

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал Федерального Государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Факультет «Машиностроительный»  
Кафедра «Автомобилестроение»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, \_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Ф.)

\_\_\_\_\_ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,  
доцент*

\_\_\_\_\_  
(подпись) В.В. Краснокутский  
(И.О.Ф.)

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автомобиль Урал-NEXT 6×6 полной массой 26 т. с установкой КП ЯМЗ-1909

\_\_\_\_\_  
(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ  
ЮУрГУ–23.05.01.2018.675.ВКП

Консультант, к.э.н.  
Экономическая часть

\_\_\_\_\_  
Н.С. Комарова

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель, ведущий инженер  
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

\_\_\_\_\_  
М.И. Абрамов

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Консультант, к.т.н., доцент  
Безопасность жизнедеятельности

\_\_\_\_\_  
В.В. Краснокутский

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор  
студент группы МиМс-551

\_\_\_\_\_  
В.В. Тетюшов

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер, ведущий инженер  
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

\_\_\_\_\_  
М.И. Абрамов

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Миасс, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ .....	9
1.1 Описание разрабатываемого автомобиля .....	9
1.2 Анализ применяемых коробок передач .....	10
1.2.1 Коробка передач ZF 9S1310TO .....	11
1.2.2 Коробка передач ЯМЗ-239.....	12
1.2.3 Коробка передач ЯМЗ-1909.....	14
1.2.4 Коробка передач FastGear 9JS135TA .....	15
1.2.5 Коробка передач Eaton FS(0)-8209A .....	16
1.3 Анализ дополнительных опор коробок передач .....	18
Вывод по разделу один .....	19
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ NEXT .....	20
2.1 Исходные данные объекта расчёта.....	20
2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя .....	22
2.3 Тяговая характеристика автомобиля .....	29
2.4 Динамическая характеристика автомобиля.....	34
2.5 Определение максимальных углов подъема, преодолеваемых автомобилем. ....	37
2.6 Характеристика ускорений автомобиля.....	38
2.7 Характеристика разгона автомобиля.....	41
2.8 Мощностной баланс автомобиля .....	47
2.9 Экономическая характеристика автомобиля.....	50
Вывод по разделу два.....	53
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	54
3.1 Расчет развесовки силового агрегата на опорах двигателя в статическом положении.....	54
3.2 Определение изгибающего момента в плоскости заднего торца картера маховика двигателя.....	57
3.3 Расчет развесовки силового агрегата на опорах двигателя в статическом положении с установкой дополнительной опоры коробки передач.....	58
3.4 Разработка установки силового агрегата .....	60

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Вывод по разделу три.....	62
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63
4.1 Выбор детали .....	63
4.2 Выбор заготовки и материала детали.....	64
4.3 Выбор технологического оборудования .....	64
4.4 Технологические операции .....	65
4.4.1 Расчет режима резания на 10 операции .....	66
4.4.2 Расчет режима резания на 15 операции .....	69
4.4.3 Расчет режима резания на 20 операции .....	70
4.4.4 Расчет режима резания на 25 операции .....	71
4.4.5 Расчет режима резания на 30 операции .....	73
4.4.6 Расчет режима резания на 35 операции .....	75
Вывод по разделу четыре .....	76
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	77
5.1 Основные термины и определения безопасности жизнедеятельности ....	77
5.2 Требования безопасности при эксплуатации грузового автомобиля .....	78
5.3 Требования безопасности при монтаже силового агрегата .....	79
5.4 Требования безопасности при техническом обслуживании автомобиля.	82
Вывод по разделу пять.....	83
6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА.....	84
Вывод по разделу шесть .....	85
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	86
Вывод по разделу семь.....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Перед всеми автомобилестроительными производителями в качестве одной из основных встает проблема определения цены на свои автомобили. В условиях рынка ценообразование представляет весьма сложный процесс, из-за воздействия множества факторов. Выбор общего направления в ценообразовании, главных подходов к определению цен на новые и уже выпускаемые автомобили, оказываемые услуги с целью увеличения объемов реализации, товарооборота, повышения производства и укрепления рыночных позиций предприятия обеспечивается на основе маркетинга. Цены и ценовая политика выступают одной из главных составляющим маркетинга фирмы. Цены находятся в тесной зависимости от других сторон деятельности компании, от уровня цен во многом зависят достигаемые коммерческие результаты. Ценовая политика оказывает многоплановое воздействие на все функционирование фирмы. На решения руководства фирмы в области ценообразования оказывают влияние многие внутренние и внешние факторы. Маркетинговые цели и издержки фирмы служат лишь приблизительными ориентирами для определения цен на товары или услуги. [1]

В настоящее время автомобильный завод Урал для своей линейки моделей Next применяет 9-ти ступенчатые коробки передач немецкой фирмы ZF, которая из-за своей высокой цены очень сильно влияет на конечную стоимость готовой продукции, в сторону удорожания. Так же данные коробки передач имеют максимальный входной крутящий момент 1300 Нм, что не дает определенный запас в случае увеличения максимального момента двигателя.

Цель дипломного проекта заключается в модернизации силового агрегата путем установки коробки передач, которая удовлетворяет всем параметрам автомобиля Урал и имеет меньшую стоимость, чем серийно применяемая.

Задачи дипломного проекта:

- 1) Сформировать требования, предъявляемые к новой коробке передач;
- 2) Провести сравнительный анализ возможных коробок передач;

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

3) Для оценки тягово-динамических показателей проектируемого автомобиля, провести тягово-динамический расчет с новой коробкой передач;

4) Произвести расчет развесовки силового агрегата, для определения деформаций упругих элементов;

5) Разработка конструкции дополнительной опоры коробки передач;

6) Определить изгибающий момент в плоскости заднего торца картера маховика двигателя, для оценки необходимости установки дополнительной коробки передач;

7) Провести расчет экономической эффективности проектирования нового автомобиля.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

## 1.1 Описание разрабатываемого автомобиля

В качестве рассматриваемого автомобиля принят Урал NEXT 6x6 полной массой 26 тонн. Габаритные размеры автомобиля приведены на рисунке 1.1.

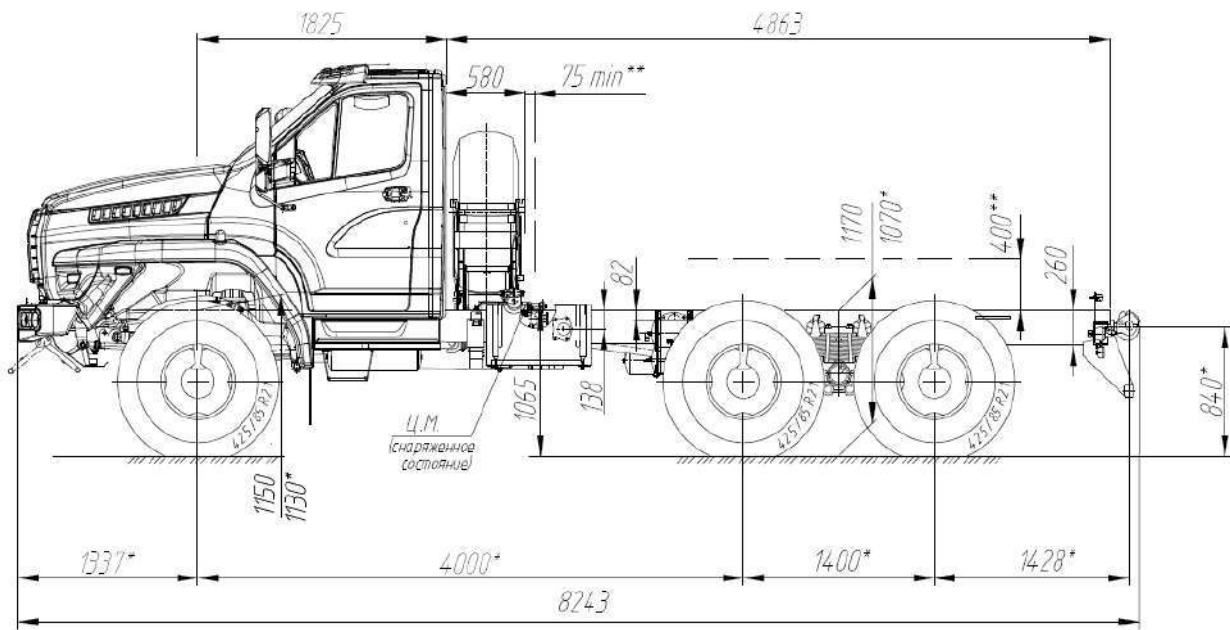


Рисунок 1.1 - Габаритные размеры автомобиля Урал NEXT 6x6

Как и большинство автомобилей Урал, новое семейство NEXT предназначено для эксплуатации на дорогах общего назначения, в условиях плохих дорог и бездорожья. Конструкция автомобиля позволяет располагать на его базе широкий спектр различного оборудования. В зависимости от его типа и вида кузовов автомобиль используется практически во всех сферах народного хозяйства. Различные виды строительства, геологоразведка, лесозаготовительная отрасль, коммунальная сфера и охотхозяйства – это далеко не полный список использования автомобилей Урал NEXT. Технические характеристики позволяют эксплуатировать автомобили Урал на высотах до 4500 м. над уровнем моря, в условиях тропического климата и при температурах до  $-50^{\circ}\text{C}$  [14].

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2018.675 ПЗ

Основные технические характеристики автомобиля Урал Next 6x6 приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Технические характеристики Урала Next 6x6

Полная масса, кг	26000
Колесная формула	6x6
Габаритные размеры длина, ширина, высота, мм	8243x2500x2952
Модель двигателя	ЯМЗ-53602-10
Тип двигателя	6 цилиндров, дизельный, с ТКР, с ЭСУД, с топливной системой аккумуляторного типа
Соответствие требованиям экологическому классу	Экологический класс 4 (Правила ЕЭК ООН №96-02)
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	229 (312) при n=2300 об/мин
Размерность шин	425/85R21

## 1.2 Анализ применяемых коробок передач

Для того чтобы выбрать наиболее подходящую коробку передач, необходимо сформировать предъявляемые к ней требования.

1) Количество передач = 9. Увеличение числа ступеней приводит к повышению степени использования мощности двигателя, топливной экономичности, средней скорости движения и как результат – к повышению производительности автомобиля, снижению себестоимости перевозок [2];

2) Приемлемая стоимость. Для снижения общей стоимости автомобиля и повышения покупательского спроса, цена новой коробки передач должна быть ниже уже применяющейся;

3) Максимальный входной крутящий момент больше, чем 1300 Нм. Большой крутящий момент даст определенный запас для модернизации двигателя без замены коробки передач;

4) Оптимальные тягово-скоростные свойства и топливная экономичность автомобиля. С внедрением новой коробки передач характеристики автомобиля должны оставаться конкурентными на рынке;

5) Возможность отбора мощности для привода дополнительного оборудования;

5) Страна производитель. Связи со сложной политической ситуацией в мире и возможных перебоях в поставках продукции из заграницы, предпочтение отдается отечественным производителям.

Рассмотрим применяемые и возможные модели 9-ти ступенчатых коробок передач.

### 1.2.1 Коробка передач ZF 9S1310TO

Коробка передач состоит из следующих основных узлов: основного пятиступенчатого редуктора и демультипликатора. Понижающая «ползучая» передача основного редуктора используется только в нижнем диапазоне работы демультипликатора. Четыре передачи переднего хода в основном редукторе включаются синхронизаторами, задняя и «ползучая» передача — зубчатой муфтой. Высшая передача — повышающая. Демультипликатор планетарный, автоматически переключается с помощью пневматического клапана синхронизатором при перемещении рычага в нейтрали от положения 3-4 передач к 5-6 и наоборот [15].

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11



Вид коробки передач изображен на рисунке 1.2, основные характеристики приведены в таблице 1.2.



Рисунок 1.2 - Коробка передач ZF 9S1310TO

Таблица 1.2 - Характеристики КП ZF 9S1310TO

Максимальный входной крутящий момент, Н.м	1300
Передаточные числа	1 - 9.48; 2 - 6.58; 3 - 4.68; 4 - 3.48; 5 - 2.62; 6 - 1.89; 7 - 1.35; 8 - 1.00; 9 - 0.75; Задний ход - 8.97
Масса с картером, кг	190
Страна производитель	Германия, Россия
Розничная стоимость, руб.	~350000-405000

### 1.2.2 Коробка передач ЯМЗ-239

Механическая девяти ступенчатая коробка передач, состоящая из основной пяти ступенчатой КП и двух диапазонного демультипликатора, соединенных в одном силовом агрегате.

Коробка передач основная – механическая, пятиступенчатая, с шестернями постоянного зацепления, с синхронизаторами на всех передачах, кроме первой передачи и заднего хода.

Демультпликатор – механический, состоящий из планетарной зубчатой передачи с встроенным синхронизатором для включения высшего и низшего диапазона [9].

Вид коробки передач изображен на рисунке 1.3, основные характеристики приведены в таблице 1.3.

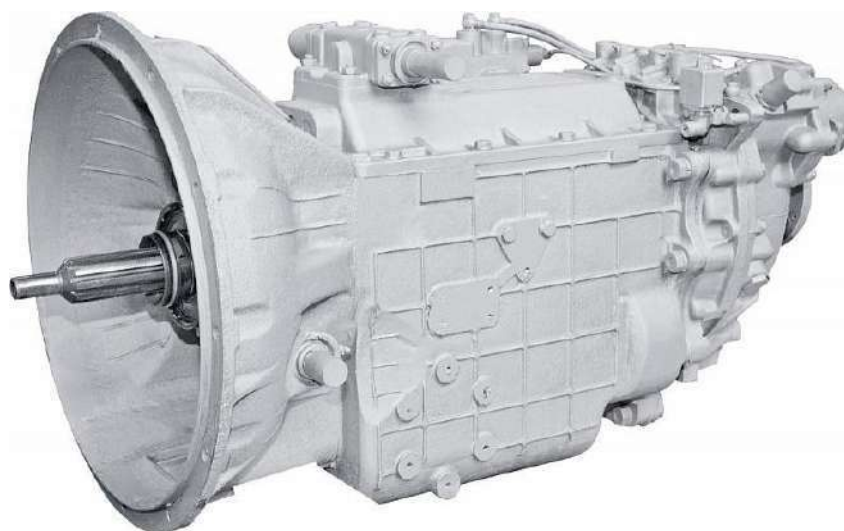


Рисунок 1.3 - Коробка передач ЯМЗ-239

Таблица 1.3 – Характеристики КП ЯМЗ-239

Максимальный входной крутящий момент, Н.м	1800
Передаточные числа	1 - 12,24; 2 - 6,88; 3 - 4,86; 4 - 3,50; 5 - 2,74; 6 - 1,97; 7 - 1,39; 8 - 1,00; 9 - 0,78; Задний ход - 10,04
Масса с картером, кг	385
Страна производитель	Россия
Розничная стоимость, руб.	~200000-250000

### 1.2.3 Коробка передач ЯМЗ-1909

Базовой моделью для данной коробки передач является КП ЯМЗ-239. Основные отличия от базовой модели в том, что КП по требованию потребителя могут выпускаться в различных комплектациях:

- с механизмом переключения непосредственно рычагом;
- с механизмом под механический дистанционный привод переключения;
- с механизмом под установку системы электропневматического переключения;
- без привода спидометра;
- с устройством для установки узлов электронного спидометра.

КП могут комплектоваться картером сцепления с вертикальными или наклонными боковыми площадками с резьбовыми отверстиями для крепления силового агрегата.

Так же отличие от базовой модели в том, что в модель ЯМЗ-1909 имеет картер сцепления с размерами по SAE 1 с люком для установки фланцевого пневмогидравлического усилителя выключения сцепления. Коробка передач может быть укомплектована герметизированным картером сцепления [9].

Вид коробки передач изображен на рисунке 1.4, основные характеристики приведены в таблице 1.4.

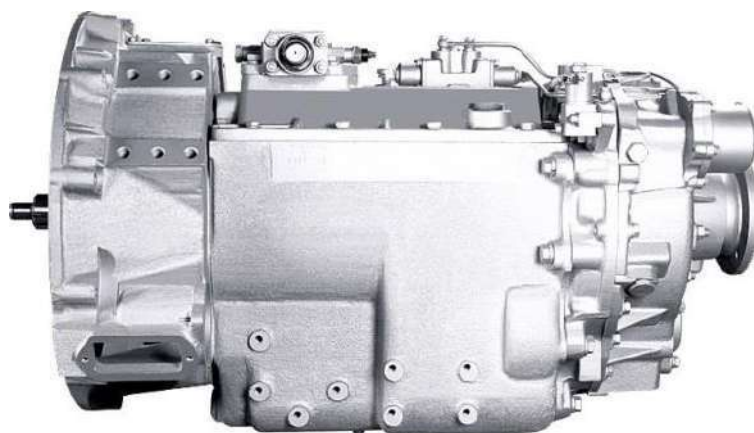


Рисунок 1.4 - Коробка передач ЯМЗ-1909

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Таблица 1.4 – Характеристики КП ЯМЗ-1909

Максимальный входной крутящий момент, Н.м	1900
Передаточные числа	1 - 12,24; 2 - 6,88; 3 - 4,86; 4 - 3,50; 5 - 2,46; 6 - 1,97; 7 - 1,39; 8 - 1,00; 9 - 0,7; Задний ход - 10,04
Масса с картером, кг	365
Страна производитель	Россия
Розничная стоимость, руб.	~230000-270000

#### 1.2.4 Коробка передач FastGear 9JS135TA

КП 9JS135TA относится к серии коробок передач Fast Gear 9JS135 с двойным промежуточным валом. Согласно описанию Shaanxi Fast Gear Co. 9JS135TA может использоваться на грузовиках, самосвалах, седельных тягачах, автокранах, пожарных машинах и многой другой специальной техники. Коробка передач 9JS135TA устанавливается на многие грузовики китайского производства, а также на автомобили МАЗ-5440 АЗ и КАМАЗ следующих марок: КАМАЗ 43118 RB; КАМАЗ 65117 RB; КАМАЗ 65117; КАМАЗ 44108 RB; КАМАЗ 65116 RB; КАМАЗ 65115 RB; КАМАЗ 43118; КАМАЗ 65117; КАМАЗ 65115 [16].

Вид коробки передач изображен на рисунке 1.5, основные характеристики приведены в таблице 1.5.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



Рисунок 1.5 – Коробка передач FastGear 9JS135TA

Таблица 1.5 – Характеристики КП FastGear 9JS135TA

Максимальный входной крутящий момент, Н.м	1350
Передаточные числа	1 – 11,02; 2 - 6,55; 3 - 4,64; 4 - 3,36; 5 - 2,46; 6 - 1,95; 7 - 1,38; 8 - 1.00; 9 - 0,73; Задний ход – 11,52
Масса с картером, кг	275
Страна производитель	Китай
Розничная стоимость, руб.	~220000-250000

### 1.2.5 Коробка передач Eaton FS(0)-8209A

Синхронизированная коробка переключения передач FS(O)-8209 от американского производителя Eaton, 9 ступенчатая механическая трансмиссия Eaton с (O-Overdrive) - повышающая прямая передача имеет передаточное значение менее 1, что уменьшает обороты коленчатого вала, следовательно — увеличивает скорость, понижает расход топлива и износ двигателя. Широко применяется на автомобилях MAN, возможно применение КОМ (коробки отбора мощности) для эксплуатации самосвала или бетономесителя [17].

Вид коробки передач изображен на рисунке 1.6, основные характеристики приведены в таблице 1.6.

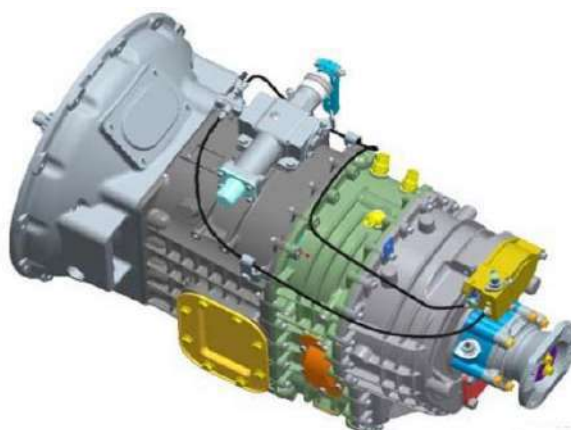


Рисунок 1.6 – Коробка передач Eaton FS(0)-8209A

Таблица 1.6 – Характеристики КП Eaton FS(0)-8209A

Максимальный входной крутящий момент, Н.м	1250
Передаточные числа	1 – 9,45; 2 - 6,59; 3 - 4,90; 4 - 3,55; 5 - 2,65; 6 - 1,86; 7 - 1,38; 8 - 1,00; 9 - 0,75; Задний ход – 9,88
Масса с картером, кг	152 (без масла)
Страна производитель	США
Розничная стоимость, руб.	-

### 1.3 Анализ дополнительных опор коробок передач

Из всех применяемых схем крепления дополнительных опор коробок передач, для грузовых автомобилей можно выделить две основные схемы:

- 1) С верхним расположением дополнительной опоры (рисунок 1.7);
- 2) С нижним расположением дополнительной опоры (рисунок 1.8).

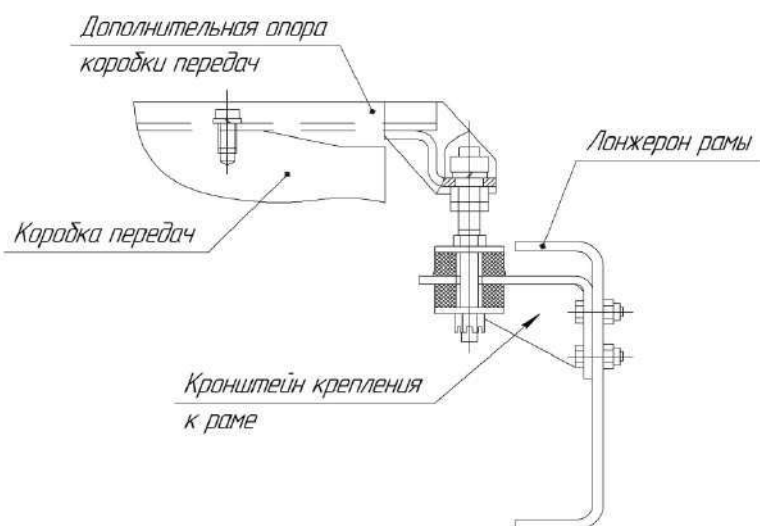


Рисунок 1.7 – Верхнее расположение дополнительной опоры коробки передач

Для кабин с низкой посадкой, из-за небольшого расстояния между коробкой передач и кабиной, как правило, применяется второй вариант. Минусами данной схемы являются большее количество изделий в установке и применение кронштейнов и деталей конструкции сложных форм.

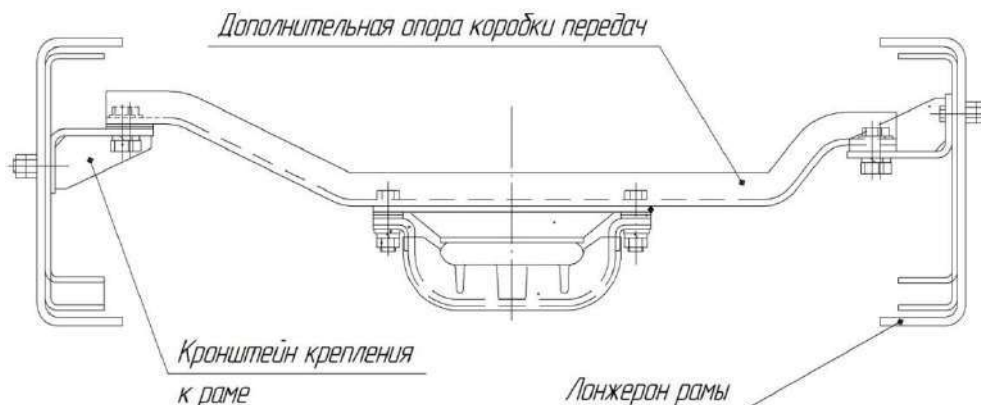


Рисунок 1.8 – Нижнее расположение дополнительной опоры коробки передач

Верхнее расположение дополнительной опоры является более простым в исполнении, т.к. используются несложные сварные конструкции. Так же установку опоры можно регулировать с помощью регулировочного винта, в схеме с нижним расположением в основном, применяются регулировочные пластины. Минусом схемы с верхним расположением является необходимость дополнительного пространства между кабиной и коробкой передач.

### Вывод по разделу один

На основе рассмотренных моделей, сформирована сравнительная таблица с основными характеристиками.

Таблица 1.7 – Сравнительная таблица коробок передач

Параметр	ЯМЗ-239	ЯМЗ-1909	ZF9S1310 ТО	FastGear 9JS135TA	Eaton FS(0)- 8209A
Максимальный входной крутящий момент, Нм	1800	1900	1300	1350	1250
Масса с картером, кг	385	365	190	275	152 (без масла)
Страна производитель	Россия	Россия	Германия, Россия	Китай	США
Стоимость, руб	~200000- 250000	~230000- 270000	~350000- 405000	~220000- 250000	-

Исходя из рассмотренных моделей, наиболее подходящей является КП ЯМЗ-1909, в отличие от базовой модели имеет максимальный входной крутящий момент 1900 Нм, может поставляться в различных комплектациях, так же имеет меньший вес и картер сцепления, выполненный по мировому стандарту SAE 1. Стоимость данной коробки существенно меньше уже применяемой коробки от фирмы ZF.



## 2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ NEXТ

### 2.1 Исходные данные объекта расчёта

При анализе тягово-скоростных и топливно-экономических свойств используются данные технических характеристик заданного автомобиля. Тягово-динамический расчет проектируемого автомобиля будем вести на основе литературных источников [3] и [4].

Для расчетов необходимо определить статический радиус колеса.

Статический радиус – это расстояние от центра неподвижного колеса, нагруженного только нормальной силой, до опорной плоскости. Статический радиус можно определить по формуле:

$$r_c = 0,5 \cdot d_{ш} + H_{ш} \cdot \lambda, \quad (2.1)$$

где  $d_{ш}$  – посадочный диаметр шины, м;

$r_c$  – статический радиус колеса, м;

$H_{ш}$  – высота профиля шины.

На автомобиле Урал NEXТ бхб установлены шины 425/85R21, тогда посадочный диаметр будет  $d_{ш} = 0,53$  м.

Высота профиля шины ( $H_{ш}$ ) определяется по формуле:

$$H_{ш} = 0,85 \cdot B_{ш}, \quad (2.2)$$

$B_{ш}$  – ширина профиля шины, исходя из установленных размера шин.

Ширина профиля равна  $B_{ш} = 0,425$  м.

Высота профиля будет равна  $H_{ш} = 0,361$  м.

$\lambda = 0,9$  - для шин грузовых автомобилей с внутренним давлением более 0,5 МПа, в дальнейших расчетах условно принято, что  $r_k = r_c$ .

Полученные значения подставим в формулу 2.1, тогда:

$$r_c = 0,5 \cdot 0,53 + 0,361 \cdot 0,9 = 0,59 \text{ м.}$$

Исходные данные приведены в таблице 2.1.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблица 2.1 – Исходные данные

Краткая техническая характеристика автомобиля			
параметры	обозначение	размерность	
Модель автомобиля			Урал NEXT
Колесная формула			6X6
Полная масса автомобиля	Ma	кг	26000
Тип и модель двигателя	дизельный		
Передаточные числа КП	U1		12,24
	U2		6,88
	U3		4,86
	U4		3,5
	U5		2,74
	U6		1,97
	U7		1,39
	U8		1,0
	U9		0,703
Передаточные числа раздаточной коробки	U <sub>PK1</sub>		1,04
	U <sub>PK2</sub>		2,15
Передаточное число главной передачи	U0		7,49
Колея передних колес	B	мм	2040
Высота автомобиля	Ha	мм	2952
Размерность шин			425/85R21
Радиус колеса	rk	м	0,59
Коэффициент обтекаемости	Cx		1

## 2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Скоростная характеристика проектируемого двигателя может быть построена аналитически по эмпирическим формулам С. Р. Лейдермана.

На автомобиле Урал 6х6 установлен дизельный двигатель ЯМЗ 536 с неразделенными камерами сгорания, эффективная мощность для данного автомобиля будет находиться по формуле:

$$N_e = N_{e\max} \cdot \frac{n}{n_{eN}} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{n}{n_{eN}} - \left( \frac{n}{n_{eN}} \right)^2 \right), \quad (2.3)$$

$N_{e\max}$  – номинальная эффективная мощность двигателя, кВт;

$N$  – выбранная частота вращения коленчатого вала,  $c^{-1}$ ;

$n_{eN}$  – частота вращения, соответствующая номинальной эффективной мощности,  $c^{-1}$ .

$n_{eN} = 2300 \text{ мин}^{-1}$ ;

$N_{e\max} = 229 \text{ кВт}$ .

При  $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e\min} = N_{e\max} \cdot \frac{1000}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1000}{2300} - \left( \frac{1000}{2300} \right)^2 \right) = 117 \text{ кВт}.$$

При  $n = 1100 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e1} = N_{e\max} \cdot \frac{1100}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1100}{2300} - \left( \frac{1100}{2300} \right)^2 \right) = 129 \text{ кВт}.$$

При  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e2} = N_{e\max} \cdot \frac{1200}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1200}{2300} - \left( \frac{1200}{2300} \right)^2 \right) = 142 \text{ кВт}.$$

При  $n = 1300 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e3} = N_{e\max} \cdot \frac{1300}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1300}{2300} - \left( \frac{1300}{2300} \right)^2 \right) = 154 \text{ кВт}.$$

При  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ ,

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$N_{e4} = N_{e\max} \cdot \frac{1400}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1400}{2300} - \left( \frac{1400}{2300} \right)^2 \right) = 166 \text{ кВт.}$$

При  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e5} = N_{e\max} \cdot \frac{1500}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1500}{2300} - \left( \frac{1500}{2300} \right)^2 \right) = 176 \text{ кВт.}$$

При  $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e6} = N_{e\max} \cdot \frac{1600}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1600}{2300} - \left( \frac{1600}{2300} \right)^2 \right) = 187 \text{ кВт.}$$

При  $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e7} = N_{e\max} \cdot \frac{1700}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1700}{2300} - \left( \frac{1700}{2300} \right)^2 \right) = 196 \text{ кВт.}$$

При  $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e8} = N_{e\max} \cdot \frac{1800}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1800}{2300} - \left( \frac{1800}{2300} \right)^2 \right) = 205 \text{ кВт.}$$

При  $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e9} = N_{e\max} \cdot \frac{1900}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{1900}{2300} - \left( \frac{1900}{2300} \right)^2 \right) = 212 \text{ кВт.}$$

При  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e10} = N_{e\max} \cdot \frac{2000}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{2000}{2300} - \left( \frac{2000}{2300} \right)^2 \right) = 218 \text{ кВт.}$$

При  $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e11} = N_{e\max} \cdot \frac{2100}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{2100}{2300} - \left( \frac{2100}{2300} \right)^2 \right) = 223 \text{ кВт.}$$

При  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e12} = N_{e\max} \cdot \frac{2200}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{2200}{2300} - \left( \frac{2200}{2300} \right)^2 \right) = 227 \text{ кВт.}$$

При  $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$N_{e13} = N_{e\max} \cdot \frac{2300}{2300} \cdot \left( 0,87 + 1,13 \cdot \frac{2300}{2300} - \left( \frac{2300}{2300} \right)^2 \right) = 229 \text{ кВт.}$$

Эффективный крутящий момент будет находиться по формуле:

$$M_e = \frac{N_e \cdot 9550}{n}. \quad (2.4)$$

При  $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{117 \cdot 9550}{1000} = 1115 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1100 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{129 \cdot 9550}{1100} = 1124 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{142 \cdot 9550}{1200} = 1129 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1300 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{154 \cdot 9550}{1300} = 1131 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{166 \cdot 9550}{1400} = 1129 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{176 \cdot 9550}{1500} = 1124 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{187 \cdot 9550}{1600} = 1115 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{196 \cdot 9550}{1700} = 1102 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{205 \cdot 9550}{1800} = 1086 \text{ Нм.}$$

При  $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{212 \cdot 9550}{1900} = 1066 \text{ Нм.}$$

При  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{218 \cdot 9550}{2000} = 1043 \text{ Нм.}$$

При  $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{223 \cdot 9550}{2100} = 1016 \text{ Нм.}$$

При  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{227 \cdot 9550}{2200} = 985 \text{ Нм.}$$

При  $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$M_e = \frac{229 \cdot 9550}{2300} = 951 \text{ Нм.}$$

Удельный эффективный расход топлива будет находится по формуле:

$$g_e = g_{eN} \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{n}{n_N} + \left( \frac{n}{n_N} \right)^2 \right), \quad (2.5)$$

$g_{eN}$  – удельный эффективный расход топлива при номинальной мощности, г/(кВт · ч).

При  $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1000}{2300} + \left( \frac{1000}{2300} \right)^2 \right) = 255 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

При  $n = 1100 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1100}{2300} + \left( \frac{1100}{2300} \right)^2 \right) = 248 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

При  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1200}{2300} + \left( \frac{1200}{2300} \right)^2 \right) = 242 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

При  $n = 1300 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1300}{2300} + \left( \frac{1300}{2300} \right)^2 \right) = 237 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

При  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1400}{2300} + \left( \frac{1400}{2300} \right)^2 \right) = 234 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1500}{2300} + \left( \frac{1500}{2300} \right)^2 \right) = 231 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1600}{2300} + \left( \frac{1600}{2300} \right)^2 \right) = 228 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1700}{2300} + \left( \frac{1700}{2300} \right)^2 \right) = 227 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1800}{2300} + \left( \frac{1800}{2300} \right)^2 \right) = 227 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{1900}{2300} + \left( \frac{1900}{2300} \right)^2 \right) = 228 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{2000}{2300} + \left( \frac{2000}{2300} \right)^2 \right) = 229 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{2100}{2300} + \left( \frac{2100}{2300} \right)^2 \right) = 231 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{2200}{2300} + \left( \frac{2200}{2300} \right)^2 \right) = 235 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

При  $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$ ,

$$g_e = 239 \cdot \left( 1,55 - 1,55 \cdot \frac{2300}{2300} + \left( \frac{2300}{2300} \right)^2 \right) = 239 \frac{\Gamma}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Показатели внешней скоростной характеристики двигателя

Частота вращения коленчатого вала, $n$ , об/мин	Эффективная мощность, $N_e$ , кВт	Эффективный крутящий момент, $M_e$ , Нм	Удельный эффективный расход топлива, $g_e$ , $\frac{г}{кВт\cdotч}$
1000	117	1115	255
1100	129	1124	248
1200	142	1129	242
1300	154	1131	237
1400	166	1129	234
1500	176	1124	231
1600	187	1115	228
1700	196	1102	227
1800	205	1086	227
1900	212	1066	228
2000	218	1043	229
2100	223	1016	231
2200	227	985	235
2300	229	951	239

На рисунке 2.1 представлена внешняя скоростная характеристика двигателя ЯМЗ-536.



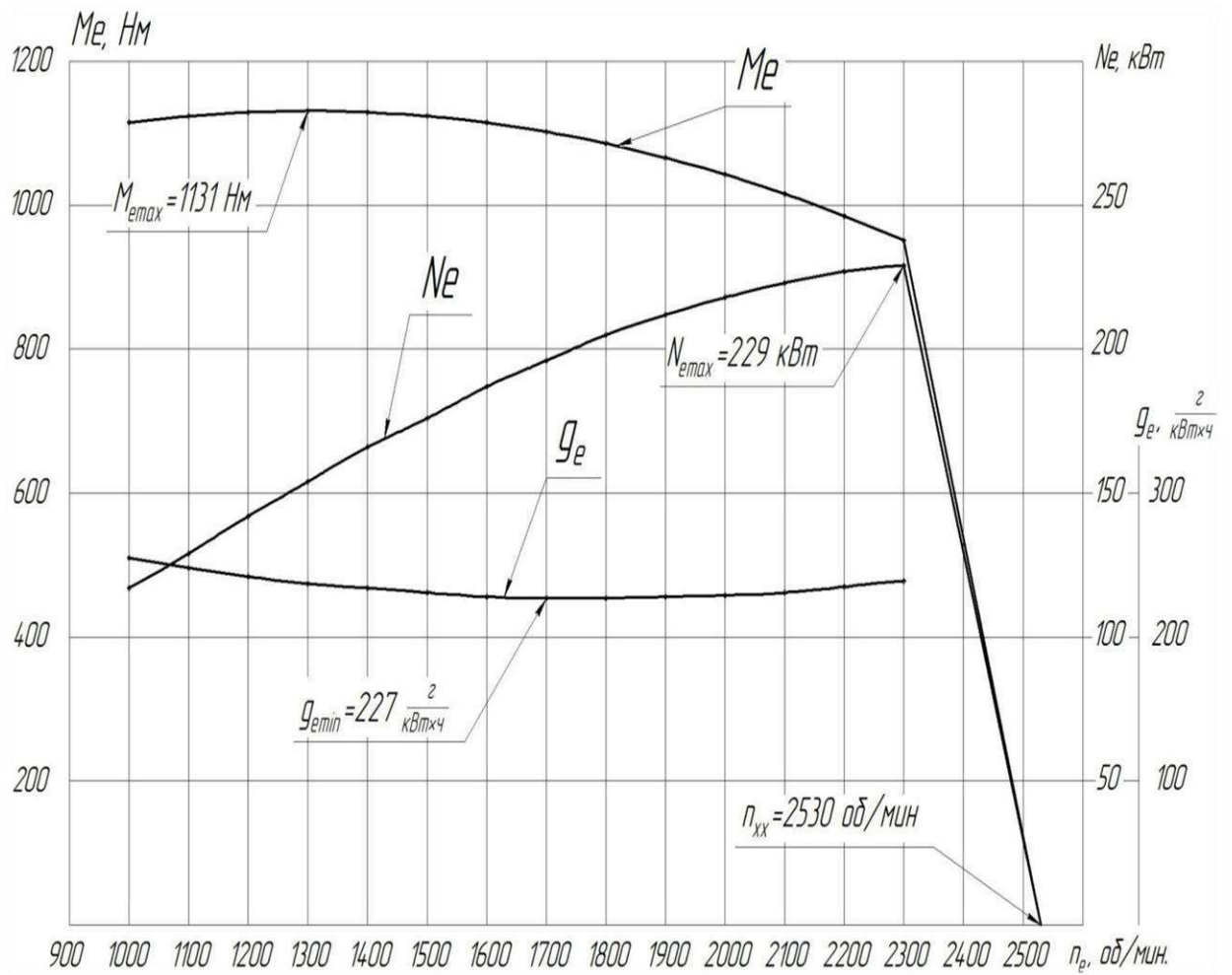


Рисунок 2.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя ЯМЗ-536

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.675 ПЗ

Лист

28

## 2.3 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговый баланс автомобиля - это зависимость силы тяги на ведущих колёсах автомобиля  $P_k$ [Н] для различных передаточных чисел в трансмиссии, а также сил сопротивления качению  $P_f$ [Н] и воздуха  $P_w$ [Н] от скорости движения  $V_a$  [км/ч].

Силы тяги и скорости по передачам определяются по формулам:

$$P_k = \frac{M_e \cdot U_{кп} \cdot U_0 \cdot U_{рк} \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (2.6)$$

$P_k$  – сила тяги, Н;

$U_{кп}$  - передаточное число коробки передач на рассматриваемой передаче;

$U_0$  - передаточное число главной передачи;

$\eta_{тр}$  – КПД трансмиссии;

$U_{рк}$  – передаточное число раздаточной коробки.

$$V_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0 \cdot U_{рк}}. \quad (2.7)$$

Для легковых автомобилей  $\eta_{тр}$  равен 0,88-0,92; для грузовых 0,8-0,9; для автомобилей повышенной проходимости 0,78-0,85. Меньшие значения  $\eta_{тр}$  соответствуют движению автомобиля при включенной промежуточной передаче коробки передач, а большие – при включенной прямой передаче [5].

Для дальнейших расчетов примем  $\eta_{тр} = 0,85$ .

Основной расчет проведем при включенной пониженной передаче в раздаточной коробке, но для второй передачи, так же посчитаем при включенной повышенной передаче в раздаточной коробке.

Для удобства расчета преобразуем формулы 2.6 и 2.7:

$$\begin{aligned} P_k &= \frac{M_e \cdot U_{кп} \cdot U_0 \cdot U_{рк} \cdot \eta_{тр}}{r_k} = \frac{M_e \cdot U_{кп} \cdot 7,49 \cdot U_{рк} \cdot 0,85}{0,59} = \\ &= 10,7907 \cdot M_e \cdot U_{кп} \cdot U_{рк}, \end{aligned}$$

$$V_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0 \cdot U_{рк}} = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot 0,59}{U_{кп} \cdot 7,49 \cdot U_{рк}} = 0,029697 \cdot \frac{n_e}{U_{кп} \cdot U_{рк}}.$$

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Таблица 2.3 – Скорость автомобиля  $V_a$  и сила тяги  $P_k$  при движении на передаче

$n_e$	Ме	Номер передачи									
		II*		II		III		IV		V	
		$V_a^*$	$P_k^*$	$V_a$	$P_k$	$V_a$	$P_k$	$V_a$	$P_k$	$V_a$	$P_k$
мин <sup>-1</sup>	Нм	км/ч	кН	км/ч	кН	км/ч	кН	км/ч	кН	км/ч	кН
1000	1115	2,0	177,9	4,2	86,1	5,9	60,8	8,2	43,8	10,4	34,3
1100	1124	2,2	179,3	4,6	86,8	6,5	61,3	9,0	44,1	11,5	34,6
1200	1129	2,4	180,2	5,0	87,2	7,1	61,6	9,8	44,3	12,5	34,7
1300	1131	2,6	180,5	5,4	87,3	7,6	61,7	10,6	44,4	13,5	34,8
1400	1129	2,8	180,2	5,8	87,2	8,2	61,6	11,4	44,3	14,6	34,7
1500	1124	3,0	179,3	6,2	86,7	8,8	61,3	12,2	44,1	15,6	34,5
1600	1115	3,2	177,9	6,6	86,1	9,4	60,8	13,1	43,8	16,7	34,3
1700	1102	3,4	175,9	7,1	85,1	10,0	60,1	13,9	43,4	17,7	33,9
1800	1086	3,6	173,3	7,5	83,8	10,6	59,2	14,7	42,6	18,8	33,4
1900	1066	3,8	170,1	7,9	82,3	11,2	58,1	15,5	41,9	19,8	32,8
2000	1043	4,0	166,4	8,3	80,5	11,8	56,9	16,3	41	20,8	32,1
2100	1016	4,2	162,1	8,7	78,4	12,3	55,4	17,1	39,9	21,9	31,2
2200	985	4,4	157,2	9,1	76,1	12,9	53,7	17,9	38,7	22,9	30,3
2300	951	4,6	151,8	9,5	73,4	13,5	51,9	18,8	37,3	24,0	29,2

Таблица 2.4 – Скорость автомобиля  $V_a$  и сила тяги  $P_k$  при движении на передаче

$n_e$	Ме	Номер передачи							
		VI		VII		VIII		IX	
		$V_a$	$P_k$	$V_a$	$P_k$	$V_a$	$P_k$	$V_a$	$P_k$
мин <sup>-1</sup>	Нм	км/ч	кН	км/ч	кН	км/ч	кН	км/ч	кН
1000	1115	14,5	24,6	20,5	17,4	28,6	12,5	40,6	8,8
1100	1124	15,9	24,8	22,6	17,5	31,4	12,6	44,7	8,9
1200	1129	17,4	24,96	24,7	17,6	34,3	12,7	48,7	8,91
1300	1131	18,8	25	26,7	17,6	37,1	12,7	52,8	8,92
1400	1129	20,3	24,96	28,8	17,6	40,0	12,7	56,9	8,91
1500	1124	21,7	24,8	30,8	17,5	42,8	12,6	60,9	8,86
1600	1115	23,2	24,6	32,9	17,4	45,7	12,5	65,0	8,8
1700	1102	24,6	24,4	34,9	17,2	48,5	12,4	69,1	8,7
1800	1086	26,1	24	37,0	16,9	51,4	12,2	73,1	8,57
1900	1066	27,5	23,6	39,0	16,6	54,3	12	77,2	8,4
2000	1043	29,0	23	41,1	16,3	57,1	11,7	81,2	8,2
2100	1016	30,4	22,5	43,1	15,8	60,0	11,4	85,3	8
2200	985	31,9	21,8	45,2	15,4	62,8	11,1	89,4	7,8
2300	951	33,3	21	47,2	14,8	65,7	10,7	93,4	7,5

Определим силы сопротивления движению.

Силы сопротивления качению подсчитываются по формуле:

$$P_f = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot V_a^2) \cdot G_a, \quad (2.8)$$

где  $f_0$  - коэффициент сопротивления качению автомобиля.

При этом коэффициент сопротивления качению автомобиля будем принимать равным:  $f_0 = 0,018$  (асфальтобетонное шоссе в хорошем состоянии).

$G_a$  - сцепной вес автомобиля или автопоезда (вес, приходящийся на его ведущие колёса), Н.

$$G_a = M_a \cdot g, \quad (2.9)$$

$g$  - ускорение свободного падения  $m/c^2$ .

$$g = 9,81 \frac{m}{c^2},$$

$$G_a = 26000 \cdot 9,81 = 255060 \text{ Н.}$$

Силы сопротивления воздуха определяются по формуле:

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2, \quad (2.10)$$

$C_x$  - коэффициент обтекаемости автомобиля ( $C_x = 0,2 \dots 0,7$  - для легковых автомобилей;  $C_x = 0,8 \dots 1,5$  - для грузовых автомобилей).

Примем  $C_x = 0,8$ .

$\rho$  - плотность воздуха.

$$\rho \approx 1,220 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$F$  - площадь миделева сечения для автомобиля, м. Определяется по формуле:

$$F = \alpha_{mc} \cdot V_{max} \cdot H_a, \quad (2.11)$$

$\alpha_{mc} = 0,85 \dots 1,15$  - коэффициент, определяемый типом автомобиля.

В первом приближении можно принять  $\alpha_{mc} = 1,0$ .

$V_{max}$  - наибольшая колея автомобиля, м;

$H_a$  - высота автомобиля, м.

$$F = 1 \cdot 2,04 \cdot 2,952 = 6,02 \text{ м}$$

Для удобства расчета преобразуем формулы 2.3.3 и 2.3.5:

$$P_f = f_0 \cdot \left(1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2\right) \cdot G_a = 0,018 \cdot \left(1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2\right) \cdot 255060 =$$

$$= 4591 \cdot \left(1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2\right),$$

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2 = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,22 \cdot 6,02 \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2 = 47,592 \cdot V_a^2.$$

Результаты расчета сил сопротивления качению и воздуха сведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5 – Зависимость сил сопротивления качению и воздуха от скорости

$V_a$	км/ч	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	93,4
$P_f$	Н	4592	4593	4598	4607	4619	4635	4655	4678	4704	4735	4746
$P_w$	Н	6	23	91	204	363	567	816	1111	1451	1836	1977
$P_f + P_w$	Н	4597	4616	4689	4811	4982	5202	5471	5789	6155	6571	6723

Допустимая тяга по сцепному весу определяется по формуле:

$$P_{\varphi} = G_a \cdot \varphi = 255060 \cdot \varphi \text{ (Н)}. \quad (2.12)$$

Границы силы тяги на ведущих колесах по сцеплению представлены в табл. 2.3.4.

Таблица 2.6 – Сила тяги ведущих колес по сцеплению

$\varphi$	-	0,2	0,4	0,6	0,8
$P_{\varphi}$	кН	51,01	102	153	204

На рисунке 2.2 представлена тяговая характеристика автомобиля.

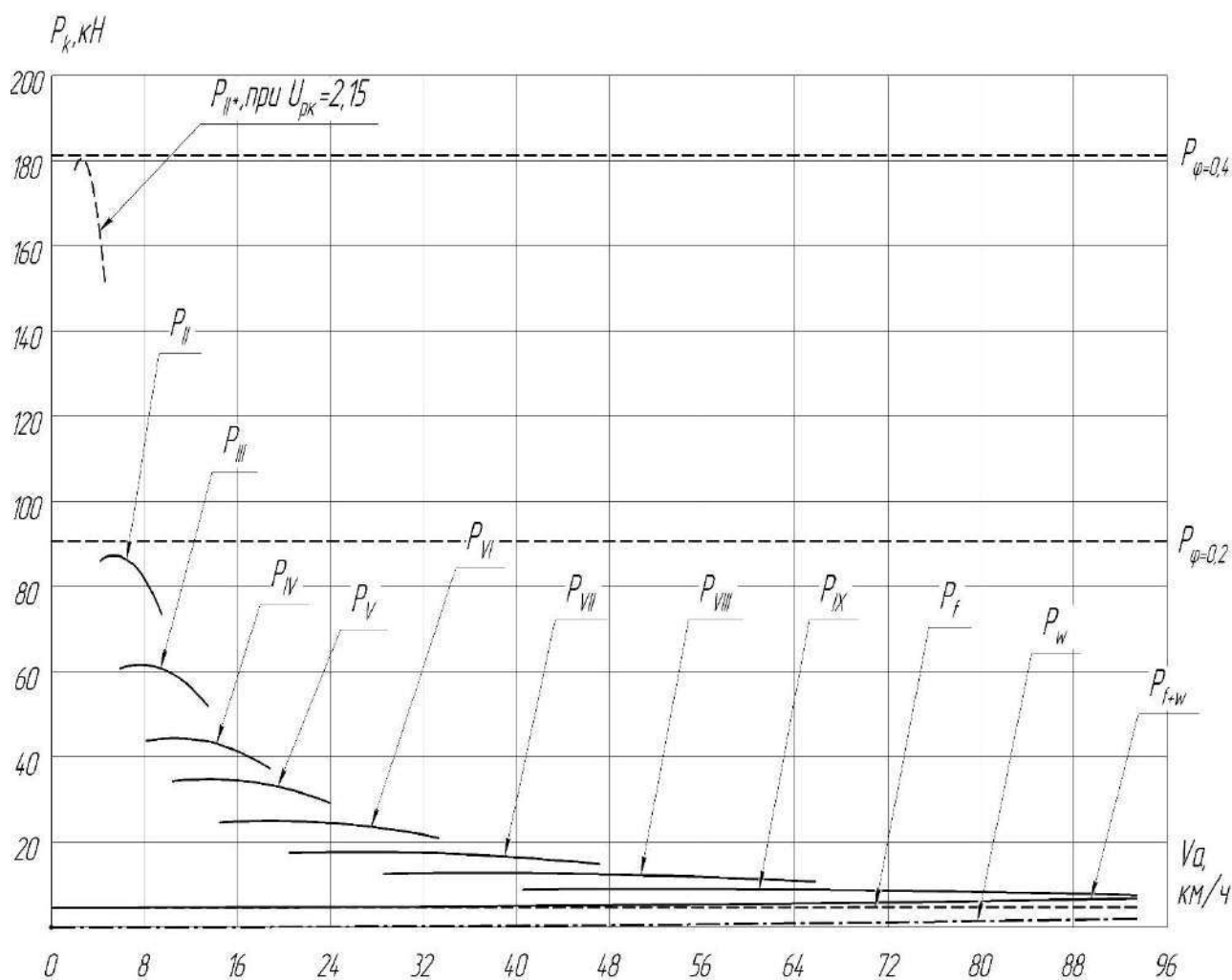


Рисунок 2.2 – Тяговая характеристика автомобиля

## 2.4 Динамическая характеристика автомобиля

Динамическая характеристика автомобиля - это зависимость динамического фактора  $D$  от скорости  $V$ [км/ч] установившегося движения автомобиля на различных передачах.

Динамический фактор - это часть свободной силы тяги, отнесённой к весу машины, которая используется на преодоление сопротивления качению, на подъём и разгон автомобиля.

Динамическая характеристика строится для тех же случаев, что и тяговый баланс.

При построении пользуются формулой:

$$D = \frac{(P_k - P_w)}{G_a} \cdot 100\% = \frac{\left( P_k - \left( 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot \left( \frac{V_a}{3,6} \right)^2 \right) \right)}{G_a} \cdot 100\%, \quad (2.13)$$

где  $D$  - динамический фактор.

Сила тяги  $P_k$  берется из таблиц 2.3 и 2.4.

На графике показывается зависимость коэффициента сопротивления качению для асфальтобетонного шоссе в хорошем состоянии. При этом следует пользоваться зависимостью:

$$f = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot V_a^2) \cdot 100\%. \quad (2.14)$$

Результаты расчета сведены в таблицы 2.5, 2.6 и 2.7, по ним построены зависимости  $f = f(V_a)$  и  $D = f(V_a)$  на графике динамической характеристики.

Таблица 2.5 – Зависимость коэффициента сопротивления качению от скорости

$V_a$ , км/ч	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	93,4
$f$ , %	1,80	1,81	1,84	1,88	1,94	2,03	2,12	2,24	2,38	2,53	2,59

Таблица 2.6 – Скорость  $V_a$  и динамический фактор  $D$  при движении на передаче

$n_e$	Номер передачи											
	II*		II		III		IV		V		VI	
	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$
мин <sup>-1</sup>	км/ч	%	км/ч	%	км/ч	%	км/ч	%	км/ч	%	км/ч	%
1000	2,0	69,75	4,2	33,74	5,9	23,83	8,2	17,16	10,4	13,43	14,5	9,64
1100	2,2	70,32	4,6	34,01	6,5	24,02	9,0	17,29	11,5	13,53	15,9	9,71
1200	2,4	70,65	5,0	34,17	7,1	24,14	9,8	17,38	12,5	13,59	17,4	9,75
1300	2,6	70,76	5,4	34,23	7,6	24,17	10,6	17,40	13,5	13,61	18,8	9,76
1400	2,8	70,65	5,8	34,17	8,2	24,13	11,4	17,37	14,6	13,59	20,3	9,74
1500	3,0	70,31	6,2	34,01	8,8	24,02	12,2	17,29	15,6	13,52	21,7	9,69
1600	3,2	69,75	6,6	33,73	9,4	23,82	13,1	17,14	16,7	13,41	23,2	9,60
1700	3,4	68,96	7,1	33,35	10,0	23,55	13,9	16,95	17,7	13,25	24,6	9,48
1800	3,6	67,95	7,5	32,86	10,6	23,20	14,7	16,70	18,8	13,05	26,1	9,34
1900	3,8	66,71	7,9	32,26	11,2	22,78	15,5	16,39	19,8	12,81	27,5	9,16
2000	4,0	65,24	8,3	31,55	11,8	22,28	16,3	16,03	20,8	12,52	29,0	8,94
2100	4,2	63,55	8,7	30,73	12,3	21,70	17,1	15,61	21,9	12,19	30,4	8,70
2200	4,4	61,64	9,1	29,81	12,9	21,04	17,9	15,13	22,9	11,82	31,9	8,42
2300	4,6	59,50	9,5	28,77	13,5	20,31	18,8	14,60	24,0	11,40	33,3	8,12



Таблица 2.7 – Скорость  $V_a$  и динамический фактор  $D$  при движении на передаче

$n_e$	Номер передачи					
	VII		VIII		IX	
	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$	$V_a$	$D$
мин <sup>-1</sup>	км/ч	%	км/ч	%	км/ч	%
1000	20,5	6,77	28,6	4,81	40,6	3,26
1100	22,6	6,82	31,4	4,83	44,7	3,25
1200	24,7	6,84	34,3	4,84	48,7	3,23
1300	26,7	6,84	37,1	4,82	52,8	3,19
1400	28,8	6,81	40,0	4,79	56,9	3,13
1500	30,8	6,77	42,8	4,74	60,9	3,06
1600	32,9	6,70	45,7	4,67	65,0	2,98
1700	34,9	6,60	48,5	4,59	69,1	2,88
1800	37,0	6,49	51,4	4,48	73,1	2,76
1900	39,0	6,35	54,3	4,36	77,2	2,64
2000	41,1	6,19	57,1	4,22	81,2	2,49
2100	43,1	6,00	60,0	4,07	85,3	2,33
2200	45,2	5,80	62,8	3,90	89,4	2,16
2300	47,2	5,57	65,7	3,70	93,4	2,1

На рисунке 2.4 представлена динамическая характеристика автомобиля.

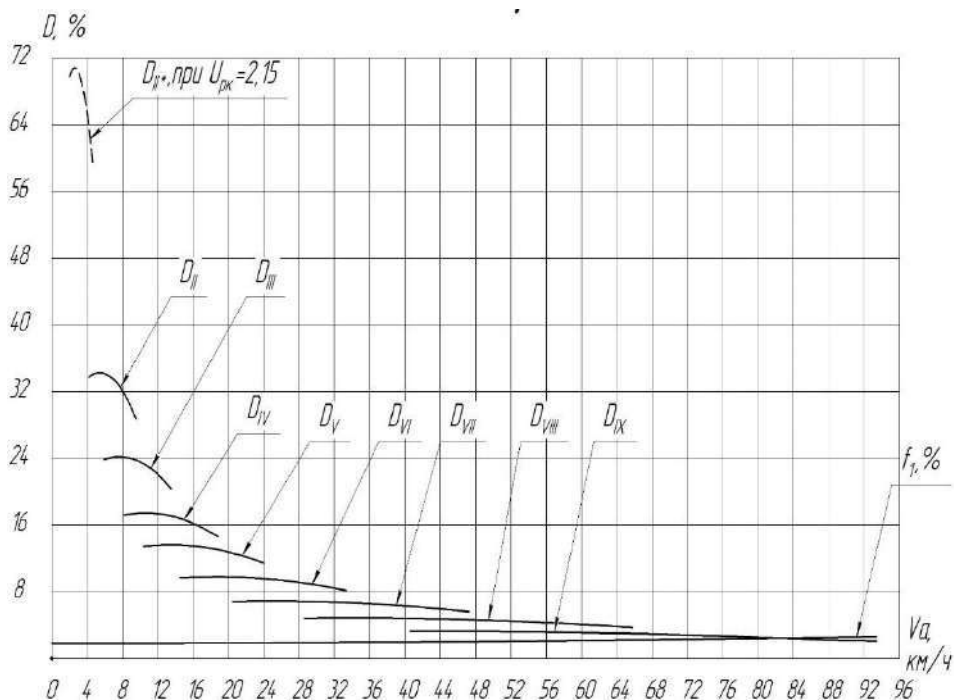


Рисунок 2.3 – Динамическая характеристика автомобиля

## 2.5 Определение максимальных углов подъема, преодолеваемых автомобилем.

Максимальный угол подъема, преодолеваемый автомобилем, определяется по формуле:

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{D - f_0 \cdot \sqrt{1 - D^2 + f_0^2}}{1 + f_0^2}. \quad (2.15)$$

На второй передаче в коробке передач максимальный угол подъема, при  $P_{K\max} = 180489$  Н;  $u_{pk} = 2,15$ ;  $D = 0,7076$  и  $V_a = 1,5$  км/ч будет равен:

$$\begin{aligned} \alpha_{\max} &= \arcsin \frac{0,7076 - (0,018 + 0,075 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5^2) \cdot \sqrt{1 - 0,7076^2 + (0,018 + 0,075 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5^2)^2}}{1 + (0,018 + 0,075 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5^2)^2} \\ &= 0,69, \end{aligned}$$

$$\alpha_{\max} = 43,6^\circ.$$

На восьмой (прямой) передаче в коробке передач максимальный угол подъема, при  $P_{K\max} = 12690$  Н;  $u_{pk} = 1,04$ ;  $D = 0,0482$  и  $V_a = 37,1$  км/ч будет равен:

$$\begin{aligned} \alpha_{\max} &= \arcsin \frac{0,0482 - (0,018 + 0,075 \cdot 10^{-5} \cdot 37,1^2) \cdot \sqrt{1 - 0,0482^2 + (0,018 + 0,075 \cdot 10^{-5} \cdot 37,1^2)^2}}{1 + (0,018 + 0,075 \cdot 10^{-5} \cdot 37,1^2)^2} = 0,028817, \\ \alpha_{\max} &= 1,7^\circ. \end{aligned}$$

Максимальный по сцеплению угол подъема определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = 0,8 - f_1, \quad (2.16)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = 0,8 - 0,018 = 0,782,$$

$$\alpha_{\max} = 38^\circ.$$

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

## 2.6 Характеристика ускорений автомобиля

Характеристика ускорений автомобиля представляет собой зависимость ускорений  $j$  [м/с<sup>2</sup>] от скорости  $V_a$  [км/ч] его движения при разгоне автомобиля на каждой передаче.

Указанные зависимости строятся только для дороги с коэффициентом  $f_{01} = 0,015$  и при полной нагрузке автомобиля или автопоезда. Если автомобиль снабжён раздаточной коробкой, делителем и демультипликатором, то характеристика ускорений строится лишь для передаточных чисел основной коробки передач и высшей в раздаточной коробке, прямой в делителе и высшей в демультипликаторе.

Коэффициент  $\delta_{вр}$ , учитывающий влияние инерции вращающихся масс автомобиля на его ускорения, следует вычислять с учётом реальных значений моментов инерции вращающихся частей двигателя и колёс или по формуле:

$$\delta_{вр} = 1 + \sigma \cdot U_{кп}^2, \quad (2.17)$$

где  $\sigma = 0,04 \dots 0,09$  – коэффициент, учитывающий конструкцию трансмиссии и тип шин.

Для расчета примем  $\sigma = 0,06$ .

Расчёт ведётся по следующей формуле:

$$j = \frac{D - f}{\delta_{вр}} \cdot g. \quad (2.18)$$

Расчёт коэффициента, учитывающего конструкцию трансмиссии и тип шин:

для второй передачи:  $\delta_{вр2} = 1 + 0,06 \cdot 6,88^2 = 3,84$ ,

для третьей передачи:  $\delta_{вр3} = 1 + 0,06 \cdot 4,86^2 = 2,42$ ,

для четвёртой передачи:  $\delta_{вр4} = 1 + 0,06 \cdot 3,5^2 = 1,74$ ,

для пятой передачи:  $\delta_{вр5} = 1 + 0,06 \cdot 2,74^2 = 1,45$ ,

для шестой передачи:  $\delta_{вр6} = 1 + 0,06 \cdot 1,97^2 = 1,23$ ,

для седьмой передачи:  $\delta_{вр7} = 1 + 0,06 \cdot 1,39^2 = 1,12$ ,

для восьмой передачи:  $\delta_{вр8} = 1 + 0,06 \cdot 1^2 = 1,06$ ,

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

для девятой передачи:  $\delta_{вр9}=1+0,06 \cdot 0,703^2 = 1,03$ .

Результаты расчетов  $j$  сведены в таблицу 2.8 и 2.9.

Таблица 2.8 – Ускорения автомобиля

$n_e$	Ускорения $j$											
	II		III		IV		V		VI		VII	
	$V_a$	$j$	$V_a$	$j$	$V_a$	$j$	$V_a$	$j$	$V_a$	$j$	$V_a$	$j$
$\text{мин}^{-1}$	км/ч	м/с <sup>2</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>
1000	4,2	0,815	5,9	0,892	8,2	0,865	10,4	0,786	14,5	0,624	20,5	0,434
1100	4,6	0,822	6,5	0,900	9,0	0,873	11,5	0,793	15,9	0,630	22,6	0,438
1200	5,0	0,826	7,1	0,904	9,8	0,877	12,5	0,797	17,4	0,633	24,7	0,439
1300	5,4	0,828	7,6	0,906	10,6	0,879	13,5	0,798	18,8	0,634	26,7	0,439
1400	5,8	0,826	8,2	0,904	11,4	0,877	14,6	0,796	20,3	0,632	28,8	0,437
1500	6,2	0,822	8,8	0,900	12,2	0,872	15,6	0,792	21,7	0,627	30,8	0,432
1600	6,6	0,815	9,4	0,892	13,1	0,864	16,7	0,784	23,2	0,620	32,9	0,426
1700	7,1	0,805	10,0	0,881	13,9	0,853	17,7	0,773	24,6	0,611	34,9	0,418
1800	7,5	0,793	10,6	0,867	14,7	0,839	18,8	0,760	26,1	0,599	37,0	0,407
1900	7,9	0,777	11,2	0,849	15,5	0,821	19,8	0,743	27,5	0,585	39,0	0,395
2000	8,3	0,759	11,8	0,829	16,3	0,801	20,8	0,724	29,0	0,567	41,1	0,380
2100	8,7	0,738	12,3	0,806	17,1	0,777	21,9	0,701	30,4	0,548	43,1	0,364
2200	9,1	0,715	12,9	0,779	17,9	0,750	22,9	0,676	31,9	0,526	45,2	0,345
2300	9,5	0,688	13,5	0,749	18,8	0,721	24,0	0,648	33,3	0,501	47,2	0,325

Таблица 2.9 – Ускорения автомобиля

n <sub>e</sub>	Ускорения j			
	VIII		IX	
	Va	j	Va	j
мин <sup>-1</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>	км/ч	м/с <sup>2</sup>
1000	28,6	0,277	40,6	0,135
1100	31,4	0,278	44,7	0,134
1200	34,3	0,278	48,7	0,130
1300	37,1	0,276	52,8	0,125
1400	40,0	0,273	56,9	0,119
1500	42,8	0,268	60,9	0,111
1600	45,7	0,261	65,0	0,102
1700	48,5	0,252	69,1	0,091
1800	51,4	0,242	73,1	0,079
1900	54,3	0,230	77,2	0,065
2000	57,1	0,217	81,2	0,050
2100	60,0	0,201	85,3	0,033
2200	62,8	0,185	89,4	0,015
2300	65,7	0,166	93,4	0,008

Характеристика ускорений автомобиля представлена на рисунке 2.4.

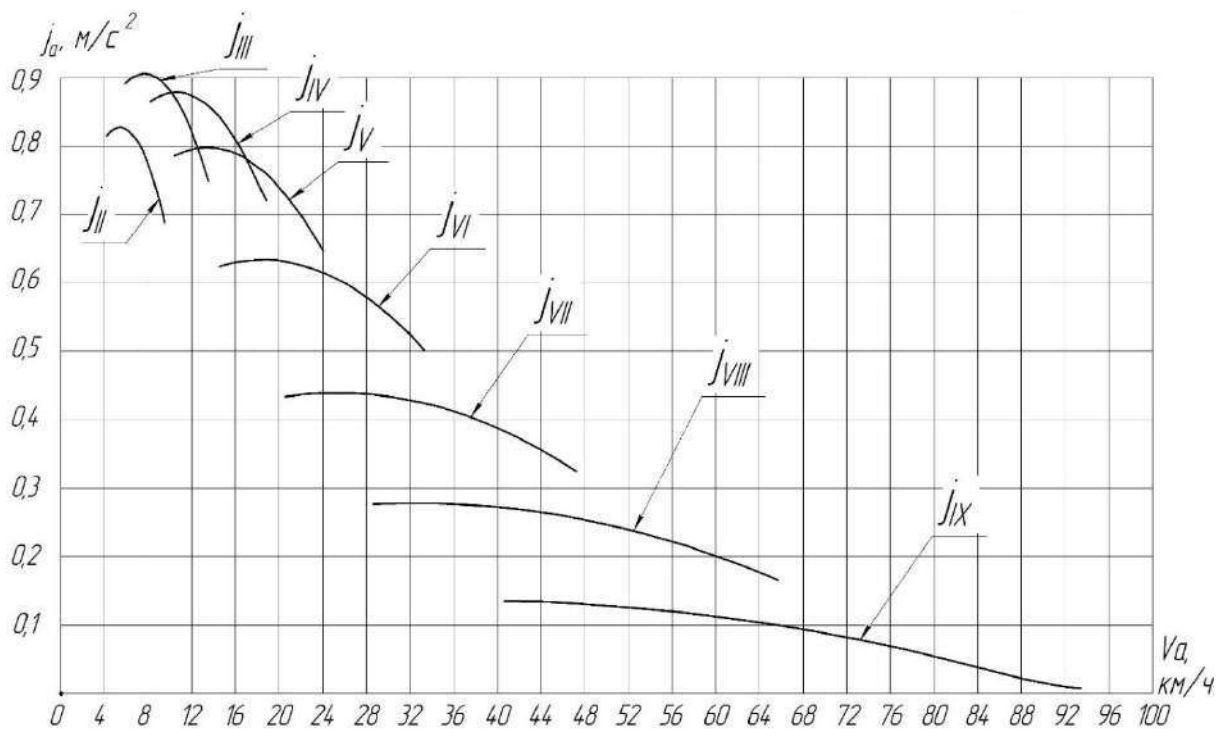


Рисунок 2.4 – Характеристика ускорений автомобиля

## 2.7 Характеристика разгона автомобиля

Характеристика разгона автомобиля по времени – это зависимость времени  $t$  (с) от скорости движения автомобиля  $v$  (км/ч) с полностью открытой дроссельной заслонкой или рейкой насоса, установленной в положение полной подачи топлива насосом.

При построении зависимости следует принять, что ускорение автомобиля в процессе трогания с места и буксования сцепления нарастает по линейному закону от  $j = 0$  до  $j = j_0$ . Это допущение позволяет аналитически определить время разгона автомобиля  $t_0$  до скорости  $V_{\min}$ .

$$t_0 = \frac{V_{\min}}{3,6 \cdot j_{\text{срт}}}, \quad (2.19)$$

где  $j_{\text{срт}}$  – среднее ускорение при трогании с места до достижения  $V_{\min}$ , м/с<sup>2</sup>;

$V_{\min}$  – минимальная скорость автомобиля.

$$j_{\text{срт}} = 0,5 \cdot j_0, \quad (2.20)$$

$j_0$  – ускорение при минимальной устойчивой скорости автомобиля, м/с<sup>2</sup>.

$$j_{\text{срт}} = 0,5 \cdot 0,815 = 0,4075 \text{ м/с}^2,$$

$$t_0 = \frac{4,2}{3,6 \cdot 0,4075} = 2,9 \text{ с.}$$

Время разгона автомобиля в заданном интервале скоростей определяется по формуле:

$$t_i = \frac{\Delta V_i}{3,6 \cdot j_{\text{иср}}}, \quad (2.21)$$

где  $\Delta V_i$  – изменение скорости автомобиля в интервале скоростей для которого определяется время разгона, км/ч;

$j_{\text{иср}}$  – среднее ускорение в данном интервале скоростей, м/с<sup>2</sup>.

$$\Delta V_i = V_{i+1} - V_i, \quad (2.22)$$

$$j_{\text{иср}} = \frac{j_i + j_{i+1}}{2}. \quad (2.23)$$

Общее время разгона машины на  $k$  передачах складывается из времени  $t_0$ , затрачиваемого на разгон машины до минимальной скорости на первой передаче, времени разгона на всех передачах и времени, затрачиваемого на переключение передач.

$$t_{\text{разг}} = t_0 + \sum_{i=1}^k t_i + \sum_{i=1}^{k-1} t_{\text{пн}}, \quad (2.24)$$

где  $\sum_{i=1}^k t_i$  - продолжительность разгона на всех передачах, с;

$\sum_{i=1}^{k-1} t_{\text{пн}}$  - время, затраченное на переключение передач, с.

$$\sum_{i=1}^{k-1} t_{\text{пн}} = (k - 1) \cdot t_{\text{п}}, \quad (2.25)$$

$t_{\text{п}}$  - время переключения передачи, принимаемое для легковых автомобилей равным 0,8... 1 с, для грузовых и автобусов 1,5... 2 с.

Примем  $t_{\text{п}} = 1,7$  с.

Все расчеты сведем в таблицу 2.10.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.10 – Данные разгона автомобиля по времени

Включенные пере- дачи	Интервал $V_i$ , км/ч	Интервал $j_i$ , м/с <sup>2</sup>	$\Delta V_i$ , км/ч	$j_{иср}$ , м/с <sup>2</sup>	$t_i$ , с	$t_{п}$ , с
II	4,2-6,2	0,815-0,822	2	0,819	0,7	
II	6,2-8,3	0,822-0,759	2,1	0,791	0,7	
II→III	-	-	-	-	-	1,7
III	8,3-11,8	0,904-0,829	3,5	0,867	1,1	
III→IV	-	-	-	-	-	1,7
IV	11,8-16,3	0,877-0,801	4,5	0,839	1,5	
IV→V	-	-	-	-	-	1,7
V	16,3-20,8	0,792-0,724	4,5	0,758	1,6	
V→VI	-	-	-	-	-	1,7
VI	20,8-29,0	0,632-0,567	8,2	0,6	3,8	
VI→VII	-	-	-	-	-	1,7
VII	29,0-41,1	0,437-0,380	12,1	0,409	8,2	
VII→VIII	-	-	-	-	-	1,7
VIII	41,1-57,1	0,273-0,217	16	0,245	18	
VIII→IX	-	-	-	-	-	1,7
IX	57,1-81,2	0,119-0,050	24,1	0,085	78,8	
IX	81,2-93,4	0,050-0,008	12,2	0,029	116,9	

Общее время разгона будет равно:

$$t_{\text{разг}} = 2,9 + 231,3 + (8 - 1) \cdot 1,7 = 246 \text{ с.}$$

Характеристика разгона автомобиля по пути – это зависимость пути разгона  $S$  [м] от скорости движения автомобиля  $V_a$  [км/ч] с полностью открытой дроссельной заслонкой или при перемещении рейки топливного насоса автомобильного двигателя в положение полной подачи топлива.

Общий путь разгона автомобиля на  $k$  передачах складывается из путей, пройденных за время разгона до минимальной скорости на первой передаче, за время разгона на всех передачах и за время переключения передач:

$$S = S_0 + \sum_{i=1}^k S_i + S_{п}, \quad (2.26)$$

где  $S_0$  – путь разгона от 0 до  $V_{1\text{min}}$ , м.



$$S_0 = \frac{V_{2min} \cdot t_0}{3,6 \cdot 2}, \quad (2.27)$$

$$S_0 = \frac{4,2 \cdot 2,9}{3,6 \cdot 2} = 1,7 \text{ м.}$$

$\sum_{i=1}^k S_i$  - путь, пройденный за время разгона на всех передачах, м.

$$\sum_{i=1}^k S_i = \sum_{i=1}^k \frac{V_{icp} \cdot t_i}{3,6}, \quad (2.28)$$

$V_{icp}$  – средняя скорость в выбранном интервале, м/с;

$S_{\pi}$  - путь, пройденный за время переключения передач, м.

$$S_{\pi} = \sum_{i=1}^k \frac{V_{a+1} \cdot t_{\pi}}{3,6}. \quad (2.29)$$

При определении пути  $S_0$  принято, что скорость машины в процессе трогания с места и буксования сцепления нарастает по линейному закону от  $V = 0$  до  $V_{i1}$ .

Все расчеты сведем в таблицу 2.11.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Таблица 2.11 – Данные разгона автомобиля по пути

Включенные передачи	Интервал $V_i$ , км/ч	$V_{icp}$ , км/ч	$t_{п}$ , с	$t_i$ , с	$S_i$ , м	$S_{п}$ , м
II	4,2-6,2	5,2		0,7	1,82	
II	6,2-8,3	7,25		0,7	1,4	
II→III	-	-	1,7	-	-	3,9
III	8,3-11,8	10,1		1,1	3,09	
III→IV	-	-	1,7	-	-	5,6
IV	11,8-16,3	14,1		1,5	5,9	
IV→V	-	-	1,7	-	-	7,7
V	16,3-20,8	18,6		1,6	8,3	
V→VI	-	-	1,7	-	-	9,8
VI	20,8-29,0	24,9		3,8	26,3	
VI→VII	-	-	1,7	-	-	13,7
VII	29,0-41,1	35,1		8,2	80	
VII→VIII	-	-	1,7	-	-	19,4
VIII	41,1-57,1	49,1		18	245,5	
VIII→IX	-	-	1,7	-	-	26,9
IX	57,1-81,2	69,2		78,8	1514,7	
IX	81,2-93,4	87,3		116,9	2835	

Путь, пройденный за время разгона на всех передачах будет равен:

$$\sum_{i=1}^k S_i = 1,82 + 1,4 + 3,09 + 5,9 + 8,3 + 26,3 + 80 + 245,5 + 1514,7 + 2835 = 4722 \text{ м.}$$

Путь, пройденный за время переключения передач:

$$S_{п} = 3,9 + 5,6 + 7,7 + 9,8 + 13,7 + 19,4 + 26,9 = 87 \text{ м.}$$

Тогда общий путь разгона автомобиля будет равен:

$$S = 1,7 + 4722 + 87 = 4811 \text{ м.}$$

На рисунке 2.5 представлена характеристика разгона автомобиля по времени и пути.

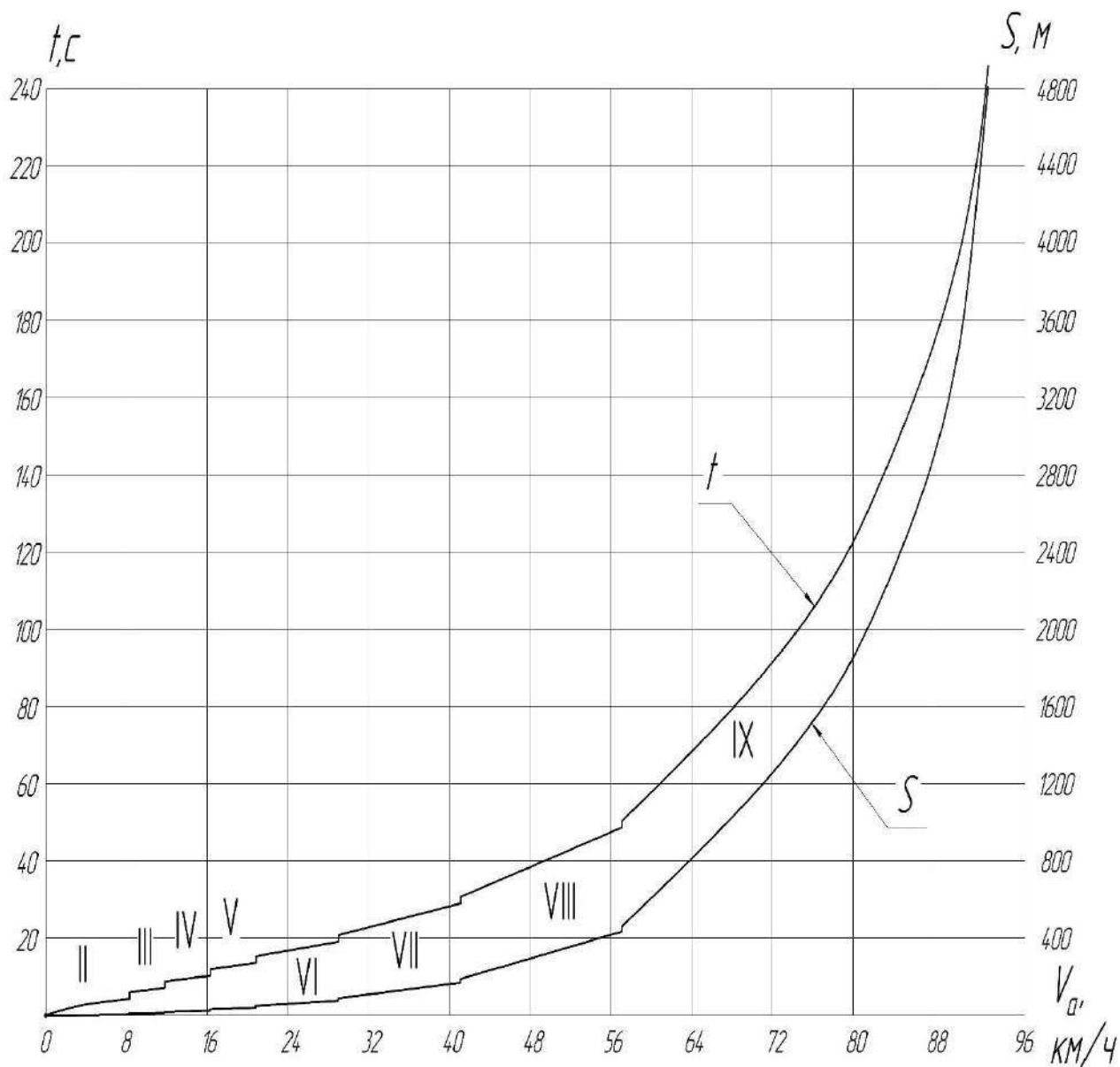


Рисунок 2.5 – Характеристика разгона автомобиля по времени и пути

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.675 ПЗ

Лист

46



Таблица 2.13 - Скорость автомобиля  $V_a$  и сила тяги  $P_k$  при движении на передаче

$n_e$	Номер передачи									
	II*		II		III		IV		V	
	$V_a^*$	$N_{K_i}^*$	$V_a$	$N_{K_i}$	$V_a$	$N_{K_i}$	$V_a$	$N_{K_i}$	$V_a$	$N_{K_i}$
мин <sup>-1</sup>	км/ч	кВт	км/ч	кВт	км/ч	кВт	км/ч	кВт	км/ч	кВт
1000	2,0	98,8	4,2	100,4	5,9	99,6	8,2	99,7	10,4	99,0
1100	2,2	109,6	4,6	110,9	6,5	110,6	9,0	110,3	11,5	110,4
1200	2,4	120,1	5,0	121,1	7,1	121,4	9,8	120,7	12,5	120,5
1300	2,6	130,4	5,4	131,0	7,6	130,2	10,6	130,8	13,5	130,4
1400	2,8	140,2	5,8	140,4	8,2	140,3	11,4	140,4	14,6	140,8
1500	3,0	149,4	6,2	149,4	8,8	149,8	12,2	149,6	15,6	149,7
1600	3,2	158,1	6,6	157,8	9,4	158,7	13,1	159,3	16,7	159,0
1700	3,4	166,1	7,1	167,8	10,0	166,9	13,9	167,1	17,7	166,6
1800	3,6	173,3	7,5	174,6	10,6	174,4	14,7	174,1	18,8	174,3
1900	3,8	179,6	7,9	180,6	11,2	180,9	15,5	180,3	19,8	180,3
2000	4,0	184,9	8,3	185,6	11,8	186,4	16,3	185,4	20,8	185,2
2100	4,2	189,1	8,7	189,5	12,3	189,3	17,1	189,5	21,9	190,0
2200	4,4	192,2	9,1	192,2	12,9	192,5	17,9	192,4	22,9	192,7
2300	4,6	193,9	9,5	193,7	13,5	194,5	18,8	195,0	24,0	194,9

Таблица 2.14 - Скорость автомобиля  $V_a$  и сила тяги  $P_k$  при движении на передаче

$n_e$	Номер передачи							
	VI		VII		VIII		IX	
	$V_a$	$N_{K_i}$	$V_a$	$N_{K_i}$	$V_a$	$N_{K_i}$	$V_a$	$N_{K_i}$
мин <sup>-1</sup>	км/ч	кВт	км/ч	кВт	км/ч	кВт	км/ч	кВт
1000	14,5	99,3	20,5	99,0	28,6	99,4	40,6	99,2
1100	15,9	109,7	22,6	110,0	31,4	110,0	44,7	110,0
1200	17,4	120,6	24,7	120,8	34,3	120,7	48,7	120,6
1300	18,8	130,6	26,7	130,8	37,1	130,8	52,8	130,9
1400	20,3	140,7	28,8	140,9	40,0	140,8	56,9	140,7
1500	21,7	149,7	30,8	149,9	42,8	149,9	60,9	150,0
1600	23,2	158,8	32,9	158,9	45,7	158,8	65,0	158,7
1700	24,6	166,5	34,9	166,6	48,5	166,6	69,1	166,7
1800	26,1	174,0	37,0	174,1	51,4	174,0	73,1	174,0
1900	27,5	180,0	39,0	180,1	54,3	180,4	77,2	180,3
2000	29,0	185,7	41,1	185,7	57,1	185,6	81,2	185,6
2100	30,4	189,6	43,1	189,7	60,0	190,0	85,3	189,8
2200	31,9	193,0	45,2	192,9	62,8	192,8	89,4	192,9
2300	33,3	194,4	47,2	194,5	65,7	194,7	93,4	194,7

Мощностной баланс автомобиля представлен на рисунке 2.6.

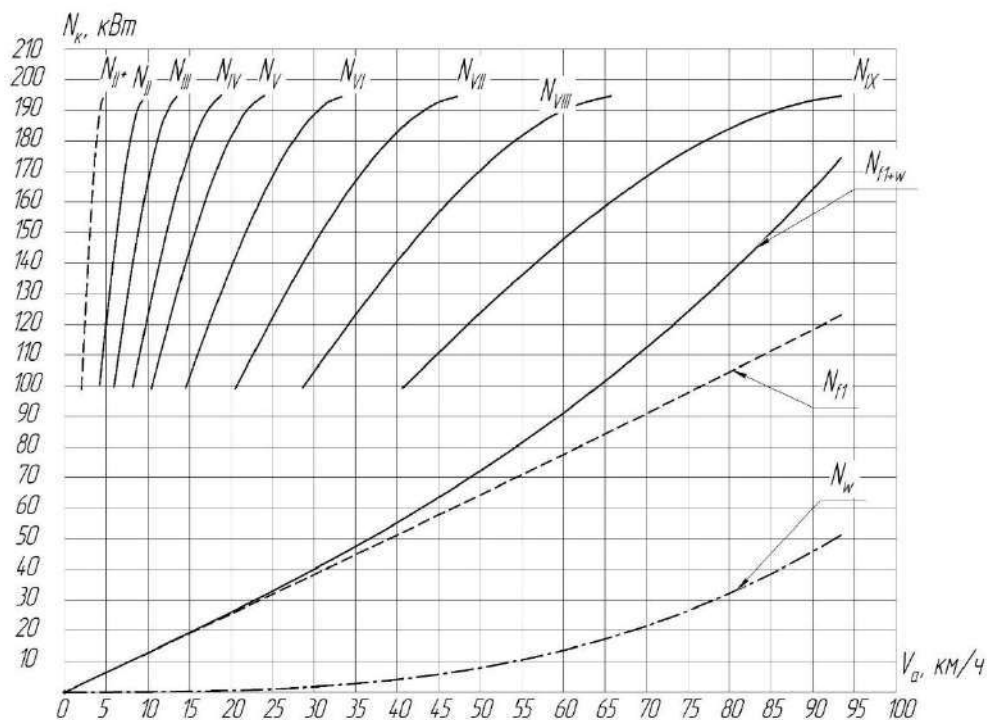


Рисунок 2.6 – Мощностной баланс автомобиля

## 2.9 Экономическая характеристика автомобиля

Экономическая характеристика автомобиля - это зависимость путевого расхода топлива  $Q_s$  [л/100 км] от скорости установившегося движения  $V_a$  [км/ч].

Известно, что расход топлива автомобилем на 100 км равен:

$$Q_s = \left(\frac{g_e}{10}\right) \cdot \left(\frac{N_e}{V \cdot \rho_T}\right), \quad (2.33)$$

$\rho_T$  – плотность топлива, кг/л.

Для дизельного топлива  $\rho_T = 0,82$  кг/л.

Удельный расход топлива зависит как от частоты вращения коленчатого вала, так и от степени использования мощности двигателя.

По методике И.С. Шлиппе  $g_e$  можно представить в виде функции:

$$g_e = g_{eN} \cdot \kappa_{и} \cdot \kappa_{об}, \quad (2.34)$$

$\kappa_{и}$  – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от степени использования мощности двигателя;

$\kappa_{об}$  – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Мощность, необходимая для установившегося движения автомобиля, определяется по формуле:

$$N_e = \frac{(N_{\psi} + N_w)}{\eta_{тр}}. \quad (2.35)$$

Мощность на преодоление силы сопротивления воздуха найдем по формуле:

$$N_w = \frac{C_x \cdot F \cdot V_a^3}{3,6^3 \cdot 1000}. \quad (2.36)$$

$N_{\psi}$  – мощность, затрачиваемая на преодоление силы сопротивления дороги, кВт, определяется по формуле:

$$N_{\psi} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot V_a}{3600}, \quad (2.37)$$

$\psi$  – коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\psi = f_{1,2}.$$

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50





Таблица 2.15 – Данные экономической характеристики автомобиля

Номер передачи	V, км/ч	$n_e/n_{eN}$	$K_{об}$	$N_w$ , кВт	$N_{\psi}$ , кВт	U	$K_u$	$\frac{g_e, \text{г}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}}$	$N_e$ , кВт	$Q_s$ , л/100 км
VIII <sup>1</sup>	32,8	0,5	1	4,6	43	0,2	2,35	562	56	116
	39,4	0,6	0,96	7,9	51	0,3	1,9	436	70	94
	52,5	0,8	0,95	18,7	68	0,4	1,5	341	103	81
	59,1	0,9	0,97	26,6	77	0,5	1,2	278	122	70
	65,7	1	1	36,6	86	0,6	0,85	203	144	54
VIII <sup>2</sup>	32,8	0,5	1	4,6	71	0,4	1,5	359	89	119
	39,4	0,6	0,96	7,9	86	0,5	1,2	275	110	94
	52,5	0,8	0,95	18,7	114	0,7	0,55	125	156	45
	59,1	0,9	0,97	26,6	128	0,8	0,6	139	182	52
	65,7	1	1	36,6	143	0,9	0,9	215	211	84
IX <sup>1</sup>	47	0,5	1	13	61	0,4	1,5	359	87	82
	56	0,6	0,96	23	73	0,5	1,2	275	113	68
	75	0,8	0,95	54	98	0,8	0,6	136	178	40
	84	0,9	0,97	77	110	1,0	1	232	219	74
	93,4	1	1	105	122	1,2	-	-	-	-
IX <sup>2</sup>	47	0,5	1	13	101	0,6	0,85	203	135	72
	56	0,6	0,96	23	122	0,7	0,55	126	170	47
	75	0,8	0,95	54	163	1	1	227	255	94
	84	0,9	0,97	77	183	1,3	-	-	-	-
	93,4	1	1	105	203	1,6	-	-	-	-

Топливо-экономическая характеристика автомобиля представлена на рисунке 2.8.

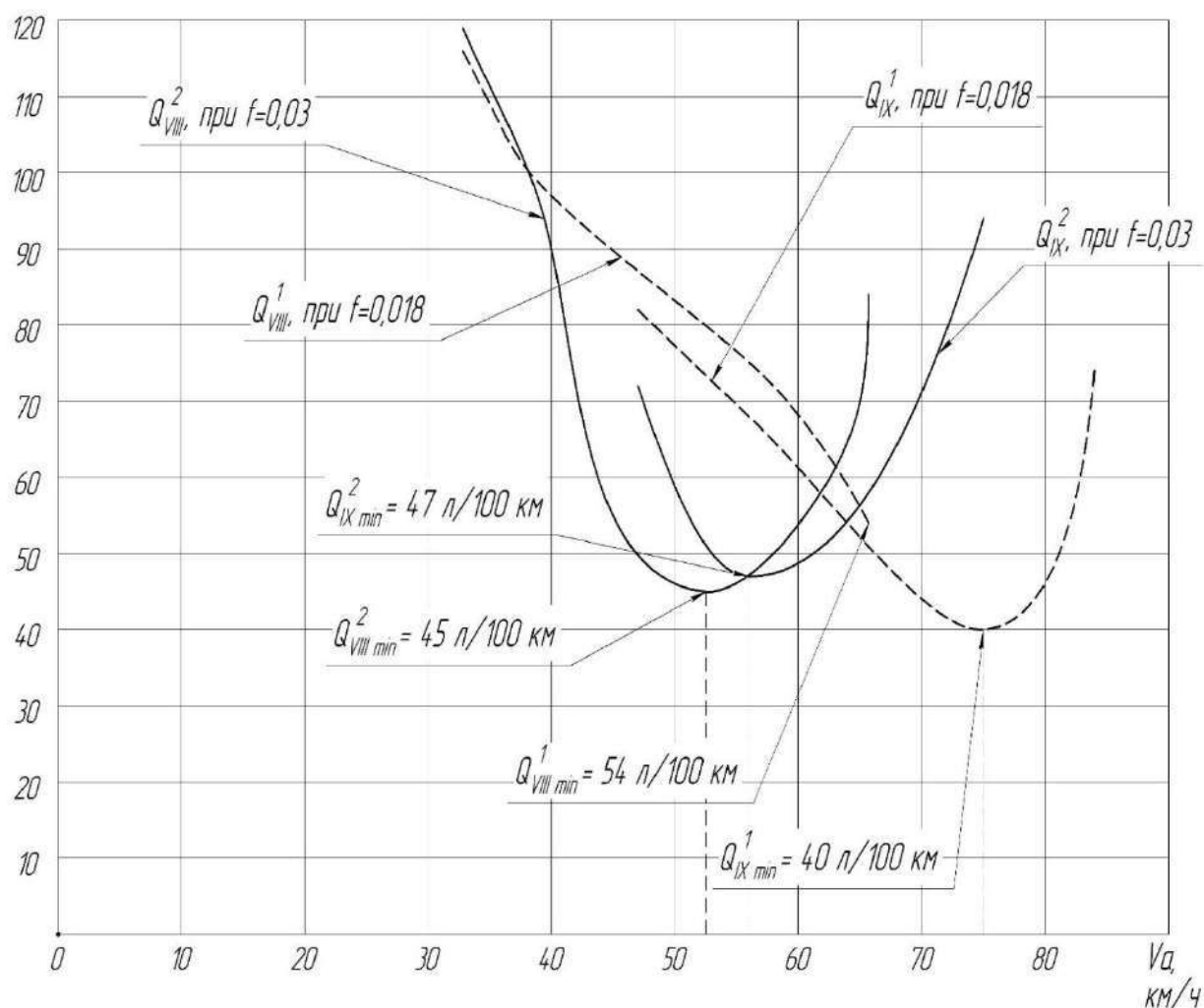


Рисунок 2.8 – Топливо-экономическая характеристика автомобиля

### Вывод по разделу два

В данном разделе дипломного проекта были определены основные тягово-динамические показатели проектируемого автомобиля Урал-NEXT 6х6 с коробкой передач ЯМЗ-1909, построенные графики.

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Расчет развесовки силового агрегата на опорах двигателя в статическом положении

Для определения деформаций упругих элементов передних и задних опор двигателя, необходимо произвести расчет развесовки силового агрегата на опорах двигателя в статическом положении. Для этого составим расчетную схему (рисунок 3.1).

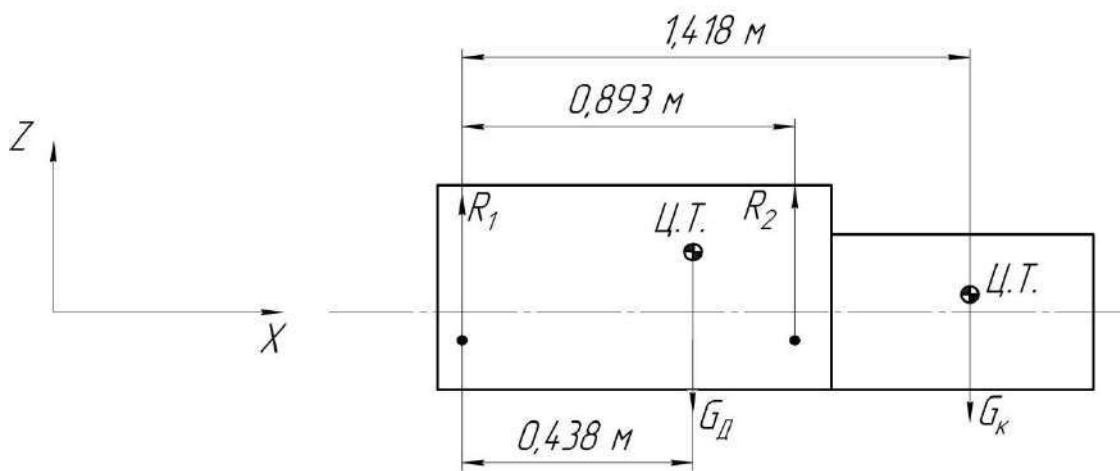


Рисунок 3.1 – Расчетная схема развесовки силового агрегата

Из расчетной схемы составим уравнение сумм сил и моментов.

$$\begin{cases} \sum F_z: R_1 + R_2 - G_d - G_k = 0 \\ \sum M_z: -G_d \cdot 0,438 - G_k \cdot 1,418 + R_2 \cdot 0,893 = 0 \end{cases}, \quad (3.1)$$

$$R_1 = G_d + G_k - R_2,$$

$$R_2 = \frac{G_d \cdot 0,438 + G_k \cdot 1,418}{0,893},$$

$R_1$  – реакция передней опоры двигателя, Н;

$R_2$  – реакция задней опоры двигателя, Н;

$G_d$  – вес двигателя, Н;

$G_k$  – вес коробки передач, Н.

$$G_d = m_d \cdot g, \quad (3.2)$$

$m_d$  – масса двигателя, кг. Масса двигателя равна  $m_d = 720$  кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ .

$$G_d = 720 \cdot 9,8 = 7056 \text{ Н},$$

$$G_k = m_k \cdot g, \quad (3.3)$$

$m_k$  – масса коробки передач, кг. Масса коробки равна  $m_k = 365$  кг.

$$G_k = 365 \cdot 9,8 = 3577 \text{ Н}.$$

Реакции опор двигателя будут равны:

$$R_2 = \frac{7056 \cdot 0,438 + 3577 \cdot 1,418}{0,893} = 9141 \text{ Н},$$

$$R_1 = 7056 + 3577 - 9135 = 1498 \text{ Н}.$$

Для передней опоры выбран упругий элемент производства АЗ Урал, изготавливаемый из резиновой смеси 7-57-2003, график испытаний приведен на рисунке 3.2.

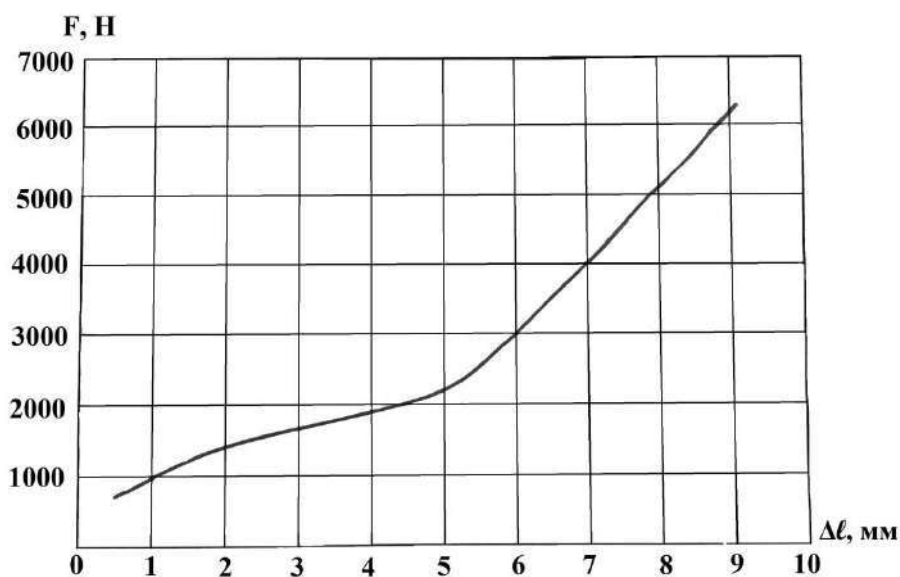


Рис. 3.2 – Упругая характеристика передней опоры производства АЗ Урал.

Для задней опоры выбран упругий элемент производства ПФ «АМТ», график испытаний приведен на рисунке 3.3.

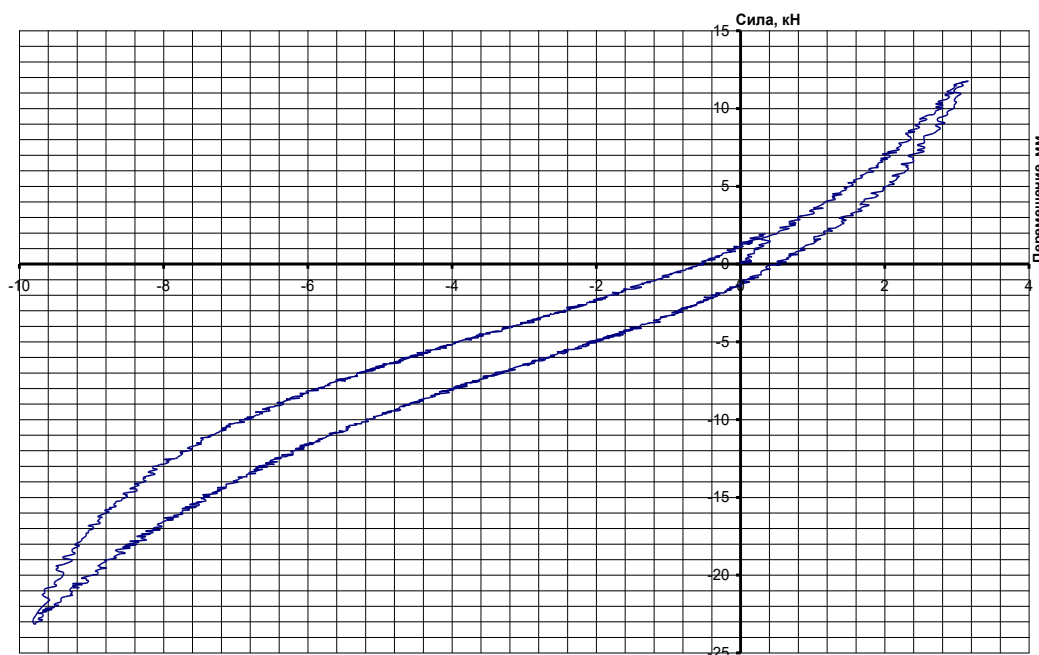


Рис. 3.3 – Упругая характеристика задней опоры производства ПФ «АМТ»

Т.к. спереди и сзади установлены по 2 опоры, то для нахождения деформации по графикам испытаний, найденные нами силы  $R_1$  и  $R_2$  необходимо поделить пополам, тогда:

$l_1 \approx 0,9$  мм – деформация упругого элемента передней опоры двигателя;

$l_2 \approx 2,5$  мм – деформация упругого элемента задней опоры двигателя.

Разница между деформациями составит:

$$\Delta l = 2,5 - 0,9 = 1,6 \text{ мм.}$$

Коэффициенты жесткости опор найдем по формуле:

$$C_{xi} = \frac{R_i}{2 \cdot l_i}, \quad (3.4)$$

$C_{xi}$  – коэффициент жесткости упругого элемента опоры.

Тогда коэффициенты жесткости упругого элемента передних и задних опор будут равны:

$$C_{x1} = \frac{R_1}{2 \cdot l_1} = \frac{1498}{2 \cdot 0,9} = 832 \frac{\text{Н}}{\text{мм}},$$

$$C_{x2} = \frac{R_2}{2 \cdot l_2} = \frac{9141}{2 \cdot 2,5} = 1828 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}.$$

### 3.2 Определение изгибающего момента в плоскости заднего торца картера маховика двигателя

Для определения необходимости установки дополнительной опоры на рассматриваемую коробку передач, нужно определить изгибающий момент  $M_0$  в плоскости заднего торца картера маховика двигателя.

Условие работоспособности болтового соединения (не раскрытия стыка) между двигателем и коробкой передач в плоскости ЗТКМ имеет вид:

$$M_0 < [M_{и}], \quad (3.5)$$

где  $M_0$  – изгибающий момент в плоскости ЗТКМ;

$[M_{и}]$  – допускаемый изгибающий момент.

$$[M_{и}] = 700 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Составим расчетную схему (рисунок 3.4).

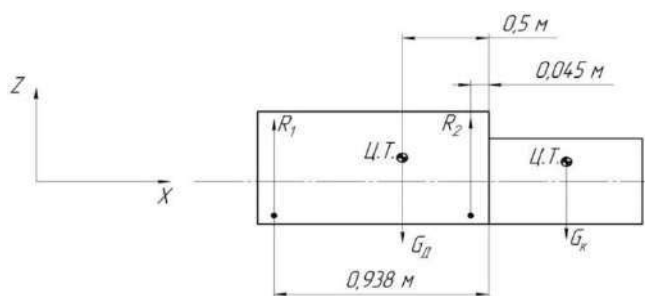


Рисунок 3.4 – Расчетная схема для определения изгибающего момента

По расчетной схеме составим уравнение сумм моментов, для нахождения изгибающего момента  $M_0$ .

$$M_0 + R_2 \cdot L_1 - G_{д} \cdot L_2 + R_1 \cdot L_3 = 0,$$

$$M_0 = G_{д} \cdot L_2 - R_1 \cdot L_3 - R_2 \cdot L_1,$$

$$M_0 = 7056 \cdot 0,5 - 1492 \cdot 0,938 - 9135 \cdot 0,045 = 1717 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

По расчетам получаем, что:

$$M_0 > [M_{и}],$$

$$1717 \text{ Нм} > 700 \text{ Нм},$$

значит необходимо установить дополнительную опору коробки передач.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

### 3.3 Расчет развесовки силового агрегата на опорах двигателя в статическом положении с установкой дополнительной опоры коробки передач

Для определения деформаций упругих элементов опор силового агрегата, необходимо произвести расчет развесовки на опорах в статическом положении. Для этого составим расчетную схему (рисунок 3.5).

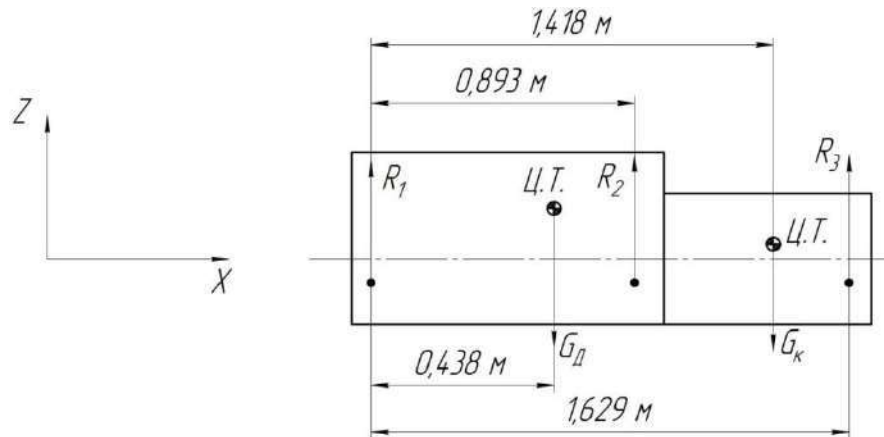


Рисунок 3.5 – Расчетная схема развесовки силового агрегата

Из расчетной схемы составим уравнение сумм сил и моментов.

$$\begin{cases} \sum F_z: R_1 + R_2 + R_3 - G_d - G_k = 0 \\ \sum M_z: G_d \cdot 438 - R_2 \cdot 893 + G_k \cdot 1418 - R_3 \cdot 1629 = 0' \\ R_i = 2 \cdot C_{xi} \cdot l_i - \text{уравнение связи} \end{cases} \quad (3.6)$$

Для определения зависимости между деформациями составим схему деформации упругих элементов опор (рисунок 3.6).

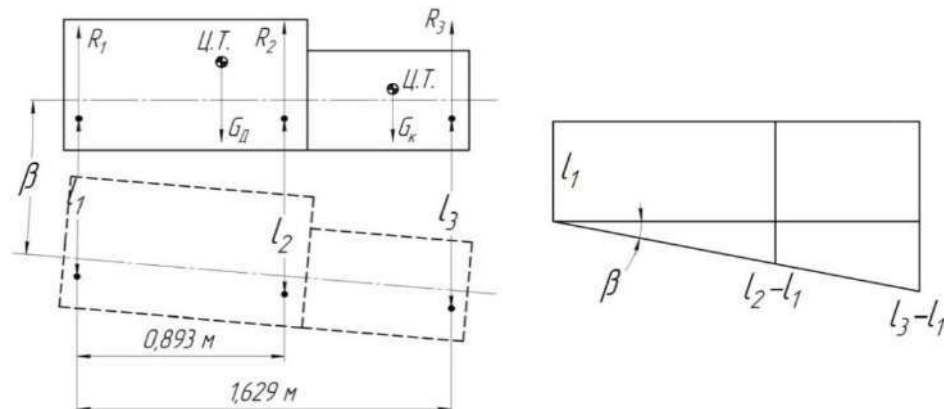


Рисунок 3.6 – Схема деформаций упругих элементов опор силового агрегата

Из данной схемы определим значение тангенса угла  $\beta$ .

$$\frac{l_2 - l_1}{893} = \frac{l_3 - l_1}{1629} = \operatorname{tg}\beta. \quad (3.7)$$

Из данного уравнения получим зависимость:

$$l_i - l_1 = L_i \cdot \operatorname{tg}\beta,$$

$L_i$  – расстояние между первой и  $i$ -ой опорой.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_z: 2 \cdot C_{x1} \cdot l_1 + 2 \cdot C_{x2} \cdot (893 \cdot \operatorname{tg}\beta + l_1) + 2 \cdot C_{x3} \cdot (1629 \cdot \operatorname{tg}\beta + l_1) - \\ \quad - G_d - G_k = 0 \\ \sum M_z: G_d \cdot 438 - 2 \cdot C_{x2} \cdot 893 \cdot (893 \cdot \operatorname{tg}\beta + l_1) + G_k \cdot 1418 - 2 \cdot C_{x3} \cdot \\ \quad \cdot 1629 \cdot (1629 \cdot \operatorname{tg}\beta + l_1) = 0 \end{array} \right. ,$$

Из первого уравнения системы выразим  $\operatorname{tg}\beta$ .

$$\operatorname{tg}\beta \cdot (C_{x2} \cdot 1786 + C_{x3} \cdot 3258) = G_d + G_k - 2 \cdot C_{x1} \cdot l_1 - 2 \cdot C_{x2} \cdot l_1 - 2 \cdot C_{x3} \cdot l_1,$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{G_d + G_k - 2 \cdot l_1 \cdot (C_{x1} + C_{x2} + C_{x3})}{C_{x2} \cdot 1786 + C_{x3} \cdot 3258}.$$

Жесткость упругого элемента дополнительной опоры коробки передач подберем исходя из жесткости передней и задней опоры двигателя. Примем  $C_{x3}$  равным:

$$C_{x3} = 500 \frac{H}{\text{мм}},$$

тогда:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{7056 + 3577 - 7320 \cdot l_1}{1828 \cdot 1786 + 500 \cdot 3258} = \frac{10633 - 6320 \cdot l_1}{4893808}.$$

Полученное выражение подставим во второе уравнение системы.

$$\begin{aligned} G_d \cdot 438 - 2 \cdot C_{x2} \cdot 893^2 \cdot \operatorname{tg}\beta - 2 \cdot C_{x2} \cdot 893 \cdot l_1 + G_k \cdot 1418 - 2 \cdot C_{x3} \cdot 1629^2 \cdot \operatorname{tg}\beta \\ - 2 \cdot C_{x3} \cdot 1629 \cdot l_1 = 0, \\ (C_{x2} \cdot 893^2 + C_{x3} \cdot 1629^2) \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}\beta + (C_{x2} \cdot 1786 + C_{x3} \cdot 3258) \cdot l_1 \\ = G_d \cdot 438 + G_k \cdot 1418, \\ (1828 \cdot 893^2 + 500 \cdot 1629^2) \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}\beta + (1828 \cdot 1786 + 500 \cdot 3258) \cdot l_1 \\ = 7056 \cdot 438 + 3577 \cdot 1418, \\ 2784557272 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}\beta + 4893808 \cdot l_1 = 8162714, \end{aligned}$$

						23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			59



$$2784557272 \cdot 2 \cdot \frac{10633 - 6320 \cdot l_1}{4893808} + 4893808 \cdot l_1 = 8162714,$$

$$12100269 - 7192110 \cdot l_1 + 4893808 \cdot l_1 = 8162714,$$

$$l_1 = \frac{-3937555}{-2298302},$$

$$l_1 = 1,7 \text{ мм.}$$

Тогда  $\text{tg}\beta$  будет равен:

$$\text{tg}\beta = \frac{10633 - 6320 \cdot 1,7}{4893808} = -0,000023.$$

Найдем деформации задней опоры двигателя и дополнительной опоры коробки передач.

$$l_2 = 893 \cdot (-0,000023) + 1,7 = 1,68 \text{ мм,}$$

$$l_3 = 1629 \cdot (-0,000023) + 1,7 = 1,66 \text{ мм.}$$

Реакции опор будут равны:

$$R_1 = 2 \cdot C_{x1} \cdot l_1 = 2 \cdot 832 \cdot 1,7 = 2829 \text{ Н,}$$

$$R_2 = 2 \cdot C_{x2} \cdot l_2 = 2 \cdot 1828 \cdot 1,68 = 6142 \text{ Н,}$$

$$R_3 = 2 \cdot C_{x3} \cdot l_3 = 2 \cdot 500 \cdot 1,66 = 1660 \text{ Н.}$$

### 3.4 Разработка установки силового агрегата

Для установки дополнительной опоры коробки передач, применим схему с ее верхним расположением. Такая схема является унифицированной, технологичной и простой в установке.

Установка состоит из основных элементов: задней опоры двигателя, дополнительной опоры коробки передач и кронштейнов ее крепления к лонжеронам, амортизаторов, регулировочных и крепежных изделий.

Дополнительная опора является сварной, схема приведена на рисунке 3.7.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60



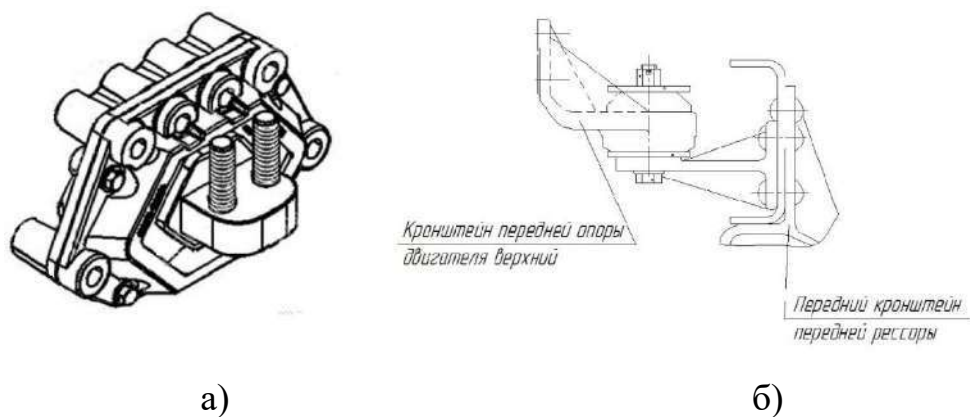


Рисунок 3.8 – Задняя и передняя опоры двигателя:

а) Задняя опора производства ПФ «АМТ»; б) Передняя опора производства АЗ Урал.

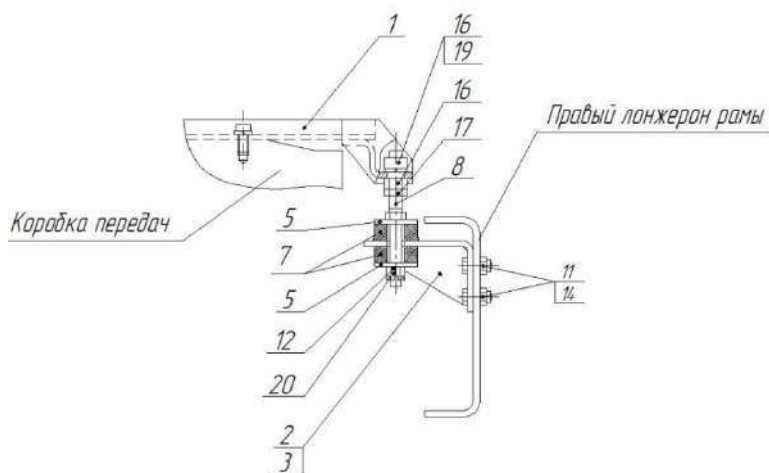


Рисунок 3.9 – Схема установки дополнительной опоры коробки передач

### Вывод по разделу три

В данном разделе дипломного проекта был произведен расчет развесовки силового агрегата с установкой дополнительной опоры и без нее, найдены деформации упругих элементов опор. Произведен расчет изгибающего момента и выявлена необходимость применения дополнительной опоры коробки передач. Разработана установка дополнительной коробки передач, описаны ее основные составляющие.

## 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологическая часть – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относятся заготовки и изделия [12].

Технологический процесс разрабатывается на основании чертежа изделия и отдельных его деталей и определяет последовательность операций: изготовление заготовок деталей — литье, ковка, штамповка или первичная обработка из прокатного материала; обработка заготовок на металлорежущих станках для получения деталей с окончательными размерами и формами; сборка узлов и агрегатов, т. е. соединение отдельных деталей в сборочные единицы и агрегаты; окончательная сборка всего изделия; регулирование и испытание изделия; окраска и отделка изделия.

### 4.1 Выбор детали

Для регулировки установки силового агрегата, необходимо изготовить регулировочный винт (рисунок 4.1), который соединяет кронштейн крепления на лонжероне рамы, с дополнительной опоры коробки передач.

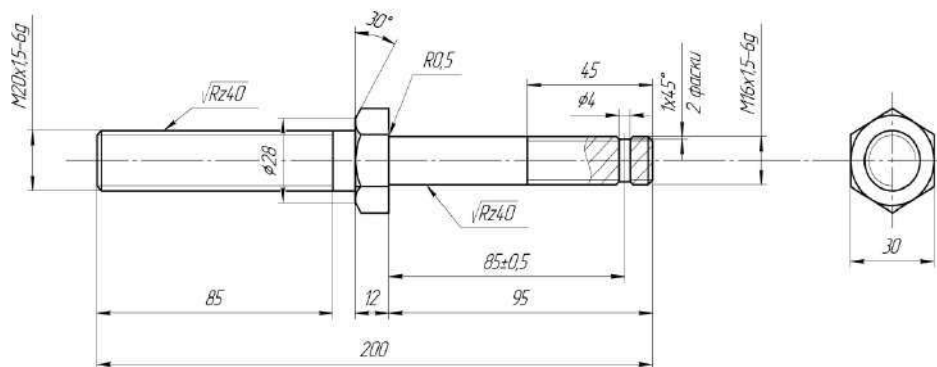


Рисунок 4.1 – Регулировочный винт

С помощью данного изделия можно обеспечить необходимое сжатие упругих элементов опор.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 4.2 Выбор заготовки и материала детали

В качестве материала детали выберем конструкционную легированную сталь 40Х. Этот материал широко применяется в промышленной сфере. Сталь Ст 40Х используется для изготовления осей и стержней для передачи крутящего момента, вал-шестеренок, поршней, трубопроводной арматуры, колец, вращающихся деталей, инструментов для клепальных работ, измерительных устройств, болтов, деталей для аппаратов с вращающимися барабанами, деталей конической формы и прочих элементов.

Сталь марки 40Х поставляется в виде сортового, а также фасонного проката. Можно найти прутья с разнообразными видами обработки поверхности, сделанные из этого материала.

Для удобства и быстроты изготовления, в качестве заготовки выберем шестигранник 30h11 ГОСТ 8560-78.

## 4.3 Выбор технологического оборудования

В качестве станка выберем токарно-винторезный станок 16К20 (рисунок 4.2). Он предназначен для обработки цилиндрических, конических и сложных поверхностей - как внутренних, так и наружных, а также для нарезания резьбы.

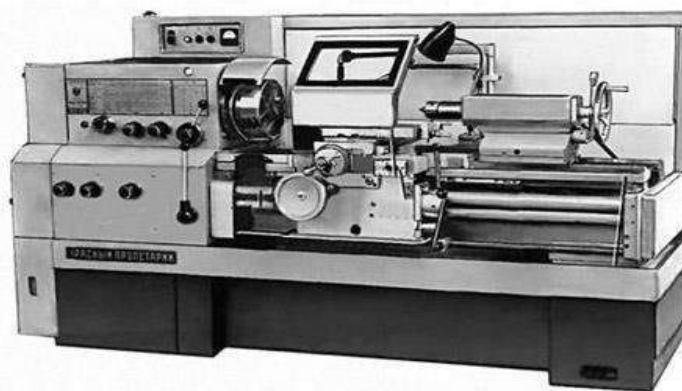


Рисунок 4.2 – Токарно-винторезный станок 16К20

Основные характеристики станка приведены в таблице 4.1.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 4.1 – Технические характеристики станка 16К20

Характеристики станка 16К20	Значения
Диаметр обработки над станиной, мм	400
Диаметр обработки над суппортом, мм	220
Расстояние между центрами	1000 / 1500
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	55
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	300
Максимальная масса детали, закрепленной в центрах, кг	1 300
Число ступеней вращения шпинделя, шт.	23
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	12
Пределы частот прямого вращения шпинделя, мин-1	12,5 - 2 000
Пределы частот обратного вращения шпинделя, мин-1	19 - 2 420
Число ступеней рабочих подач – продольных	42
Число ступеней рабочих подач – поперечных	42
Пределы рабочих подач - продольных, мм/об	0,7 - 4,16
Пределы рабочих подач - поперечных, мм/об	0,035-2,08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых резьб - архимедовой спирали	5
Наибольший крутящий момент, кНм	2
Наибольшее перемещение пиноли, мм	200
Поперечное смещение корпуса, мм	±15
Наибольшее сечение резца, мм	25
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода быстрых перемещений суппорта, кВт	0,75 или 1.1
Мощность насоса охлаждения, кВт	0,12
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	2 812 / 3 200 x 1 166 x 1 324
Масса станка, кг	3 035

#### 4.4 Технологические операции

В качестве основных операций выберем следующие:

10 – черновая токарная обработка;

15 – черновая токарная обработка;

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

20 – чистовая токарная обработка;

25 – чистовая токарная обработка;

30 – нарезание резьбы М16;

35 – нарезание резьбы М20.

Для данных операций посчитаем основные параметры, такие как: глубина, подача, скорость и мощность резания.

В качестве методических указаний для расчета будем использовать литературный источник [6].

#### 4.4.1 Расчет режима резания на 10 операции

Исполнительный размер заготовки  $\phi$  30 мм, а окончательный размер поверхности  $\phi$  28 мм, исходя из этих данных, определяем глубину резания  $t$ .

$$t = \frac{30 - 28}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Подача  $S$  при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования.

Примем по паспорту станка значение  $S = 0,5$  мм.

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (4.1)$$

$T^m$  – стойкость, сколько минут резец проработает без его переточки;

$K_v$  – коэффициент, учитывающий влияние параметров обработки материала;

$C_v$  – эмпирический коэффициент.

Среднее значение стойкости при одноинструментной обработке составляет 30-60 мин.

Примем среднее значение равное 60 минутам.

В работе задействован 1 инструмент, значит коэффициент изменения стойкости  $K_{T_u} = 1$ .

Отсюда следует, что:

$$T = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания при обработке резцами:  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,20$ .

Найдем коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{P_v} \cdot K_{И_v}, \quad (4.2)$$

$K_{M_v}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{P_v}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

$K_{И_v}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Значения коэффициентов формулы 4.2 равны:  $K_{M_v} = 1$ ;  $K_{P_v} = 0,8$ ;  $K_{И_v} = 1$ .

Тогда  $K_v$  будет:

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Тогда скорость резания  $v$  по формуле 4.1:

$$v = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,8 = 128 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Переведем значение скорости в об/мин:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{128 \cdot 1000}{3,14 \cdot 30} = 1360 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (4.3)$$

Найдем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot v^n \cdot K_p, \quad (4.4)$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формулах силы резания при точении:  $C_p = 300$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

Найдем коэффициент  $K_p$ :

$$K_v = K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}, \quad (4.5)$$



$K_{M_p}$  – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости.

$$K_{M_p} = 1.$$

$K_{\varphi_p}, K_{\gamma_p}, K_{\lambda_p}, K_{r_p}$  – коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали.

$$\varphi = 45^\circ \Rightarrow K_{\varphi_p} = 1,$$

$$\gamma = 10^\circ \Rightarrow K_{\gamma_p} = 1,$$

$$\lambda = 0^\circ \Rightarrow K_{\lambda_p} = 1,$$

$$r = 2\text{мм} \Rightarrow K_{r_p} = 1.$$

Тогда  $K_p$  будет:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Тогда сила резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 128^{-0,15} \cdot 1 = 3446 \text{ Н.}$$

Тогда мощность резания:

$$N = \frac{3446 \cdot 128}{1020 \cdot 60} = 7,2 \text{ кВт.}$$

На рисунке 4.3 приведена схема 10 операции.

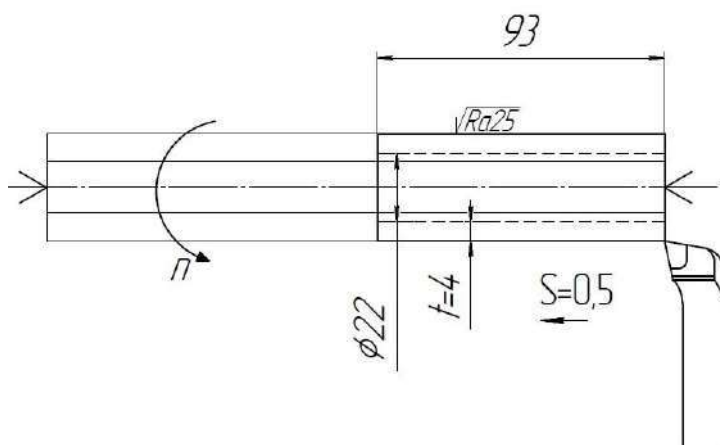


Рисунок 4.3 – схема 10 операции

#### 4.4.2 Расчет режима резания на 15 операции

Исполнительный размер заготовки  $\phi 30$  мм, а окончательный размер поверхности  $\phi 20$  мм, исходя из этих данных, определяем глубину резания  $t$ .

$$t = \frac{30 - 20}{2} = 10 \text{ мм.}$$

Примем по паспорту станка значение подачи  $S = 0,5$  мм.

В работе задействован 1 инструмент, значит  $K_{T_u} = 1$ .

Отсюда следует, что:

$$T = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания 4.1 при обработке резцами:  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,20$ .

Найдем коэффициент  $K_v$  по формуле 4.2.

Значения коэффициентов формулы 4.2 равны:  $K_{m_v} = 1$ ;  $K_{p_v} = 0,8$ ;  $K_{i_v} = 1$ .

Тогда  $K_v$  будет:

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Тогда скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,8 = 124 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{124 \cdot 1000}{3,14 \cdot 30} = 1316 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле силы резания при точении 4.4 равны:  $C_p = 300$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

Найдем коэффициент  $K_p$  по формуле 4.5. Значения коэффициентов входящих в формулу 4.5 такие же, как при 10 операции.

Тогда  $K_p$  будет:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Сила резания по формуле 4.4:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 124^{-0,15} \cdot 1 = 4328 \text{ Н.}$$

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				23.05.01.2018.675 ПЗ	

Мощность резания по формуле 4.3:

$$N = \frac{4328 \cdot 128}{1020 \cdot 60} = 9 \text{ кВт.}$$

На рисунке 4.4 приведена схема 15 операции.

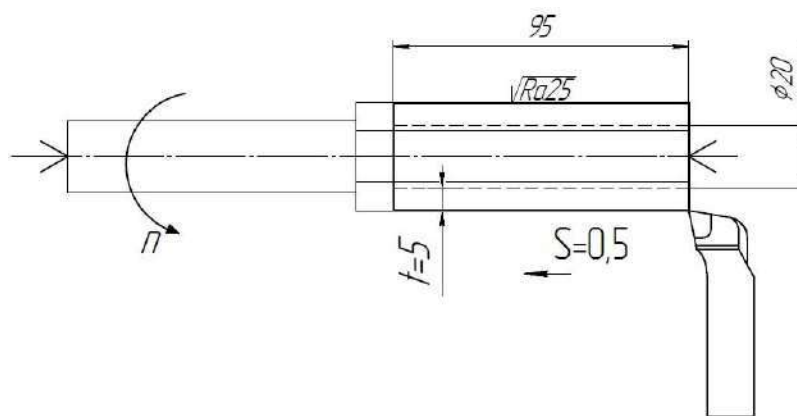


Рисунок 4.4 – Схема 15 операции

#### 4.4.3 Расчет режима резания на 20 операции

Исполнительный размер заготовки  $\phi 22$  мм, а окончательный размер поверхности  $\phi 20$  мм, исходя из этих данных, определяем глубину резания  $t$ .

$$t = \frac{22 - 20}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Примем по паспорту станка значение подачи  $S = 0,5$  мм.

В работе задействован 1 инструмент, значит  $K_{Tu} = 1$ .

Отсюда следует, что:

$$T = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания 4.1 при обработке резцами:  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,20$ .

Найдем коэффициент  $K_v$  по формуле 4.2.

Значения коэффициентов формулы 4.2 равны:  $K_{Mv} = 1$ ;  $K_{Pv} = 0,8$ ;  $K_{Iv} = 1$ .

Тогда  $K_v$  будет:

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Тогда скорость резания  $v$ :

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

$$v = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,8 = 157 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{157 \cdot 1000}{3,14 \cdot 30} = 1700 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле силы резания при точении 4.4 равны:  $C_p = 300$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

Найдем коэффициент  $K_p$  по формуле 4.5. Значения коэффициентов входящих в формулу 4.5 такие же, как при 10 операции.

Тогда  $K_p$  будет:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Сила резания по формуле 4.4:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot 1 = 836 \text{ Н}.$$

Мощность резания по формуле 4.3:

$$N = \frac{836 \cdot 128}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт}.$$

На рисунке 4.5 приведена схема 20 операции.

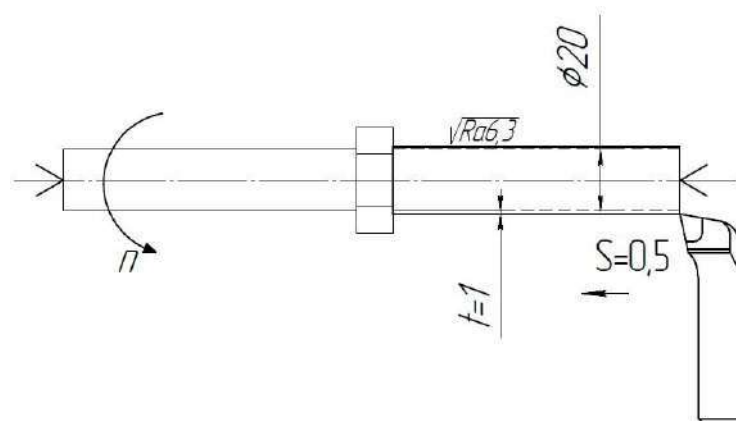


Рисунок 4.5 – Схема 20 операции

#### 4.4.4 Расчет режима резания на 25 операции

Исполнительный размер заготовки  $\phi 20$  мм, а окончательный размер поверхности  $\phi 16$  мм, исходя из этих данных, определяем глубину резания  $t$ .

$$t = \frac{20 - 16}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Примем по паспорту станка значение подачи  $S = 0,5$  мм.

В работе задействован 1 инструмент, значит  $K_{Tu} = 1$ .

Отсюда следует, что:

$$T = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мин.}$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания 4.1 при обработке резцами:  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,20$ .

Найдем коэффициент  $K_v$  по формуле 4.2.

Значения коэффициентов формулы 4.2 равны:  $K_{Mv} = 1$ ;  $K_{Pv} = 0,8$ ;  $K_{Iv} = 1$ .

Тогда  $K_v$  будет:

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Тогда скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,8 = 142 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{142 \cdot 1000}{3,14 \cdot 30} = 1507 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле силы резания при точении 4.4 равны:  $C_p = 300$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

Найдем коэффициент  $K_p$  по формуле 4.5. Значения коэффициентов входящих в формулу 4.5 такие же, как при 10 операции.

Тогда  $K_p$  будет:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Сила резания по формуле 4.4:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot 1 = 836 \text{ Н.}$$

Мощность резания по формуле 4.3:

$$N = \frac{1700 \cdot 128}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт.}$$

На рисунке 4.6 приведена схема 25 операции.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

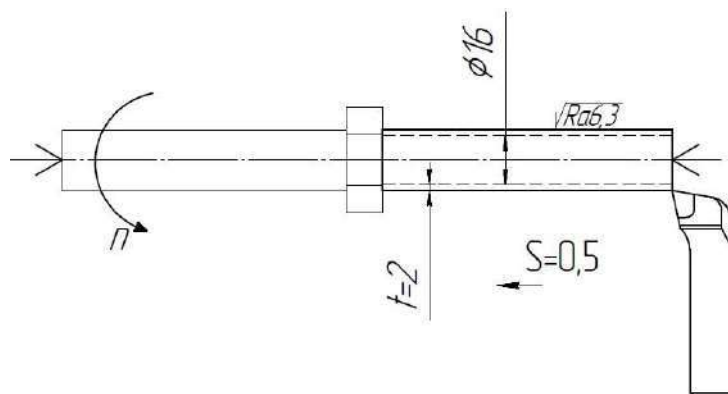


Рисунок 4.6 – Схема 25 операции

#### 4.4.5 Расчет режима резания на 30 операции

Наружный диаметр резьбы равен 16 мм, внутренний 14,376 мм по ГОСТ 24705-81, тогда глубина резания будет равна:

$$t = \frac{16 - 14,376}{2} = 0,812 \text{ мм.}$$

Подача равна шагу резьбы, значит  $S = 1,5$  мм.

Скорость резания  $v$ :

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (4.6)$$

$i$  – число рабочих ходов,  $i = 2$ ;

$T^m$  – стойкость, сколько минут резец проработает без его переточки.

Среднее значение стойкости резца для нарезания резьбы 70 мин.

В работе задействован 1 инструмент, значит  $K_{T_u} = 1$ .

Отсюда следует, что:

$$T = 70 \cdot 1 = 70 \text{ мин.}$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания 4.6 при обработке резцами:  $C_v = 244$ ;  $x = 0,23$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,20$ .

Найдем коэффициент  $K_v$  по формуле 4.2.

Значения коэффициентов формулы 4.2 равны:  $K_{M_v} = 1$ ;  $K_{P_v} = 0,8$ ;  $K_{и_v} = 1$ .

Тогда  $K_v$  будет:

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Скорость резания  $v$  по формуле 4.6:

$$v = \frac{244 \cdot 2^{0,23}}{70^{0,20} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 0,8 = 87 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{87 \cdot 1000}{3,14 \cdot 16} = 1732 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Найдем силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^u} \cdot K_p, \quad (4.7)$$

$P$  – шаг резьбы.

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле 4.7 силы резания:

$$C_p = 148; y = 1,7; u = 0,71.$$

Найдем коэффициент  $K_p$  по формуле 4.5. Значения коэффициентов входящих в формулу 4.5 такие же, как при 10 операции.

Тогда  $K_p$  будет:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Сила резания по формуле 4.7:

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{2^{0,71}} \cdot 1 = 1800 \text{ Н.}$$

Мощность резания по формуле 4.3:

$$N = \frac{1800 \cdot 87}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт.}$$

На рисунке 4.7 приведена схема 30 операции.

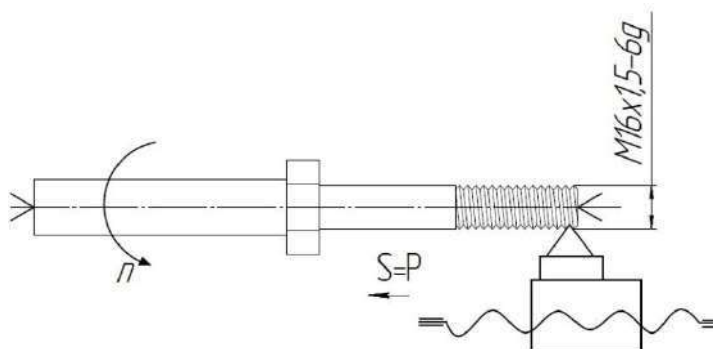


Рисунок 4.7 – Схема 30 операции

#### 4.4.6 Расчет режима резания на 35 операции

Наружный диаметр резьбы равен 20 мм, внутренний 18,376 мм по ГОСТ 24705-81, тогда глубина резания будет равна:

$$t = \frac{20 - 18,376}{2} = 1,624 \text{ мм.}$$

Подача равна шагу резьбы, значит  $S = 1,5$  мм.

Число рабочих ходов  $i = 2$ .

В работе задействован 1 инструмент, значит  $K_{Tu} = 1$ .

Отсюда следует, что:

$$T = 70 \cdot 1 = 70 \text{ мин.}$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания 4.6 при обработке резцами:  $C_v = 244$ ;  $x = 0,23$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,20$ .

Найдем коэффициент  $K_v$  по формуле 4.2.

Значения коэффициентов формулы 4.2 равны:  $K_{Mv} = 1$ ;  $K_{Pv} = 0,8$ ;  $K_{Iv} = 1$ .

Тогда  $K_v$  будет:

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Скорость резания  $v$  по формуле 4.6:

$$v = \frac{244 \cdot 2^{0,23}}{70^{0,20} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 0,8 = 87 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$
$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{87 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 1385 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле 4.7 силы резания:  $C_p = 148$ ;  $y = 1,7$ ;  $u = 0,71$ .

Найдем коэффициент  $K_p$  по формуле 4.5. Значения коэффициентов входящих в формулу 4.5 такие же, как при 10 операции.

Тогда  $K_p$  будет:

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Сила резания по формуле 4.7:

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75



$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{2^{0,71}} \cdot 1 = 1800 \text{ Н.}$$

Мощность резания по формуле 4.3:

$$N = \frac{1800 \cdot 87}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт.}$$

На рисунке 4.8 приведена схема 35 операции.

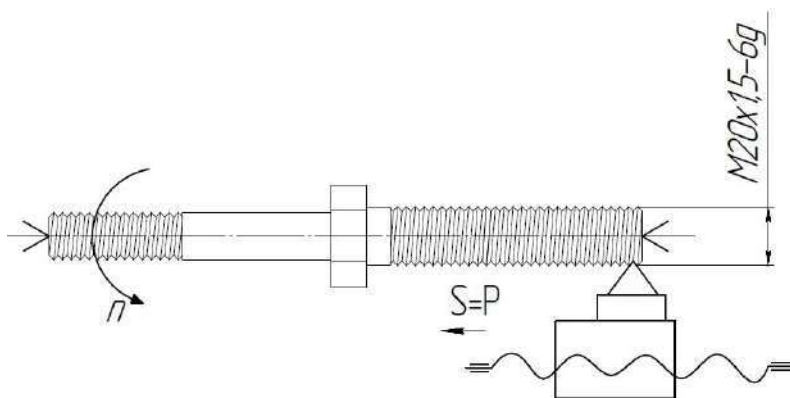


Рисунок 4.8 – Схема 35 операции

### Вывод по разделу четыре

В данном разделе дипломного проекта выбран материал, заготовка и технологическое оборудование изготавливаемой детали. В результате расчета технологических операций определены основные режимы механической обработки.

						23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			76

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Основные термины и определения безопасности жизнедеятельности

Безопасность – свойство систем “Человек – Машина - Среда” сохранять при функционировании в определенных условиях такое состояние, при котором с заданной вероятностью исключаются происшествия, обусловленные воздействием опасности на незащищенные компоненты систем и окружающую природную среду, а ущерб при этом от энергетических и материальных выбросов не превышает допустимого.

Опасными могут быть все объекты, которые содержат энергию (любые явления) или опасные вещества.

Опасность – явления, процессы, объекты, свойства объектов, которые в определенных условиях способны наносить вред жизнедеятельности человеку. Сама опасность обусловлена неоднородностью системы “Человек - Окружающая среда” и возникает, когда их характеристики не совпадают.

Остаточный риск – свойство систем, объектов быть потенциально опасными.

Признаки опасности:

1. Угроза для жизни;
2. Возможность нанесения ущерба здоровью;
3. Возможность нарушения нормального функционирования экологических систем.

Источники формирования опасности:

1. Сам человек, его труд, деятельность, средства труда;
2. Окружающая среда;
3. Явления и процессы возникающие в результате взаимодействия человека с окружающей средой.

Перечень по алфавиту всех опасностей называется таксономией опасностей.

Опасности по происхождению:

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

1. Природные, техногенные, экологические, смешанные.

По времени проявления:

1. Импульсные (проявляются мгновенно, напр., опасность поражения электрическим током);

2. Кумулятивные (накапливающиеся, например: проживание в местности повышенного радиоактивного воздействия).

По локализации:

1. Литосферные (землетрясение, извержение вулканов); гидросферные; атмосферные (озоновые дыры); космические (солнечные циклы) [7].

## **5.2 Требования безопасности при эксплуатации грузового автомобиля**

Особенность трудовой деятельности водителей заключается в том, что она связана с автомобилем, который в соответствии с ГК РФ является источником повышенной опасности для окружающих. В связи с этим в зависимости от вида автомобиля для водителей принимаются и инструкции по охране труда, куда включаются требования и по технике безопасности.

Основное правило состоит в ограничении возраста, с которого лицо допускается к управлению автомобилем. В соответствии с действующим законодательством к управлению автомобилями допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение (курсы), и имеющие удостоверение, выданное Госавтоинспекцией на право управления автомобилем данной категории.

К управлению грузовыми автомобилями, предназначенными для перевозки людей, допускаются водители не моложе 21 года со стажем непрерывной работы водителем не менее трех лет, признанные годными к данной работе медицинской комиссией, имеющие водительское удостоверение с категорией «Д». Водители допускаются к выполнению работ только после прохождения вводного (общего) инструктажа по безопасности труда, производственной санитарии, оказанию

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

доврачебной помощи, пожарной безопасности, экологическим требованиям, условиям работы и первичного инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте, о чем должны быть сделаны записи в соответствующих журналах с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Перед выездом на работу водитель должен проверить:

- наличие удостоверения на право управления транспортным средством;
- правильность заполнения наряда – задания (путевого листа) и расписаться в нем;
- техническую исправность машины, гарантирующую безопасность работы;
- исправность действия тормозов, муфты сцепления, фрикционов, коробки переключения скоростей;
- надежность крепления рычагов и тяг рулевого управления, а также люфт рулевого управления;
- состояние шин и давление в них;
- исправность осветительных приборов, стоп-сигнала, указателей поворотов, звукового (оповестительного) сигнала;
- отсутствие подтекания топлива, масла, воды, антифриза;
- наличие инструмента, принадлежностей и переносных сигнальных знаков аварийной остановки, а также сигнальных предупреждающих знаков (проблесковый маячок оранжевого или желтого цвета, красный флажок или щит), устанавливаемых на транспортно-уборочной машине при работе на платформе;
- заправку машины топливом, маслом, водой, антифризом и тормозной жидкостью;
- уровень электролита в аккумуляторных батареях;
- наличие и исправность действия блокировочных и других устройств [8].

### 5.3 Требования безопасности при монтаже силового агрегата

В процессе работы слесарь обязан:

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Выполнять только ту работу, которая поручена. Если недостаточно хорошо известен безопасный способ выполнения работы, обратиться к руководителю за разъяснением;

Не приступать к новой (незнакомой) работе без получения от мастера инструктажа о безопасных способах ее выполнения;

Содержать в чистоте и порядке в течение всего рабочего времени свое рабочее место, под ногами не должно быть масла, охлаждающей жидкости, деталей, заготовок, стружек, обрезков и других отходов; не загромождать проходы и проезды; заготовки и изделия укладывать в отведенных местах в устойчивом положении на прокладках и стеллажах, при этом высота штабелей не должна превышать полуторной ширины или полуторного диаметра основания и быть не более 1 м;

Во время работы быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других;

Не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношение к данной работе. Без разрешения мастера не доверять свою работу другому рабочему;

Работая с подсобными рабочими (стажерами), обучать их безопасным приемам работы и следить за их выполнением;

Заметив нарушение инструкции другим рабочим или опасность для окружающих, не оставаться безучастным, а предупредить рабочего об опасности или о необходимости соблюдения правил техники безопасности;

Не мыть руки в масле, эмульсии, керосине и не вытирать их обтирочными концами (ветошью), загрязненными стружкой. Использованный обтирочный материал хранить в специально предназначенных для этого металлических ящиках; не принимать пищу на рабочем месте.

Для подъема, снятия, установки и транспортировки тяжелых (массой более 20 кг) агрегатов, узлов и деталей пользоваться исправными подъемно-транспортным оборудованием и вспомогательными приспособлениями соответствующей грузоподъемности, на которых разрешено работать.

Поднимать оборудование, агрегаты, узлы и другие сборочные единицы грузоподъемными механизмами следует за специально предназначенные для этой цели

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

места и устройства согласно инструкции и схемам по безопасным способам строповки, обвязки и кантовки грузов, с указанием применяемых при этом приспособлений.

Подъем груза, на который не разработана схема строповки, производить в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов. Поднимать (вывешивать) подвижной состав за буксирные крюки и ударно-упряжные приборы не допускается.

Не оставлять оборудование, а также не допускать людей и не находиться самому под оборудованием или на оборудовании, вывешенном на одних только подъемных механизмах (домкратах, таях, лебедках, кранах) без дополнительной установки под оборудованием надежных упоров.

При пользовании домкратом убедиться в его исправности: проверить состояние храповика с собачкой, зубчатой рейки и наличие шипов на опорной лапе; наличие приспособления, препятствующего полному выходу винта или рейки из корпуса и состояние резьбы винта. Опорная поверхность головки домкрата должна иметь форму, не допускающую соскальзывания поднимаемого груза. При износе резьбы винта или гайки более чем на 20% работать домкратом запрещается.

Гидравлические и пневматические домкраты должны иметь плотные соединения, исключающие утечку жидкости или воздуха из рабочих цилиндров во время перемещения груза, а также устройства (обратный клапан), обеспечивающие медленное опускание плунжера, штока или их остановку при падении давления в пневмо- или гидросистеме в случае обрыва шланга.

При работе гаечными ключами ключи подбирать по размеру гаек и головок болтов. Запрещается применять прокладки между зевом ключа и гранью гайки, а также наращивать ключ другим ключом или трубкой.

При откручивании и закручивании гаек и болтов, расположенных в неудобных местах, применять ключи с "трещоткой" или с шарнирными рукоятками - торцевые.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Случайно пролитые на пол масло, топливо, антифриз или оброненный солидол немедленно засыпать сухими опилками или песком и собрать в специально отведенное место [13].

#### **5.4 Требования безопасности при техническом обслуживании автомобиля**

Обслуживание и ремонт автомобиля производить на горизонтальной площадке, предварительно затормозив его стояночным тормозом, отсоединив выключателем вытянув рукоятку останова двигателя (аккумуляторные батареи, отключив подачу топлива. Подложить под колеса противооткатные упоры) на себя до отказа. Содержать в чистоте и исправности двигатель, предпусковой подогреватель, не допускать подтекания топлива и масла, это может послужить причиной пожара. Охлаждающие и тормозные жидкости ядовиты – обращаться с ними следует с осторожностью. Для подъема на передний бугор автомобиля использовать нижнюю подножку и поручень передней стенки кабины.

Запрещается снимать колесо с автомобиля, не выпустив предварительно весь воздух из шины. Перед снятием колеса, во избежание самопроизвольного движения автомобиля, подложить противооткатные упоры под колеса моста, который не будет подниматься. Ослабив затяжку гаек крепления колеса, вывесить колесо домкратом или другим грузоподъемным механизмом, отвернуть гайку и снять колесо. Во избежание случаев травматизма при шиномонтажных работах, необходимо неукоснительно соблюдать правила техники безопасности.

При накачке шин в гаражных условиях собранное колесо следует поместить в специальное ограждение. Сварочные работы на автомобиле выполнять с соблюдением мер пожарной безопасности. При проведении электросварочных работ отключить аккумуляторные батареи и электронный блок антиблокировочной системы тормозов (АБС). Массовый провод сварочного аппарата присоединять вблизи от места сварки, исключив прохождение электрического тока через подшипники и

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

пары трения. При проведении сварочных работ в местах укладки пластмассовых трубопроводов, предохранить их от высоких температур.

Регулярно проверять состояние изоляции провода от «+» клеммы аккумуляторной батареи к стартеру: повреждение изоляции может привести к пожару [10].

### **Вывод по разделу пять**

В данном разделе дипломного проекта были рассмотрены основные термины и определения безопасности жизнедеятельности, требования безопасности при эксплуатации и обслуживании грузового автомобиля, а также монтаже силового агрегата.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83



## 6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

При разработке и проектировании новых моделей автомобилей в современных условиях большое внимание уделяется вопросу использования их в составе подразделения гражданской обороны.

Проектируемый автомобиль по техническим характеристикам дает возможность использовать его в данных условиях и целях.

В случае военных действий возможен выход из строя электростанций, линий электропередач, железнодорожных магистралей, что скажется на пропускной способности автомагистралей. Поэтому автомобиль может оказаться единственным видом транспорта, который будет способен доставить специальное оборудование к местам назначения. Особенно это касается автомобилей высокой грузоподъемности и проходимости.

Автомобиль может передвигаться в условиях бездорожья в обход автомагистралей, по снежной целине с глубиной снежного покрова до 700 мм, преодолевать водные преграды глубиной до 1,2 м.

Кабина расположена довольно высоко от поверхности земли, предохраняет водителя и пассажиров от воздействия радиационного облучения, и проникновения радиационной пыли в кабину автомобиля.

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций, как военного, так и невоенного характера проектируемый автомобиль, в силу своих конструктивных особенностей: мобильный, имеющий высокую грузоподъемность, может использоваться как для возведения различного рода строений: военных и гражданских объектов, так и для их оперативного восстановления.

Проектируемый автомобиль также снабжен двигателем достаточной мощности. Это позволяет, в сочетании со специальным навесным оборудованием, использовать его при проведении различных спасательных работ: расчистке завалов, вскрытии заваленных сооружений, буксировании поврежденной техники. При использовании автомобиля в системе гражданской обороны он должен до-

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

укомплектовываться специальными моющими установками для проведения дезактивации, аптечкой для оказания первой медицинской помощи, а также герметичным бачком для хранения запаса питьевой воды. На автомобильных фарах должны устанавливаться щитки затемнения.

Таким образом, проектируемый автомобиль, при необходимости, может быть использован для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

### **Вывод по разделу шесть**

В данном разделе дипломного проекта были рассмотрены вопросы гражданской безопасности проектируемого автомобиля, возможность использования проектируемого автомобиля в условиях чрезвычайной ситуации.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

## 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части произведем расчет экономической эффективности проектирования автомобиля Урал-NEXT 6х6 полной массой 26 т. с установкой КП ЯМЗ-1909. Расчет будем проводить с помощью литературного источника [11].

1) Определение потребности в основных материалах, численности рабочих по проекту, расчет заработной платы. Расчет себестоимости единицы и общих затрат проектируемой модели по проекту.

Себестоимость продукции (работ, услуг) - это стоимостная оценка затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг).

На основании полной себестоимости, нормы прибыли и НДС устанавливается цена реализации.

Себестоимость проектируемого автомобиля.

Цена базового автомобиля Урал-Next по договору поставки 2 950 000 руб.

Перечень вводимых агрегатов и деталей, включая стоимость базового автомобиля, представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Основные материалы

Наименование узла	Кол-во, ед.	Цена, руб.	в т.ч. НДС, руб.	Стоимость без НДС, руб.
КПП ЯМЗ-1909	1	230000	41400	188600
Автомобиль Урал-NEXT 6х6	1	2 950 000	531 000	2 419 000
Итого				2 607 600

Таким образом, материальные затраты на единицу продукции составляют 2 607 600 руб. без НДС.

Производственный процесс обслуживается бригадой из 3 человек (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Рабочие, непосредственно занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.	Часовая тарифная ставка, руб./час
Основные	5	2	180
Вспомогательные	4	1	160

Затраты на оплату труда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия (таблица 7.3, 7.4).

Таблица 7.3 - Расчет заработной платы производственных рабочих

Показатель	Ед. изм.	Основные	Вспомогательные
1 Тариф на заработную плату	Руб. за час	160	160
2 Отработанное время	н/ч.(трудоемкость)	180	180
3 Заработная плата	Руб.	28 800	25 600
4 Премия 10%	Руб.	2 880	2 560
6 Район. надбавка 15%	Руб.	4 752	4 224
7 Основная заработная плата	Руб.	36 432	32 384
8 Отчисления ФСС 30%\	Руб.	10 930	9 715
9 Заработная плата без ФСС	Руб.	25 502	22 669

Таблица 7.4 – Численность производственных рабочих, заработная плата и отчисления ФСС по проекту

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Численность работающих по проекту, всего	чел.	3	3	3
в том числе:				
1.1 Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	3	3	3
2 Затраты на оплату труда производственных рабочих:	руб.	1 262 976	1 262 976	1 262 976
2.1 заработная плата	руб.	884 083	884 083	884 083
2.2 отчисления ФСС (30%)	руб.	378 893	378 893	378 893

На основании рассчитанных норм расхода материалов в таблице 7.5 представлена калькуляция на автомобиль.

Материальные затраты – это затраты на основные материалы (табл. 7.1).

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим) (80% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- стоимость материалов, запчастей, использованных для обслуживания и ремонта производственного оборудования;
- затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями ФСС;
- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;
- расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;
- расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;
- амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;
- стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общехозяйственные расходы - расходы, непосредственно не связанные с производственным процессом (68% от заработной платы производственных рабочих).

К ним относятся:

- административно-управленческие расходы;
- содержание общехозяйственного персонала;
- амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения;

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

- арендная плата за помещения общехозяйственного назначения;  
- расходы по оплате информационных, аудиторских, консультационных и т.п. услуг;

- другие аналогичные по назначению управленческие расходы.

Затраты на оплату труда – это заработная плата рабочих.

Отчисления ФСС – это обязательные страховые взносы в Фонды социального страхования, составляют 30% от заработной платы.

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (1% от производственной себестоимости).

К коммерческим расходам относятся издержки:

- на затаривание и упаковку;  
- по доставке, погрузке и т.п.;  
- на комиссионные сборы (отчисления), уплачиваемые посредническим организациям;

- по аренде и содержанию помещений для хранения и продажи продукции (товаров);

- на хранение товаров;  
- по оплате труда продавцов;  
- на рекламу;  
- на представительские расходы;  
- на иные аналогичные по назначению расходы.

Норма прибыли может определяться исходя из различных критериев, например, по относительному показателю – рентабельности продукции, либо исходя из соотношения спроса и предложения. Для упрощения расчетов норма прибыли установлена в размере 20% от полной себестоимости.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Таблица 7.5 – Калькуляция на автомобиль

Статья	Сумма (руб.)
1. Сырье и материалы	2 607 600
2. Расходы на оплату труда	63 149
3. Отчисления ФСС	18 945
4. Общепроизводственные расходы	50 519
5. Общехозяйственные расходы	42 941
6. Производственная себестоимость	2 732 635
7. Коммерческие расходы	2 733
8. Полная себестоимость	2 692 426
9. Прибыль	538 485
10. Цена	3 230 911
11. Налог на добавленную стоимость НДС	581 564
12. Цена реализации	3 812 475

Общие затраты на производство и сбыт продукции представлены в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1. Материальные затраты	52 152 000	52 152 000	52 152 000
3. Общехозяйственные затраты	858 824	858 824	858 824
4. Общепроизводственные затраты	1 010 381	1 010 381	1 010 381
5. Затраты на оплату труда	1 262 976	1 262 976	1 262 976
6. Отчисления ФСС	378 893	378 893	378 893
7. Коммерческие затраты	54 653	54 653	54 653
8. Всего затрат	55 717 726	55 717 726	55 717 726

Планируемый объем составляет 20 машин в год. В основе плана объема производства и реализации – портфель заказов исследуемого предприятия.

Суммарные затраты на весь объем выпуска представляют собой все статьи затрат, представленные в калькуляции на единицу продукции, умноженные на плановый объем производства в натуральном выражении.

2) Капитальные вложения.

Капитальные вложения - инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, реконструкцию и техническое пере-

вооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты.

Производственный процесс осуществляется на действующих производственных мощностях. Также необходимо дополнительно приобрести необходимое оборудование.

Таблица 7.7 – Оборудование

Наименование	Кол-во	Цена с НДС, руб.
Основные средства (оборудование)	1	45000
Итого:		45000

Стоимость расходов по доставке оборудования составляют 5% от стоимости оборудования (2250 тыс. руб.).

Итого капитальные вложения составят 84 049 руб.

Таблица 7.8 – Капитальные вложения

Наименование показателей	Всего по проектно-сметной документации, тыс. руб.	Выполнено на момент начала работ, тыс. руб.	Подлежит выполнению до конца проекта, тыс. руб.
Капитальные вложения по утвержденному проекту, всего	47250	0	47250
в том числе:			
СМР, доставка	2250	0	2250
оборудование	45000	0	45000
прочие затраты	0	0	0

По приобретаемому оборудованию начисляется амортизация линейным способом.

Амортизация - это перенесение по частям стоимости основных средств и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции (работ, услуг).



Активы, в отношении которых начисляется амортизация должны обладать стоимостью в пределах лимита, установленного в учетной политике организации, но не более 40 000 рублей за единицу.

Годовая сумма амортизационных отчислений определяется:

- при линейном способе - исходя из первоначальной стоимости или (текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

В течение отчетного года амортизационные отчисления по объектам основных средств начисляются ежемесячно независимо от применяемого способа начисления в размере 1/12 годовой суммы (амортизационные отчисления = Стоимость оборудования / Срок полезного использования по данной группе оборудования 15 лет).

Результаты расчетов сводятся в таблицу 7.9.

Таблица 7.9 – Амортизационные отчисления

Наименование показателей	Аморт. отчисл.	1 год	2 год	3 год
1 Основные фонды (оборудование), всего	0	45000	0	0
в том числе:				
1.1 здания и сооружения	0	0	0	0
1.2 оборудование	9 000	3 000	3 000	3 000
1.3 начисленная амортизация	9 000	3 000	3 000	3 000
2 Остаточная стоимость основных фондов по проекту	36000			

3) Планирование программы производства и реализации продукции (работ, услуг).

Выручка от реализации продукции, производимой и реализуемой по договорам, определяется путем умножения планово-расчетной цена реализации единицы

каждого вида продукции на объем продаж каждого вида продукции в натуральном выражении.

Программа производства и реализации продукции представлена в таблице 7.10.

Таблица 7.10 – Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Объем производства в натуральном выражении	шт.	20	20	20
3 Объем реализации в натуральном выражении	шт.	20	20	20
3 Цена реализации за единицу продукции (табл. 5)	руб.	3 812 475	3 812 475	3 812 475
4 Выручка от реализации продукции	руб.	76 249 506	76 249 506	76 249 506
4.1 в том числе НДС	руб.	13 724 911	13 724 911	13 724 911
4.2 Выручка без НДС	руб.	62 524 595	62 524 595	62 524 595

4) Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования.

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в основные материалы с учетом запаса и капитальные затраты на приобретение оборудования.

Таблица 7.11 – Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
1 Капитальные вложения	47 250	47 250
2 Приобретение основных материалов	5 215 200	5 215 200
3 Итого - объем инвестиций	5 262 450	5 262 450

Источники финансирования проекта - собственные денежные средства, сформированные от амортизации основного капитала, отчислений из прибыли на инвестиционные нужды, денежные средства (расчетный счет).

б) Планирование финансовых результатов по проекту.

Финансовые результаты - это совместный результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли от продаж, прибыли до налогообложения и чистой прибыли (таблица 7.12).

Таблица 7.12 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1 Общая выручка от реализации продукции	76 249 506	76 249 506	76 249 506
2 НДС от реализации выпускаемой продукции	13 724 911	13 724 911	13 724 911
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	62 524 595	62 524 595	62 524 595
4 Затраты на производство и сбыт продукции	55 717 726	55 717 726	55 717 726
5 Амортизация	3 000	3 000	3 000
6 Прибыль по проекту	6 803 869	6 803 869	6 803 869
7 Погашение основного долга и выплата процентов за кредит	0	0	0
8 Прибыль до налогообложения	6 803 869	6 803 869	6 803 869
9 Налог на прибыль	1 360 774	1 360 774	1 360 774
10 Прибыль чистая	5 443 095	5 443 095	5 443 095
11 Платежи в бюджет	15 085 685	15 085 685	15 085 685

7) Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта.

Оценка эффективности инвестиционного проекта основана на расчете денежных потоков по трем видам деятельности и показателей эффективности.

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности наглядно представлены в таблице 7.14.

Денежный поток состоит из притока (поступления денежных средств) и оттока (затраты, платежи). Сальдо денежного потока – это разность притока и оттока.

К притоку от операционной деятельности относится выручка от реализации услуг и начисленная амортизация по проекту. К оттоку по операционной деятель-

ности относятся затраты на производство и сбыт продукции, налоги и платежи в бюджет.

К притоку от инвестиционной деятельности относятся собственные денежные средства на реализацию проекта, к оттоку относятся инвестиционные вложения.

К притоку от финансовой деятельности относятся кредиты и займы. К оттоку по финансовой деятельности относятся выплаты осинового долга и процентов по кредиту (в данном проекте отсутствуют).

Общее сальдо по всем видам деятельности должно быть положительно на всех расчетных шагах – это является обязательным условием финансовой реализуемости проекта.

Общее сальдо является чистым доходом по проекту. Так как чистый доход прогнозируется на несколько периодов (в данном проекте на 3 года) необходимо привести стоимость всех выплат и поступлений к начальному моменту времени, т.е. продисконтировать. Дисконтирование является базой для расчётов стоимости денег с учётом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

$$a_t = 1/(1+E)^t, \quad (7.1)$$

где  $t$  – номер шага расчета,  $E$  – ставка дисконтирования.

В российской практике ставка дисконтирования рассчитывается как сумма ставки рефинансирования (ключевая ставка), устанавливаемой Центробанком РФ и поправки на риск. Размер поправки на риск устанавливается в соответствии с методическими рекомендациями по оценке инвестиционных проектов ВК477.

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 7.13.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Таблица 7.13 – Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск, %
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники	3 - 5
Средний	Увеличение объема продаж существующей продукции	8 - 10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13 - 15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18 - 20

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов.

В данном проекте ставка дисконтирования равна 16%.

К основным показателям, используемым для оценки эффективности проекта используются:

- чистый дисконтированный доход;
- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 7.2.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \cdot a_t - \sum_{t=1}^T K_t \cdot a_t, \quad (7.2)$$

где  $R_t$  – поступления от реализации проекта, руб.;  $Z_t$  – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;  $a_t$  – коэффициент дисконтирования;  $K_t$  – капитальные вложения в проект (инвестиции), руб.;  $t$  – номер временного интервала реализации проекта;  $T$  – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом:  $\text{ЧДД} > 0$ . Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установлен-

ном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта (т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

2. Индекс доходности инвестиций (ИД) рассчитывается по формуле 7.3.

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \cdot a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \cdot a_t}. \quad (7.3)$$

Эффективным считается проект, индекс доходности которого выше единицы, т.е. сумма дисконтированных текущих доходов (поступлений) по проекту превышает величину дисконтированных капитальных вложений.

3. Срок окупаемости (Ток) рассчитывается по формуле 7.4.

$$T = \frac{K}{P_q + A} \leq T_{\text{эо}} \text{ или } T = \frac{K}{D_q} \leq T_{\text{эо}}, \quad (7.4)$$

где  $T$  – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы;  $P_q$  – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;  $K$  – полная сумма расходов на реализацию инвестиционного проекта, включая затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.;  $P_i$  – чистые поступления (чистая прибыль) в  $i$ -м году, руб.;  $T_{\text{эо}}$  – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций, определяется руководством фирмы субъективно, годы;  $A$  – амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;  $A_i$  – амортизационные отчисления на полное восстановление в  $i$ -м году, руб.;  $D_q = P_q + A$  – чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Таблица 7.14 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
<b>ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)</b>			
1 Денежные поступления, всего	76 249 506	76 249 506	76 249 506
в том числе:			
1.1 Выручка	76 249 506	76 249 506	76 249 506
2 Денежные выплаты, всего	70 803 411	70 803 411	70 803 411
в том числе:			
2.1 Затраты по производству и сбыту продукции	55 717 726	55 717 726	55 717 726
2.2 Амортизация	3 000	3 000	3 000
2.3 Налоги и платежи в бюджет	15 085 685	15 085 685	15 085 685
3 Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	5 449 095	5 449 095	5 449 095
<b>ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>			
4 Приток средств	5 262 450	0	0
в том числе:			
4.1 Собственные денежные средства	5 262 450	0	0
5 Отток средств	5 262 450	0	0
6 Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0
<b>ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>			
7 Приток средств, всего	0	0	0
7.1 Кредиты, всего	0	0	0
8 Отток средств, всего	00	0	0
8.1 Погашение основного долга по коммерческому кредиту	0	0	0
8.2 Уплата процентов за предоставленные средства	0	0	0
9 Сальдо потока по финансовой деятельности (7-8)	0	0	0
10 Общее сальдо потока по всем видам деятельности	5 449 095	5 449 095	5 449 095
11 Чистый доход (стр. 10)	5 449 095	5 449 095	5 449 095
12 Инвестиции (табл. 11 стр.3)	-5 262 450,00		
13 Ставка дисконтирования	0,16		
14 Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
15 Приведенный эффект (11*14)	4 697 496	4 049 566	3 491 005
16 Сумма приведенных эффектов	12 238 066		
17 Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	6 975 616		
18 Индекс доходности (ИД)	2,3		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 4 697 496 руб.

Во второй год необходимо окупить:

$$5\,262\,450 \text{ руб.} - 4\,697\,496 \text{ руб.} = 564\,954 \text{ руб.}$$

Эта сумма окупится за  $= 564\,954 \text{ руб.} / 4\,049\,566 \text{ руб.} = 0,1$  года.

Срок окупаемости 1 год 1 месяц.

Для оценки устойчивости проекта проведем анализ безубыточности. Исходные данные для расчета безубыточного объема продаж представлены в таблице 7.15.

Таблица 7.15 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	На единицу продукции, руб.
цена (без НДС)	3 230 911
переменные расходы на 1 изд.	2 692 426
постоянные расходы на 1 изд.	93 460
себестоимость одного изд.	2 785 886

Точка безубыточности = постоянные затраты на весь выпуск / цена - переменные затраты на единицу продукции =  $1\,121\,523 / (3\,230\,911 - 2\,692\,426) \approx 4$  шт.

Построим график точки безубыточности (рисунок 7.1).



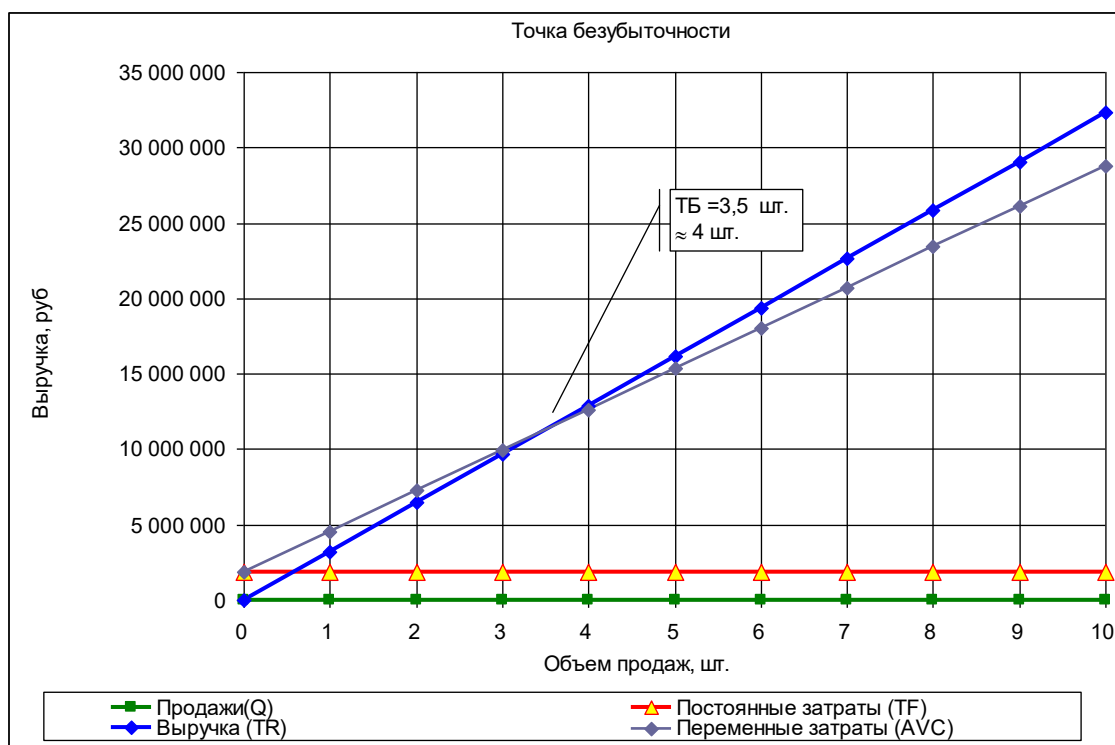


Рисунок 7.1 – График точки безубыточности

Таким образом, сальдо по всем видам деятельности положительное на каждом шаге расчета, чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

### Вывод по разделу семь

По данным экономического расчета можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта был спроектирован новый автомобиль с коробкой передач российского производства, которая имеет больший входной момент и меньшую стоимость по сравнению с применяемой ранее, что даст возможность стать более конкурентоспособным изделием на рынке.

Произведен расчет развесовки силового агрегата в статическом положении с дополнительной опорой коробки передач и без нее, выявлены деформации упругих элементов. Определен изгибающий момент в плоскости заднего торца картера маховика и сделан вывод о необходимости установки дополнительной опоры коробки передач.

В ходе экономического расчета проектируемого автомобиля, был выявлен положительный экономический эффект от внедрения данного автомобиля в эксплуатацию, срок окупаемости спроектированного автомобиля составит 1 год и 1 месяц.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баздникин, А.С. Цены и ценообразование: учебное пособие / А.С. Баздникин. – М.: Изд-во Юрайт-Издат, 2007. - 336 с.
2. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
3. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для вузов. / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 400 с.
4. Определение тягово-скоростных и топливно-экономических качеств автомобиля: методические указания для выполнения курсовой работы / сост. М.А. Русанов, В. В. Краснокутский. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 40 с.
5. Гаспарянц Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля: учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение» / Г.А. Гаспарянц, – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т./ под ред. А.Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
7. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / под ред. Н.Н. Гребневой. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2012. – 320 с.
8. Бобкова, О.В. Охрана труда и техника безопасности. Обеспечение прав работника. / О.В. Бобкова. – М.: Омега-Л, 2009. — 345 с.
9. Коробки передач ЯМЗ-0905, ЯМЗ-1105, ЯМЗ-1205, ЯМЗ-1809, ЯМЗ-1909 и их комплектации: руководство по эксплуатации / под ред. Д.С. Мокроусов. – Ярославль.: ОАО «Автодизель» (ЯМЗ), 2015. – 68 с.
10. 6370-3902035 РЭ. Руководство по эксплуатации. — Миасс: УралАЗ, 2010. — 56 с.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

11. Пастухова О.Н. Методические рекомендации по разработке экономической части выпускной квалификационной работы по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства: методические указания / О.Н. Пастухова, Н.С. Комарова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2018. – 25 с.

12. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий (с Изменением N 1). – М.: Изд-во стандартиформ, 2012. – 15 с.

13. ТОИ Р-15-041-97. Типовая инструкция по охране труда для слесарей, занятых на ремонте и обслуживании машин и оборудования, 1997 г.

14. Грузовой автомобиль Урал NEXT. – <http://guzato.ru/guzovoj-avtomobil-ural-nekst.html>.

15. Коробки передач. – <http://euro-gearbox.ru/data/images/trans.pdf>.

16. Коробка переключения передач 9JS135TA. – <https://shaft-chel.tiu.ru/p66829813-korobka-pereklyucheniya-peredach.html>.

17. FSO-8209 КПП EATON Fuller. – <http://www.eaton-fuller.ru/products/fso-8209-kpp-eaton-fuller>.

					23.05.01.2018.675 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103