

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Институт машиностроения**

(наименование института полностью)

**Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей**

(наименование)

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Автомобили и тракторы**

(направленность (профиль)/специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Стенд ресурсных испытаний редукторов переднего и заднего моста автомобилей ВАЗ

Студент

**Э.А. Назаров**

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

**канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

**канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

**канд. экон. наук, доцент С.Ю. Данилова**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## **Аннотация**

В расчетно-пояснительной записке содержатся расчеты и описательная часть по проделанной работе, связанной с разработкой стенда для испытания редукторов переднего и заднего моста автомобилей. Объектом исследования является автомобиль семейства ВАЗ-21214. В соответствии с выданным заданием, выполнен тяговый расчет автомобиля ВАЗ-21214.

Произведен обзор аналогов конструкции и произведен сравнительный анализ по имеющимся наработкам в данной области. Произведен подбор конструктивных элементов, при помощи которых производится формирование конструкции испытательного стенда.

На уровне технического проекта разработана конструкция стенда для испытания редуктора переднего и заднего моста. Произведен расчет конструкции, силовой и прочностные расчеты.

Произведена разработка технологии проведения сборочных работ разрабатываемой конструкции. Технологическая карта проверки, основанная на оборудовании, размещенном на участке, приводится в расчетно-пояснительной записке и на листе графической части.

Произведена разработка безопасности жизнедеятельности на участке, разработаны мероприятия по поддержанию безопасных условий труда.

Произведено обоснование произведенной модернизации с технико-экономической точки зрения. Выполнен расчет эффективности проводимых мероприятий.

## **Abstract**

The calculation and explanatory note contains the calculations and a description of the work done to develop a gearbox test bench for front and rear axles of cars. The object of the research is a car of VAZ-21214 family. In accordance with the given task, the traction calculation of VAZ-21214 family vehicle was performed.

The review of analogues of a design is made and the comparative analysis on available operating time in this area is made. There was made a selection of structural elements, with the help of which the formation of the test bench structure is carried out.

At the level of the technical project the design of the stand for testing the front and rear axle gearboxes is developed. The design, power and strength calculations have been made.

The technology of carrying out assembly works of the developed structure is developed. The technological map of the inspection based on the equipment placed on the site is given in the calculation and explanatory note and on the sheet of the graphic part.

Life safety at the site has been developed and measures to maintain safe working conditions have been taken.

The modernization was justified from the technical and economic point of view. Calculation of the efficiency of the implemented measures was performed.

## Содержание

Введение	6
1 Состояние вопроса исследования	8
1.1 Характеристика объекта проектирования	8
1.2 Работы при проектировании	13
1.3 Цель исследований	15
2 Расчет тягово-динамической характеристики автомобиля	16
2.1 Исходные данные расчетов	16
2.2 Расчет внешней скоростной характеристики	16
2.3 Выбор передаточных чисел трансмиссии	18
2.4 Силовой баланс автомобиля	19
2.5 Мощностной баланс автомобиля	22
2.6 Динамическая характеристика автомобиля	24
2.7 Характеристика ускорения автомобиля	25
2.8 Характеристика разгона автомобиля	27
2.9 Топливоно – экономическая характеристика	28
3 Обзор имеющихся конструкций	31
3.1 Порядок проведения разработки	31
3.2 Техническая проработка конструкции	36
4 Силовые и прочностные расчеты конструкции	41
4.1 Расчет и выбор электродвигателя стенда	41
4.2 Расчет сварного соединения в месте крепления муфты электродвигателя и фланца вала	43
4.3 Расчет штифтов привода редуктора на срез	44
4.4 Расчет карданного вала и его элементов	45
4.5 Расчет усилия на коромысле подвеса бака	46
4.6 Расчет винтовой передачи	47
5 Безопасность и экологичность при проектировании и конструировании объекта дипломного проектирования	51

5.1 Описание производимых работ	51
5.2 Вредные производственные факторы	52
5.3 Требования безопасности проведения испытательных работ в рамках НИОКР	53
5.4 Учет требования безопасности при проектных работах	64
5.5 Расчет общеобменной вентиляции	71
5.6 Экологическая экспертиза предприятия	74
6 Экономическое обоснование проекта	76
6.1 Цель проекта	76
6.2 Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР	76
6.3 Расчет затрат на проведение НИОКР	80
6.4 Расчет затрат на производство изделия	85
Заключение	89
Список используемых источников	91
Приложение А Внешняя скоростная характеристика	95
Приложение Б Внешняя скоростная характеристика	95
Приложение В Ускорения автомобиля	96
Приложение Г Обратные ускорения автомобиля	96
Приложение Д Мощность на различных передачах	97
Приложение Е Расход топлива	97
Приложение Ж Спецификация	98

## Введение

Выпускная квалификационная работа на тему «Стенд ресурсных испытаний редукторов переднего и заднего моста автомобилей ВАЗ» является итоговой аттестационной работой, в которой студент демонстрирует все знания и умения, полученные им в процессе обучения.

Актуальность темы обусловлена необходимостью проведения в испытательных центрах производственных компаний ресурсных стендовых испытаний редукторов после внесения изменений в конструкцию, например, после замены материалов или конструктивных изменений, например при установке самоблокирующихся дифференциалов или изменении передаточного числа главной передачи.

Редуктор легкового автомобиля, ориентированного на внедорожный режим эксплуатации, является одним из наиболее нагруженным узлов транспортного средства. Поэтому, производители, стремясь улучшить эксплуатационные характеристики автомобиля, постоянно вносят изменения в конструкцию этого узла, экспериментируя с используемыми материалами и применяя различные конструктивные решения, с целью внесения изменений, улучшающих работу узла. При этом, перед массовым производством ставится задача удешевления стоимости производственного процесса, дабы чрезмерно не увеличивать стоимость автомобиля в целом. В частности, автопроизводители экспериментируют с режимами термообработки, применяют различные материалы, в том числе и композитные. Поэтому, требуется после внесения изменений, проводить ресурсные испытания, с целью подтверждения улучшения эксплуатационных показателей модернизированного узла.

В рамках выпускной работы была поставлена задача произвести расчет на уровне технического проекта устройства стенда для проведения ресурсных испытаний редукторов транспортных средств. Стенд должен

производить обкатку редуктора под нагрузкой, с целью определения наработки в часах.

Требуется в рамках работы произвести расчет мощностных и прочностных характеристик испытательного стенда. Также необходимо произвести подбор аналогов конструкции стенда который используется в производственных целях.

Для разрабатываемого стенда необходимо произвести разработку стандартов безопасности жизнедеятельности.

Также для разрабатываемой конструкции испытательного стенда необходимо произвести технико-экономическое обоснование по производимым работам.

## 1 Состояние вопроса исследования

### 1.1 Характеристика объекта проектирования

Задание для выполнения раздела состоит в формировании общей характеристики автомобиля на основе имеющихся в открытом доступе данных о его конструкторских технических характеристиках. также необходимо охарактеризовать объект исследований, сформировать направление работы над проектом, цели, обосновать актуальность темы, представить область возможного практического применения результатов, дать характеристику степени научной новизны проводимой работы.

В качестве объекта для разрабатываемого стенда испытания редукторов, автомобиль семейства ВАЗ-21214, оборудованный электронной системой управления двигателем под нормы токсичности Евро-4. Общий вид автомобиля представлен на рисунке 1.1.

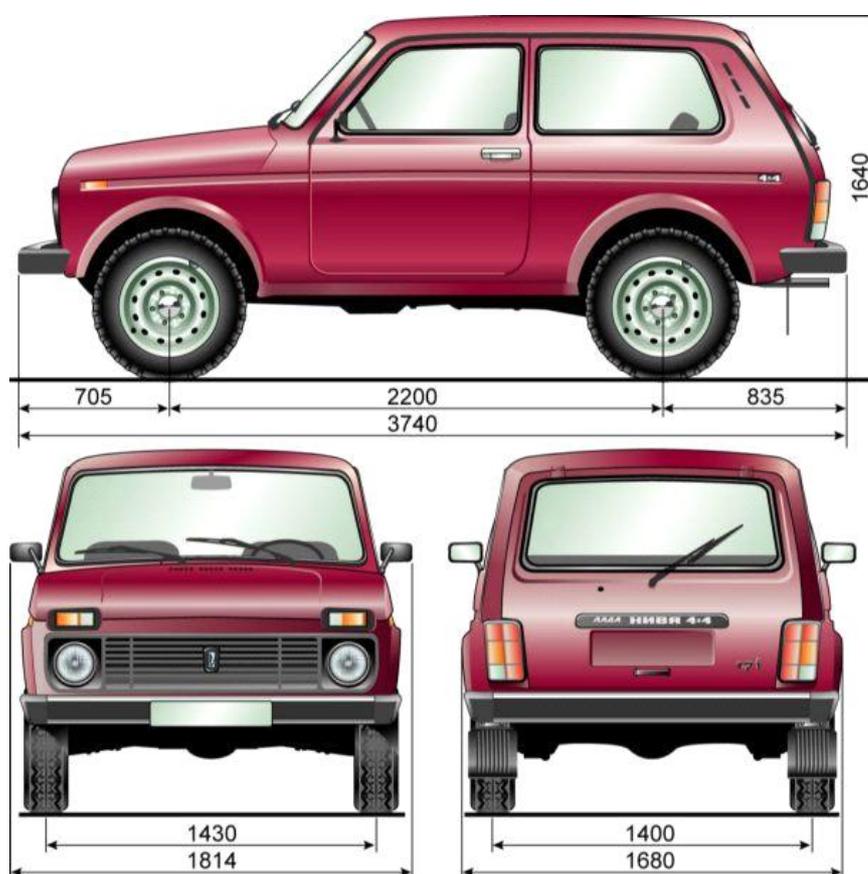


Рисунок 1.1 - Габаритные размеры автомобиля ВАЗ - 21214

Технические характеристики автомобиля, принятого в качестве базы для разрабатываемого навесного оборудования приводятся в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Техническая характеристика автомобиля ВАЗ – 21214

ПОКАЗАТЕЛИ	ВАЗ 21214
1	2
Кузов	Цельнометаллический, несущий
Тип кузова	Универсал
Двигатель	ВАЗ 21214
Максимальная скорость, км/ч	137
Контрольный расход топлива (летом, исправного автомобиля после пробега 5000 км, с нагрузкой в 2 чел.), л/100 км (кг/100 км) при скорости: 90 км/ч/120 км/ч	10.8/9.1
Число мест (полезная нагрузка)	5 (400кг)
Масса снаряженного автомобиля, кг	1150
Полная масса автомобиля, кг	1550
Допустимый груз в багажнике (при нагрузке 5 чел.), кг	200
Допустимая масса установленного на крыше багажника с грузом, кг	50
Допустимая полная масса буксируемого прицепа, не оборудованного тормозами, кг	300
Распределение по осям полной массы, кгс: передняя ось/задняя ось	725/825
Коля колеса, мм: передних/задних	1430/1420
Дорожный просвет под нагрузкой, мм:	185
Наименьший радиус поворота по колею переднего наружного колеса, м	5.8

## Продолжение таблицы 1.1

Двигатель	
Тип	Инжекторный, 4-цилиндровый, 16-клапанный
Рабочий объем цилиндров, л	1,8
Максимальная мощность, л. с.	127.0

ВАЗ 2121 – полноприводный автомобиль повышенной проходимости малого класса, с несущим кузовом. Производится Волжским автозаводом с 1977-го года по настоящее время. После запуска в производство Chevrolet Niva в 2006-м году, ВАЗ 21214 производится под брендом Lada 4x4.

Впервые о создании легкого внедорожника в СССР задумались еще в 1970-м году. Сначала этой задачей занимались специалисты Ижевского автозавода, затем проект перенесли на ВАЗ с целью сделать внедорожник на узлах и агрегатах «Жигулей».

После создания ряда экспериментальных прототипов был разработан дизайн внедорожника, схожего внешне с легковым автомобилем. Во главе проекта стоял ведущий конструктор Пётр Михайлович Прусов. Ему же, по его словам, принадлежит идея названия для внедорожника, однажды в интервью он признался, что слово «Нива» - акроним, полученный из имен детей Прусова: Натальи и Ирины и детей главного конструктора завода В. С. Соловьёва: Вадима и Андрея.

Экспериментальные прототипы подвергли серьезным ходовым испытаниям, включавшим пробег по Уралу в условиях, «приближенных к боевым», в ходе которых для сравнения внедорожных качеств использовались автомобили УАЗ-469 и Land Rover.

В 1975 году приказ о начале производства доработанной версии полноприводной ВАЗ 2121 был подписан, а 5 апреля 1977-го года с конвейера сошел первый серийный экземпляр.

В дальнейшем автомобиль пользовался огромной популярностью, в том числе, и за пределами СССР, о чем свидетельствуют более чем внушительны цифры продаж ВАЗ 2121 на экспорт.

Первоначально завод производил 25 тысяч автомобилей в год, а в дальнейшем выпуск был увеличен до 50 и, в конечном счете, до 70 тысяч.

Ради снижения веса и повышения комфортабельности автомобиль был построен на основе несущего кузова – передовая на тот момент технология в конструировании полноприводных автомобилей. Трансмиссия состоит из серийной четырехступенчатой механической коробки передач от ВАЗ 2106, спаренной с отдельной раздаточной коробкой, обеспечивающей передачу крутящего момента на две оси и обладающей пониженным рядом передач. В раздаточной коробке применена жесткая блокировка межосевого дифференциала. Блокировка межколесного дифференциала не предусмотрена, что роднит «Ниву» с большинством современных кроссоверов. В дальнейшем, на момент создания модификации 21213, механическая коробка была доработана и получила 5-ю передачу.

Сзади в автомобиле использован неразрезной мост от 2106, впереди – оригинальный редуктор переднего моста с приводами на основе шарниров равных угловых скоростей.

В целом, использование целых узлов и отдельных деталей от классических моделей ВАЗ добавило Ниве изрядную долю популярности, так как детали для нее сегодня, как и всегда, можно купить в любом магазине запчастей к отечественным автомобилям. Для примера можно привести задний мост с редуктором (сначала от 2101, затем от 2106, при этом сам корпус моста не менялся). Двигатель, использованный в первой модификации Нивы не был исключением – этот агрегат мощностью 1.6 литра с цепным приводом ГРМ ранее уже использовался на ВАЗ 2106.

На первой модификации использовалась рядная карбюраторная «четверка» мощностью 75 л.с. при 5400 об/мин, максимальный крутящий момент 116 Н·м при 3400 об/мин. В следующую модификацию, ВАЗ-21213,

устанавливался двигатель ВАЗ-21213 с увеличенным рабочим объемом, мощностью 80,8 л.с. при 5100 об/мин и максимальным крутящим моментом 125,1 Н·м при 3000 об/мин.

Для 21214 объем двигателя был увеличен до 1.7 литра, хотя блок цилиндров в целом остался идентичен «шестерочному». Существует топовая модификация двигателя объемом 1.8 литра. Устанавливается как на ВАЗ 21214, так и на длиннобазную версию 2131. Оба эти автомобиля выпускаются до сих пор.

В настоящее время карбюратором двигателя Нивы уже не оснащают, и купить новый автомобиль можно только в комплектации с распределенным впрыском.

В разное время как самим Волжским заводом, так и другими предприятиями (к примеру ВИС в Ставрополе) выпускались различные модификации Нивы. Часть из них известны и популярны у поклонников, к ним относится, например, ВАЗ-21218 «Фора» -удлиненная на 300 миллиметров версия модели 21213. Другие известны только узким специалистам: ВАЗ-2122.600 «Река» - армейский автомобиль-амфибия с использованием агрегатов ВАЗ-2121. ВИС выпускает на базе Нивы коммерческие пикапы.

Отличной проходимости автомобиля способствует короткая база и очень короткие свесы, обеспечивающие отличные углы въезда и съезда, что позволяет «брать» достаточно крутые косогоры и пересекать узкие овраги.

Доступность самого автомобиля в сочетании с его великолепной проходимостью сделали его культовым в среде людей, увлекающихся внедорожными видами спорта. В каждом регионе России существует клуб поклонников Нивы. Участники клубов творят с машиной настоящие «чудеса» - от установки иностранных двигателей до создания снегоболотоходов собственной оригинальной конструкции.

В отличие от иностранных кроссоверов, построенных на основе несущего кузова, Нива обладает несомненным преимуществом -

полноценной трансмиссией с полным приводом типа Full Time, с блокировкой дифференциала и пониженным рядом передач. Небольшие доработки («лифт» или, иначе, подъем кузова с целью увеличения клиренса), установка «грязевых» колес и самоблокирующихся дифференциалов в мосты превращают ее в полноценный вездеход для использования в условиях тяжелого бездорожья.

Неоспоримый плюс автомобиля – прекрасные внедорожные качества. Кроме того, в отличие от других отечественных внедорожников, Нива уже в момент создания была относительно комфортабельным автомобилем, пригодным для эксплуатации в условиях города в том числе. Минусы не менее известны и достаточно многочисленны.

За счет сложности и невысокого качества комплектующих подвеска и трансмиссия автомобиля часто ломаются. У автомобиля в короткобазной версии практически отсутствует багажник. Многочисленные узлы трансмиссии издают достаточно заметный шум, который усугубляется при использовании колес с большим протектором.

## **1.2 Работы при проектировании**

Разработка новых модернизаций главной передачи автомобиля как правило проводится на стыке двух взаимоисключающих задач. Первая – повышение эксплуатационных качеств конструкции. Вторая- - упрощение и удешевление конструкции

Объектом исследований является автомобильный редуктор в сборе и сложный физический процесс его испытания на возможный ресурс, проводимый после внесения конструкционных, либо технологических изменений.

Предметом исследований – Возможность создания стенда ресурсных испытаний автомобильного редуктора. Исследование возможности

применения дополнительного оборудования к серийным автотранспортным средствам.

Программа исследований – включает разработку технологию проведения ресурсных испытаний.

Несмотря на то, что в теории колебаний автомобиля достигнуты значительные успехи, тем не менее потери в эксплуатации, связанные с перегрузками от колебаний на дорогах с неровной поверхностью, исчисляются миллиардами рублей. Поэтому возникает практическая необходимость изучения колебаний крутящего момента не только в процессе равномерного поступательного движения, но и в переходных режимах. Наиболее ответственным из них является режим движения по неровной дороге. В ходе движения появляются дополнительные, значительные внешние воздействия от дороги, большие инерционные силы; меняется внешняя механика автомобильных колёс; образуются новые внутренние упругие и инерционные связи; возникают колебательные процессы, опасные по своим последствиям для конструкции автомобиля.

Исследования колебаний крутящего момента в условиях движения по неровной дороге имеют значение, прежде всего для двух практических направлений работы:

1. Совершенствование расчетных способов оценки эксплуатационных свойств автомобилей в реальных условиях эксплуатации.
2. Дальнейшее совершенствование методов испытаний, в особенности, доработанных редукторов.

Исходя из вышесказанного следует, что работа по разработке стенда испытания редуктора автомобиля является перспективной для дальнейшей разработки, актуальность темы подтверждена современным направлением развития отечественного автомобилестроения.

### **1.3 Цель исследований**

Тема дипломного проекта: «Стенд ресурсных испытаний редукторов переднего и заднего моста автомобилей ВАЗ».

Цель дипломного проекта: Разработать стенд ресурсных испытаний редукторов переднего и заднего моста автомобилей ВАЗ на уровне технического проекта. Произвести необходимые аналитические изыскания, определить аналоги и произвести расчет силовых и прочностных характеристик».

Исходя из рассмотренного состояния вопроса, формулируются следующие задачи представляемой работы:

1. Выявить конструктивные аналоги разрабатываемой конструкции;
2. Выявить особенности изменения неравномерности крутящего момента на редукторе в зависимости от скорости движения, нагрузки, ускорения кузова и параметров дорожного покрытия;
3. Сконструировать, специальное оборудование;
4. Разработать технологическую карту проведения испытаний редуктора
5. Рассмотреть методы использования результатов теоретических и экспериментальных исследований в решении задач инженерной практики.

Решение сформулированных задач отражают новизну теоретических и экспериментальных исследований в представленной работе.

## 2 Расчет тягово-динамической характеристики автомобиля

### 2.1 Исходные данные расчетов

Исходные данные для проведения тягово-динамического расчета приводятся в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Исходные данные расчетов

Наименование	Обознач.	Знач.	Ед. изм.
Снаряжённая масса	G <sub>a</sub>	1020	кг
Количество мест		5	
Грузоподъемность	G <sub>гр</sub>	560	кг
Максимальная скорость	V <sub>max</sub>	47	м /с
Минимальная частота вращения	ω(min)	80	рад/с
Максимальная частота вращения	ω (max)	650	рад/с
Коэффициент обтекаемости	C <sub>x</sub>	0,3	
Мак. преодолеваемый подъем	α	30	град.
КПД трансмиссии	η <sub>тр</sub>	0,92	
Ширина автомобиля	B	1,676	м
Высота автомобиля	H	1,640	м
Коэффициент сопр. качению	f	0,018	
Коэффициент сопр. дороги	γ	0,032	
Коэффициент сцепления	φ	0,8	
Число передач		5	
Момент инерции колеса	M <sub>ик</sub>	1,20	кг•м <sup>2</sup>
Момент инерции двигателя	M <sub>ид</sub>	0,14	кг•м <sup>2</sup>
Макс. мощность при 5600 об/мин	N <sub>max</sub>	68	кВт
Макс. кр. мом. при 2900 об/мин	M <sub>max</sub>	128	Н•м
Эмпирический коэффициент	k	1,2	
Эмпирический коэффициент	a=b=c	1	

### 2.2 Расчет внешней скоростной характеристики

«Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля N<sub>v</sub> (кВт) по формуле мощностного баланса с учетом КПД трансмиссии:» [15]

$$N_v = 1/\eta_{тр} (G_a \cdot q \cdot \rho \cdot V_a + C_x \cdot \rho / 2 \cdot B \cdot H \cdot V_a^3) \quad (2.1)$$

$$N_v = 1/0,92 \cdot (1020 \cdot 9,81 \cdot 0,032 \cdot 45 + 0,3 \cdot 1,29/2 \cdot 1,676 \cdot 1,430 \cdot 45^3) = 57893 \text{ Вт}$$

где ρ - плотность воздуха.

Находим максимальную мощность двигателя  $N_v(\max)$ :

$$N_v(\max) = N_v / a \cdot k + b \cdot k^2 - c \cdot k^3 \quad (2.2)$$

$$N_v(\max) = 60,293 / 0,912 = 62,4 \text{ кВт}$$

«Находим мощность ( $N_e$ ) и крутящий момент ( $M_e$ ):

$$N_e = N_v(\max) \cdot (a \cdot \omega / \omega_N + b \cdot (\omega / \omega_N)^2 - c \cdot (\omega / \omega_N)^3) \quad (2.3)$$

где  $\omega$  – текущая частота вращения коленчатого вала двигателя.

$$\omega_N = \omega(\max) / k \quad (2.4)$$

$$\omega_N = 650 / 1,2 = 541 \text{ рад/с.}$$

Расчет значений см. таблицу 2.2.

Для построения кривой эффективного момента  $M_e$  (Нм) применяют формулу:

$$M_e = N / \omega \quad (2.5)$$

Результаты расчетов сводят в таблицу 2.2 и представляют в виде графика.

При анализе полученных параметров двигателя решается вопрос о возможности их применения на проектируемом автомобиле двигателя, выпускаемого промышленностью.» [15]

Таблица 2.2 – Внешняя скоростная характеристика

$\omega$ (рад/с)	$N_e$ (Вт)	$M_e$ (Нм)
1	2	3
80	9306,78	116,3348
103,75	12366,41	119,1944
127,5	15520,46	121,7291
151,25	18745,76	123,9389
175	22019,17	125,8239
198,75	25317,56	127,3839
222,5	28617,76	128,6192
246,25	31896,64	129,5295
270	35131,04	130,115
293,75	38297,82	130,3756
317,5	41373,83	130,3113
341,25	44335,93	129,9221
365	47160,96	129,2081

## Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
388,75	49825,78	128,1692
412,5	52307,24	126,8054
436,25	54582,2	125,1168
460	56627,51	123,1033
483,75	58420,01	120,7649
507,5	59936,57	118,1016
531,25	61154,04	115,1135
555	62049,27	111,8005
578,75	62599,1	108,1626
602,5	62780,41	104,1998
626,25	62570,02	99,91222
650	61944,81	95,29971

По данным таблицы 2.2 строим график внешней скоростной характеристики, который выносим на лист графической части.

### 2.3 Выбор передаточных чисел трансмиссии

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению  $f$  или максимальному динамическому фактору на первой передаче  $D$ .

В основу выбора  $U$  положено условие постоянства средней мощности в процессе разгона автомобиля на всех передачах в одном и том же интервале частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Ввиду того, что в данном дипломном проекте производятся исследования серийного автомобиля, то данные для дальнейших расчетов можно взять из технического паспорта автомобиля.» [15]

Принимаем:

$$U_1 = 3,636$$

$$U_2 = 1,95$$

$$U_3 = 1,357$$

$$U_4 = 0,941$$

$$U_5 = 0,784$$

$$U_{гп} = 3,937$$

«Характеристика шин:

Радиальные шины по ГОСТ 4754-80 (175x70 R13).

Масса шины – 8 кг.

Обозначение обода по ГОСТ 10408-74.

Ширина профиля без нагрузки 175 мм.

Наружный диаметр 620 мм.

Статический радиус  $r = 265$  мм.

Максимальная скорость 180 км/ч.

Давление 0,2 мПа» [5]

## 2.4 Силовой баланс автомобиля

«Для обеспечения возможности движения автомобиля, тяговая сила на ведущих колесах  $P_T$  должна быть больше силы сопротивления дороги  $P_d$ . Тяговая сила определяется в зависимости от крутящего момента  $M_e$ :

$$P_T = M_e \cdot U_{гп} \cdot U_{кп} \cdot \eta_{тп} / r \quad (2.6)$$

Расчет значений см.таблицу 2.3.

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой. Скорость автомобиля связана с частотой вращения:

$$V_a = r \cdot \omega / U_{гп} \cdot U_{кп} \quad (2.7)$$

Сила сопротивления воздуха на 4 передаче:

$$P_{в4} = C_x \cdot H \cdot B \cdot V_a^2 \quad (2.8)$$

Сцепной вес автомобиля:

$$G_{сц} = 0,51 \cdot G_a \quad (2.9)$$

$$G_{сц} = 0,51 \cdot 1020 = 520 \text{ кг}$$

Сила сцепления колес с дорогой на 1 передаче:

$$P_{сц1} = \varphi \cdot G_{сц} \quad (2.10)$$

$$P_{сц1} = 0,8 \cdot 520 \cdot 9,8 = 4080 \text{ Н}$$

$\varphi$ : коэффициент сцепления колес с дорогой.» [15]

Для движения автомобиля по горизонтальному участку дороги без пробуксовки должно выполняться условие:

$$P_T < P_{сц} \quad (2.11)$$

Сила сопротивления дороги:

$$P_D = G_a \cdot (f+i), \quad (2.12)$$

где  $i$  – уклон дороги;

$f$  – коэффициент сопротивления качению.

$$F = f_0 \cdot (1 + V_a^2/2000), \quad (2.13)$$

где  $f_0 = 0,012$

Силовой баланс автомобиля сведем в таблицу 2.3, где представим расчеты для каждой передачи.

Таблица 2.3 - Силовой баланс автомобиля

Va1 (м/с)	Va2 (м/с)	Va3 (м/с)	Va4 (м/с)	Va5 (м/с)
1	2	3	4	5
1,52	2,84	4,08	5,89	7,06
1,98	3,68	5,29	7,63	9,16
2,43	4,53	6,50	9,38	11,26
2,88	5,37	7,72	11,13	13,36
3,33	6,21	8,93	12,88	15,45
3,78	7,06	10,14	14,62	17,55
4,24	7,90	11,35	16,37	19,65
4,69	8,74	12,56	18,12	21,75
5,14	9,59	13,77	19,86	23,84
5,59	10,43	14,99	21,61	25,94
6,05	11,27	16,20	23,36	28,04
6,50	12,12	17,41	25,11	30,13
6,95	12,96	18,62	26,85	32,23
7,40	13,80	19,83	28,60	34,33
7,85	14,64	21,04	30,35	36,43
8,31	15,49	22,26	32,10	38,52
8,76	16,33	23,47	33,84	40,62
9,21	17,17	24,68	35,59	42,72
9,66	18,02	25,89	37,34	44,81
10,12	18,86	27,10	39,08	46,91
10,57	19,70	28,31	40,83	49,01
11,02	20,55	29,53	42,58	51,11
11,47	21,39	30,74	44,33	53,20
11,92	22,23	31,95	46,07	55,30
12,38	23,08	33,16	47,82	57,40

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
Рт1 (H)	Рт2 (H)	Рт3 (H)	Рт4 (H)	Рт5 (H)
5621,11	3014,62	2097,87	1454,75	1212,03
5759,28	3088,72	2149,43	1490,51	1241,83
5881,75	3154,41	2195,14	1522,20	1268,23
5988,53	3211,67	2234,99	1549,84	1291,26
6079,61	3260,52	2268,98	1573,41	1310,89
6154,99	3300,94	2297,12	1592,92	1327,15
6214,67	3332,95	2319,39	1608,36	1340,02
6258,66	3356,54	2335,81	1619,75	1349,50
6286,95	3371,71	2346,37	1627,07	1355,60
6299,54	3378,47	2351,07	1630,33	1358,32
6296,43	3376,80	2349,91	1629,52	1357,65
6277,63	3366,72	2342,89	1624,66	1353,59
6243,13	3348,21	2330,01	1615,73	1346,15
6192,93	3321,29	2311,28	1602,74	1335,33
6127,04	3285,95	2286,69	1585,68	1321,12
6045,44	3242,19	2256,23	1564,57	1303,53
5948,15	3190,02	2219,92	1539,39	1282,55
5835,17	3129,42	2177,76	1510,15	1258,19
5706,48	3060,41	2129,73	1476,84	1230,44
5562,10	2982,97	2075,84	1439,48	1199,31
5402,02	2897,12	2016,10	1398,05	1164,79
5226,24	2802,85	1950,50	1352,56	1126,89
5034,77	2700,17	1879,04	1303,00	1085,61
4827,60	2589,06	1801,72	1249,39	1040,93
4604,73	2469,53	1718,54	1191,71	992,88
7,06	123,07	22,28	145,348	0,012
Рв1 (H)	Рв2 (H)	Рв3 (H)	Рв4 (H)	Рв5 (H)
9,16	125,11	37,47	162,582	0,013
11,26	127,68	56,59	184,271	0,013
13,36	130,78	79,63	210,415	0,013
15,45	134,41	106,60	241,014	0,013
17,55	138,57	137,50	276,068	0,014
19,65	143,25	172,33	315,577	0,014
21,75	148,46	211,08	359,541	0,015
23,84	154,20	253,76	407,960	0,015
25,94	160,47	300,36	460,834	0,016
28,04	167,27	350,90	518,163	0,017
30,13	174,59	405,36	579,947	0,017
32,23	182,44	463,74	646,186	0,018
34,33	190,82	526,06	716,880	0,019
36,43	199,73	592,30	792,029	0,020
38,52	209,17	662,46	871,633	0,021
40,62	219,14	736,56	955,692	0,022
42,72	229,63	814,58	1044,206	0,023

### Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
44,81	240,65	896,53	1137,175	0,024
46,91	252,20	982,40	1234,599	0,025
49,01	264,28	1072,20	1336,478	0,026
51,11	276,88	1165,93	1442,813	0,028
53,20	290,02	1263,59	1553,601	0,029
55,30	303,68	1365,17	1668,845	0,030
57,40	317,87	1470,68	1788,546	0,032

По данным таблицы 2.3 строим график силового баланса автомобиля, который выносится на лист графической части проекта.

### 2.5 Мощностной баланс автомобиля

«Под мощностным балансом автомобиля понимают графоаналитический метод решения уравнения движения автомобиля, связывающий величину тяговой мощности с мощностью сил сопротивления движению при заданных скоростях движения автомобиля.

При равномерном движении автомобиля мощность  $N_t$  расходуется только на преодоление сопротивления дороги и воздуха. Если дроссельная заслонка открыта полностью, то наибольшую скорость автомобиль развивает, когда мощность  $N_t$  равна сумме мощностей. Для равномерного движения автомобиля по дороге со скоростью, меньшей  $V_{max}$  водитель должен прикрыть дроссельную заслонку.» [15]

«График мощностного баланса для всех передач строят таким же образом, только вместо одной пары кривых  $N_t$  наносят несколько в зависимости от числа передач в коробке. При изменении передаточного числа коробки передач  $U_k$  изменяется лишь скорость автомобиля, мощность  $N_e$  остается без изменений.

При анализе мощностного баланса необходимо уметь рассчитывать степень использования мощности двигателя (отношение мощности, необходимой для движения автомобиля, к мощности на ведущих колесах). График

зависимости рассчитывают и строят, так же как и тяговую характеристику.

Для этого используют кривую  $N_e$  и соотношение  $N_T = N_e \cdot \eta_{тр.}$ » [20]

Мощность для преодоления сил сопротивления:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{тр} \quad (2.14)$$

$$N_d = P_d \cdot V_a \quad (2.15)$$

$$N_b = P_b \cdot V_a \quad (2.16)$$

Таблица 2.4 - Мощностной баланс автомобиля

$N_e5$ (Вт)	$N_T5$ (Вт)	$N_d5$ (Вт)	$N_b5$ (Вт)	$N_d+N_b$ (Вт)
9306,78	8562,24	869,42	157,38	1026,79
12366,41	11377,10	1146,24	343,27	1489,51
15520,46	14278,82	1437,58	637,09	2074,68
18745,76	17246,10	1746,76	1063,55	2810,31
22019,17	20257,64	2077,10	1647,36	3724,46
25317,56	23292,16	2431,93	2413,21	4845,13
28617,76	26328,34	2814,56	3385,82	6200,38
31896,64	29344,91	3228,32	4589,89	7818,21
35131,04	32320,56	3676,54	6050,13	9726,67
38297,82	35233,99	4162,52	7791,25	11953,77
41373,83	38063,92	4689,62	9837,95	14527,57
44335,93	40789,06	5261,13	12214,95	17476,07
47160,96	43388,08	5880,38	14946,93	20827,31
49825,78	45839,72	6550,70	18058,63	24609,33
52307,24	48122,66	7275,41	21574,73	28850,14
54582,2	50215,62	8057,84	25519,95	33577,79
56627,51	52097,31	8901,29	29918,99	38820,29
58420,01	53746,41	9809,12	34796,57	44605,69
59936,57	55141,64	10784,61	40177,38	50962,00
61154,04	56261,72	11831,12	46086,13	57917,25
62049,27	57085,33	12951,95	52547,53	65499,48
62599,1	57591,17	14150,43	59586,32	73736,75
62780,41	57757,98	15429,89	67227,14	82657,03
62570,02	57564,42	16793,64	75494,73	92288,37
61944,81	56989,23	18245,00	84413,86	102658,86

По данным таблицы 2.4 строят график мощностного баланса автомобиля.

## 2.6 Динамическая характеристика автомобиля

«По данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля.» [20]

$$D = (P_T - P_B) / G a \quad (2.17)$$

Произведенные расчеты динамической характеристики сводятся в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Динамическая характеристика автомобиля

D1	D2	D3	D4	D5
0,56	0,30	0,21	0,14	0,12
0,58	0,31	0,21	0,15	0,12
0,59	0,31	0,22	0,15	0,12
0,60	0,32	0,22	0,15	0,12
0,61	0,32	0,22	0,15	0,12
0,61	0,33	0,22	0,15	0,12
0,62	0,33	0,23	0,15	0,12
0,62	0,33	0,23	0,15	0,11
0,63	0,33	0,23	0,15	0,11
0,63	0,33	0,22	0,14	0,11
0,63	0,33	0,22	0,14	0,10
0,63	0,33	0,22	0,13	0,09
0,62	0,33	0,22	0,13	0,09
0,62	0,32	0,21	0,12	0,08
0,61	0,32	0,21	0,12	0,07
0,60	0,31	0,20	0,11	0,06
0,59	0,31	0,20	0,10	0,05
0,58	0,30	0,19	0,09	0,04
0,57	0,29	0,18	0,09	0,03
0,55	0,28	0,17	0,08	0,02
0,53	0,27	0,17	0,07	0,01
0,52	0,26	0,16	0,05	0,00
0,50	0,25	0,15	0,04	-0,01
0,48	0,24	0,13	0,03	-0,02
0,45	0,22	0,12	0,02	-0,03

## 2.7 Характеристика ускорения автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия и буксования ведущих колес находят из выражения:» [20]

$$f = 0,012 \cdot (1 + Va^2/2000) \quad (2.18)$$

$$J = (D - f) \cdot 9,81 / \delta_{вр} \quad (2.19)$$

где  $\delta_{вр}$  – момент инерции вращающихся частей двигателя ( $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ );

«График обратных ускорений используют для определения зависимости времени разгона от скорости движения автомобиля. Время разгона в определенном интервале скоростей пропорционально величине площади, лежащей под кривой  $(1/j)$ .» [15]

Прием интегрирования кривой обратных ускорений позволяет выбрать теоретически скорости переключения передач.

При малой скорости автомобиля (до 10-15 м/с) коэффициент сопротивления качению  $f$  можно считать постоянным. При движении автомобиля с большей скоростью он возрастает вследствие энергетических потерь в шине. Для определения коэффициента сопротивления качению в зависимости от скорости пользуются эмпирической формулой:

$$f = f_0 \cdot (1 + V^2/2000), \quad (2.20)$$

где  $f_0$  – коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью;  $V$  – скорость автомобиля, м/с.

Используя данные таблицы 2.6. строим график ускорения автомобиля.

Таблица 2.6 - Характеристика ускорения автомобиля

$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$
1	2	3	4	5
0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
0,012	0,012	0,012	0,012	0,013
0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
0,012	0,012	0,012	0,013	0,013

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
0,012	0,012	0,013	0,013	0,014
0,012	0,012	0,013	0,014	0,014
0,012	0,012	0,013	0,014	0,015
0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
0,012	0,013	0,013	0,015	0,016
0,012	0,013	0,014	0,015	0,017
0,012	0,013	0,014	0,016	0,017
0,012	0,013	0,014	0,016	0,018
0,012	0,013	0,014	0,017	0,019
0,012	0,013	0,015	0,018	0,020
0,012	0,013	0,015	0,018	0,021
0,012	0,014	0,015	0,019	0,022
0,013	0,014	0,016	0,020	0,023
0,013	0,014	0,016	0,020	0,024
0,013	0,014	0,016	0,021	0,025
0,013	0,014	0,017	0,022	0,026
0,013	0,015	0,017	0,023	0,028
0,013	0,015	0,018	0,024	0,029
0,013	0,015	0,018	0,025	0,030

Расчет обратных ускорений сводится в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Значения обратных ускорений

J1	1/J1	J2	1/J2	J3	1/J3	J4	1/J4	J5	1/J5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,78	0,26	2,43	0,41	1,72	0,58	1,16	0,86	0,94	1,07
3,87	0,26	2,49	0,40	1,76	0,57	1,18	0,84	0,95	1,05
3,96	0,25	2,54	0,39	1,80	0,56	1,20	0,83	0,95	1,05
4,03	0,25	2,59	0,39	1,83	0,55	1,21	0,83	0,95	1,06
4,09	0,24	2,63	0,38	1,85	0,54	1,21	0,83	0,94	1,07
4,14	0,24	2,66	0,38	1,86	0,54	1,20	0,83	0,92	1,09
4,18	0,24	2,68	0,37	1,87	0,54	1,19	0,84	0,89	1,13
4,21	0,24	2,69	0,37	1,87	0,53	1,17	0,85	0,85	1,17
4,23	0,24	2,70	0,37	1,86	0,54	1,14	0,87	0,81	1,23
4,24	0,24	2,69	0,37	1,85	0,54	1,11	0,90	0,76	1,31
4,23	0,24	2,68	0,37	1,83	0,55	1,07	0,93	0,71	1,42
4,22	0,24	2,67	0,37	1,81	0,55	1,02	0,98	0,64	1,56
4,19	0,24	2,64	0,38	1,77	0,56	0,97	1,03	0,57	1,76
4,15	0,24	2,61	0,38	1,73	0,58	0,91	1,10	0,49	2,05
4,11	0,24	2,57	0,39	1,69	0,59	0,84	1,18	0,40	2,50
4,05	0,25	2,52	0,40	1,63	0,61	0,77	1,30	0,31	3,28
3,98	0,25	2,46	0,41	1,57	0,64	0,69	1,45	0,20	4,93
3,89	0,26	2,40	0,42	1,51	0,66	0,60	1,66	0,09	10,81

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,80	0,26	2,32	0,43	1,44	0,70	0,51	1,97		
3,70	0,27	2,24	0,45	1,36	0,74	0,41	2,46		
3,58	0,28	2,15	0,46	1,27	0,79	0,30	3,34		
3,46	0,29	2,06	0,49	1,18	0,85	0,19	5,40		
3,32	0,30	1,95	0,51	1,08	0,93	0,06	15,69		
3,17	0,32	1,84	0,54	0,97	1,03	1,16	0,86		
3,01	0,33	1,72	0,58	0,86	1,17	1,18	0,84		

## 2.8 Характеристика разгона автомобиля

«Время и путь разгона автомобиля можно определить графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин. С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы, и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = \text{const}$ . Время прохождения такого участка:» [20]

$$dT = dVa / 0,5 \cdot (j_n + j_k) \quad (2.21)$$

Общее время разгона:

$$T_p = dT + (n-1) \quad (2.22)$$

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости  $t = f(V)$  для получения зависимости пути разгона  $S$  от скорости автомобиля.

В данном случае кривая разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения  $V$ .

Площадь элементарного прямоугольника есть путь, который проходит автомобиль от отметки  $t_4$  до отметки  $t_5$ , двигаясь с постоянной скоростью  $V$ .» [2]

Путь разгона:

$$dS = 0,5 \cdot T_p \cdot (V_n + V_k) / 3,6 \quad (2.23)$$

Общий путь разгона:

$$S_p = dS + dP_{п}, \quad (2.24)$$

где  $dP_{п} = 1$  – время переключения передачи

Результаты расчета заносятся в таблицу 2.7 и представляются в виде графика на листе графической части. По результатам расчета строится график интенсивности разгона или график зависимости времени  $t$  от пути  $S$  разгона автомобиля.

Таблица 2.7-Характеристика разгона автомобиля

№ п.п	Тр (с)	Sp (м)	Va (км/ч)	№ п.п	Тр (с)	Sp (м)	Va (км/ч)
1	1,00	0,00	5,48	26	6,68	43,94	58,06
2	1,40	0,31	7,77	27	6,94	48,24	60,34
3	1,57	0,61	10,06	28	7,21	52,80	62,63
4	1,72	1,00	12,34	29	7,48	57,65	64,91
5	1,88	1,48	14,63	30	7,76	62,80	67,20
6	2,03	2,05	16,91	31	8,05	68,29	69,48
7	2,18	2,71	19,20	32	8,35	74,14	71,77
8	2,33	3,46	21,48	33	8,66	80,41	74,06
9	2,48	4,31	23,77	34	8,98	87,12	76,34
10	2,63	5,26	26,06	35	9,31	94,34	78,63
11	2,78	6,31	28,34	36	9,66	102,13	80,91
12	2,94	7,48	30,63	37	10,66	109,92	82,05
13	3,10	8,77	32,91	38	11,06	119,01	83,20
14	3,26	10,21	35,20	39	11,47	128,54	85,49
15	3,43	11,80	37,48	40	11,89	138,56	87,77
16	3,60	13,57	39,77	41	12,31	149,10	90,06
17	3,79	15,54	42,06	42	12,75	160,19	92,34
18	3,98	17,76	44,34	43	13,20	171,88	94,63
19	4,19	20,27	45,48	44	13,67	184,23	96,91
20	5,19	22,78	46,63	45	14,15	197,29	99,20
21	5,43	25,81	48,91	46	14,64	211,14	101,49
22	5,67	29,03	51,20	47	15,16	225,85	103,77
23	5,92	32,44	53,48	48	15,70	241,52	106,06
24	6,17	36,06	55,77	49	16,26	258,25	108,34
25	6,42	39,88	5,48	50	16,85	276,19	110,63

## 2.9 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.» [20]

Совершенство конструкции автомобиля оценивают по расходу топлива  $Q$  (л), отнесенному к длине пройденного пути  $S$  (км). Путь расход топлива при пробеге автомобиля 100 км (л):

$$q_n = 100 \cdot Q / S \quad (2.25)$$

Измерителем топливной экономичности автомобильного двигателя служат часовой расход топлива  $G_T$  (кг/ч) и удельный эффективный расход топлива:

$$G_T = g_e \cdot N_e / 10^6, \quad (2.26)$$

Путь расход топлива в литрах на 100 км пути  $q_n$  выражается через удельный эффективный расход топлива  $g_e$  [г/(кВт•ч)]:

$$q_n = g_e \cdot N_T / 36 \cdot \rho_T \cdot V_a, \quad (2.27)$$

где  $\rho_T$  - плотность топлива (кг/л);  $V_a$  - скорость автомобиля (м/с),

Плотность топлива для бензина 0,71 . . . 0,73 кг/л, а для дизельного топлива 0,83 ... 0,87 кг/л.

Эффективность мощности  $N_e$  в (2.3) может быть выражена из мощностного баланса:

$$q_n = g_e \cdot (P_d + P_v) / 36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{tr} \quad (2.28)$$

«Чтобы определить расход топлива в определенных дорожных условиях; необходимо располагать экспериментальным графиком - нагрузочной характеристикой двигателя. Если экспериментальных данных нет, то можно воспользоваться следующей приближенной методикой, для чего определяют эффективный расход топлива (г /кВт ч) по формуле:» [19]

$$g_e = k_{СК} \cdot k_H \cdot g_{emin} \cdot 1,1, \quad (2.29)$$

где  $k_{СК}$  и  $k_H$  - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины  $g_e$  в зависимости от оборотов двигателя;

$g_{emin}$  - минимальный удельный эффективный расход топлива (г/кВт•ч).

Для бензиновых двигателей  $g_{emin}$  - 290... 380 г/кВт•ч/

«Для расчета топливно-экономической характеристики используется рассчитанный ранее мощностной баланс на высшей передаче.

Топливо-экономическая характеристика автомобиля позволяет определить расход топлива в зависимости от изменения скорости движения. Она представляет собой график зависимости путевого расхода топлива от скорости автомобиля  $V_a$ .

Показателем топливной экономичности автомобиля служит минимальный путевой расход топлива, соответствующий скорости при испытаниях автомобиля с полной нагрузкой на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием. Указываемый в технических характеристиках автомобилей контрольный расход топлива практически мало отличается от минимального расхода топлива.» [21]

Данные расчета топливо-экономических показателей представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Топливо-экономическая характеристика

гп (л/100км)	Нт (Вт)	Ки	Кск	Va5 (м/с)
1	2	3	4	5
1,30	8562,24	2,18	1,15	7,06
1,72	11377,10	2,11	1,12	9,16
2,16	14278,82	2,02	1,09	11,26
2,62	17246,10	1,92	1,07	13,36
1	2	3	4	5
3,12	20257,64	1,81	1,05	15,45
3,65	23292,16	1,70	1,03	17,55
4,22	26328,34	1,58	1,01	19,65
4,84	29344,91	1,46	1,00	21,75
5,51	32320,56	1,35	0,98	23,84
6,24	35233,99	1,24	0,98	25,94
7,03	38063,92	1,14	0,97	28,04
7,89	40789,06	1,03	0,97	30,13
8,82	43388,08	0,94	0,97	32,23
9,83	45839,72	0,84	0,97	34,33
10,91	48122,66	0,74	0,97	36,43
12,09	50215,62	0,64	0,98	38,52
13,35	52097,31	0,55	0,99	40,62
14,71	53746,41	0,51	1,00	42,72

Таким образом, результатом является рассчитанный тяговый расчет автомобиля, в котором определены основные технические параметры транспортного средства.

## **3 Обзор имеющихся конструкций**

### **3.1 Порядок проведения разработки**

Получено задание на разработку стенда для испытания редукторов (в дальнейшем—стенд), в соответствии с заданием на дипломное проектирование.

Изделие относится к испытательной технике, и может быть использовано при испытаниях редукторов ведущих мостов полноприводных автомобилей. Цель внедрения—расширение технологических возможностей при проведении испытаний и регулировк автомобильных агрегатов.

На рисунке 3.1 изображен стенд, общий вид; на рисунке 3.2 – вид А на рисунке 3.1.

Стенд содержит раму 1, на опорной плите 2 которой установлен кронштейн 3, на одной стороне которого размещен нагрузатель 4 (например, гидравлический), а на- противоположной стороне с помощью винтового механизма 5 зафиксирован испытуемый редуктор 6, ведомое звено которого, например выходная шестерня 7, вводится в зацепление с шестерней 8 нагрузателя 4. На опорной плите 2 закреплена вертикальная стойка 9 с шарнирно связанным с ней двуплечим рычагом 10.

На плече 11 двуплечего рычага 10 шарнирно закреплен приводной двигатель 12 (например, гидравлический) с выходной шестерней 13, вводимой в зацепление с ведущим звеном, например шестерней 14 испытуемого редуктора 6.

На плече 15 двуплечего рычага 10 на регулируемой при помощи резьбовой муфты 16 и 17 шарнирно закреплен масляный бак 18, имеющий щуп. Питание гидросистемы нагрузателя 4 и приводного двигателя 12 осуществляется от гидростанции 20.

К днищу бака 18 присоединен одним концом гибкий трубопровод 21 с краном 22. На другом конце трубопровода 21 имеется трубчатый

наконечник 23, расположенный в отверстии прилива 24 опорной плиты 2 и подпружиненный относительно нее пружиной 25. На наконечнике 23 выполнен кольцевой бурт 26 с уплотнительным кольцом 27, к которому примыкает нижняя часть картера 28 испытуемого редуктора 6, и радиальное отверстие 29, через которое собранные в размещенном под картером 28 поддоне 30 утечки масла сливаются в масляный бак 18.

Стенд работает следующим образом. В исходном положении приводной двигатель 12 находится в верхнем положении, кран 22 закрыт.

Испытываемый редуктор 6 устанавливают на кронштейне 3 и фиксируют на нем винтовым механизмом 5. Верхний участок наконечника 23 заходит в сливное отверстие картера 28 испытуемого редуктора 6. При воздействии картера 28 на кольцевой буртик 26 наконечник 23 смещается вниз и радиальное отверстие 29 перекрывается приливом 24.

Поворотом двуплечего рычага 10 против часовой стрелки приводной двигатель 12 перемещают вниз, а масляный бак 18 - вверх. Двигатель 12 фиксируют на верхней части корпуса испытуемого редуктора 6, выходная шестерня 13 двигателя 12 заходит в зацепление с шестерней 14 испытуемого редуктора 6, выходная шестерня которого 7 вводится в зацепление с шестерней 8 нагрузжателя 4. Открывают кран 22. Масло из бака 18 по трубопроводу 21 поступает в картер 28 испытуемого редуктора 6 и заполняет его до требуемого уровня. Включают приводной двигатель 12 и осуществляют обкатку и испытание редуктора 6 при различных скоростных и нагрузочных режимах. После завершения испытания приводной двигатель 12 расфиксируют от корпуса испытуемого редуктора 6 и поворотом рычага 10 по часовой стрелке поднимают его вверх, а масляный бак 18 опускают вниз. Поскольку уровень масла в баке 18 оказывается ниже уровня масла в картере 28 редуктора 6, масло из последнего сливается в бак 18. Испытуемый редуктор 6 и нагрузжатель 4 разъединяют; редуктор снимают с кронштейна 3. Освобожденный наконечник 23 под действием пружины 25

смещается вверх и собранные в поддоне 30 утечки масла через открывшееся радиальное отверстие 29 сливаются в бак 18.

В процессе испытаний периодически щупом 19 проверяют уровень масла в баке 18 и, следовательно, в испытываемом редукторе 6. При снижении уровня масла вращением резьбовой муфты 16 бак 18 смещают на соответствующую величину вверх относительно опорной плиты 1, восстанавливая первоначальный уровень масла в испытываемом редукторе 6.

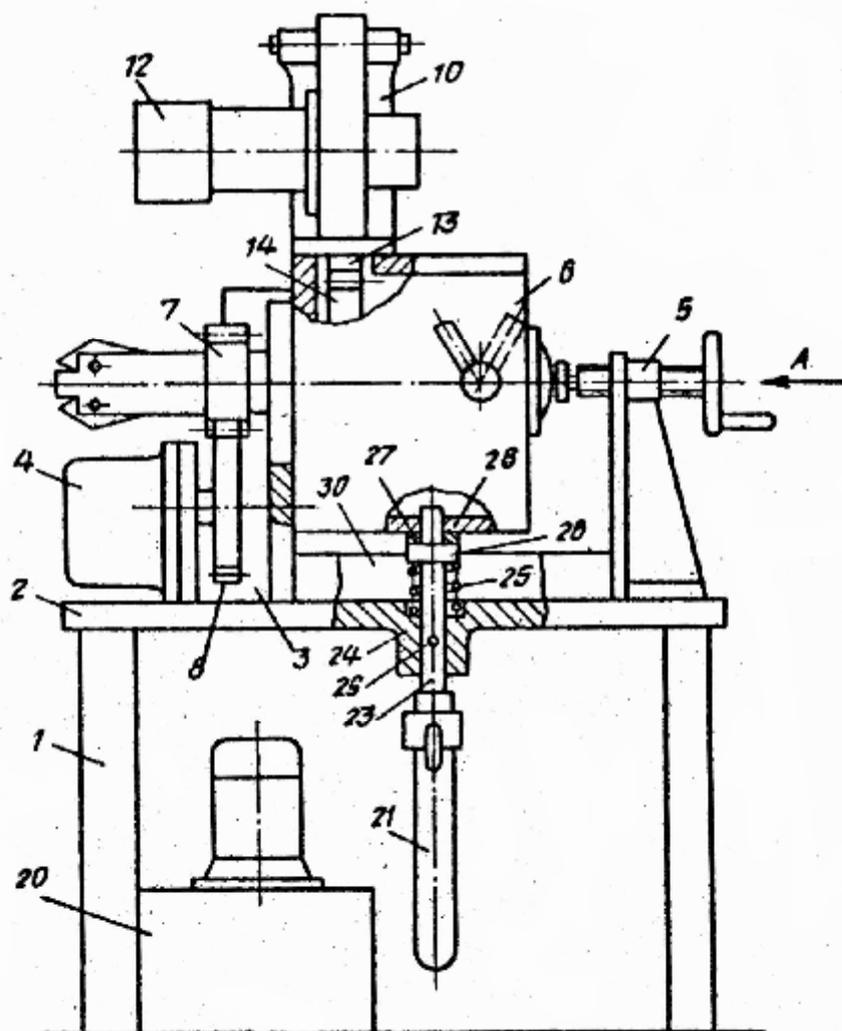


Рисунок 3.1 – Схема стенда, взятого на проработку

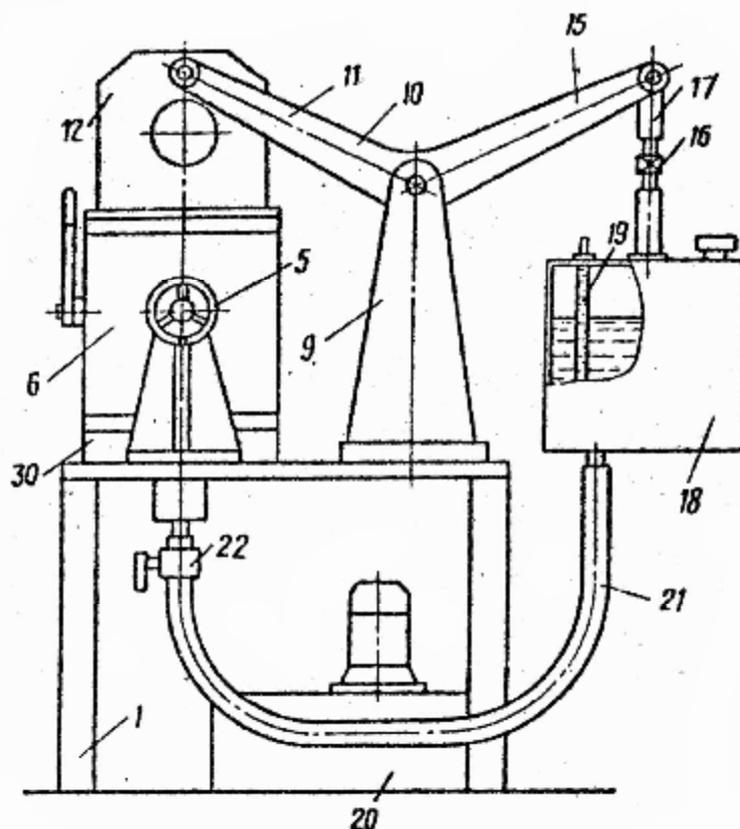
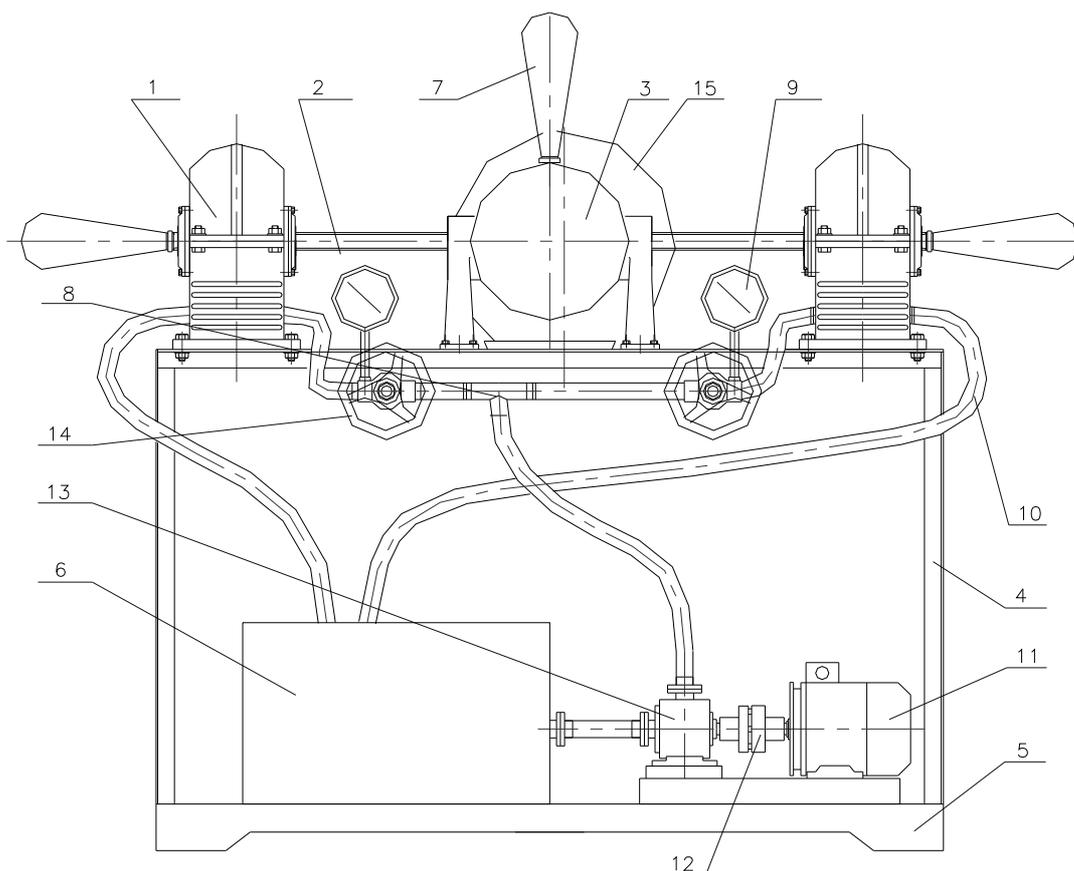


Рисунок 3.2 – Вид А на рисунке 3.1

Данная конструкция может применяться на автотранспортных, авторемонтных предприятиях, крупных СТО.

Предполагается перепрофилирование станда данной конструкции для обкатки редукторов транспортных средств, к обкатке редукторов заднего моста легковых автомобилей после ремонта с последующей их регулировкой пятна контакта зацепления шестерен. Аналогом данного станда служит станд, изготовленный самостоятельно для СТО “Автоцентр-Тольятти-ВАЗ” и предназначенный для аналогичных целей. Станд установлен в слесарно-механическом цехе, применяется в основном для обкатки редукторов заднего моста классических моделей ВАЗ. Схема аналога см. на рис 3.3



1-нагружающее устройство; 2- вал; 3-редуктор; 4- рама установки; 5- станина; 6- гидробак; 7-рукоятка; 8-тройник; 9-манометр; 10-рукав; 11-электродвигатель; 12-муфта; 13-шестеренный насос; 14-маховик вентиля; 15-электродвигатель привода испытуемого редуктора.

Рисунок 3.3 – Аналог рассматриваемой конструкции стенда

Установка работает следующим образом. Редуктор, предназначенный для испытания устанавливается на раме и соединяется посредством валов с нагружающими устройствами. После закрепления через устройства начинают прокачивать жидкость при помощи насоса. Уровень жидкости в устройстве обуславливает величину нагружения. Подача жидкости регулируется при помощи вентиля. После начала подачи включается привод редуктора, после чего нагружение каждой из осей осуществляется поочередное нагружение на различных режимах. По окончании обкатки редуктор снимается, производится регулировка пятна контакта шестерен.

### 3.2 Техническая проработка конструкции

Как видно из рассмотренного аналога, прорабатываемая конструкция имеет ряд преимуществ:

1. Возможность задачи более широкого диапазона нагрузок.
2. Отсутствие необходимости установки противопенных отбойников, либо добавления в масло противопенных присадок, так как отсутствует перемешивание масла в нагружающих устройствах.
3. Применение в конструкции дросселей исключает необходимость самостоятельного изготовления нагружающих устройств.
4. Применение устройства для автоматической подачи масла в бак и слива масла.

К недостаткам разрабатываемой конструкции стоит отнести невозможность проведения работ по регулировке редукторов автомобилей других марок без применения переходников, а также зависимость хода приводного двигателя от емкости картера и масляного бака, что затрудняет применение конструкции при обкатке различных редукторов.

Рассмотрим кинематическую схему изделия, для выявления наиболее характерных для данного изделия разрезов, с целью их дальнейшего их анализа. Кинематическая схема устройства отображена на рисунке 3.4.

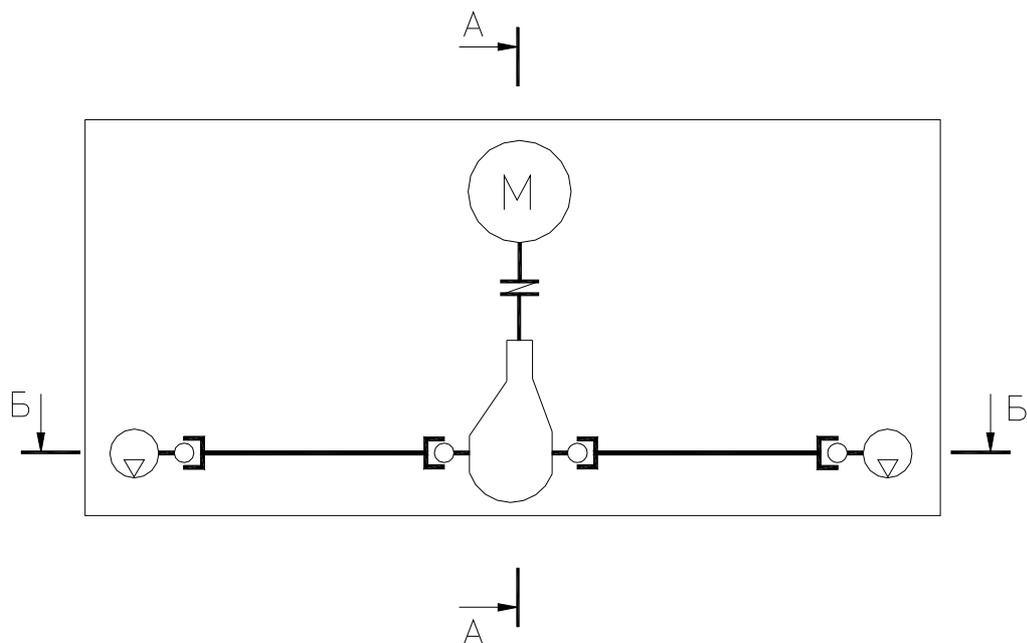
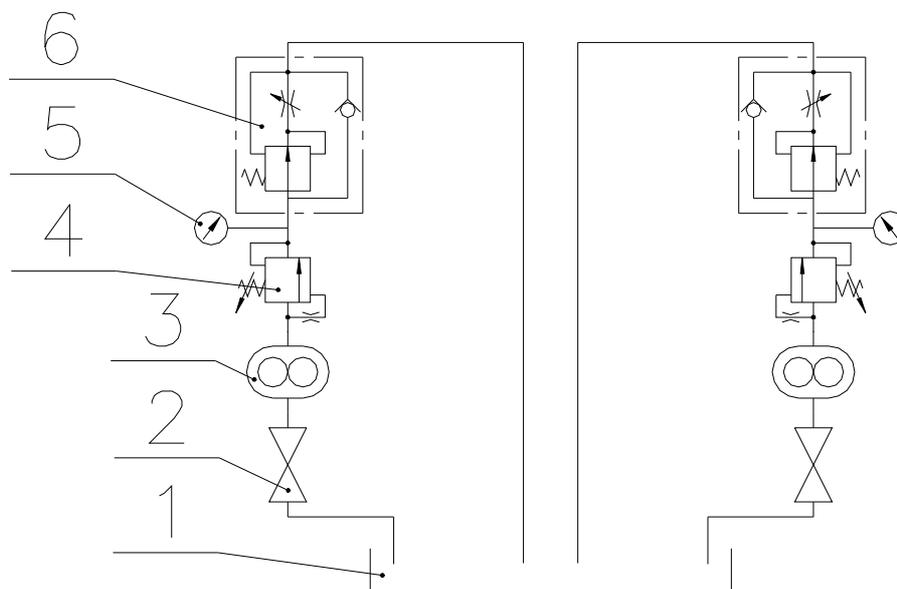


Рисунок 3.4 – Кинематическая схема станда

Гидравлическая схема изделия представлена на рисунке 3.5



1-гидробак; 2- вентиль; 3- насос; 4-клапан; 5-манометр; 6-регулятор расхода.

Рисунок 3.5 – Гидравлическая схема изделия

На рисунке 3.5 изображена гидравлическая схема изделия, выполненная с использованием стандартных гидравлических узлов, производимых промышленностью.

Гидравлическая схема выполняется для стенда по схеме подключения через дроссель и не имеет каких либо особенностей исполнения. В качестве нагнетающего устройства применяются шестеренчатые насосы.

Рассмотрим принятые на проработку разрезы с целью выявления особенностей конструкции, при рассмотрении двух возможных вариантов исполнения данной конструкции.

Вариант компоновки механизма передачи крутящего момента от электродвигателя к испытуемому редуктору по разрезу А-А показан на рисунке 3.6.

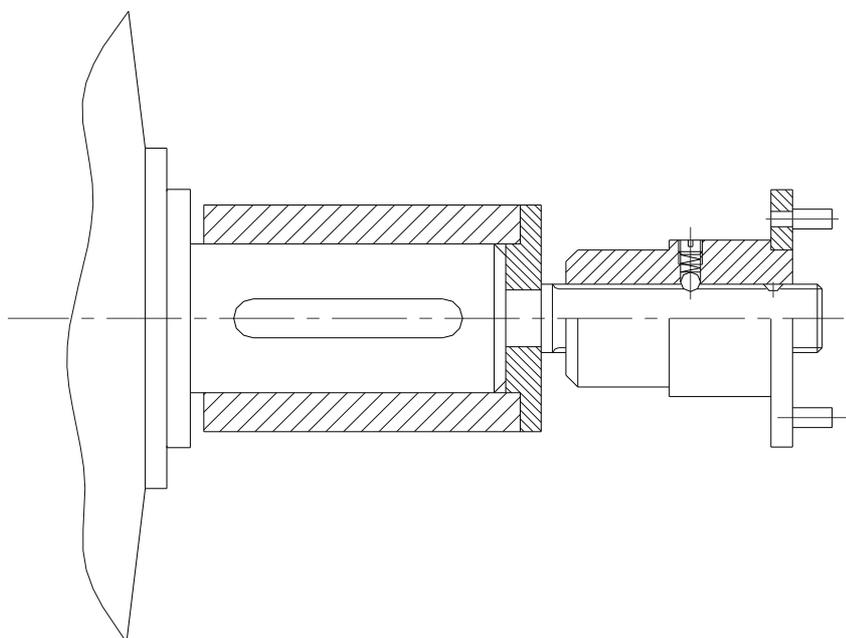


Рисунок 3.6 - Вариант компоновки узла по разрезу А-А

На рисунке 3.6 представлен вариант выполнения муфты не постоянного зацепления, через которую происходит передача крутящего момента от двигателя к испытуемому редуктору. Перемещение муфты происходит по шлицевому валу, закрепленному при помощи сварки на закрепленном на валу электродвигателя переходнике. Перемещение осуществляется вручную, фиксируется вилка посредством шарика, поджимаемого пружиной. Ввиду того, что расстояние между закрепляемым

на стенде для обкатки редуктором невелико, применение компенсирующих устройств для обеспечения работы без перегрузок при отклонении соосности при установке редуктора.

Вариант компоновки механизма установки и крепления шарнирной муфты от редуктора к шестеренному насосу по разрезу Б-Б представлен на рисунке 3.7.

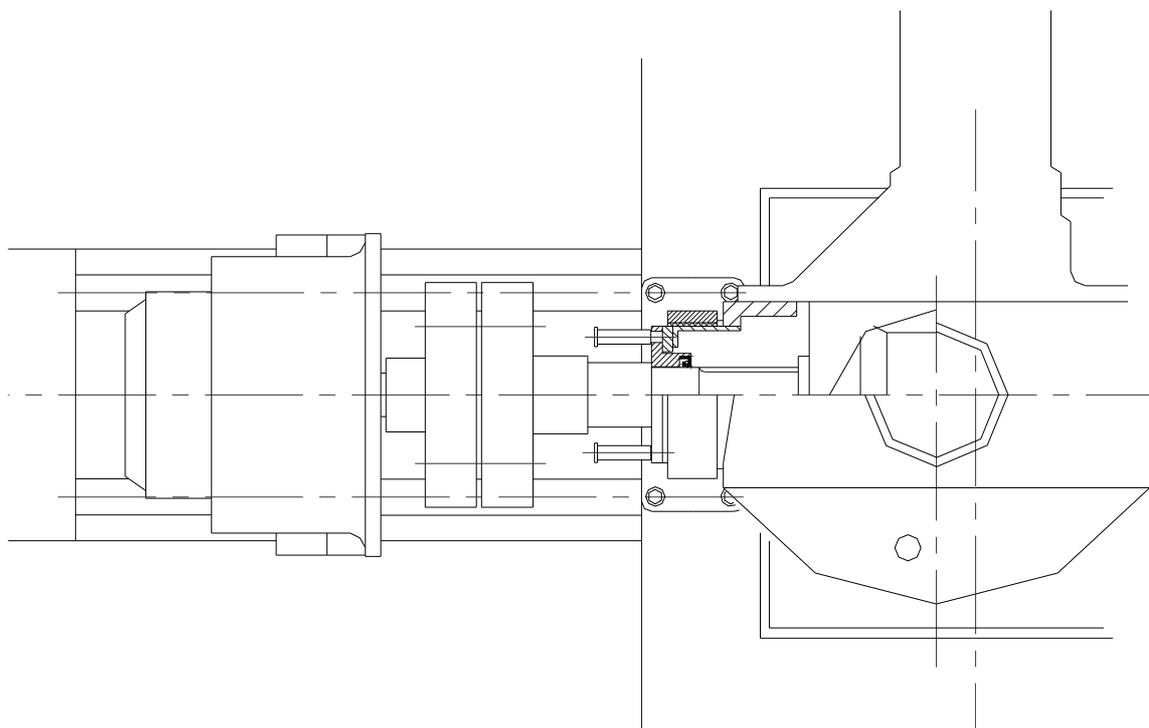


Рисунок 3.7 – Вариант компоновки узла по разрезу Б-Б

На валу шестеренного насоса вал крепится на шпонке через муфту МУВП, соединение не предполагается к исполнению как часто разбираемое. При присоединении редуктора предполагается вынимать шарнирный вал, перемещая его по стержням, закрепленным на раме. Крепление насоса предполагается на площадке рамы.

Вариант компоновки механизма подачи масла в картер редуктора моста показывается на рисунке 3.8.

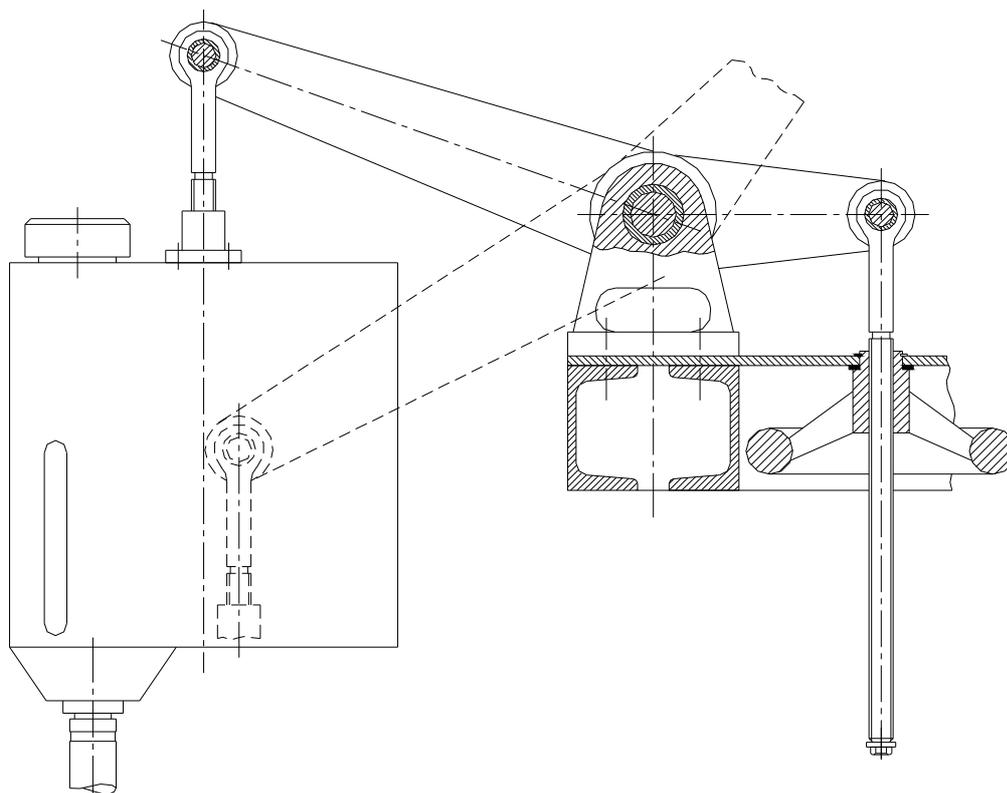


Рисунок 3.8 – Компоновка узла подачи масла в редуктор

Предполагается выполнение узла для подачи масла в соответствии с предложенной в описании изобретения компоновкой. Бак с маслом закрепляется на коромысле посредством шарнирного подвеса, другой конец коромысла связан с винтом перемещения. Заправка бака производится через предусмотренную горловину. Весь узел располагается таким образом, что в верхнем положении осуществляется заливка масла в картер, а в нижнем – слив масла из картера. Перемещение вверх-вниз производится посредством маховика.

Результатом проведенной работы является получение конструкторских решений на уровне технического предложения, которые затем будут применены в конструкции стенда.

## 4 Силовые и прочностные расчеты конструкции

### 4.1 Расчет и выбор электродвигателя стенда

Расчет производится исходя из того, что стенд предназначен для обкатки редукторов заднего моста. В качестве нагрузочного устройства предполагается применение насоса шестеренного типа НШ. Обкатку редуктора предполагается осуществлять на двигателе с оборотами 1500 об/мин, что принимается на основании технических условий на обкатку и приработку задних мостов.

Мощность двигателя рассчитывается исходя из мощности применяемого в конструкции насоса. Момент на валу насоса определяется из условия:

$$M_{ид} = \frac{V_o * p}{2 * \rho} * \frac{1}{h_M}, \quad (4.1)$$

где  $M_{ид}$  – момент на валу насоса

$V_o$  – рабочий объем насоса

$p$  – давление насоса

$h_M$  – КПД насоса механический,  $h_M = 0,85$

Приняв для конструкции стенда в качестве нагнетающего устройства насос шестеренный НШ6Т1 со следующими характеристиками:

$$V_o = 6,3 \text{ см}^3$$

$$p = 2,5 \text{ МПа}$$

Получим следующий необходимый крутящий момент на валу

$$M_{ид} = \frac{6,3 * 10^{-6} * 2,5 * 10^6}{2 * 3,14} * \frac{1}{0,85} = 2,95 \text{ Н*м}$$

При передаточном числе редуктора 3,9 обороты на валу насоса должны составить  $n = 1500 / 3,9 = 384,6 \approx 385$  об/мин

Таким образом мощность на привод одного насоса составит:

$$P = M_{ид} * \omega, \quad (4.2)$$

где  $w = p * n / 30$

$$P = 2,95 * 3,14 * 385 / 30 = 118,85 \text{ Вт}$$

С учетом КПД объемных гидropотерь для насоса НШ6Т1  $h_o = 0,9$ , мощность на привод составит:

$$P_o = 118,85 / 0,9 = 132,1 \text{ Вт}$$

С учетом КПД гидropотерь в системе подвода жидкости  $h_n = 0,6$ , мощность на привод составит:

$$P_n = 132,1 / 0,6 = 220,2 \text{ Вт}$$

С учетом КПД потерь в системе передачи крутящего момента от двигателя к насосу  $h_{np} = 0,65$  мощность на привод составит:

$$P_{np} = 220,2 / 0,65 = 338,72 \text{ Вт}$$

В качестве регулирующего гидроаппарата в конструкции стенда предполагается применение регулируемого дросселя Г77-33, выпускаемого серийно. Данный тип относится к крановым дросселям. Перепад давления, а следовательно и изменение нагрузки для данного типа дросселей варьируется в диапазоне от 1,05 до 8,2 раз. Таким образом, для привода насоса от электродвигателя без перегрузки последнего требуется мощность на привод в 8,2 раза большая. Окончательно мощность на привод одного насоса составит:  $P_n = P_{np} * 8,2 = 338,72 * 8,2 = 2777,5 \text{ Вт}$ . Соответственно мощность электродвигателя привода обоих насосов составит с учетом коэффициента запаса мощности 20 %:

$$P_{n2} = P_n * 2 * 1,2 = 2777,5 * 2 * 1,2 = 6665,9 \text{ Вт} \approx 6,7 \text{ кВт.}$$

В соответствии с имеющимися в наличии стандартным рядом двигателей принимаем для привода электродвигатель 4А132S4У3, с оборотами на валу 1500 об/мин, мощность двигателя 7,5 кВт.

## 4.2 Расчет сварного соединения в месте крепления муфты электродвигателя и фланца вала

Сварное соединение, на котором крепится шлицевой вал, воспринимает нагрузку от крутящего момента, который стремится срезать вал в месте сварки. При расчете сварного соединения в качестве усилия принимаем полный крутящий момент. Расчетная схема показана на рисунке 4.1.

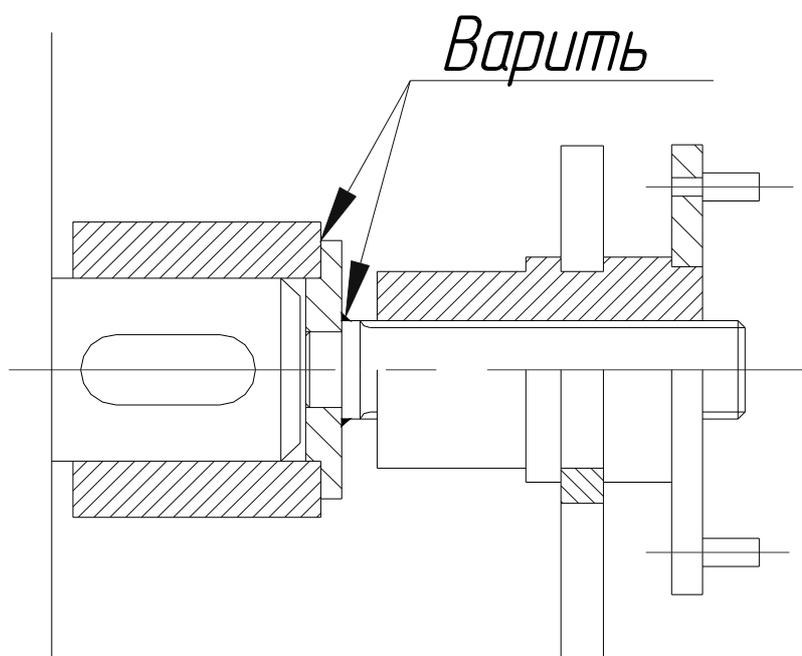


Рисунок 4.1 – Расчетная схема сварного соединения

Как следует из схемы нагружения, наибольшую нагрузку будет испытывать шов в месте крепления шлицевого вала к фланцу, ввиду меньшей длины сварного шва.

Данный сварной шов испытывает нагрузку при передаче крутящего момента. Рассчитаем величину крутящего момента:

$$M_{кр} = P_{дв} / \omega, \omega = \rho * n / 30 \quad (4.3)$$

$$M_{кр} = P_{дв} * 30 / \rho * n = 7,5 * 10^3 * 30 / 3,14 * 1500 = 47,77 \text{ Н*м}$$

Допустимое усилие для соединения при скручивании:

$$t_c = \frac{M_{кр}}{W} \leq [t_c], \quad (4.4)$$

где  $[t_c]$  – допускаемые напряжения сварного шва на срез,  $[t_c] = 80$  МПа.

$M_{кр}$  – крутящий момент.

$W$  – осевой момент сечения,  $W = 0,1 * d^3 = 0,1 * 0,03^3 = 2,7 * 10^{-6}$

$$t_c = \frac{47,77}{2,7} = 17,69 \text{ МПа} \leq [t_c]$$

Данное сварное соединение полностью удовлетворяет условию прочности.

### 4.3 Расчет штифтов привода редуктора на срез

При передаче крутящего момента от двигателя к редуктору штифты испытывают напряжения изгиба, при контакте с плоскостями фланца редуктора под действием крутящего момента возможен срез штифтов. Тогда минимальный диаметр штифта будет рассчитан как:

$$d = \sqrt{\frac{F * 4}{p * i * [t_{-p}]}} \quad (4.5)$$

где  $i$  – число плоскостей среза ( $i = 2$ ),

$d$  – диаметр вала, м

$[t_{-p}] = 85$  МПа – допускаемое напряжение на срез, для стали 45.

$F$  – нагрузка на соединение

Нагрузка на соединение будет определяться из условия:

$$F = M_{кр} / 4 * r, \quad (4.6)$$

где  $r$  – радиус вращения, принимаем для всех типов обкатываемых редукторов  $r = 32$  мм.

$F = 47,77 / 4 * 0,032 = 373,2$  Н, тогда

$$d = \sqrt{\frac{373,2 * 4}{3,14 * 2 * [85]}} = 1,67 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр оси позволяет выдерживать нагрузки. Однако, конструктивно целесообразно увеличить рассчитанный диаметр как из конструктивных соображений, так и из соображений обеспечения запаса прочности. Принимаем диаметр оси  $d = 8$  мм из конструктивных соображений.

#### 4.4 Расчет карданного вала и его элементов

Основным условием правильного подбора трубы карданного вала является расчет ее на жесткость. Условия жесткости будут соблюдены при условии:

$$Q = \frac{M_{кр}^{вых} * L}{G * J_p}, \text{ рад/м} \quad (4.7)$$

где  $M_{кр}^{вых} = M_{кр} * U_{ред}$

$$M_{кр}^{вых} = 47,77 * 3,9 = 186,3 \text{ Н*м}$$

$$J_p = \frac{\rho * (D_n^4 - D_e^4)}{32} \quad (4.8)$$

$$J_p = \frac{3,14 * (52^4 - 46^4)}{32} = 278102$$

$G = 8 * 10^4$  – модуль упругости при сдвиге для стали

$L = 0,2$  м – длина вала из предварительной компоновки

$$Q = \frac{186,3 * 0,2}{8 * 10^4 * 27,8 * 10^4} = 16 * 10^{-10}$$

Предложенные при компоновке габариты карданного вала полностью удовлетворяют условиям жесткости.

## 4.5 Расчет усилия на коромысле подвеса бака

Расчет произведем исходя из принятых в первом приближении размеров масляного бака 0,2 x 0,2 x 0,2 м, что соответствует объему 0,008 м<sup>3</sup>. Приняв плотность масла равной приблизительно  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>, получим максимальную массу масла:

$$m = \rho * V, \text{ кг} \quad (4.9)$$

$$m = 900 * 0,008 = 7,2 \text{ кг}$$

Учитывая собственную массу бака, которая составит приблизительно 5 кг, окончательно принимаем массу груза на подвесе 12,5 кг. Расчетная схема представлена на рисунке 4.2.

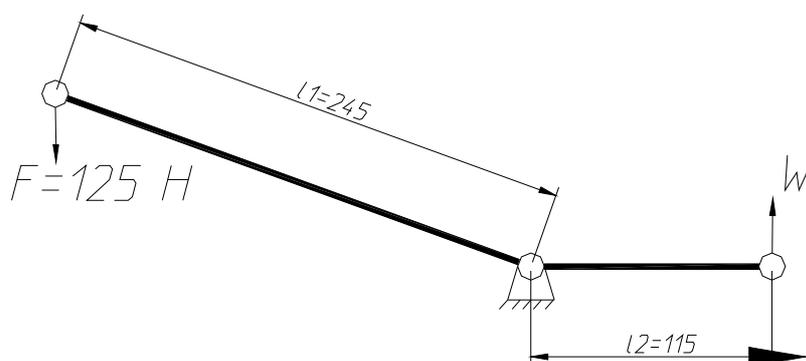


Рисунок 4.2 - Расчетная схема коромысла подвеса бака.

Из соотношения плеч, усилие на меньшем плече  $W$  будет определяться как:

$$W = \frac{P * l_1}{l_2} \quad (4.10)$$

$$W = \frac{125 * 0.245}{0.115} = 266.3 \text{ Н}$$

С условием обеспечения запаса усилия принимаем минимальное усилие перемещения коромысла равным 300 Н.

## 4.6 Расчет винтовой передачи

Произведем расчет винтовой передачи, приняв в качестве исходных данных: необходимая грузоподъемность  $W = 300$  Н, величина перемещения  $l_0 \gg 0,2$  м, для винта материал принимаем сталь 45,  $[s] = 120$  МПа, для гайки принимаем материал Бр. 0Ф10-1,  $[s_p] = 40$  МПа,  $[s_{cm}] = 45$  МПа.

Допускаемое давление для пары сталь – бронза  $[q] = 9$  МПа.

Поскольку нагрузка в передаче двусторонняя, принимаем трапециидальную резьбу с  $y_h = 0,75$ .

Конструкцию гайки принимаем цельную с  $y_n = 1,5$ .

Средний диаметр резьбы:

$$d_2 = \sqrt{\frac{W}{p * y_n * y_h * [q]}} \quad (4.11)$$
$$d_2 = \sqrt{\frac{300}{3,14 * 1,5 * 0,75 * [9]}} = 3,07 \text{ мм}$$

По ГОСТ 10177-82, а также руководствуясь обеспечением жесткости конструкции принимаем однозаходную резьбу  $z_p = 1$ ,  $d = 18$ ,

$P = 2$  мм,  $d_2 = 17$  мм,  $d_3 = 15,5$  мм.

Угол подъема резьбы:

$$tg g = \frac{P * z_p}{p * d_2} \quad (4.12)$$
$$tg g = \frac{2 * 1}{3,14 * 17} = 0,0579$$

$$g = 2^\circ 8'$$

Приведенный угол трения:

$$j' = \arctg \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0,1}{\cos 3^\circ} = 5^\circ 44'' \quad (4.13)$$

Так как  $g \neq j'$ , винтовая пара самотормозящая, следовательно условие проектирования соблюдено.

Высота гайки:

$$H_r = y_n * d_2 \quad (4.14)$$

$$H_r = 1,5 * 17 = 25,5 \text{ мм}$$

Принимаем минимальную высоту гайки 26 мм.

Число витков резьбы в гайке:

$$z = H_r / P \quad (4.15)$$

$$z = 26 / 2 = 13$$

Наружный диаметр гайки

$$D = \sqrt{\frac{5 * Q}{p * [s_p]} + d^2} \quad (4.16)$$

$$D = \sqrt{\frac{5 * 300}{3,14 * [40]} + 17^2} = 20,16$$

Принимаем  $D = 22$  мм

Высота фланца гайки:

$$a = (0,25 \dots 0,3) * H_r = 0,27 * 26 = 7,02 \text{ мм}$$

Проверяем высоту фланца на срез

$$t_{cp} = Q / p * D * a \quad (4.17)$$

$$t_{cp} = 300 / 3,14 * 22 * 7,02 = 0,7 < [t_{cp}] = 20 \dots 25 \text{ МПа}$$

Проверяем винт на устойчивость. Определяем длину сжатой части винта:

$$l = l_o + 1,5 * d + H_r / 2 = 300 + 1,5 * 18 + 26 / 2 = 340 \text{ мм}$$

$$i_{min} = d_3 / 4 \quad (4.18)$$

$$i_{min} = 15,5 / 4 = 3,875$$

Момент трения в резьбе

$$T = Q * (d_2 / 2) * \text{tg} (g + j) \quad (4.19)$$

$$T = 300 * (17 / 2) * \text{tg} (2^\circ 8' + 5^\circ 44') = 358,4 \text{ Н*мм}$$

Момент трения в опоре.

$$T_{оп} = 0,33 * Q * f \quad (4.20)$$

$$T_{оп} = 0,33 * 300 * 0,10 = 9,9 \text{ Н*мм}$$

Суммарный момент сопротивления

$$M_{\text{соп}} = T + T_{\text{оп}} \quad (4.21)$$

$$M_{\text{соп}} = 358,4 + 9,9 = 368,3 \text{ Н*мм}$$

Радиус маховика:

$$L = \frac{M_{\text{con}}}{F_p * K}, \quad (4.22)$$

где  $F_p$  – усилие, создаваемое рабочим,  $F_p = 100 \text{ Н}$

$K$  – коэффициент, учитывающий неудобство работы,  $K = 0,6$

$$L = \frac{368,3}{100 * 0,6} = 6,13 \text{ мм}$$

Таким образом, минимальный диаметр поворота рукоятки принимается 13 мм. Допускается конструктивно увеличить маховик.

Результатом раздела явился конструкторский расчет основных элементов конструкции. Рассчитанные величины будут использованы при создании рабочих чертежей устройства.

## **5 Безопасность и экологичность при проектировании и конструировании объекта дипломного проектирования**

### **5.1 Описание производимых работ**

Задание для выполнения раздела: разработать мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности в экстремальных ситуациях при выполнении НИОКР.

Сегодня большая часть жизнедеятельности человека протекает в условиях антропогенных систем. Активная хозяйственная деятельность освоение новых территорий, «преобразование природы», создание искусственных экосистем, например, городов, - неизбежно привела к ухудшению состояния окружающей природной среды к соответственно, качества жизни самого человека. Стремление человека защитить себя от негативных последствий своей же разумной деятельности привело к осознанию необходимости создания системы специальных мероприятий, объединенных понятием «безопасность жизнедеятельности».

Безопасность жизнедеятельности - это область знаний о состоянии окружающей среды и о безопасном взаимодействии человека со средой его обитания, при котором вероятность повреждения организма человека в процессе его жизни и деятельности в определенных условиях является минимальной.

Охрана труда - это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Полностью безопасных и безвредных производственных процессов не существует. Задача охраны труда - свести к минимальной, вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Для обеспечения безопасности, предотвращения аварий внедрялись дополнительные технические устройства, принимались организационные меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины, строгий регламент работы, и т.д.

Процесс осуществления НИОКР разбит на этапы и включает в себя ряд последовательных мероприятий, которые проводились на производственных площадях НТЦ.

Месторасположение рабочего места в производственном помещении (участке), используемого в ходе исследований обозначено отдельной позицией.

Таблица 5.1 – Спецификация оборудования, инструментов

Этап	Прил/ Поз.	Оборудование	Операция
1.	2 / 1	ЭВМ, принтер	Маркетинговые исследования
2.	13 / 5	Набор ключей, набор отверток, напильник, автомобиль, ручная дрель	Сборка испытательного стенда для проведения исследовательских, адаптационных, доводочных работ
3.	2 / 1	ЭВМ, принтер	Разработка чертежей специализированного дополнительного оборудования
4.	2 / 2	КСИ, клещи обжимные	Изготовление специализированного дополнительного оборудования
5.	12 / 5	Стенд для испытания редукторов, набор ключей, набор отверток	Установка специализированного дополнительного оборудования для проведения НИОКР на стенде
6.	12 / 5	Стенд, редуктор	Подключение устройства, проверка работоспособности
7.	13 / 3	ЭВМ, стенд, редуктор	Проведение замеров параметров режимов обкатки
8.	12 / 11,6	ЭВМ, ИРА, стенд,	Проведение замеров параметров на стенде
9.	2 / 1	ЭВМ	Анализ полученных результатов
10.		ЭВМ, принтер	Расчет ТЭО
11.	2 / 1	ЭВМ, принтер	Оформление отчета о проделанной работе и заключения
12.		Непредвиденные работы	

## 5.2 Вредные производственные факторы

Вредные физические производственные факторы (на основании информационных данных в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74), которые могут возникнуть при выполнении этапов НИиОКР, представлены в виде таблицы 5.2.

Таблица 5.2 - Вредные производственные факторы

Этап	Операция	Фактор
1	2	3
1	Маркетинговые исследования	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
2	Переоборудование серийного автомобиля в прототип для проведения исследовательских, адаптационных, доводочных работ	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
3	Разработка чертежей специализированного дополнительного оборудования для проведения НИОКР	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
4	Изготовление специализированного дополнительного оборудования для проведения НИОКР	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
5	Установка специализированного дополнительного оборудования на стенд	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
6	Подключение ИРА, проверка работоспособности	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
7	Проведение замеров параметров на стенде	повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации, повышенный уровень электромагнитных излучений, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, движущиеся части оборудования
8	Анализ результатов, полученных при проведении замера параметров обкатки на стенде	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений

## Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
10	Расчет ТЭО	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
11	Отчет	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
12	Непредвиденные работы	

### 5.3 Требования безопасности проведения испытательных работ в рамках НИОКР

- Общие требования безопасности:
- Каждый вновь поступающий на предприятие рабочий и инженер должен пройти вводный инструктаж по правилам техники безопасности, противопожарной безопасности, и пройти санитарный и медицинский осмотр, а поступающие в качестве водителей – испытателей, кроме того медико-физиологический контроль, проверку знаний правил дорожного движения и данной инструкции.
- После прохождения вводного инструктажа водитель - испытатель или инженер - конструктор должен получить первичный инструктаж по организации работ и технике безопасности согласно настоящей инструкции у начальника отдела (цеха).
- Вновь поступающий водитель - испытатель обязан тщательно прочитать данную инструкцию, после чего начальник отдела обязан проверить знания, чтобы допустить водителя к самостоятельной работе.
- Повторный инструктаж с занесением в личную карту инструктажа проводится для водителей – испытателей один раз в три месяца (с 1 по 5 число первого месяца каждого квартала).

- Для инженеров - конструкторов один раз в три года проводится переаттестация по общим правилам техники безопасности и выдачей соответствующего удостоверений.
- К испытаниям повышенной опасности на дорогах, сооружениях автополигона, специальных участках и сооружениях автотрека ВАЗа относятся:
  - Категория А: испытания, связанные с движением на высокой скорости по криволинейным трассам согласно методикам испытаний (например, управляемость и устойчивость, испытание дисков и ступиц колес и т.п.); испытания тормозов.
  - Категория Б: форсирование испытания в условиях автомобильных соревнований.
  - Категория В: испытания, проводимые на скоростях свыше 120 км/ч; определение динамических и экономических показателей; испытание на высоких скоростях по пересеченной местности; испытание опытных шин; испытание опытных узлов и деталей ходовой части, тормозов и рулевого управления, выход которых из строя может привести к аварии; пробеговые испытания на горных дорогах.
  - Категория Г: испытания на плаву и по преодолению водных преград.
- Перед началом испытаний, по вновь разработанным методикам, с повышенной опасностью все участники проходят специальный инструктаж с записью в личной карточке инструктажа.
- При работе в третью смену все участники испытаний проходят инструктаж с записью в личной карточке инструктажа.
- По решению администрации может быть проведен внеочередной инструктаж всем водителям – испытателям или отдельным работникам в связи с дорожно–транспортным происшествием или

особыми условиями работы. Проведение внеочередного инструктажа так же заносится в личную карточку инструктажа.

- Перед выездом в командировку все водители одновременно с командировочным заданием получают инструктаж по технике безопасности у начальника отдела (цеха) с оформлением распоряжения.

- Все водители-испытатели, слесари и инженеры, принимающие непосредственное участие в проведении испытаний повышенной опасности, должны быть застрахованы за счет предприятия.

- Водители и все лица, работающее за рулем, должны один раз в три года проходить медицинское освидетельствование с целью проверки пригодности к управлению автомобилями. Лица, у которых истек срок действия последнего медицинского освидетельствования, к управлению автомобилем не допускаются.

- Водители и все лица, работающие за рулем, должны быть проверены на предмет общего физического состояния (включая освидетельствование на опьянение) перед началом работы и могут быть проверены в течение дня. Путевой лист не выдается без предъявления записки о прохождении медосмотров.

- Водители – испытатели и лица, имеющие допуск к управлению автомобилем, должны один раз в год проходить проверку знаний ПДД. По решению администрации может быть проведена внеочередная проверка знаний ПДД всего водительского состава или отдельных лиц.

- Продолжительность рабочего дня водителей-испытателей при работе на заводе устанавливается в соответствии с трудовым распорядком.

- При работе в отрыве от завода (в пробеговых испытаниях) при необходимости производится суммированный учет рабочего времени с учетным периодом 1 месяц. Общее количество рабочих часов не

должно превышать количества, установленного для данного месяца при 40 часовой рабочей неделе. Продолжительность сменного времени при испытаниях не должна превышать 12 часов. Выходной день предоставляется согласно сменного графика.

- При пробеговых испытаниях (включая эксплуатационные) устанавливается следующий режим работы и отдыха: после каждых трех часов непрерывного движения производится остановка для отдыха на 30 минут; после шести часов движения производится остановка для отдыха на 1 час.

- Если программой испытаний предусмотрено непрерывное движение более трех часов подряд, то такой режим может быть допущен при условии, что непрерывное движение будет продолжаться не более шести часов, после чего производится остановка для отдыха не менее чем на два часа.

- При проведении испытаний по отдельным методикам, режим работы и отдыха может отличаться от вышеуказанного, о чем должно быть указано в программе испытаний. При проведении испытаний категории Б руководствоваться настоящей инструкцией и положением о соревнованиях.

- Любая программа испытаний должна включать раздел (техника безопасности), составленной в соответствии с настоящей инструкцией. В разделе должен быть оговорен режим работы и отдыха водителей.

- Перед началом испытаний все участники должны ознакомиться с программой и методикой испытаний, тщательно изучить режимы испытаний, осуществить мероприятия по технике безопасности, предусмотренные программой и настоящей инструкцией.

- При проведении испытаний запрещается отклонение от маршрута указанного в путевом листе.

- Запрещается передавать управление автомобилем лицам, не вписанным в путевой лист.

- При проведении испытаний выполнение требований правил дорожного движения является строго обязательным для всех участников и руководителей испытаний.
- Во время испытаний все участники должны быть экипированы спецодеждой в зависимости от сезона и принадлежностями жизнеобеспечения.
- Лица, нарушившие требования настоящей инструкции, привлекаются к ответственности согласно правилам внутреннего распорядка.

Техническое состояние автомобиля:

- Ответственность за техническое состояние автомобиля несет водитель - испытатель, за которым автомобиль закреплен.
- В случае появления неисправности водитель – испытатель должен немедленно сообщить о ней ведущему инженеру, мастеру или начальнику участка. Выезд на технически неисправном автомобиле запрещен.
- Ведущий инженер – конструктор, наравне с водителем - испытателем, несет ответственность за техническое состояние закрепленных за ним автомобилей и их оборудование средствами безопасности.
- Ведущий инженер – конструктор обязан постоянно контролировать техническое состояние автомобиля в целом и состояние установленных на нем опытных деталей, своевременно принимать меры к устранению возникших неисправностей, не допускать выхода на линию технически неисправного автомобиля.
- При проверке технического состояния автомобиля дежурный механик должен обращать особое внимание на исправность и состояние: подвески и рулевого управления; тормозной системы; приборов внешнего освещения и сигнализации; стеклоочистителей; замков дверей, капота, багажника; контрольно – измерительных

приборов; наружных панелей кузова; шин и дисков колес; оснащение автомобиля средствами безопасности.

- Ответственность за техническое состояние автомобиля, выходящего на линию несет дежурный механик.

Оснащение автомобиля средствами безопасности:

- Все автомобили, проходящие испытания (включая эксплуатационные), должны быть оборудованы ремнями безопасности.

- Все автомобили должны быть оборудованы огнетушителями. Огнетушитель должен располагаться в легкодоступном месте, не должен закрываться балластом или грузом. Крепление огнетушителя должно быть легкоъемным.

- Все автомобили должны быть укомплектованы знаками аварийной остановки.

- Все автомобили должны быть укомплектованы аптечкой. Один раз в три месяца должна проводиться проверка содержимого аптечки и пополнение израсходованных медикаментов.

- Запрещается: перевозка в салоне канистр с бензином и другими ГСМ. Канистры с бензином, находящиеся в багажнике автомобиля должны быть надежно закреплены, для предотвращения разлива ГСМ.

- В качестве балласта должны использоваться манекены или мешки с однородным мелким наполнителем, весом не более 32 кг. Запрещается использовать в качестве балласта другие предметы, даже если они расположены в багажнике автомобиля.

- Весь балласт в автомобиле должен быть надежно закреплен.

- Автомобили, проходящие испытания с повышенной опасностью категории А и Б, должны быть оборудованы дугами безопасности. Если при испытаниях перевозится не закрепленный груз, за передними сиденьями должна быть установлена предохранительная сетка.

Требования безопасности при проведении испытаний:

- При проведении всех испытаний (включая эксплуатационные) все лица, находящиеся в автомобиле, должны быть пристегнуты ремнями безопасности согласно ПДД.
- Запрещается перевозка в автомобиле лиц, не записанных в путевом листе автомобиля.
- Категорически запрещается перевозка людей на местах, не оборудованных ремнями безопасности.
- При перевозке груза в салоне автомобиля, груз должен быть надежно закреплен. Допускается крепление мелкого груза при помощи предохранительной сетки.
- Если по каким-либо причинам груз в салоне автомобиля закрепить невозможно, скорость движения при перевозке не должна превышать 60 км/ч.
- В осенне-зимний период и весенний период в бачки стеклоомывателей на всех автомобилях должна быть залита специальная незамерзающая жидкость.
- Испытания повышенной опасности категорий А, В и Г проводятся только в светлое время суток. Испытания в темное время суток могут проводиться только в том случае, если это является требованием программы испытаний.
- При проведении испытаний повышенной опасности всех категорий запрещается нахождение в автомобиле лиц, не имеющих непосредственного отношения к данным испытаниям.
- Испытания повышенной опасности категории А: Проводятся только на автополигоне, автотреке ВАЗа, специальных площадках или участках дорог (по согласованию с ГИБДД). Руководителем испытаний должны быть приняты меры, исключающие появление на месте испытаний посторонних лиц и транспорта. Испытания должны быть организованы таким образом, чтобы в автомобиле находилось как возможно меньшее число участников испытаний. Водитель-

испытатель и контролеры, находящиеся в автомобиле, должны быть в застегнутых противоударных шлемах и пристегнуты ремнями безопасности. Отсутствие в автомобиле дуг безопасности допускается в исключительных случаях, когда конструкция автомобиля не позволяет их установить. Во время испытаний на площадке должен находиться вспомогательный автомобиль с водителем.

- Испытания повышенной опасности категории Б (форсированные испытания в условиях автомобильных соревнований). Все участники форсированных испытаний обязаны соблюдать правила техники безопасности и безопасного управления, изложенные в основных нормативных документах. Участники форсированных испытаний должны быть экипированы согласно сезонным условиям и положению о проведении данных автосоревнований, разрабатываемых организаторами соревнований. Автомобили, обслуживающие автосоревнования, должны быть оборудованы так же, как и зачетные автомобили, а их экипажи обязаны выполнять те же требования, что и экипажи зачетных автомобилей, как при проведении соревнований, так и по пути следования к ним.

- Испытания повышенной опасности категории В: Могут проводиться, как на дорогах и сооружениях автополигона и автотрека ВАЗа, так и на дорогах общего пользования. На всем протяжении испытаний все лица, находящиеся в автомобиле, должны быть в застегнутых противоударных шлемах (в случаях, оговоренных программой испытаний). Автомобили с мягким съемным верхом и открытые должны быть оборудованы дугами безопасности. В случае, когда режим испытаний на данном участке дороги не отвечает требованиям ПДД, проведение испытаний должно быть согласовано с органами ГИБДД. Участок испытаний желательно закрыть для постороннего транспорта. При невозможности закрытия участка на нем должны быть установлены щиты с предупредительными

надписями. Все участники испытаний должны соблюдать предельную осторожность, не создавая помех движущемуся транспорту.

- При проведении испытаний связанных с повышенной вибрацией (булыжная дорога, бельгийская мостовая, малая волна и т.д.), водитель испытатель и контролер должны надеть защитные корсеты.

- При проведении испытаний повышенной опасности ответственность за обеспечение мер безопасности, предписанных настоящей инструкцией, возлагается на ответственного руководителя испытаний (ведущего инженера - конструктора).

- При проведении испытаний повышенной опасности на трассе должно находиться не менее двух автомобилей.

- Требования безопасности при работе с бензином:

- Заправка автомобиля и перекачка бензина должна осуществляться механизированным способом. Засасывание бензина ртом запрещается.

- При заправке автомобиля водитель обязан находиться с наветренной стороны и следить, чтобы бензин не попал на пол, оборудование, одежду.

- Применение бензина для мытья рук запрещается. При попадании бензина на руки, его необходимо смыть теплой водой с мылом.

- При попадании бензина в глаза, необходимо тщательно промыть проточной водой пораженное место по касательной. Наложить сухую повязку и обратиться за медицинской помощью.

- Запрещается использование бензина для мытья деталей, кузова автомобиля, обивки, сидений.

Требования безопасности при проведении ремонтных работ:

- При постановке автомобиля на ремонт или техническое обслуживание оформляется наряд на проведение ремонтных работ. По окончании работ слесарь расписывается о выполнении работ. По окончании ремонта наряд подписывается мастером участка или мастером соответствующего бюро.

- При постановке автомобиля на ремонт или техническое обслуживание должна быть пройдена диагностика, в которой указывается объем работ.
- Ответственность за выполнение водителями-испытателями требований техники безопасности при ремонте и обслуживании автомобиля несет мастер производственного участка, где выполняются ремонтные работы.
- Водители-испытатели должны выполнять требования техники безопасности при ремонтных работах, обращая особое внимание на следующие требования:
  - Запрещается выполнять работы под автомобилем, установленном на домкрате. Автомобиль должен быть установлен на подставки. При смене колес с использованием домкрата, под колеса должны быть положены страховочные упоры.
  - Автомобиль, установленный на подъемнике, должен быть надежно заторможен, путем стопорения колес страховочными упорами. Запрещается работать на площадке подъемника без предохранительных перил.
  - Запрещается работать на неисправном подъемнике, при неисправной предохранительной сетке, стопорном устройстве рамы, перекосе площадки.
  - Работа по ремонту, разборке, сборке автомобиля должна производиться исправным инструментом с применением специнструмента, приспособлений. Запрещается работа неисправным инструментом, инструментом не соответствующим выполняемой работе.
  - Пользоваться электротельферами при работе со стропами имеют право только те лица, которые прошли соответствующее обучение и имеющие удостоверение стропальщика.

- Запрещается ставить автомобиль для проведения ремонта, на обозначенные пешеходные проходы и технологические проезды.
- Запрещается производить работы электроинструментом, лицам не прошедшим соответствующего обучения, не прошедшим соответствующий инструктаж и не имеющим допуска к работе.
- Перед въездом в зал проведения ремонтных работ, водитель должен вымыть автомобиль. По окончании работ водитель должен произвести уборку подъемника, ямы или места, на котором производилась работа.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- При дорожно-транспортном происшествии водитель обязан немедленно остановить автомобиль, при наличии пострадавших оказать им первую медицинскую помощь или немедленно доставить их (при необходимости) в ближайший пункт медицинской помощи, соблюдая при этом ПДД. При этом, о случившемся, необходимо немедленно сообщить в полицию, администрацию цеха и автоинспекцию ОАО АВТОВАЗа.
- В случае аварии, водитель, без крайней необходимости, не должен покидать место, где она произошла, и по возможности не менять положение автомобиля до прибытия работников автоинспекции.
- По прибытии на завод водитель должен предоставить акт о дорожно-транспортном происшествии, составленный работниками автоинспекции.
- В случае травмирования во время работы на линии, водитель по возвращении на завод, обязан немедленно сообщить об этом начальнику бюро.
- Водитель, совершивший дорожно-транспортное происшествие, в день его совершения от дальнейшего управления автомобилем отстраняется и приступает к работе только с разрешения администрации.

## 5.4 Учет требования безопасности при проектных работах

При проведении НИОКР основная нагрузка ложится на инженера-конструктора, существенное время его работы отведено работе с ЭВМ.

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важнейших проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники. Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов. Утомляемость, работающая за дисплейным терминалом, представляет собой серьезную проблему.

Выделяются 8 условий для того, чтобы деятельность на рабочем месте, оснащенном ПЭВМ, осуществлялась без жалоб и без усталости. Эти условия обусловлены санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. от 01.06.2003 г.

Требования к ПЭВМ:

- Допустимые уровни звукового давления и уровней звука, создаваемого ПЭВМ, не должны превышать значений, представленных в приложении 14 (таблица 2).
- Временные допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ПЭВМ, не должны превышать значений, представленных в приложении 14 (таблица 3).
- Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации представлены в приложении 14 (таблица 4).

- Концентрация вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для атмосферного воздуха.
- Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час).
- Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.
- Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Требования к помещениям:

- Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.
- Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированны на север и северо-

восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

- Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электроннолучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее  $6 \text{ м}^2$ , в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) –  $4,5 \text{ м}^2$ .

- Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка –  $0,7 - 0,8$ ; для стен –  $0,5 - 0,6$ ; для пола –  $0,3 - 0,5$ .

- Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

- Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Требования к микроклимату:

- В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений.

- В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами

микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям указанным выше нормативов.

- В помещениях всех типов, где расположены ПЭВМ, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.
- В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.
- Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.
- Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать предельно допустимых концентраций веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Требования к уровням шума и вибрации:

- В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.
- При выполнении работ с использованием ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест (категория 3, тип «в») в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

- Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Требования к освещению:

- Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видео терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.
- Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).
- Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.
- Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более  $200 \text{ кд/м}^2$ .
- Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать  $40 \text{ кд/м}^2$  и яркость потолка не должна превышать  $200 \text{ кд/м}^2$ .
- Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20.

- Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.
- Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.
- Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Общие требования к организации рабочих мест:

- При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.
- Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.
- Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками 1,5 – 2,0 м.
- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера

выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

- Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

- Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Требования к оборудованию рабочих мест:

- Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота стола должна составлять 725мм.

- Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм; глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

- Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

- Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 – 550 мм и углам наклона вперед до 15 град., и назад до 5 град.; высоту опорной поверхности спинки 300 +- 20 мм,

ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30$  градусов; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 – 400 мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50 – 70 мм; регулировка подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230  $\pm$  30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 – 500 мм.

- Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

- Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

## **5.5 Расчет общеобменной вентиляции**

Для обеспечения требуемого качества воздушной среды необходима постоянная смена воздуха в помещении.

Вентиляционные установки - устройства, обеспечивающие в помещении такое состояние воздушной среды, при котором человек чувствует себя нормально и микроклимат помещений не оказывает неблагоприятного действия на его здоровье. Общеобменная вентиляция - система, в которой воздухообмен, найденный из условий борьбы с вредностью, осуществляется путем подачи и вытяжки воздуха из всего помещения.

Температура удаляемого воздуха определяется из формулы:

$$t_{yx} = t_{pз} + d (h - 2), \quad (5.1)$$

где  $t_{pз}$  - температура воздуха в рабочей зоне ( $t_{pз} = 20$  град);

$d$  - коэффициент нарастания температуры на каждый метр высоты ( $d = 1,5$  град/м);

$h$  - высота помещения ( $h = 4$  м).

$$t_{yx} = 20 + 1,5*(4-2) = 23 \text{ град.}$$

Тепло от работы оборудования:

$$Q_{обор} = r * P_{уст} = 0.15*14520 = 2178 \text{ Вт}, \quad (5.2)$$

где  $r$  - доля энергии, переходящей в тепло;

$P_{уст}$  - мощность установки.

Тепло, поступающее от людей:

$$Q_{л} = n * q = 5*90 = 450 \text{ Вт}, \quad (5.3)$$

, где  $n$  - количество человек в зале ( $n = 5$ );

$q$  - количество тепла, выделяемое человеком ( $q = 90$  Вт).

Тепло от источников освещения:

$$Q_{осв} = f * P_{осв} = 0,4*2000 = 800 \text{ Вт}, \quad (5.4)$$

где  $f = 0,4$  для люминесцентных ламп;

$P_{осв}$  - мощность осветительной установки.

Тепло от солнечной радиации через окна:

$$Q_{рад} = A * k * S * m = 180*3*3*0.8 = 1296 \text{ Вт}, \quad (5.5)$$

где  $A$  - теплопоступление в помещение с 1 кв.м стекла (127-234 Вт/м);

$S$  - площадь окна ( $S = 3$  м);

$m$  - количество окон ( $m = 3$ );

$k$  - коэффициент, учитывающий характер остекления ( $k = 0,8$ ).

Поступающее в помещение тепло определяется по формуле:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}} \quad (5.6)$$

где  $Q_{\text{обор}}$  - тепло от работы оборудования;

$Q_{\text{л}}$  - тепло, поступающее от людей;

$Q_{\text{осв}}$  - тепло от источников освещения;

$Q_{\text{рад}}$  - тепло от солнечной радиации через окна.

$Q_{\text{прих}} = 4724$  Вт.

Тепло расходуемое:

$$Q_{\text{расх}} = 0,1 * Q_{\text{прих}} = 472,4 \text{ Вт} \quad (5.7)$$

Количество избыточного тепла:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}} \quad (5.8)$$

$$Q_{\text{изб}} = 4251,6 \text{ Вт.}$$

Количество вентиляционного воздуха определяется по формуле:

$$V_{\text{вент}} = 3600 * Q_{\text{изб}} / (C * Q * (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})) \quad (5.9)$$

, где  $Q_{\text{изб}}$  - выделение в помещении явного тепла, Вт;

$C$  - теплоемкость воздуха ( $C = 10$  Дж/кг);

$Q$  - удельная плотность воздуха ( $Q = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>);

$t_{\text{ух}}$  и  $t_{\text{пр}}$  - температура удаляемого и приточного воздуха, град.

$$V_{\text{вент}} = 3600 * 4251,6 / (10 * 1,3 * 2) = 5886,83 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Определяем необходимую кратность воздухообмена:

$$K = V_{\text{вент}} / V_{\text{пом}} \quad (5.10)$$

$$, \text{ где } V_{\text{пом}} = n * S_{\text{чел}} * h, \quad (5.11)$$

где  $n = 5$  - число людей в помещении;

$S_{\text{чел}}$  - площадь производственного помещения, приходящаяся на 1 человека (по нормам для умственного труда  $S_{\text{чел}} = 4$  м<sup>2</sup>);

$H = 4$  м - высота помещения.

$$K = 5886,83 / 140 = 42.$$

Расчетная производительность вентилятора:

$$V_{расч} = 1,1 * V_{вент} = 1.1 * 5886.83 = 6475,5 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.12)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий утечки и подсосы воздуха.

Напор (полное давление), обеспечиваемый вентилятором:

$$H_{в} = v * Q / 2 \quad (5.13)$$

где  $Q = 1,3 \text{ кг/м}^3$  - плотность воздуха,

$v$  - окружная скорость вентилятора; ограничивается предельно допустимым уровнем шума в помещении.  $v = 25 \text{ м/с}$ .

$$H_{в} = 25 * 1,3 / 2 = 406 \text{ Па.}$$

Необходимая установочная мощность электродвигателя:

$$N = V_{расч} * H_{в} / (3600 * \eta) \quad (5.14)$$

, где  $\eta$  - КПД вентилятора = 0,8.

$$N = 6475,5 * 406 / (3600 * 0,8) = 912,87 \text{ Вт.}$$

## 5.6 Экологическая экспертиза предприятия

В целях защиты окружающей среды необходимо усовершенствовать очистку отработавших газов двигателя автомобиля. Чем несовершеннее сгорание, тем больше выброс вредных веществ с отработавшими газами двигателя. Отработавшие газы двигателя внутреннего сгорания имеют наряду с большим процентом содержания невредных основных компонентов побочные вещества, которые, по меньшей мере в высокой концентрации наносят вред окружающей среде. Доля вредных компонентов составляет примерно 1% отработавших газов и состоит из угарного газа (CO), окиси азота (NOx) и углеводорода (CH).

В настоящее время исследовательские и практические работы на ВАЗе по снижению токсичности ОГ ведутся по следующим основным направлениям:

- изменение процесса подачи топлива в цилиндры;

- установка дополнительных устройств для дожигания и нейтрализации вредных веществ в отработавших газах;
- улучшение системы зажигания;
- снижение токсичности путем перехода на альтернативные виды топлива;
- использование гибридных силовых установок.

Данные, полученные в ходе исследований, позволяют выявить и определить значение неравномерности крутящего момента вызванной движением по неровной дороге. Эти данные необходимы для правильной работы редуктора автомобиля и его подстройки в случае применения самоблока.

На основании проведенного анализа вредных производственных факторов возникающих в процессе осуществления НИОКР были разработаны мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности в экстремальных ситуациях при выполнении НИОКР.

Разработаны требования безопасности при проведении испытаний автомобильной техники.

Сформулированы санитарно-эпидемиологические и эргономические требования при работе на ПЭВМ на основании правила и нормативов СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. от 01.06.2003 г.

Произведена экологическая экспертиза объекта дипломного проектирования

## 6 Экономическое обоснование проекта

### 6.1 Цель проекта

Разрабатываемый в рамках дипломного проекта стенда для обкатки автомобильных редукторов предназначается для проведения работ по доводке автомобильных агрегатов и их контролю перед проведением монтажно-сборочных работ. Основной особенностью разрабатываемой конструкции будут являться следующие вносимые изменения:

- привод подъема отвала будет выполняться электродвигателем с частотой вращения 1500 об/мин;
- нагрузка будет создаваться посредством гидравлического сопротивления.

Таблица 6.1 – Анализ влияния вносимых конструктивных изменений на себестоимость конструкции

Вносимые в конструкцию изменения	Влияние изменений на стоимость	Влияние изменений на технические характеристики
Применение привода электродвигателем	Уменьшение себестоимости за счет применения более дешевых комплектующих	Уменьшение массы конструкции. Уменьшение подрессоренных масс
Создание нагрузки путем гидравлического сопротивления	Уменьшение себестоимости за счет применения более дешевых комплектующих	Снижение массы устройства

### 6.2 Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР

Расчет длительности НИОКР производится исходя из оценки длительности каждого из этапов по максимальному и минимальному значению. Исходя из этих значений, определяется ожидаемая длительность этапа:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} - 2t_{\text{max}i}}{5}, \text{ чел-дн} \quad (6.1)$$

где  $t_{\text{min}i}$  - минимальная трудоемкость  $i$ -го этапа

$t_{\text{max}i}$  - максимальная трудоемкость  $i$ -го этапа.

Зная ожидаемую длительность каждого из этапов и количество задействованных работников, возможно рассчитать длительность этапа:

$$T_{\text{э}i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\tau_i}, \quad (6.2)$$

где  $\tau_i$  – количество задействованных работников.

Общая продолжительность НИОКР определяется суммированием длительности всех этапов:

$$T_S = \sum_{i=1}^m T_{\text{э}i} \quad (6.3)$$

Таблица 6.2 – Трудоемкость НИОКР

№ стадии	Наименование стадий	№ этапа	Содержание работы	Трудоемкость,				Персонал, чел.
				чел /дн.				
				Tmin	Tmax	Toж	Ti	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Этап ознакомления и подготовки к проведению НИОКР	1.1.	Планирование работ НИОКР	1	3	2	2	1
		1.2.	Предварительные сметные расчеты	2	4	3	3	1
		1.3.	Сбор и анализ материала по наработкам в области планируемого НИОКР	2	4	3	3	1
		1.4.	Оценка технологического уровня готовности производства	1	2	1	1	1
		1.5.	Анализ проведенных работ по устройству	2	3	2	2	1

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	Конструкторско-технологическая проработка проекта	2.1.	Конструкторская проработка стенда обкатки редуктора	7	10	8	4	2
		2.2.	Общеконструкторские расчеты	5	7	6	6	1
		2.3.	Прочностные расчеты узлов и деталей	5	7	6	6	1
		2.4.	Изготовление стенда обкатки редуктора	20	23	21	7	3
		2.5.	Разработка испытаний	1	2	1	1	1
3	Экспериментально-аналитическая часть	3.1.	Проведение натурных испытаний	12	15	13	7	2
		3.2.	Проведение анализа на основе полученных результатов	2	5	3	2	2
		3.3.	Формулировка рекомендаций по результатам проведенных испытаний	1	3	2	2	1
4	Оформление отчета о проделанной работе	4.1.	Оформление отчета о проделанной работе	3	5	4	2	2
		4.2.	Расчет экономического эффекта	1	2	1	1	1
		4.3.	Анализ перспектив использования	1	1	1	1	1
		4.4.	Прочее	2	2	2	2	1
ИТОГО							52	

Табелирование проводимых работ производится исходя из длительности каждого этапа и числа задействованных исполнителей. Результаты табелирования сводятся в таблицу 6.3 и таблицу 6.4.

Таблица 6.3 – Табелирование НИОКР по этапам проведения

№ этапа	Численность исполнителей			Т <sub>эти</sub>	Т <sub>Σ</sub>
	Руководитель проекта	Исполнитель 1	Исполнитель 2		
1.1.	1			1	2
1.2.			1	1	3
1.3.		1		1	3
1.4.			1	1	1
1.5.		1		1	2
2.1.	1		1	2	4
2.2.		1		1	6
2.3.			1	1	6
2.4.	1	1	1	3	7
2.5.		1		1	1
3.1.	1		1	2	7
3.2.		1	1	2	2
3.3.		1		1	2
4.1.	1	1		2	2
4.2.			1	1	1
4.3.		1		1	1
4.4.			1	1	2

52

Таблица 6.4- Табелирование НИОКР по исполнителям

№ этапа	Исполнитель		
	Руководитель проекта	Исполнитель 1	Исполнитель 2
1	2	3	4
1.1.	2	0	0
1.2.	0	0	3
1.3.	0	3	0

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3	4
1.4.	0	0	1
1.5.	0	2	0
2.1.	4	0	4
2.2.	0	6	0
2.3.	0	0	6
2.4.	7	7	7
2.5.	0	1	0
3.1.	7	0	7
3.2.	0	2	2
3.3.	0	2	0
4.1.	2	2	0
4.2.	0	0	1
4.3.	0	1	0
4.4.	0	0	2
ИТОГО	22	26	33

### 6.3 Расчет затрат на проведение НИОКР

Расчет расходов на заработную плату научного и производственного персонала (НИОКР). Рассчитаем годовой эффективный фонд времени.

$$F_{\text{эф}} = F_{\text{раб}} \cdot q \cdot n, \text{ чел-час} \quad (6.4)$$

где  $F_{\text{раб}}$  - число рабочих дней в году,  $F_{\text{раб}} = 254$ ;

$q$  - количество часов в смену,  $q = 8$ ;

$n$  - количество рабочих смен в день,  $n = 1$ .

$$F_{\text{эф}} = 254 \cdot 8 \cdot 1 = 2032 \text{ чел-час}$$

Число рабочих дней в месяц рассчитывается из эффективного фонда времени:

$$D = F_{\text{эф}} / 12 \cdot q, \text{ дн} \quad (6.5)$$

$$D = 2032 / 12 \cdot 8 = 21 \text{ дн}$$

Расчет времени работы каждого исполнителя представим в таблице 4. Расчет ведется по формуле:

$$K_{\text{исп.}i} = F_i / D, \text{ мес} \quad (6.6)$$

где:  $F_i$  – количество отработанных исполнителем дней, взятым согласно табеля

Таблица 6.5 – Расчет времени, отработанного каждым исполнителем

Значения	Исполнитель		
	Руководитель проекта	Исполнитель 1	Исполнитель 2
$F_i$ , дней	22	26	33
Д, дней	21	21	21
Кисп.і, мес	1,05	1,24	1,57

Исходя из отработанного времени каждым исполнителем, рассчитаем сумму заработной платы, исходя из оплаты по фиксированному окладу каждому исполнителю:

$$\text{Зитр.} = \text{Кисп.і} \cdot \text{Окл.} \cdot N, \quad (6.7)$$

где Кисп.і – отработанное время ,мес.

Окл. – оклад, руб.

N – штатная численность, чел.

Расчет заработной платы представим в таблице 5.

Таблица 6.6 – Заработная плата исполнителей НИОКР

Должность	Штатная численность, чел	Оклад, руб.	Отработанное время, мес	Заработная плата, руб
Руководитель проекта	1	22500	1,05	23571,4
Исполнитель 1	1	6500	1,24	8047,6
Исполнитель 2	1	6500	1,57	10214,3
Итого				41833,3

«Заработная плата производственных рабочих, задействованных при проведении отдельных видов работ, также учитывается. Рабочие будут задействованы на операциях металлообработки при создании опытного

образца, и на операции сварки. расчет заработной платы производственных рабочих производится по формуле :

$$Зпр.тар. = \sum (Ст_i \cdot q \cdot t_i), \text{ руб} \quad (6.8)$$

где  $Ст_i$  - тарифная ставка  $i^{\text{го}}$  рабочего;

$q$  - продолжительность рабочего дня, час;

$t_i$  – количество задействованного времени рабочих, дн.

Расчет заработной платы представлен в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Заработная плата рабочих

Разряд рабочего	Тарифная ставка, $Ст.$ , руб.	Длительность смены, $q$ час.	Время занятости, $t_{i, \text{дн}}$	Заработная плата, руб.
Слесарь 5-го раз.	101,87	8	2	1629,92
Слесарь 6-го раз.	106,31	8	4	3401,92
Итого				5031,84

Основная заработная плата:

$$Зосн. = Зпр.тар. * (1 + K_{пр.}) \text{ руб}, \quad (6.9)$$

где:  $K_{пр}$  - коэффициент премирования, 35%

$$Зосн. = 5031.84 * (1 + 0.35) = 6792,98 \text{ руб}$$

Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$Здоп. = Зосн. * K_{вып}, \text{ руб} \quad (6.10)$$

где :  $K_{вып}$  - коэффициент выполнения норм, 10%

$$Здоп. = 6792.98 * 0.1 = 679,30 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Зисп. = Зитр. + Зосн. + Здоп., \text{ руб} \quad (6.11)$$

$$Зисп. = 41833.3 + 6792.98 + 679.30 = 49305,58 \text{ руб}$$

Единые социальные отчисления:

$$Ссоц. = Зисп. * K_{соц.}, \text{ руб} \quad (6.12)$$

$$C_{соц.} = 49305,58 * 0.30 = 14791,67 \text{ руб}$$

где  $C_{соц.}$  – отчисления в единый социальный фонд, 30%» [16]

Произведем расчет затрат на электроэнергию при проведении НИОКР, представив результат в таблице 7:

$$C_{эл} = N_y \cdot K_{исп} \cdot T_{м.і} \cdot n \cdot (Ц_{эл.}/60) \cdot K_{заг}, \quad (6.13)$$

где:  $N_y$  - мощность оборудования, кВт;

$K_{исп}$  – коэффициент учета времени использования вида оборудования в процессе работ;

$K_{загр}$  – коэффициент учета загрузки мощности оборудования;

$T_{м.і}$  – машинное время работы  $i^{ого}$  оборудования на один эксперимент

$Ц_{эл.}$  – цена одного кВт•ч

$n$  – количество экспериментов

Таблица 6.8 – Затраты на электроэнергию при проведении НИОКР

Наименование оборудования	$N_y$ , кВт	$K_{заг}$	$K_{исп.}$	$T_{м.і}$ мин	$n$	$Ц_{эл.}$ , руб.	$C_{эл}$ , руб
Стенд обкатки редуктора	0,25	0,98	0,95	15	120	4,04	28,2
Компьютер рабочий	0,55		0,65	18240			430,3
Ноутбук	0,3		0,7	3360			46,6
Итого:							505,1

«Расчет амортизационных отчислений.

$$\dot{a} C_{ам} = \frac{Соб. * Нам. * T_{м.і}}{F_{обор.} * 100}, \text{ руб} \quad (6.14)$$

где:  $F_{обор.}$  – годовой эффективный фонд времени работы оборудования:

$$F_{обор.} = F_{раб.} \cdot q \cdot K_{загр}. \quad (6.15)$$

$$F_{обор.} = 254 \cdot 8 \cdot 0,98 = 1991,4$$

где  $H_{ам}$  - амортизационные отчисления;

$C_{об}$  - первоначальная стоимость оборудования с учетом транспортировки и монтажа;

$T_{м.і}$  – общее время работы оборудования:

Граб. – число рабочих дней в году;

q – продолжительность смены, час

Кзагр. – коэффициент использования работы оборудования

Добор. – суммарное время работы оборудования, дней» [16]

Таблица 6.9 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	$C_{об}$ , руб	Кзагр.	$N_{ам}$	$T_{м}$ , дн	Фобор, час	$C_{ам}$ , руб
Стенд обкатки редуктора	120 000	0,98	10,5	1,25	1991,4	7,75
Компьютер рабочий	65 000		18,2	12,67	1991,4	73,74
Ноутбук	45 000		18,2	2,33	1991,4	9,40
Итого:						90,90

Расчет накладных расходов:

$$C_{накл.} = Z_{исп.} * K_{накл.}, \text{ руб}, \quad (6.16)$$

где:  $K_{накл}$  - коэффициент накладных расходов, 35%

$$C_{накл.} = 49305,58 * 0,35 = 17256,95 \text{ руб}$$

Таблица 6.10 – Затраты на проведение НИОКР

Статьи	Сумма, руб.
1	2
Текущие затраты, Ктек	
Материальные затраты, в т.ч.	505,06
- энергоносителей	505,06
Фонд оплаты труда исполнителей	49305,58
Отчисления в единый социальный фонд	14791,67
Амортизационные отчисления	90,90

Продолжение таблицы 6.10

1	2
Накладные расходы	17256,95
Итого	82455,21
Капитальные затраты, Ккап.	
Стоимость приобретенного оборудования	230000
Расходы на транспортировку и монтаж	11500
Итого	241500
Всего предпроизводственных затрат, Спредпр.	323 955,21

#### 6.4 Расчет затрат на производство изделия

Проектируемый отвал изготавливается в условиях мелкосерийного производства, что объясняется рыночной конъюнктурой.

«Себестоимость изготовления рассчитывается по формуле:

$$C_{\Pi}^H = Z_{\Pi\Pi} + Z_{\text{мат}} + Z_{\text{ФОТ}} + Z_{\text{СО}} + Z_{\text{цех}} + Z_{\text{произв}} + Z_{\text{внпр}} \quad (6.17)$$

где  $C_{\Pi}^H$  – себестоимость изготовления конструкции;

$Z_{\Pi\Pi}$  – суммарная себестоимость изготовления новых деталей;» [16]

$Z_{\text{мат}}$  – суммарная себестоимость изготовления изменённых деталей

$Z_{\text{ФОТ}}$  – суммарная себестоимость покупных изделий в новой конструкции;

$Z_{\text{СО}}$  – затраты на несение социальных обязательств, 30%;

$Z_{\text{цех}}$  – цеховые затраты;

$Z_{\text{произв}}$  – общепроизводственные затраты;

$Z_{\text{внпр}}$  – внепроизводственные издержки;

Расчет затрат на покупные изделия приводится в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Расчет затрат на покупные изделия

Покупные изделия	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб.
Муфта эластичная	2	246,24	492,48
Болт 170060282	6	20,76	124,56
Гайка 170042139	6	5,7	34,2
Стальная гайка опоры с резиновой прокладкой в сборе	6	42,07	252,42
Электрический двигатель АИР	1	5981	5981
Приводной вал	1	450	450
Всего			7334,66

Затраты на материалы приводятся в таблице 6.12.

Таблица 6.12 – Затраты на материалы

Материалы, ед. изм	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб.
Труба профильная 40x40x2,0, пог.м	24	60	1440
Лист 3мм, сталь 20, кв.м	2,85	1200	3420
			4860

Трудовые затраты складываются из производства сварочных и сборочных работ. Себестоимость их производства приводится в таблице 6.13.

Таблица 6.13 – Затраты на оплату труда

Разряд рабочего	Тарифная ставка,	Время занятости,	Заработная плата,
	С <sub>т.</sub> , руб.	t <sub>i,дн</sub>	Руб.
1. Сварщик 5-го разряда	101,87	1,7	173,18
2. Слесарь 6-го разряда, сборка	106,31	3,16	335,94
Итого			509,12

Расчёт статьи затрат – заработная плата дополнительная:

$$З_{д.} = (З_о / 100) \times K_{д.} = (509,12 / 100) \times 35 = 178,19 \text{ руб} \quad (6.18)$$

Фонд оплаты труда составит

$$З_{ФОР} = З_о + З_{д.} = 509,12 + 178,19 = 687,31 \text{ руб} \quad (6.19)$$

Расчёт статьи затрат – отчисления на социальные нужды:

$$З_{СО} = ((З_о + З_{д.}) / 100) \times Ж_{с.н.} \quad (6.20)$$

$$З_{СО} = ((509,12 + 178,19) / 100) \times 30 = 206,19 \text{ руб}$$

Затраты на инструмент и оснастку

$$З_{ио} = З_{ФОР} \cdot K_{ио} = 687,31 \cdot 0,03 = 20,62 \text{ руб}$$

Производственная себестоимость рассчитывается как сумма всех затрат на производство изделия.

$$C_{\text{произ}} = 7334,66 + 4860,00 + 687,31 + 206,19 = 13088,16 \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость

$$З_{\text{цех}} = C_{\text{произ}} \cdot K_{\text{цех}} \quad (6.21)$$

$$З_{\text{цех}} = 13\,088,16 \cdot 1,72 = 22\,511,64 \text{ руб}$$

Производственная себестоимость

$$З_{\text{произв}} = C_{\text{произ}} \cdot K_{\text{произв}} \quad (6.22)$$

$$З_{\text{произв}} = 13\,088,16 \cdot 1,97 = 25\,783,68 \text{ руб}$$

Полная себестоимость

$$C_{\text{п}} = C_{\text{произ}} + З_{\text{цех}} + З_{\text{произв}} \quad (6.23)$$

$$C_{\text{п}} = 13\,088,16 + 22\,511,64 + 25\,783,68 = 61\,383,48 \text{ руб}$$

Внепроизводственные издержки

$$З_{\text{внпр}} = C_{\text{п}} \cdot K_{\text{внпр}} = 61\,383,48 \cdot 0,003 = 184,15 \quad (6.24)$$

$$C_{\text{п}}^{\text{н}} = C_{\text{п}} + З_{\text{внпр}} = 61\,383,48 + 184,15 = 61\,567,63 \quad (6.25)$$

Цена изделия

$$Ц = C_{\text{п}}^{\text{н}} \cdot Ур \cdot 1,2 = 61\,567,63 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 81\,269,27 \text{ руб} \quad (6.26)$$

Расчет себестоимости и цены станда сводим в таблицу 6.14.

Таблица 6.14 - Калькуляция себестоимости проектируемого отвала

Наименование показателей	Условное обозначение	Затраты на единицу изделия (проект)
1. Стоимость основных материалов	М	4860,00
2. Стоимость комплектующих изделий	П <sub>и</sub>	7334,66
3. Основная заработная плата производственных рабочих	З <sub>о</sub>	509,12
4. Дополнительная заработная плата производственных рабочих	З <sub>д</sub>	178,19
5. Социальные начисления	З <sub>со</sub>	206,19
6. Цеховые расходы	С <sub>ЦЕХ</sub>	13 088,16
7. Расходы на инструмент и оснастку	З <sub>ио</sub>	20,62
8. Цеховая себестоимость	З <sub>цех</sub>	22 511,64
9. Общезаводские расходы	З <sub>произв</sub>	25 783,68
10. Общезаводская себестоимость	С <sub>п</sub>	61 383,48
11. Коммерческие расходы	С <sub>КОМ</sub>	184,15
12. Полная себестоимость	С <sub>ПОЛН</sub>	61 383,48
13. Отпускная цена	Ц <sub>ОПТ</sub>	81 269,27

Поскольку выигрыша в скорости проведения испытаний проектируемый стенд не дает, так как проведение испытания не зависит от типа станка, а от навыков работы и типа производимых испытательных работ.

Экономический эффект определяется как разница между стоимостью базовой модели, взятой из стоимости испытательного стенда ИС – 02, Ц = 120 000 руб. и стоимости проектируемого устройства.

Чистый экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = Ц_6 - Ц = 120\,000 - 81\,269,27 = 38\,730,73 \text{ руб}$$

Относительный эффект:

$$100 - (Ц / Ц_6) * 100 = 100 - (81\,269,27 / 120\,000) * 100 = 32,28 \%$$

Таким образом, в разделе произведен расчет затрат на НИОКР, который составил 323 955,21. Рассчитана цена стенда, составляющая 81 269,27 руб. Эффект за счет уменьшения цены стенда составил 38 730,73 руб или 32,28 %.

## Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта были проведены изыскания, связанные с разработкой стенда для испытания редуктора мостов автомобилей, способным производить как ресурсные испытания, так и работы по регулировке узла.

Постановлены задачи проекта и сформулированы пути их разрешения являющиеся новыми в развитии отечественного автомобилестроения, определили план и программу работ в шести взаимосвязанных разделах.

В первом разделе была дана общая характеристика автомобиля, рассмотрен объект исследований, сформированы направления работы над проектом, рассмотрена практическая ценность проведенной работы и обоснована актуальность темы.

Второй раздел заключается в предварительном определении внешней скоростной характеристики двигателя и основных параметров трансмиссии автомобиля, узел которого принят к разработке в качестве базового для проектируемого стенда.

Третий раздел состоял в получении данных по выбору типа конструкции стенда и определения основных параметров его конструкции.

Четвертый раздел представлял из себя углубленную проработку конструкции стенда обкатки редукторов заднего моста, в ходе которой был произведен расчет основных узлов и деталей конструкции.

Пятый раздел связан с разработкой мероприятий по обеспечению промышленной и экологической безопасности производства работ по проектированию.

Шестой раздел заключается в расчете и обосновании затрат на проектирование и производство стенда. Определена величина предпроизводственных затрат и произведен расчет экономического эффекта от снижения цены на разрабатываемую конструкцию.

Последовательно выполненную работу можно резюмировать в

следующих результатах и выводах.

1. Рассчитаны основные параметры конструкции стенда для проведения испытаний и регулировочных работ по редуктору, с учетом всего комплекса современных требований, предъявляемых к узлам такого рода.

2. Произведен расчет узлов и элементов конструкции стенда с условием обеспечения безопасности проведения работ и обеспечения необходимого запаса прочности. На основании произведенных расчетов осуществлено проектирование стенда для обкатки редуктора заднего моста.

Произведенные расчеты:

- расчет тягово-скоростной и топливно-экономической характеристики автомобиля;
- конструкторские и прочностные расчеты элементов и узлов стенда;
- расчет общеобменной вентиляции в производственном помещении;
- расчет экономической эффективности от снижения цены спроектированной конструкции.

## Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. — 3-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 655 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/2530](http://www.dx.doi.org/10.12737/2530). - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
6. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
7. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.
8. Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. — 417 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

9. Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)
10. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.
11. Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с
12. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.
13. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.
14. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. — Москва : ФЛИНТА, 2013. — 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.
15. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 758 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.
16. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие/ Е.Л. Савич, В.В. Капустин. — Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 445 с.: ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

17. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

18. Тарасик В.П. «Теория автомобилей и двигателей»/ В.П. Тарасик, М.П. Бренчик // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2020 – 448 с.

19. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. — 2-е изд., испр. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 448 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

20. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.

21. Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

22. Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

23. G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

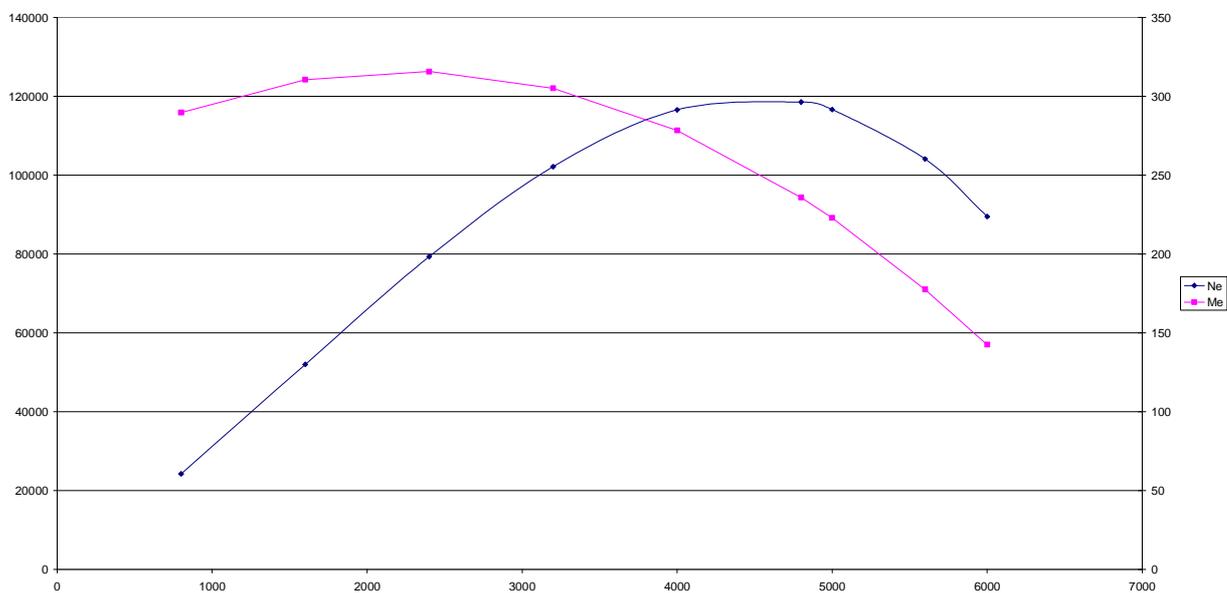
24. Bierbaum, O. J. Eine empfindsame Reise im Automobil / O. J. Bierbaum. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 322 с. — ISBN 978-5-507-41136-8.

25. Emily, E. D. Through what transports of Patience / E. D. Emily. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 1 с. — ISBN 978-5-507-31245-0.

26. Emily, E. D. A transport one cannot contain / E. D. Emily. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 1 с. — ISBN 978-5-507-33097-3.
27. Henry, O. While the Auto Waits / O. Henry. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 4 с. — ISBN 978-5-507-40405-6.
28. Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019.— 350 с.

## Приложение А

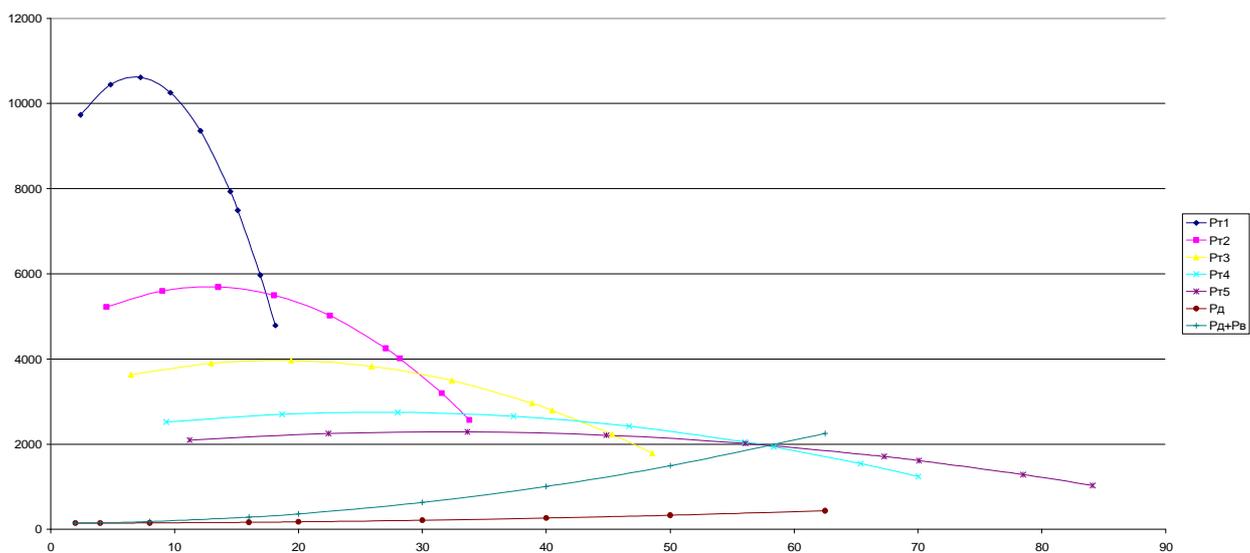
### Внешняя скоростная характеристика



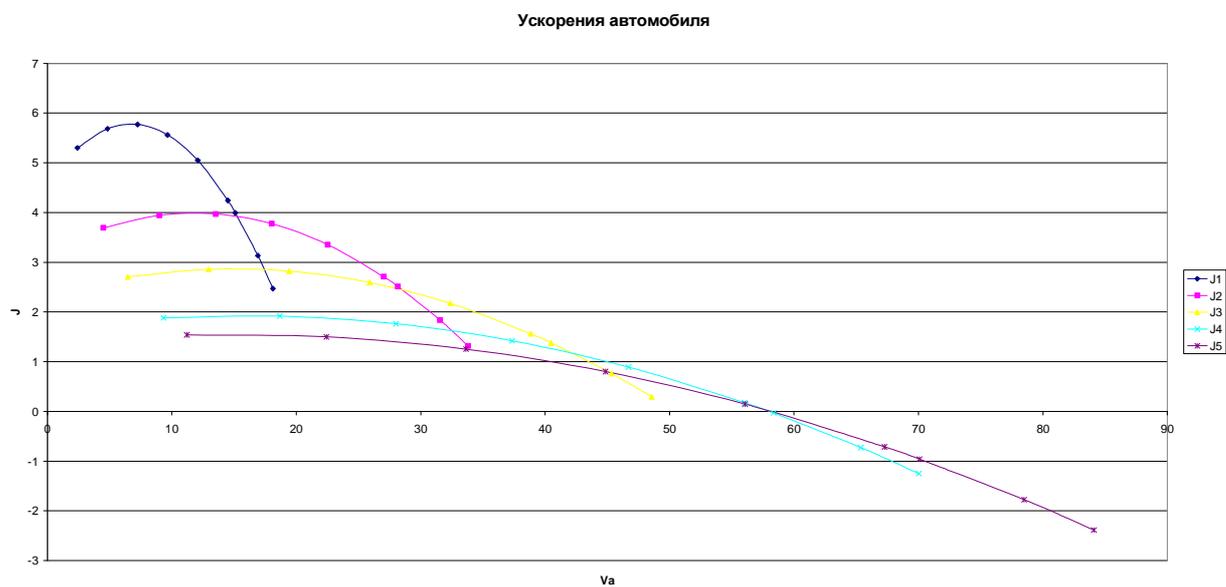
## Приложение Б

### Внешняя скоростная характеристика

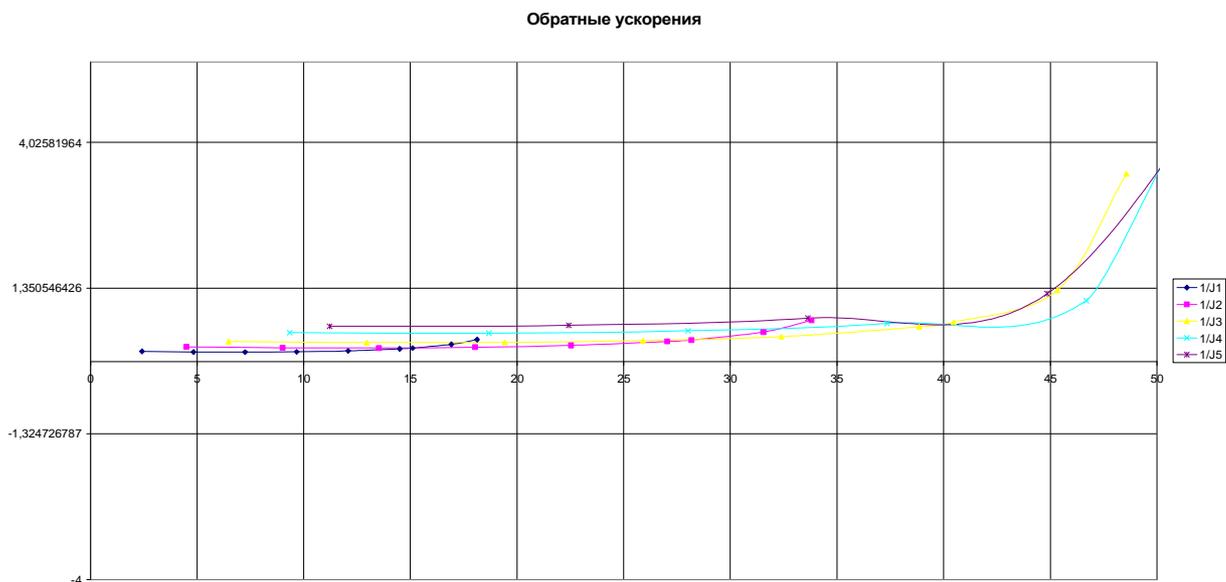
Силовой баланс



## Приложение В Ускорения автомобиля

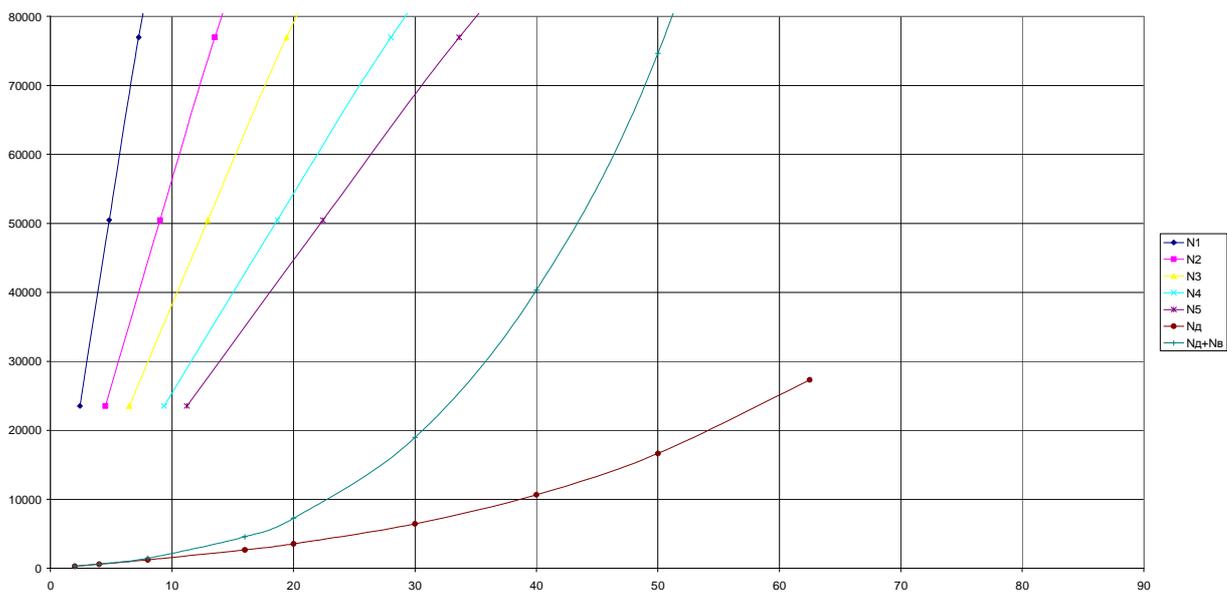


## Приложение Г Обратные ускорения автомобиля



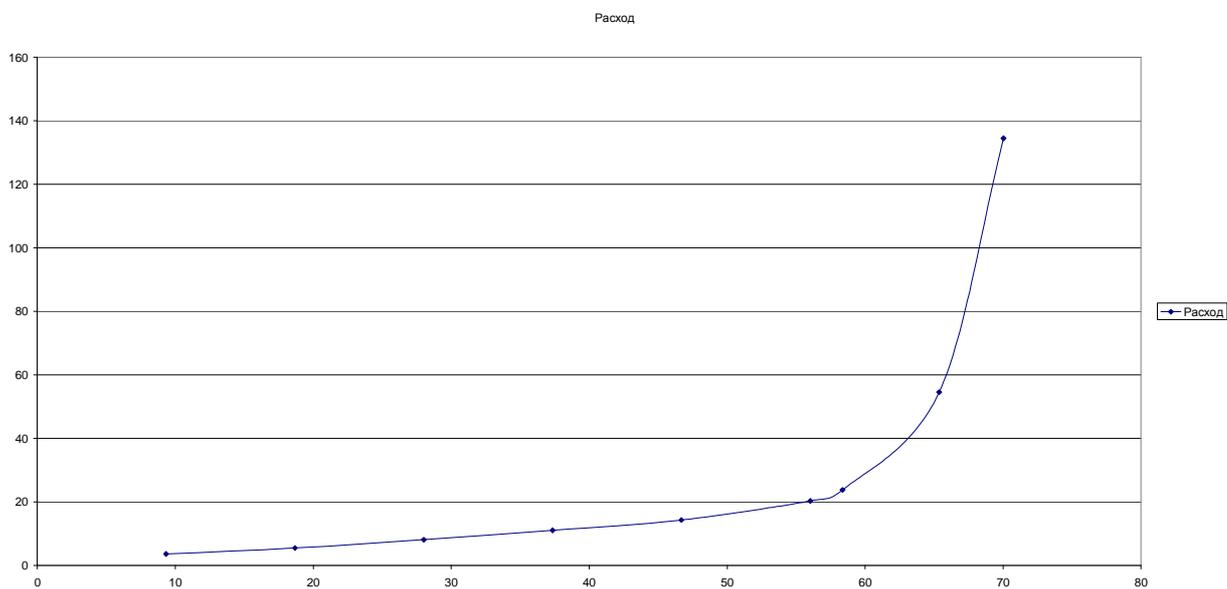
## Приложение Д

### Мощность на различных передачах



## Приложение Е

### Расход топлива



Приложение Ж  
**Спецификация**

форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A1			20.ДП.ПЭА.172.00 СБ	Сборочный чертеж	1		
				<u>Сборочные единицы</u>			
		1	20.ДП.ПЭА.172.01 СБ	Площадка двигателя	1		
		2	20.ДП.ПЭА.172.02 СБ	Рама станда	1		
		3	20.ДП.ПЭА.172.03 СБ	Привод редуктора	1		
		4	20.ДП.ПЭА.172.04 СБ	Вал шарнирный	2		
		5	20.ДП.ПЭА.172.05 СБ	Кожух	1		
				<u>Детали</u>			
		6	20.ДП.ПЭА.172.03.006	Гильза	1		
A3		7	20.ДП.ПЭА.172.03.007	Муфта	1		
		8	20.ДП.ПЭА.172.03.008	Рукоятка муфты	1		
		9	20.ДП.ПЭА.172.03.009	Пружина поджима	1		
		10	20.ДП.ПЭА.172.03.010	Кронштейн	1		
		11	20.ДП.ПЭА.172.03.011	Поддон	1		
		12	20.ДП.ПЭА.172.03.012	Фланец	1		
		13	20.ДП.ПЭА.172.03.013	Вилка	1		
		14	20.ДП.ПЭА.172.03.014	Фланец привода	1		
		15	20.ДП.ПЭА.172.03.015	Вал привода	1		
		16	20.ДП.ПЭА.172.03.016	Штифт	4		
			<b>20.ДП.ПЭА.172.00 СБ</b>				
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Назаров				Лит	Лист	
Пров.	Чумаков					Листов	
Н. контр.	Чумаков					1	
Утв.	Бобринский					2	
Стенд обкатки редукторов заднего моста					ТГУ, ИМ, ПЭА		

