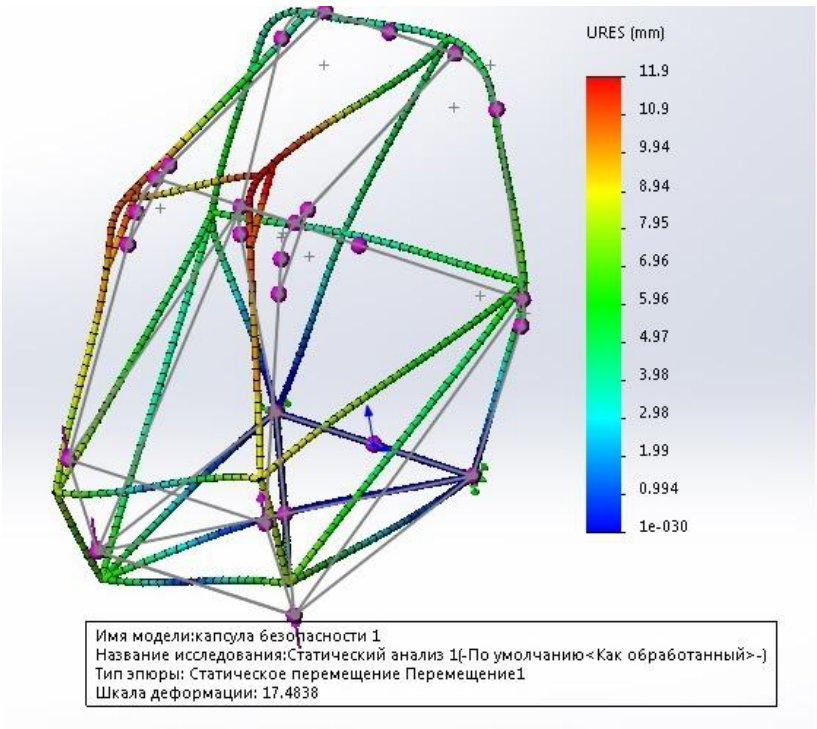


Рисунок 2.3.1.3 – Статическое перемещение.

Запас прочности рамы равен 0,51. Для увеличения запаса прочности необходимо установить распорки крест – накрест, в боковых частях рамы.

2.3.2. Боковое столкновение.

В результате бокового столкновения, другим болидом, на несущую систему действует сила:

$$F = m_a * a = 300 * 2.67 = 800 \text{ Н}$$

Где, m_a - масса болида, кг; а – ускорение, м/с^2.

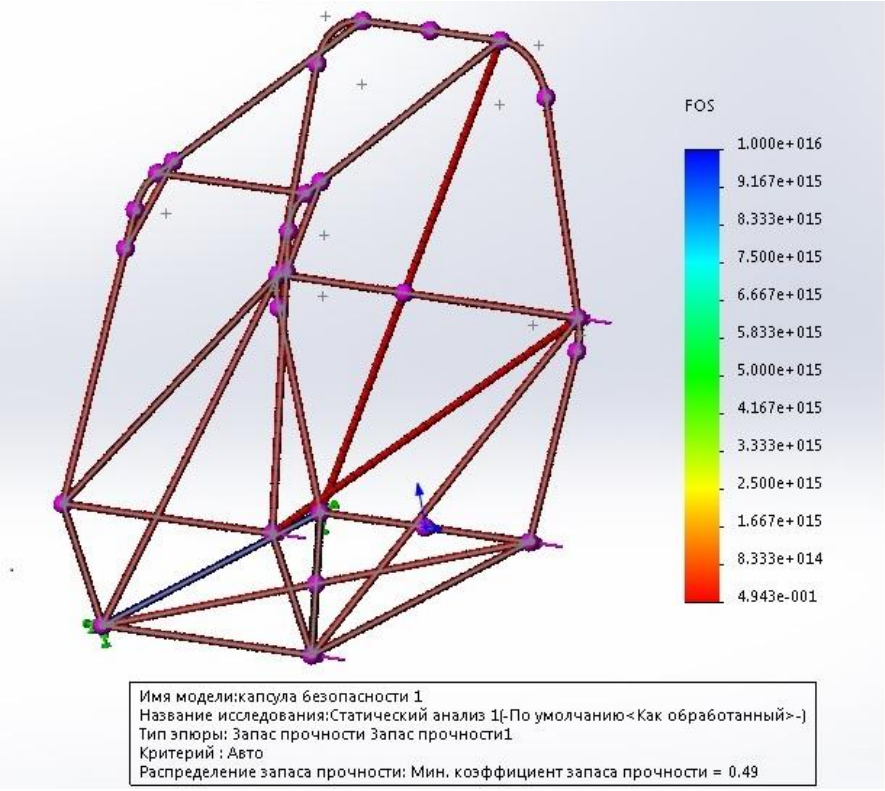


Рисунок 2.3.2.1 – Запас прочности

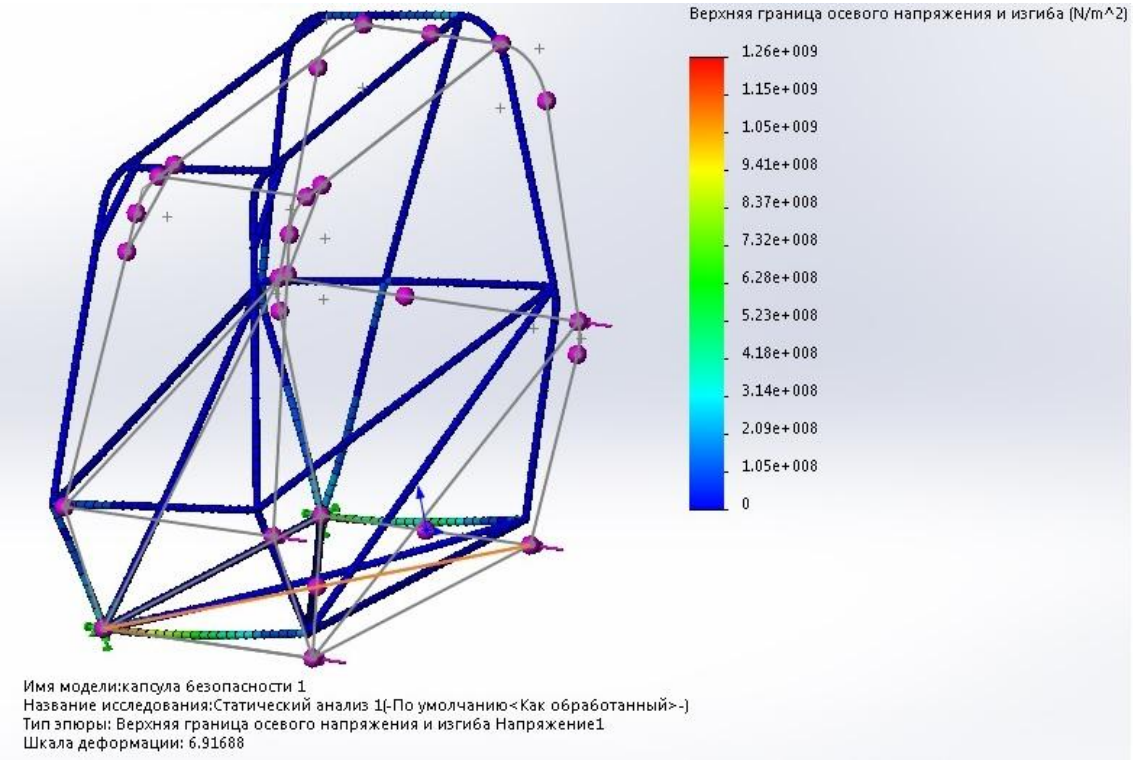


Рисунок 2.3.2.2 – Осевое напряжение и изгиб

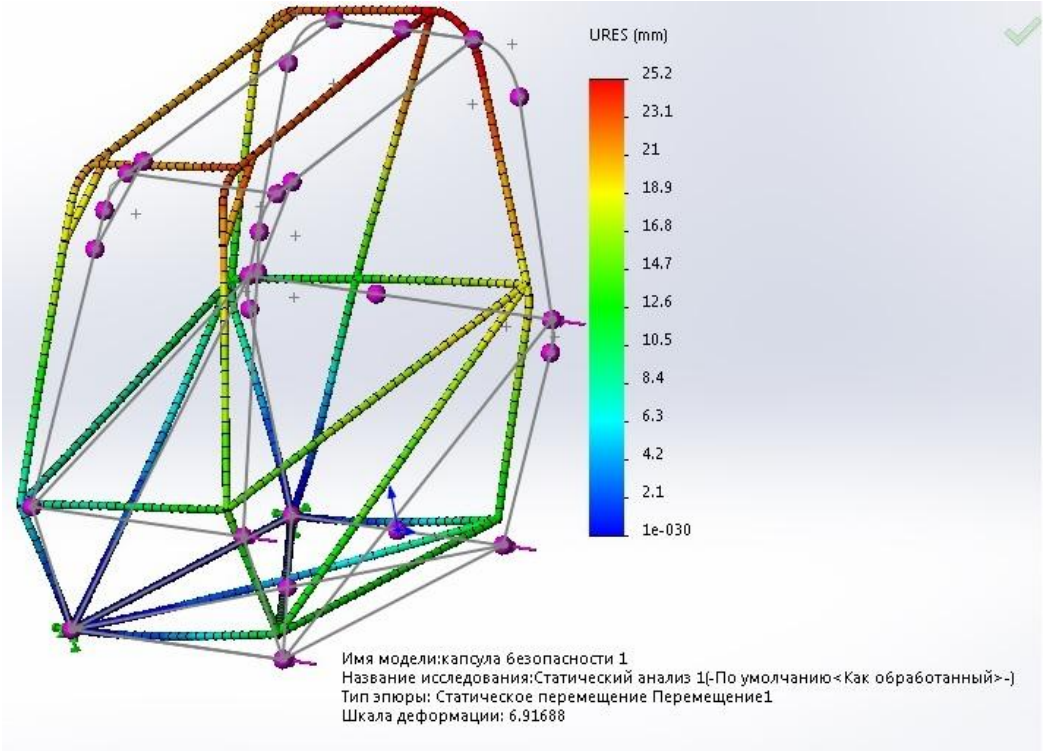


Рисунок 2.3.2.3 – Статическое перемещение

Запас прочности равен 0,49. Для увеличения запаса прочности необходимо установить распорки крест – накрест, в задней части жизненного пространства болида.

2.3.3. Лобовое ДТП.

В результате лобового ДТП, на болид действует сила:

$$F = \frac{m_a * V}{t} = \frac{300 * 16.67}{0.1} = 50\ 000\ \text{Н}$$

Где, $m_a -$ масса болида, кг; V – скорость болида, м/с; t – время ДТП, при неупругом ударе, с.

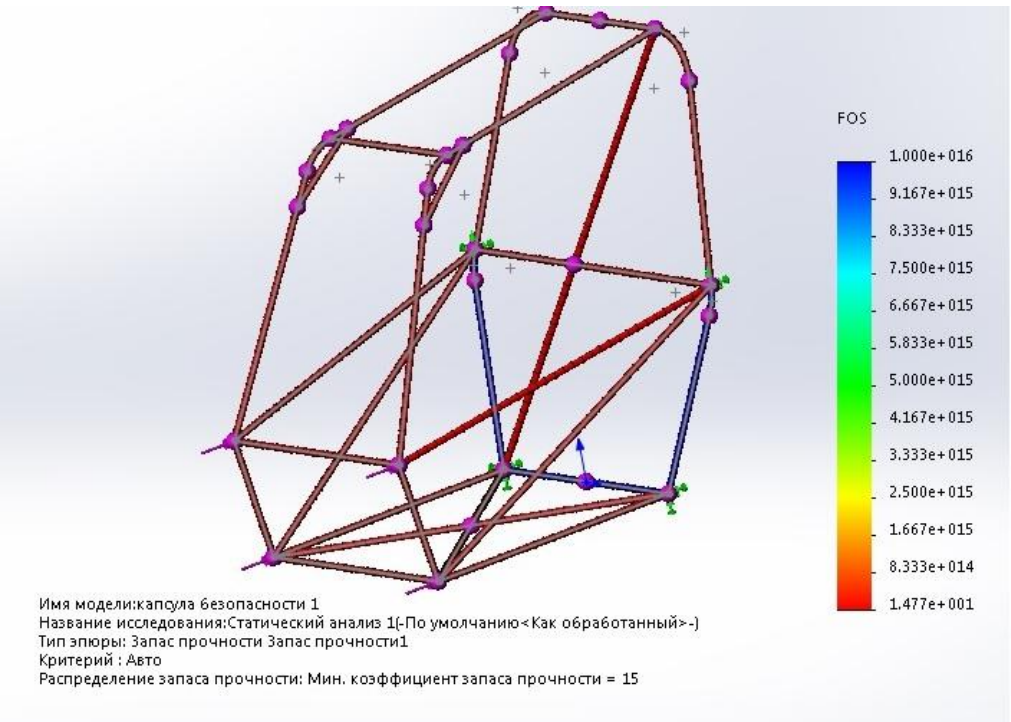


Рисунок 2.3.3.1 – Запас прочности

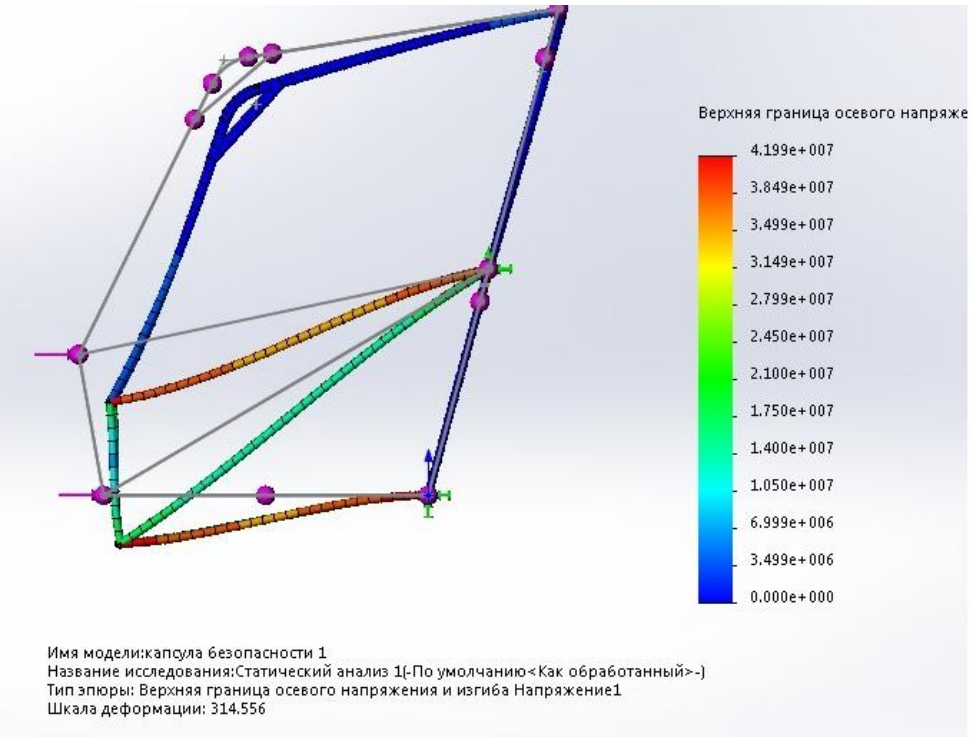


Рисунок 2.3.3.2 – Осевое напряжение и изгиб

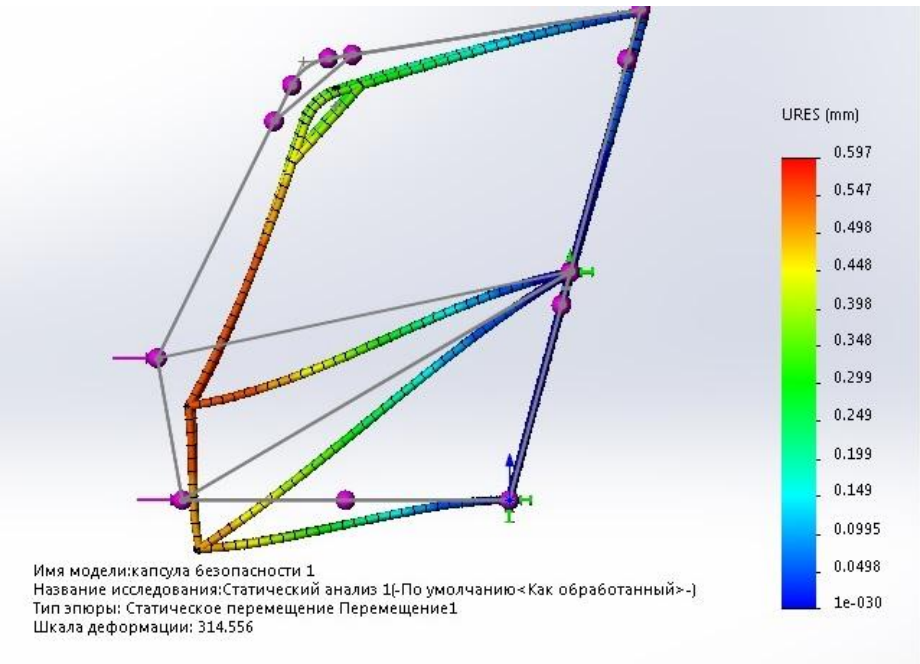


Рисунок 2.3.3.3 – Статическое перемещение

Запас прочности равен 15. Данный запас прочности полностью удовлетворяет условия безопасности.

2.3.4. Удар сзади.

При ударе сзади будет действовать точно такая же сила. Как и при лобовом столкновении.

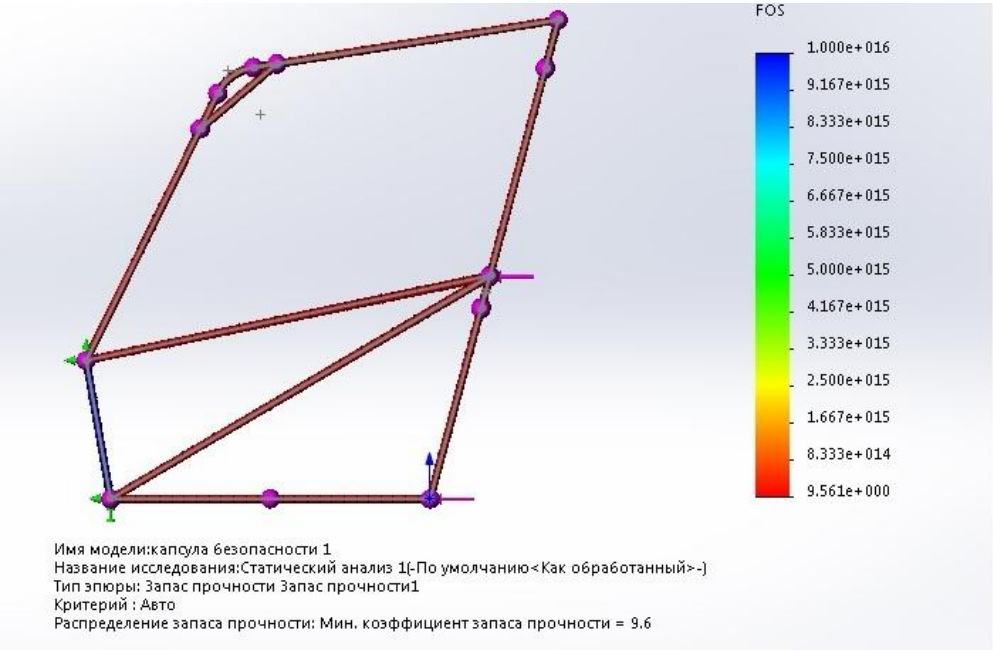


Рисунок 2.3.4.1 – Запас прочности

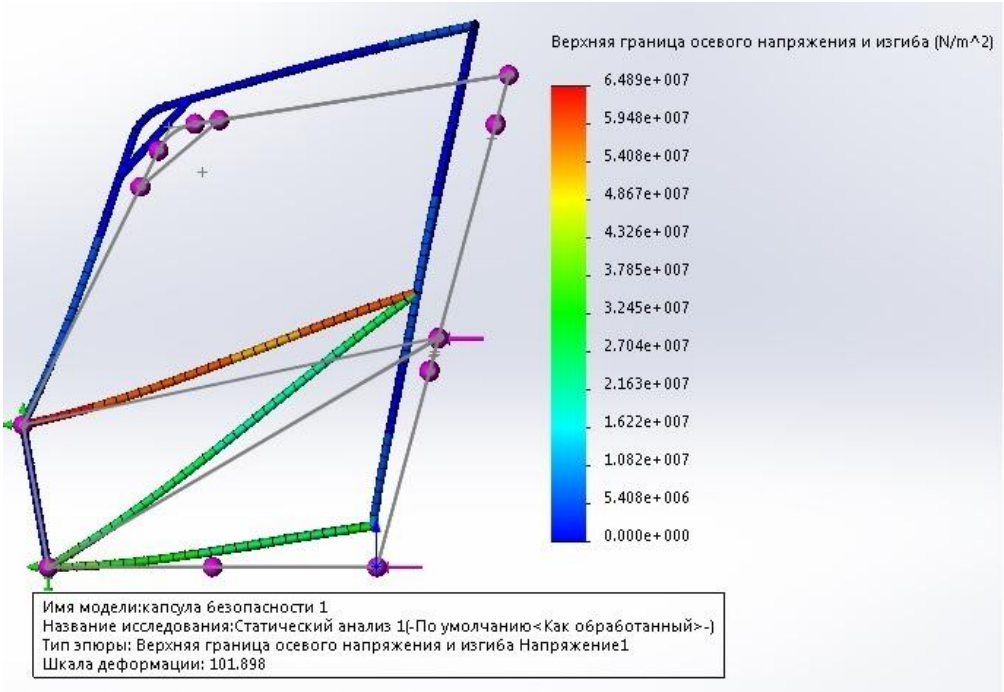


Рисунок 2.3.4.2 – Осевое напряжение и изгиб

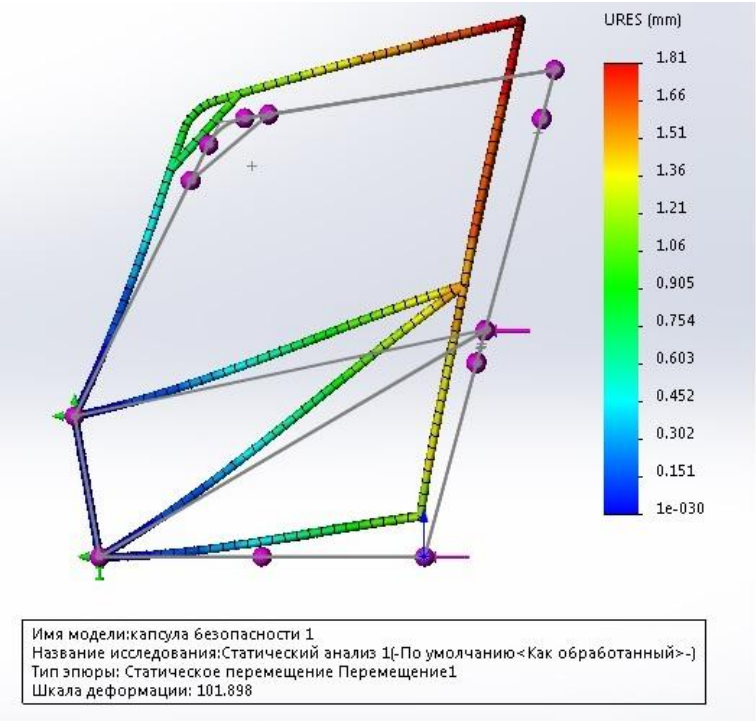


Рисунок 2.3.4.3 – Статическое перемещение

Запас прочности равен 9,6. Данный запас прочности полностью удовлетворяет условия безопасности.

2.4. Расчет болта крепления двигателя.

В нашем случае болты работают на растяжение, от крутящего момента двигателя.

Найдем диаметр болта в опасном сечении, Сталь 45.

$$D_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{KP\max}}{\pi \cdot [\sigma_p]}}$$

где $F_{\text{кр}\,max} = \text{М}_{\text{кр}}/l = 19{,}6/0{,}195 = 100{,}5\text{Н}$, $[\sigma_p] = 25 - 100\,\text{МПа}$ – допускаемые напряжения на растяжения.

$$D_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{KP\max}}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100{,}5}{3.14 \cdot 100 \cdot 10^6}} = 0{,}0011м = 1{,}1мм$$

Принимаем резьбу наружным диаметром d=M8.

3. Технологическая часть

Технологический процесс сборки несущей системы.

Оборудование и материалы.

1) УШМ (болгарка) MAKITA 9557HNZ.
2) Лепестковый тарельчатый круг «Зубр» 125х22,23мм Р100
3) Слесарные тисы.
4) Маркер.
5) Аппарат полуавтоматической дуговой сварки плавящейся электродной проволокой в среде углекислотного газа с автоматической подачей проволоки «Сварог» ARCTIC MIG 250Y (J04).

Ток мах/мин – 250А/10А

Напряжение Х.Х. – 70В

Мощность Мах. – 9.1 кВт.

Степень защиты – IP21S.

6) Проволока для сварочного полуавтомата «ESAB» OK Autrod 12.51 (0.8mm; 15 kg) или Св-08Г2С.

7)В качестве защитного газа двуокись углерода газообразная сорт I по ГОСТ 8050-64.

8) Сварочный стол с набором струбцин Siegmund PROFESSIONAL EXTREME 2400х1200х200 mm
9) Измерительная рулетка.
10) Транспортир.
11) Ультразвуковой дефектоскоп Пеленг – 115. (Приложение А)
11) Техническая документация.

3.1 **Подготовка к сборке**.

Прежде чем приступить к сборке рамы необходимо:

1) зачистить детали конструкции от ржавчины, используя болгарку с лепестковым тарельчатым кругом и слесарные тисы.
2) пронумеровать маркером детали в соответствии с технической документацией.
3) сгруппировать детали по номерам подсборок.
4) убедится в наличии всех деталей конструкции.

3.2 Сборка основания рамы (НС01.00.000).

1) Закрепить детали(2 шт.) НС01.00.001 и (2 шт.) НС01.00.002 на сварочном столе так, чтобы соблюдалась концентричность отверстий.
2) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
3) Закрепить детали (2 шт.) НС01.00.003 так, чтобы они плотно прилегали к боковым граням деталей (2 шт.) НС 01.00.001.

4) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
5) Закрепить детали (2шт.) НС 01.00.004 так, чтобы они плотно прилегали к боковым граням деталей (2 шт.) НС 01.00.001 и (2 шт.) НС 01.00.003 и чтобы они пересекались между собой.
6) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
7) Закрепить детали (2 шт.) НС 01.00.005 так, чтобы они плотно прилегали к боковым граням деталей НС 01.00.002 и НС 01.00.003.
8) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
9) Произвести полную сварку подсборки.
10) Контроль сварочных швов К1 с использованием ультразвукового дефектоскопа «Пеленг – 115»

3.3 Сборка средней части рамы (НС 02.00.000).

1) Выгнуть деталь НС 02.00.001 и закрепить ее по углом к деталям (2 шт.) НС 01.00.001 так, чтобы торцы детали НС 02.00.001 плотно прилегали к боковым граням деталей (2 шт.) НС 01.00.001.
2) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
3) Закрепить детали НС 02.00.002 , НС 02.00.001 и НС 01.00.003, обеспечив плотное прилегание торцов детали НС 02.00.002 к поверхностям деталей НС 01.00.003 и НС 02.00.001.
4) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
5) Закрепить деталь НС 02.00.003 к детали НС 02.00.001, обеспечив плотное прилегание поверхности детали НС 02.00.003 к боковым граням детали НС 02.00.001.
6) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
7) Закрепить детали (2 шт.) НС 02.00.004, НС 02.00.003 и НС 01.00.003, обеспечив плотное прилегание поверхности детали НС 02.00.004 к боковым граням деталей НС 02.00.001 и НС 01.00.003.
8) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
9) Выгнуть детали (2 шт.) НС 02.00.005 и закрепить их к деталям НС 01.00.001 и НС 02.00.001, обеспечив плотное прилегание

поверхности деталей (2 шт.) НС 02.00.005 к боковым граням деталей деталям НС 01.00.001 и НС 02.00.001.

10) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
11) Закрепить детали НС 02.00.006 и (2 шт.) НС 02.00.005 так, чтобы деталь НС 02.00.006 плотно прилегала к боковым граням деталей (2 шт.) НС 02.00.005.
12) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
13) Закрепить детали НС 02.00.007 и (2 шт.) НС 02.00.005 так, чтобы деталь НС 02.00.007 плотно прилегала к боковым граням деталей (2 шт.) НС 02.00.005.
14) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
15) Закрепить детали (2 шт.) НС 02.00.008, (2 шт.) НС 02.00.005 и НС 02.00.001 так, чтобы детали (2 шт.) НС 02.00.008 плотно прилегали к боковым граням деталей (2 шт.) НС 02.00.005 и НС 02.00.001.
16) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
17) Произвести полную сварку подсборки.
18) Контроль сварочных швов К2 с использованием ультразвукового дефектоскопа «Пеленг – 115».

3.4 Сборка переднего подрамника (НС 03.00.000)

1) Закрепить детали (2 шт.) НС 03.00.001 на основании рамы НС 01.00.000 так, чтобы торцы деталей плотно прилегали к поверхностям деталей (2 шт.) НС 01.00.001.
2) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
3) Закрепить детали НС 03.00.002 и НС 03.00.001 (2 шт.) так, чтобы торцы деталей (2 шт.) НС 03.00.001 плотно прилегали к поверхностям детали НС 03.00.002.
4) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
5) Закрепить детали (2 шт.) НС 03.00.003, НС 03.00.002 и НС 02.00.005 (2 шт.) так, чтобы торцы деталей плотно прилегали к поверхностям деталей НС 03.00.001 и НС 02.00.005 (2 шт.).

6) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
7) Закрепить детали (2шт.) НС 03.00.004, НС 03.00.001 и НС 02.00.005 (2 шт.) так, чтобы торцы деталей НС 03.00.004 плотно прилегали к поверхностям деталей НС 03.00.001 и НС 02.00.005 (2 шт.).
8) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
9) Произвести полную сварку подсборки.
10) Контроль сварочных швов К3 с использованием ультразвукового дефектоскопа «Пеленг – 115».

3.5 **Сборка заднего подрамника (НС04.00.000**).

1) Закрепить детали НС 04.00.001(2шт.) на основании рамы НС 01.00.000 так, чтобы торцы деталей НС 04.00.001плотно прилегали к поверхностям деталей НС 01.00.001.
2) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
3) Закрепить деталь НС 04.00.002 и детали НС 04.00.001 так, чтобы торцы деталей НС 04.00.001 плотно прилегали к поверхности детали НС 04.00.002.
4) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
5) Закрепить детали НС 04.00.003 (2 шт.) и детали НС 04.00.002 и НС 02.00.004 так, чтобы торцы деталей НС 04.00.003 плотно прилегали к поверхностям деталей НС 04.00.002 и НС 02.00.004.
6) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
7) Выгнуть детали НС 04.00.004 (2 шт.) и закрепить их с деталями НС 01.00.002 и НС 02.00.001 так, чтобы торцы деталей НС 04.00.004 плотно прилегали к поверхностям деталей НС 01.00.002 и НС 02.00.001.
8) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
9) Закрепить детали НС 04.00.005 и НС 04.00.004 (2 шт.) так, чтобы торцы детали НС 04.00.005 плотно прилегали к поверхностям деталей НС 04.00.004 (2 шт.).
10) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.

11) Закрепить детали НС 04.00.006 (2 шт.), НС 04.00.004 (2 шт.) и НС 02.00.001 так, чтобы торцы деталей НС 04.00.006 плотно прилегали к поверхностям деталей НС 04.00.004 и НС 02.00.001.
12) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
13) Закрепить детали НС 04.00.007 (2 шт.), НС 04.00.004 (2 шт.) и НС 04.00.002 так, чтобы торцы деталей НС 04.00.007 плотно прилегали к поверхностям деталей НС 04.00.004 и НС 04.00.002.
14) Зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга прихватками.
15) Произвести полную сварку сборки.
16) Контроль сварочных швов К4 с использованием ультразвукового дефектоскопа «Пеленг – 115»..

Примечание.

Фиксация деталей посредством прихваток, производится с использованием аппарата полуавтоматической дуговой сварки плавящейся электродной проволокой в среде инертного газа с автоматической подачей проволоки. Длина прихваток не должна превышать 20 мм, а их толщина должна быть вполовину меньше толщины будущего сварного шва. Прихватки должны обеспечить надежный и полный провар тех мест, в которых они накладываются, поэтому и сварочный ток здесь следует выбрать примерно на 20% выше, чем сварочный ток при дальнейшей сварке.

При работе с болгаркой и сварочным аппаратом необходимо соблюдать ПТБ и использовать СИЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программное обеспечение САПР Solid Works 2013.

2. Автомобили: Конструирование и элементы расчёта: учебник для студ. высш. учеб. заведение/В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «академия», 2006.- 480 с.

3. СТО 4.2-07-2014. СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Введ. приказом. 2014 г. №1520. Красноярск: ИПК СФУ, 2014. 60 с.

4. Технология автомобилестроения: метод. Указания к курсовому проектированию / сост. Ю.И. Ковалев. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 94с.

5. Допуски и посадки: справочник: в 2-х ч. Ч. 1 / В.Д. Мягков, В.А. Брагинский, М.А. Палей, А.Б. Романов. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.

6. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т. Т. 1/ ред.: А.М. Дальский, А.Г. Суслов, А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков. – 5-е изд., исправл. – Машиностроение, 2003-912 с.

7. Катаргин, В.Н. Технология автомобилестроения: учеб. пособие / В.Н. Катаргин, Ю.И. Ковалев; КГТУ – Красноярск, 1994. – 107 с.

8. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей: учебник для / вузов /В.А. Шадричев. – л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1976. – 560 с.

9. Анализ эксплуатационных свойств автомобиля: учеб.-метод. пособие для курсовой работы по дисциплине «Теория автомобиля» [Электронный ресурс]/ сост. В.Г. Анопченко. – Электрон. издан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013.

10. Практикум по теории движения автомобиля: Учебное пособие / В. Г. Анопченко. Красноярск: СФУ, 2013. 116с.

11. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. - М.- Л.: АН СССР, 1944. - 291 с.

12. Тяговый расчет автотранспортных средств: Б. В. Андреев, Ю. М. Яковлев ; Краснояр. политехн. ин-т. - Красноярск : Изд-во КПИ, 1986. - 43 с.

13. Лукин П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М. : Машиностроение, 1984. – 376 с.

14. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/tit/TS6.

15. Металлопрокат [Электронный ресурс] – Режим доступа http:// www.irontrade.su/goods/13656051-krug_titanovy.

16. МЕХАНИЗМЫ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ [Электронный ресурс] – Режим доступа http: //www.arm.tpu.ru/docs/UMO/gurtyakov_am/MRS. pdf.

17. Тарасик В. П. / Теория движения автомобиля: Учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478 с. ил.

18. Родикова Л. Н. Организация конструкторской подготовки производства: Учебное пособие. Красноярск: КГТУ, 2003 – 233 с.

19. Родикова Л. Н. Организация и планирование работы портов и транспортных терминалов: Учебное пособие / Л. Н. Родикова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. – 156 с.

20. Бухарин Н.А., Прозоров В.С., Щукин М.М. Автомобили. Конструкция, нагрузочные режимы, рабочие процессы, прочность агрегатов автомобиля. Учебное пособие для вузов / Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1973. - 504 с.

21. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Рулевое управление/Пер. с нем. В. Н. Пальянова; Под ред. А. А. Гальбрейха. - Москва: Машиностроение, 1987 г – 232 с.: ил.

22. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П., “Материаловедение”, 492 стр., “Машиностроение”, 1980 г.

23. Справочник конструктора-машиностроителя [Электронный ресурс] – Режим доступа http://skmash.ru/str8.php.

24. ООО "СибМеталлТорг" [Электронный ресурс] – Режим доступа http://24sibmt.ru.

25. Ackerman Steering Principle [Электронный ресурс] – Режим доступа http://www.rctek.com/technical/handling/ackerman_steering_principle.html.

26. Steering Rack [Электронный ресурс] – Режим доступа http://www.kaztechnologies.com/fsae/steering-rack/.

27. Baja SAE [Электронный ресурс] – Режим доступа http://students.sae.org/cds/bajasae/

28. Базовые и текущие часовые тарифные ставки, установленные с учетом фонда оплаты труда одного рабочего основного производства и одного рабочего, обслуживающего машины и механизмы, по виду экономической деятельности «строительство» на первый квартал 2015 года. Норма рабочего времени при 40-часовой неделе 161,33 часов [Электронный ресурс] - Режим доступа http://vk.com/doc93587693_391367247 ?hash=fcf2f5b48372d181a0&dl=c3aed347d253593777.

29. СНИП 31-06-2008. Общественные здания и сооружения.

30. ГОСТ 12.1.004-85. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введен впервые; дата введ 01.07.1986. – М.: Госстандарт СССР, 1986. – 12 с.

31. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. – Введен впервые; дата введ 03.04.1985. – М.: Госстандарт СССР, 1985. – 10 с.

32. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введен впервые; дата введ 01.01.1974. – М.: Госстандарт СССР, 1986. – 16 с.

33. ГОСТ 12.1.019-79. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введен впервые; дата введ 01.07.1980. – М.: Госстандарт СССР, 1980. – 16 с.

34. ГОСТ 19358-74. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введен впервые; дата введ 06.05.1974. – М.: Госстандарт СССР, 1974. – 10 с.