

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, \_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Ф.)

2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

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

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

2019 г.

Модернизация дополнительного отбора мощности от раздаточной коробки  
для спецтехники

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ЮУрГУ–23.05.01.2019.724.ВКР

Консультант, *к.э.н.*  
Экономическая часть

Н.С. Комарова

2019 г.

Руководитель, *к.т.н., доцент*

М.Г. Штыка

2019 г.

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

В.В. Краснокутский

2019 г.

Автор  
студент группы МиМс-551

Р.И. Сиразетдинов

2019 г.

Нормоконтролер, *ведущий инженер*  
АО «ГРЦ Макеева»

М.И. Абрамов

2019 г.

Миасс, 2019

## АННОТАЦИЯ

Сиразетдинов Р.И. Модернизация дополнительного отбора мощности от раздаточной коробки для спецтехники. – Миасс: ЮУрГУ, 2019. Расчетно-пояснительная записка 90 с., библиографический список – 16 наименований; графическая часть 7 листов ф. А1; 1 лист ф. А2; 2 листа ф. А3 1 лист ф. А4; 4 листа спецификации ф.А4.

Разработан модернизированный дополнительный отбор мощности от раздаточной коробки автомобиля Урал 5323, изменена конструкция механизма включения дополнительного отбора мощности. Рассмотрен вопрос востребованности проектируемого автомобиля Урал 5323, для выбранного автомобиля произведен тягово-динамический расчет.

В технологической части приведено описание техпроцесса на изготовление втулки маслоканала, произведены необходимые расчеты и выбрано технологическое оборудование. В разделах БЖД и гражданская оборона рассмотрены вопросы безопасности при эксплуатации автомобиля. В экономической части определен годовой экономический эффект в сфере производства и эксплуатации, а также интегральный экономический эффект за срок службы автомобиля.

					23.05.01.2019.724 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Сиразетдинов Р.И.			Модернизация дополнительного отбора мощности от раздаточной коробки для спецтехники	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Штыка М.Г.				д	4	90
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ кафедра «Автомобилестроение»		
<i>Н. Контр.</i>		Абрамов М.И.						
<i>Утверд.</i>		Краснокутский В.В.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	10
1.1 История и востребованность на рынке автомобиля Урал 5323	10
1.2 Устройство и принцип работы дополнительного отбора мощности автомобиля «Урал 5323»	19
Выводы по разделу один	22
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	23
2.1 Исходные данные для расчета	23
2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя	24
2.3 Тяговая характеристика автомобиля	26
2.4 Мощностный баланс автомобиля	26
2.5 Динамическая характеристика автомобиля	28
2.6 Ускорение автомобиля	28
2.7 Время и путь разгона автомобиля	29
2.8 Угол подъема автомобиля	31
2.9 Расчет топливной экономичности	31
Выводы по разделу два	37
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	38
3.1 Описание разрабатываемой конструкции	38
3.2 Проверочный расчет вала дополнительного отбора мощности	41
3.3 Проверка на прочность шлицевого соединения вал-муфта	44
3.4 Расчет основных параметров шлицев вала дополнительного отбора мощности для установки муфты	45
3.5 Проверка на прочность шлицевого соединения вал - водило	46
Выводы по разделу три	48

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	49
4.1 Выбор детали для проектирования	49
4.2 Расчет режимов резанья	51
4.3 Техническая характеристика станка	59
Выводы по разделу четыре	60
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	61
5.1 Требования к нагревостойкости электромагнитной фрикционной дисковой муфты	61
5.2 Общие требования безопасности, предъявляемые к конструкции автомобиля	64
5.3 Требования безопасности, связанные с обслуживанием автомобиля	67
5.4 Требования безопасности при работах, связанных с подъемом и опусканием кабины	68
5.5 Требования безопасности перед началом работы	69
5.6 Требования безопасности во время эксплуатации автомобиля	69
Выводы по разделу пять	73
6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА	74
Выводы по разделу шесть	74
7 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	75
Выводы по разделу семь	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	89

## ВВЕДЕНИЕ

Российский автопром занимает одно из лидирующих положений на мировом рынке, особенно по производству большегрузных автомобилей. Одним из таких предприятий является ОАО «АЗ» Урал».

ОАО АЗ "Урал" является одним из ведущих в России производителем автомобильной техники повышенной проходимости и различной специальной автомобильной техники для сельского хозяйства, нефте- и газодобычи, оборонных нужд. В перечень продукции ОАО «АЗ» Урал» также входят шасси грузовых автомобилей для монтажа спец техники, вахтовые автомобили, полуприцепы к грузовым автомобилям. Программа заводского управления предусматривает также производство автомобилей под заказ. В настоящее время ОАО АЗ «Урал» выпускает широкую гамму автотехники специального и общего назначения: бортовые автомобили, самосвалы с боковой и задней разгрузкой, тягачи, автопоезда, понтоновозы, лесовозы, топливозаправщики и автоцистерны и многое другое.

Автомобили «Урал» широко находят свое применение там, где использование обычных грузовых автомобилей на плохих проселочных дорогах или при бездорожье, на сильно пересеченной местности, грязном разбитом грунте, снеге, заболоченной местности и песках, особенно в зимнее время и в период весенней и осенней распутицы, крайне затруднено, а часто и совершенно и невозможно.

Расширение в различных районах страны промышленного и жилищного строительства, развитие нефтяной и горнодобывающей промышленности, отсутствие дорог с твердым покрытием в значительной части сельских и лесных районов, необходимость перевозок различных грузов и людей в обширных районах от Крайнего севера до степей Казахстана, а также потребность войсковых частей в машинах, эксплуатация которых может проходить и в условиях бездорожья, все это требует создавать новые виды специализированного транспорта высокой проходимости.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Для дальнейшего совершенствования конструкции автомобиля разрабатываются специальные нормы и правила, регламентирующие технические и конструктивные параметры автомобиля. К числу таких нормативов относятся: Правила ЕЭК ООН, ГОСТ Р, нормы токсичности автомобиля ЕВРО. Их необходимо учитывать при проектировании автомобилей. Соответствие автомобиля данным нормативным документам является обязательным для сертификации автомобиля в России и в странах Европы.

Также автомобили «Урал» хорошо зарекомендовали себя как база для размещения различной спец техники. Это обуславливается такими факторами как: большая грузоподъемность, высокая мощность силового агрегата, возможность отбора мощности от двигателя для привода навесного оборудования.

Теоретические и экспериментальные исследования, а также опыт эксплуатации показывают, что стабильность работы спец техники на базе автомобиля «Урал» во многом зависят от стабильности работы такого элемента трансмиссии автомобиля как раздаточная коробка, так как именно от раздаточной коробки можно произвести отбор мощности для привода различных агрегатов.

Опыт работы спец техники на базе автомобилей «Урал» в условиях севера показывает, что работа дополнительного отбора мощности может быть нарушена из-за поломок пневматического механизма включения.

Целью дипломной работы является, модернизация дополнительного отбора мощности (ДОМ) от раздаточной коробки.

Задачами дипломной работы являются:

- 1) Произвести анализ существующих конструкций дополнительного отбора мощности, рассмотреть достоинства и недостатки моделей;
- 2) Произвести модернизацию ДОМ без изменения основных деталей и валов;
- 3) Произвести необходимые проверочные расчеты деталей.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

На основании изложенного выше, выбранная тема дипломного проекта “Модернизация дополнительного отбора мощности от раздаточной коробки для спецтехники ” является актуальной, проектируемый автомобиль обеспечит конкурентоспособность и привлекательность марки Урал.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

# 1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

## 1.1 История и востребованность на рынке автомобиля Урал 5323

В середине 1960-х годов НАМИ и Уральский автозавод по заказу Министерства обороны начали разработку семейства унифицированных многоцелевых автомобилей высокой проходимости. В 1965-1966 годах были изготовлены опытные образцы бортового автомобиля НАМИ-058 (8×8, оригинальная кабина, дизельный двигатель ЯМЗ-238Н, мощностью 320 л. с.) и седельного тягача НАМИ-058С (кабина автомобиля Урал-375Д), предназначенного для работы в составе автопоезда НАМИ-058С-862 (12×12) с активным полуприцепом Урал-862. Несмотря на успешные испытания, машины нуждались в серьезной доработке и в итоге не пошли в серийное производство.

Независимо от создания опытного образца НАМИ-058, конструкторы Уральского автозавода вели разработку собственной машины. На основе унифицированной агрегатной базы серийно производившихся Урал-375 (6×6) и Урал-377 (6×4) в 1969 году были изготовлены первые образцы автомобилей 6×6 в двух компоновках — бескапотной (Урал-379А) и полукапотной (Урал-379Б). Обе машины оснащались опытным дизельным двигателем Урал-2Э640 V8 водяного охлаждения мощностью 200 л. с. Урал-379Б получил кабину серийного Урал-377, разрезанную в двух продольных плоскостях и надставленную по ширине на 300 мм. Для Урала-379А была разработана оригинальная стеклопластиковая кабина.

По результатам испытаний не было выявлено существенных отличий по динамическим характеристикам и проходимости. Однако, применение бескапотной компоновки за счет более равномерного распределения нагрузки по осям повысило плавность хода и управляемость, улучшилась ремонтпригодность автомобиля. Решающим фактором в пользу бескапотной компоновки стало требование заказчика о наличии в составе

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

унифицированного семейства плавающей модификации. На тот момент считалось, что создать такой автомобиль в капотном варианте практически невозможно.

В последствии плавающие автомобили капотной компоновки были созданы. В 1975-1976 годах НАМИ путем герметизации кузова и оснащения автомобиля рядом пенополиуретановых поплавков был разработан и испытан Урал-375П. На плаву машина приводилась в движение гребным винтом, имела грузоподъемность 4,5т и развивала максимальную скорость 8 км/ч. Позднее, в 1979 году, в рамках проекта «Суша» силами Уральского автозавода была создана амфибия Урал-43221А (6х6) грузоподъемностью 4т.

Технологическая сложность изготовления стеклопластиковых кабин послужила причиной разработки металлической кабины с герметизированными дверями, которая устанавливалась на опытные образцы второй серии Урал-379. Параллельно был изготовлен опытный образец Урал-395 (8×8), получивший металлическую кабину. Работы были завершены к 1972 году. Машина была оборудована опытным дизельным двигателем V10 ЯМЗ-741 мощностью 260 л. с., который разрабатывался для КамАЗа. На плаву Урал-379 и Урал-395 приводились в движение за счет вращения колес с развитым протектором.

Новым витком в работе над машиной (с апреля 1977 года) стала разработка семейства грузовых автомобилей повышенной проходимости, которому в Министерстве обороны присвоили шифр «Суша». Задание включало в себя создание автомобиля бескапотной компоновки с колесной формулой 8×8 с использованием кабины КамАЗ. В сентябре 1979 года на приемо-сдаточные испытания в 21-й НИИИ МО поступили шесть образцов автомобилей, в том числе две машины Урал-5322 (8×8) с различной длиной базы (грузоподъемностью 8,5 и 9т) и замаскированный грузовик-амфибия Урал-53221 грузоподъемностью 7т, оборудованный двумя малозаметными винтами в корме и съемным волноотражателем. Все три машины были оснащены двигателями ЯМЗ-741.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11





базовых шасси Урал-532361/62 для установки инженерной техники, седельных тягачей Урал-542301/02 и первого в России грузовика Урал-532303 со сварной цельнобронированной кабиной противоположного исполнения. За создание и внедрение семейства автомобилей двойного назначения представители Уральского автозавода в 1998 году были удостоены государственной премии Российской Федерации.

Серийный выпуск машин с кабиной IVECO начался в 2000 году, годом позже автомобили стали комплектоваться увеличенной кабиной со спальным местом. Производство Урал-5323 до 2001 года велось стапельным способом, с 2002 года сборка осуществляется на главном конвейере завода.

В 2002 году был изготовлен первый опытный образец Урал-532365, с вынесенной на метр вперед и смещенной вниз кабиной. Оригинальная компоновка позволила увеличить монтажные характеристики автомобиля, в частности, оперативное пространство над кабиной увеличилось на 400 мм.

С 2004 года Урал-5323 оснащается дизельным двигателем ЯМЗ-7601.10 V6 с турбонаддувом мощностью 220 КВт (300 л. с.), удовлетворяющий стандарту Евро-2, и 9-ступенчатой коробкой передач ЯМЗ-239.

В 2004 году на основе Урал-532361 были изготовлены опытные образцы полноприводных шасси Урал-632341 и самосвала Урал-652301 повышенной грузоподъемности (18,6 и 15 т соответственно), достигнутой за счет применения независимой подвески разнесенного типа на полуэллиптических рессорах и с гидравлическими амортизаторами для управляемых передних мостов, а также усиления рамы и задней тележки; производство новых моделей было освоено в 2005 году. С использованием аналогичной конструкции в 2006 году был разработан дорожный самосвал Урал-6563 (8×4) грузоподъемностью 25 т, запущенный в серийное производство в 2007 году.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Урал-5323 - грузовик повышенной проходимости, применяется как правило для использования в российской армии в составе унифицированных семейств «Суша» (до 1998 года) и «Мотовоз».

Автомобиль выполнен по компоновке «кабина над двигателем» (кроме модификации Урал-532365), обеспечивающей оптимальное распределение полного веса по мостам и максимальное использование габаритов автомобиля для размещения грузовых платформ и монтажа специальных установок при сохранении невысокой снаряженной массы. Высокая плавность хода и проходимость автомобиля достигается применением двойной балансирной подвески (для передней и задней тележек). Объем топлива обеспечивает запас хода до 1000 км, что позволяет машине работать вдали от развитой сети дорог. Основными потребителями этих машин являются нефтегазовая и лесозаготовительная отрасли.

На основе Урала-5323 разработаны водометный спецавтомобиль Лавина-Ураган и ремонтно-эвакуационная машина РЭМ-КЛ.



Рисунок 1.1 – Военный автомобиль РЭМ-КЛ на базе Урал 5323

Шасси Урал-5323 входит в состав ряда машин военного назначения:

- зенитного пушечно-ракетного комплекса Панцирь-С1 (опытный образец);
- зенитного ракетного комплекса Тор-М1 ТА;

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.724 ПЗ				

- самоходной гаубицы Мста-К (экспериментальный образец);
- самоходной гаубицы Пат-К (опытный образец);
- понтонных парков ПП-91 и ПП-2005.



Рисунок 1.2 - Агрегат для перевозки нефтегазопромыслового оборудования оснащенный краном-манипулятором производства ЗАО «Инман» (г. Ишимбай)



Рисунок 1.3 - Водометный спецавтомобиль «Лавина-Ураган» на шасси Урал-5323

С 1 января 2018 года все типы автомобилей, включая грузовой автотранспорт, произведенные или импортированные в страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС), должны соответствовать пятому экологическому классу (аналог европейского экостандарта «Евро-5»).

До 2018 года на автомобили Урал 5323 и его модификации устанавливали следующие двигатели:

- КамАЗ-7403.10: дизельный, 10 850 см<sup>3</sup>, 260 л.с. (191 кВт) при 2600 об/мин, максимальный крутящий момент: 765 Нм;

- Урал-745, производитель КДЗ, дизельный, 290 л.с. (215 кВт) при 2300 об/мин, максимальный крутящий момент: 863 Нм;

- Deutz-413, дизельный, мощность: 290 л.с. (215 кВт) при 2300 об/мин;

- ЯМЗ-238Б, дизельный, объем 14 860 см<sup>3</sup>, 300 л.с. (220 кВт), при 2000 об/мин, соответствие нормам Евро-0;

- ЯМЗ-7601.10, дизельный, объем 11 150 см<sup>3</sup>, 300 л.с. (220 кВт), при 1900 об/мин соответствие нормам Евро-2.

В настоящее время для выполнения требований норм выбросов Евро-5, а также для повышения унификации автомобилей семейства Урал, на автомобиль Урал 5323 устанавливается двигатель ЯМЗ-53602.10 мощностью 312 л.с.

На рисунке 1.4 показан автомобиль ХАНТ- 8151Н шасси на агрегатах Урал-53236, колесная формула 8x8, с разнесенными передними мостами, двигатель ЯМЗ-53602.10 мощностью 312 л.с.), производитель ООО "Завод тяжелых машин", город Миасс.

Завод Тяжелых Машин (г. Миасс) освоил производство самоходных многоосных полноприводных шасси ХАНТ-8051Н (мобильная платформа) с колесной формулой 8x8 на базе Урал-5323. Шасси используется в качестве транспортной базы для монтажа спецнадстроек, которым необходимо пространство над кабиной (стрела, вышка, мачта). Машина имеет увеличенную монтажную длину и колесную формулу 8x8, автомобиль

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

оборудован цельнометаллической 2-х местной кабиной (IVECO) которая находится перед двигателем ЯМЗ-53602.10 мощностью 312л.с., расположенным на раме. Максимальная транспортная скорость самоходного транспортного средства до 90км/ч.



Рисунок 1.4 – Автомобиль ХАНТ на базе шасси Урал 5323, с установленной кабиной Урал

На основании описанного выше следует сказать, что автомобиль Урал 5323 имеет достаточно много вариантов исполнения, в зависимости от задач которые будет выполнять, начиная от оснащения двигателем и кабиной (Урал, КамАЗ, Ivesco) заканчивая особенностью навесного оборудования (ХАНТ, РЭМ-КЛ). Так например, в конструкции шасси автомобилей «Урал» предусмотрены механизмы позволяющие использовать мощность силового агрегата для привода навесного оборудования. Данные механизмы

						23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			18

называться коробками отбора мощности (ДОМ, КЗОМ, КОМ), размещаются коробки отбора мощности, как правило не на самом силовом агрегате, а на коробке передач (КПП) либо раздаточной коробке (РК), в зависимости от конструкции трансмиссии автомобиля. На автомобилях типа «Урал 5323» крутящий момент от двигателя отбирается по средствам коробки ДОМ устанавливаемой на раздаточной коробке со стороны заднего подшипника первичного вала.

Дополнительный отбор мощности, предназначен для отбора полного (100%) крутящего момента от раздаточной коробки при неподвижном автомобиле, и соответственно частичного отбора мощности при движении автомобиля.

## 1.2 Устройство и принцип работы дополнительного отбора мощности автомобиля «Урал 5323»

Коробка ДОМ состоит из картера 7, в который устанавливается вал дополнительного отбора мощности 9 на двух шарикоподшипниках 11 и 12.

На передний шлицевый конец вала устанавливается муфта включения 8. Переходная втулка 10 запрессовывается в центральный маслоканал вала ДОМ для подачи масла в маслоканал первичного вала РК.

На задний конец вала устанавливается фланец 14 для соединения коробки ДОМ с карданной передачей.

Средняя часть вала выполнена в виде эксцентрика, на который устанавливается шатун насоса 13 в сборе с поршнем насоса.

Поступательное движение штока осуществляется за счет деформации упругой резиновой мембраны 5. Возвратное движение штока осуществляется пружиной 4. Деформация упругой резиновой мембраны осуществляется за счет подачи сжатого воздуха через отверстие штуцера 6.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

В верхней части картера крепится механизм переключения 1. Вилка механизма включения 2 жестко связана со штоком 3 и муфтой переключения.

В нижней части картера ДОМ крепится насос в сборе 15.

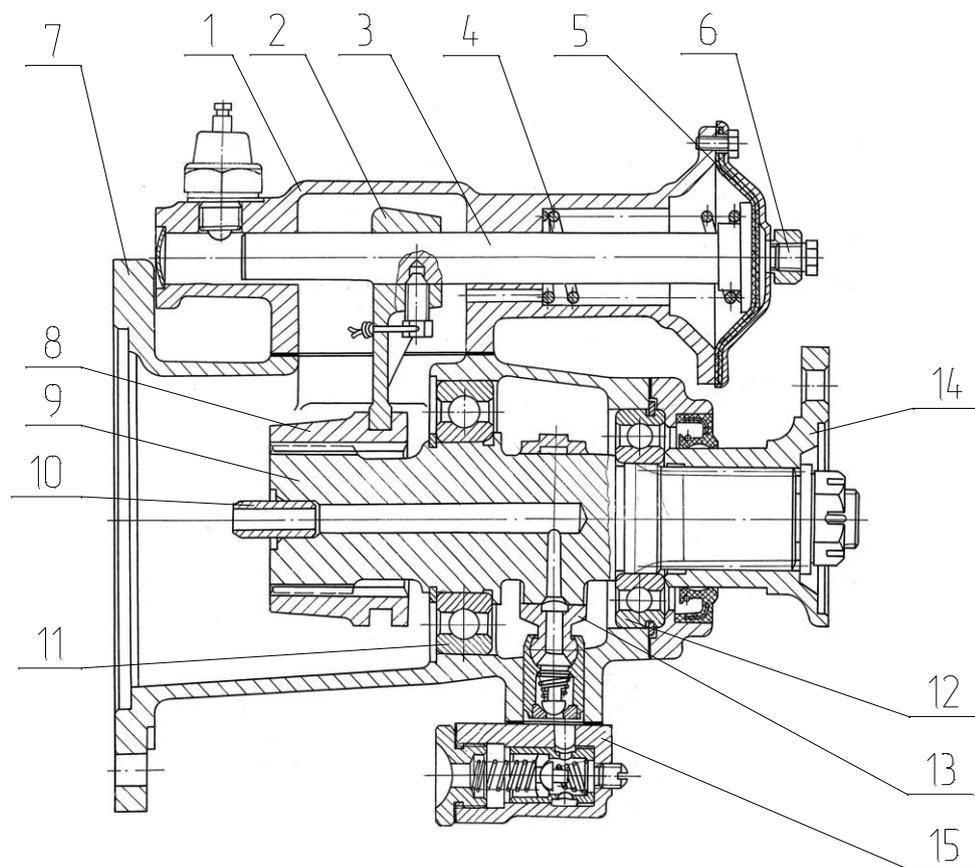


Рисунок 1.5 - Устройство дополнительного отбора мощности:

1 - Механизм переключения; 2 - Вилка механизма включения;  
 3 - Шток; 4 - пружина; 5 - Мембрана; 6 - Штуцер; 7 - Картер; 8 - Муфта включения; 9 - Вал ДОМ; 10 - Переходная втулка; 11,12 - Подшипники;  
 13 - Шатун насоса; 14 - Фланец; 15 - Насос

Дополнительный отбор мощности приводится в действия путем подачи сжатого воздуха через отверстие в крышке механизма включения в рабочую полость. В результате увеличения давления в рабочей полости мембрана механизма включения деформируется, перемещая шток механизма. Вилка механизма включения, жестко закрепленная на штоке, перемещает муфту включения по шлицам вала. В результате чего муфта включения в ходит в

зацепление со шлицевым концом первичного вала раздаточной коробки. При вращении вала дополнительного отбора мощности приводиться в действие насос по средствам шатуна установленного на средней эксцентриковой части вала. Насос установленный на дополнительном отборе мощности обеспечивает подачу масла из картера раздаточной коробки через маслоканал вала дополнительного отбора мощности и первичного вала раздаточной коробки к бронзовым втулкам шестерен устанавливаемых на первичном валу. Подача масла необходим в тех случаях, когда дополнительный отбор мощности работает при не подвижном автомобиле, для обеспечения принудительной смазки деталей раздаточной коробки, т.к. смазка путем разбрызгивания масла шестернями не возможна.

Из рассмотренного выше принципа действия и устройства дополнительного отбора мощности автомобиля типа «Урал 5323», можно выявить следующие недостатки:

- включение осуществляется сжатым воздухом, что влечет за собой отказ механизма включения при работе автомобиля в условиях низких температур, из-за замерзания конденсата в воздуховодах;
- включение и выключение можно осуществить только при неподвижном автомобиле, т.к. муфта включения не имеет синхронизатора;
- жесткое соединение валов может привести к их поломке при резком увеличении нагрузки.

Дополнительный отбор мощности с пневматическим механизмом переключения обладают рядом недостатков, что делает их использование не целесообразным как с технической, так и с экономической точки зрения.

Для устранения выявленных недостатков и причин возможных поломок дополнительного отбора мощности с пневматическим механизмом переключения в настоящем дипломном проекте, предложена модернизация механизма включения дополнительного отбора мощности с использованием применение электромагнитной дисковой фрикционной муфты включения вместо жесткой шлицевой муфты.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Внедрение в производство предложенной конструкции дополнительного отбора мощности повысит ее надежность в работе, позволит производить включение и выключение при движении автомобиля без остановки, снизит количество рекламаций по причине отказа механизма включения.

#### Выводы по разделу один

В данном разделе дипломного проекта дано описание и обоснование выбранной темы дипломного проекта, рассмотрен вопрос актуальности выбранного базового автомобиля, а также рассмотрен вопрос конструкции и принципа работы дополнительного отбора мощности автомобиля Урал 5323. В результате произведенного описания предложена модернизированная конструкция дополнительного отбора мощности, конструкция которого позволит повысить надежность в работе, обеспечит включение и выключение при движении автомобиля без остановки, а также снизит вероятность отказа по причине неисправности механизма включения.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

## 2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

### 2.1 Исходные данные для расчета

Таблица 2.1 – Технические характеристики автомобиля Урал 5323

Наименование	Значение
$m_a$ – полная масса автомобиля, кг	22 100
$m_f$ – сцепной вес автомобиля, кг	22 100
$v_{amax}$ - максимальная скорость автомобиля, м/с (км/ч)	25,0 (90)
$v_{amin}$ - минимальная скорость м/с (км/ч)	0,5 (2)
$r_k$ – радиус качения колеса, м	0,6
$C_x$ – коэффициент аэродинамического сопротивления	1
$\rho$ - плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup>	1,28
$B$ – колея передних колес автомобиля, м	2,5
$H$ - высота автомобиля, м	3,3
$K_L$ - коэффициент заполнения лобового сечения	1
$\varphi$ – коэффициент сцепления шин с дорогой	0,8
$Q$ – номинальный удельный расход топлива, г/кВт·ч	197
Двигатель, тип	ЯМЗ-536
$N_{emax}$ – максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	229 (312)
$n_{e min}$ – минимальная частота вращения двигателя, об/мин	1000
$n_{e max}$ – максимальная частота вращения двигателя, об/мин	2300
$i_{гд}$ – передаточное число главной передачи	7,49
$f = \psi$ - минимальный коэффициент сопротивления движению	0,018

Для соответствия требованиям норм выбросов Евро 5, на автомобиль Урал 5323 устанавливается двигатель ЯМЗ-536, который работает в паре с коробкой передач ZF-9S1310.



Аналогично находим остальные значения мощности двигателя, полученные значения заносим в таблицу.

Кривую крутящего момента  $M_e=f(n_e)$  строим по формуле:

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.2)$$

где  $M_e$  – крутящий момент двигателя, Нм

$$M_{eMIN} = \frac{30 \cdot 95,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1000} = 916,2 \text{ Нм.}$$

Аналогично находим остальные значения крутящего момента, полученные значения заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4- Внешняя скоростная характеристика двигателя

Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н·м
1000	95,9	916,2
1200	120,7	961,2
1400	145,3	991,7
1600	168,8	1007,9
1800	190,2	1009,7
2000	208,7	997,1
2150	220,1	978,2
2300	229,0	951,3

### 2.3 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения на различных передачах  $P_k=f(v_a)$ . Силу тяги определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (2.3)$$

где  $P_k$  – сила тяги на колесах автомобиля, Н;

$\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии;

$i_{mp}$  – передаточное число трансмиссии.

$$\eta_{mp} = 0,98^p \cdot 0,996^l, \quad (2.4)$$

$$\eta_{mp} = 0,84.$$

$$i_{mp} = i_{кп} \cdot i_{рк} \cdot i_{гл}, \quad (2.5)$$

где  $i_{кп}$  – передаточное число коробки передач;

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

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{mp}}, \quad (2.6)$$

$$i_{mp1} = 9,48 \cdot 2,15 \cdot 8,97 = 182,8.$$

$$i_{mp2} = 0,75 \cdot 1,04 \cdot 8,97 = 7,0.$$

График тяговой характеристики двигателя представлен на рисунке 2.2.

### 2.4 Мощностный баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет следующий вид:

$$N_k = N_f + N_\alpha + N_w + N_j, \quad (2.7)$$

где  $N_k$  – мощность приложенная к колесам со стороны трансмиссии, Вт;

$N_f$  – затрачиваемая на преодоление сопротивления качению, Вт;

$N_\alpha$  – мощность затрачиваемая на преодоление подъема, Вт;

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$N_w$  –затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, Вт;

$N_j$  – мощность затрачиваемая на преодоление сил инерции, Вт.

$$P_k \cdot v_a = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a \cdot \cos \alpha + m_a \cdot g \cdot v_a \cdot \sin \alpha + 0,5 C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^3 + m_a \cdot \delta_j \cdot v_a \frac{dv_a}{dt}, \quad (2.8)$$

Для нашего варианта рассмотрим случай равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъема, когда мощность приложенная к колесам ( $N_k$ ) расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха ( $N_f+N_w$ ).

$$N_k = P_k \cdot v_a, \quad (2.9)$$

где  $v_a$  – скорость движения автомобиля, м/с.

$$N_f = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a, \quad (2.10)$$

$$N_w = 0,5 C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^3, \quad (2.11)$$

где  $F_a$  – площадь лобового сечения автомобиля,  $m^2$ .

$$F_a = B \cdot H \cdot K_{Л}, \quad (2.12)$$

$$F_a = 2,5 \cdot 3,3 \cdot 1 = 7,5 m^2.$$

Определим максимальную мощность двигателя по формуле:

$$N_{ev_{\max}} = \frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot v_{amax} + 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot F_a \cdot v_a^3}{\eta_{тр}},$$

$$N_{ev_{\max(нетто)}} = \frac{0,018 \cdot 22100 \cdot 9,8 \cdot 25 + 0,5 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 7,5 \cdot 25^3}{0,84} = 183,2 \text{ кВт}.$$

График мощностного баланса представлен на рисунке 2.3.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

## 2.5 Динамическая характеристика автомобиля

Динамической характеристикой называют график зависимости динамического фактора  $D$  автомобиля с полной нагрузкой от скорости движения на различных передачах. Динамическим фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги на колесах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (2.13)$$

где  $D$  – динамический фактор автомобиля;

$P_w$  – сила сопротивления воздуха, Н.

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^2, \quad (2.14)$$

$$P_{W \min} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a \min}^2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 7,5 \cdot 0,5^2 = 0,95 \text{ Н.}$$

$$P_{W \max} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a \max}^2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 7,5 \cdot 25^2 = 2400 \text{ Н.}$$

$$D_{\min} = \frac{8978,71 - 2400}{22100 \cdot 9,81} = 0,04.$$

$$D_{\max} = \frac{179\,383,71 - 0,95}{22100 \cdot 9,81} = 0,86.$$

Полученные значения сводим в общую таблицу, и строим график.

## 2.6 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах определяем по формуле:

$$j = \frac{D - f}{\delta_j} \cdot g, \quad (2.15)$$

где  $j$  – ускорение автомобиля;

$\delta_j$  – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{\text{кп}}^2 \cdot i_{\text{рк}}, \quad (2.16)$$

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Полученные значения сводим в общую таблицу и строим график, на всех передачах.

## 2.7 Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона определяем графоаналитическим способом. Кривую ускорений разбиваем на ряд отрезков и считаем, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

$$j_{cp} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (2.17)$$

где  $j_{cp}$  – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей,  $m/c^2$ ;

$j_i$  и  $j_{i+1}$  – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скоростей,  $m/c^2$ ;

$i$  – номер рассматриваемого интервала.

При изменении скорости, например, от  $v_i$  до  $v_{i+1}$  среднее ускорение можно рассчитать также по формуле:

$$j_{cp} = \frac{v_{i+1} - v_i}{t_i}, \quad (2.18)$$

где  $t_i$  – время разгона автомобиля в интервале скоростей от  $v_i$  до  $v_{i+1}$ , с.

Из формулы находим время разгона в  $i$ -м интервале скоростей:

$$t_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{j_{cp}}, \quad (2.19)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как:

$$t = \sum_n^{i=1} t_i, \quad (2.20)$$

где  $t$  – время разгона в интервале скоростей от  $v_{min}$  до  $v_{max}$ , с;

$n$  – количество интервалов.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

При расчете пути разгона приближенно считаем, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью  $v_{cp}$ , которая определяется по формуле:

$$v_{cp} = 0,5(v_i + v_{i+1}), \quad (2.21)$$

где  $v_{cp}$  – средняя скорость в интервале от  $v_i$  до  $v_{i+1}$ , м/с.

Исходя из этого допущения путь разгона в интервале скоростей от  $v_i$  до  $v_{i+1}$  можно определить как:

$$S_i = v_{cp} \cdot t_i, \quad (2.22)$$

где  $S_i$  – путь, пройденный автомобилем за время  $t_i$ , м.

Тогда общий путь разгона автомобиля за время  $t$  определяется по формуле:

$$S = \sum_n^{i=1} S_i, \quad (2.23)$$

где  $S$  – общий путь разгона пройденный за время  $t$ , м.

При разгоне с места отсчет ведем от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя. По мере приближения скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Это означает, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной  $0,9 \div 0,95 v_{max}$ . Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на  $5 \div 10$  % меньше максимальной. Полученные значения сводим в общую таблицу и строим график.

## 2.8 Угол подъема автомобиля

Максимальный угол подъема автомобиля по тяге определяем по формуле:

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{D_{\max} - f \sqrt{1 - D_{\max}^2 + f^2}}{1 + f^2}, \quad (2.24)$$

где  $\alpha_{\max}$  – максимальный угол подъема автомобиля по тяге, °.

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{0,86 - 0,018 \sqrt{1 - 0,86^2 + 0,018^2}}{1 + 0,018^2} = 27^\circ.$$

Максимальный угол подъема по сцеплению определяем по формуле:

$$\alpha_{\max \varphi} = \arctg \left( \frac{m_{\varphi}}{m_a} \cdot \varphi - f \right), \quad (2.25)$$

где  $\alpha_{\max \varphi}$  – максимальный угол подъема автомобиля по сцеплению, °.

$$\alpha_{\max \varphi} = \arctg (0,8 - 0,018) = 38^\circ.$$

Принимаем наименьшее полученное значение угла подъема автомобиля, угол подъема по тяге.

## 2.9 Расчет топливной экономичности

Рассчитаем увеличение расхода топлива при повышении сопротивления качению  $f$  с 0,018 до 0,03.

$$Q_s = \frac{100}{V_a} q (N_{TP} + N_f + N_w + N_{\epsilon}), \quad (2.26)$$

$$q = 197 \text{ г/кВт ч} = 40.1 \text{ г/Вт*с.}$$

$$N_{TP} = Ne_{\max} (\text{нетто}) \cdot (1 - \eta_{TP}) = 183,2 \cdot 0,16 = 29,3 \text{ кВт.}$$

$$N_w = P_w \cdot v_a = 0,5 \rho \cdot C_x \cdot F \cdot v_a^3 = 0,5 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 7,5 \cdot 25^3 = 60,0 \text{ кВт.}$$

$$N_{\epsilon} = Ne_{\max} (\text{брутто}) - Ne_{\max} (\text{нетто}) = 228 - 183,2 = 44,8 \text{ кВт.}$$

$$N_f = P_f \cdot v_a = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a = 22100 \cdot 0,018 \cdot 9,81 \cdot 25 = 94,0 \text{ кВт.}$$

$$N'_f = 22100 \cdot 0,03 \cdot 9,81 \cdot 25 = 156 \text{ кВт.}$$

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$Q_s = \frac{100}{25} \cdot 40.1 \cdot (29,3 + 94 + 60 + 44,8) = 36\,587,24 \text{ г/100км.}$$

$$Q'_s = \frac{100}{25} \cdot 40.1 \cdot (29,3 + 156 + 60 + 44,8) = 46\,532,04 \text{ г/100км.}$$

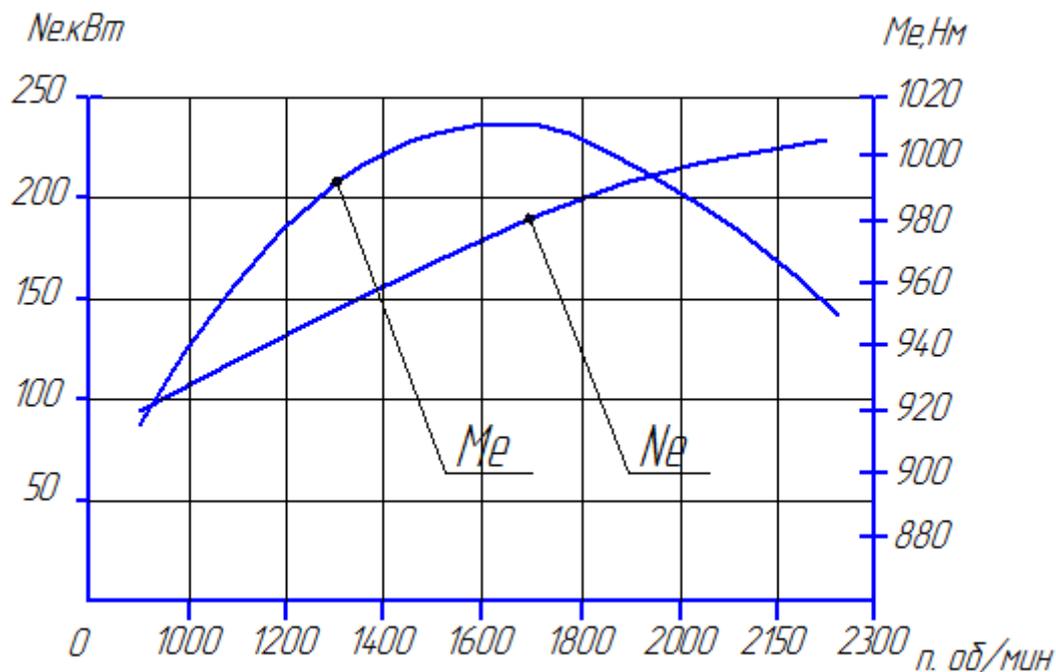


Рисунок 2.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

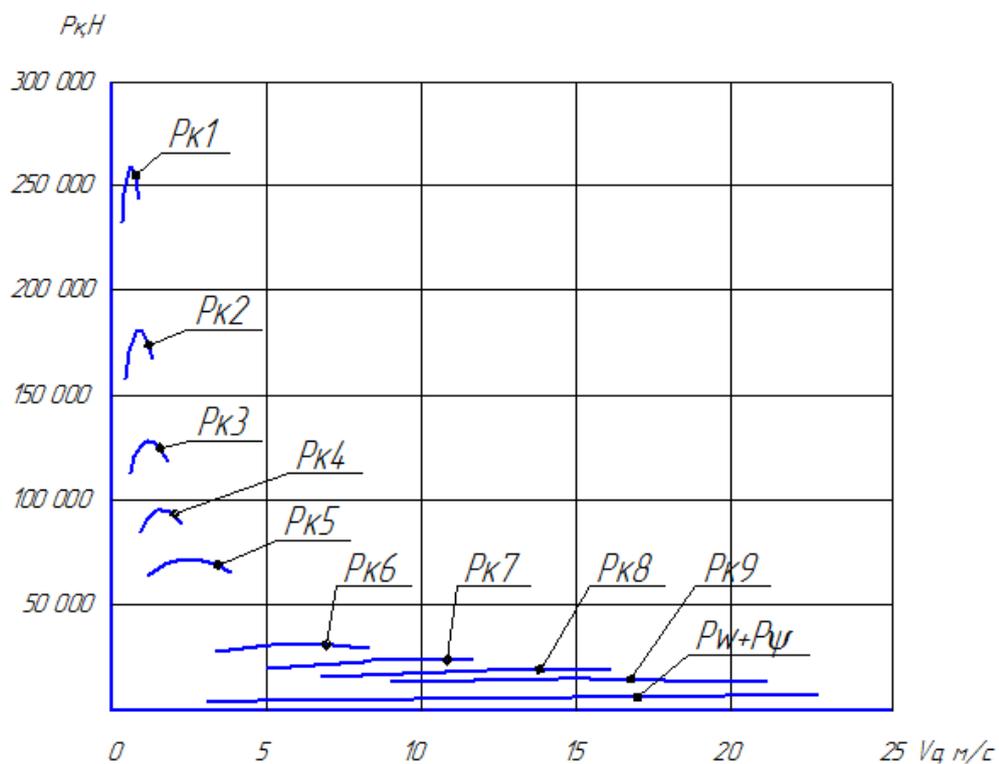


Рисунок 2.2 - Тяговая характеристика автомобиля

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

23.05.01.2019.724 ПЗ

Лист

32

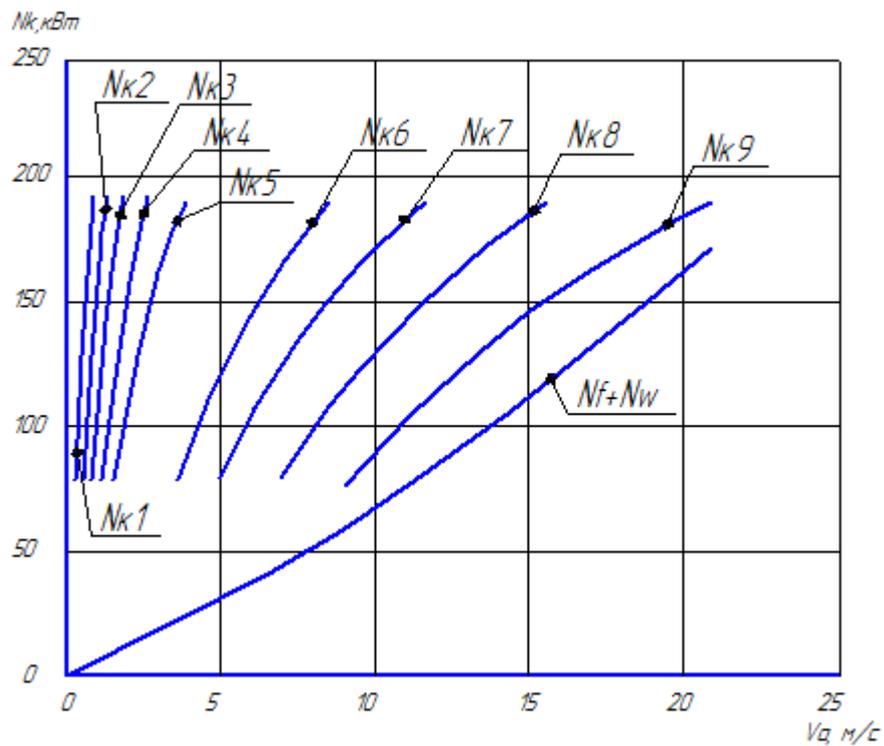


Рисунок 2.3 - Мощностной баланс автомобиля

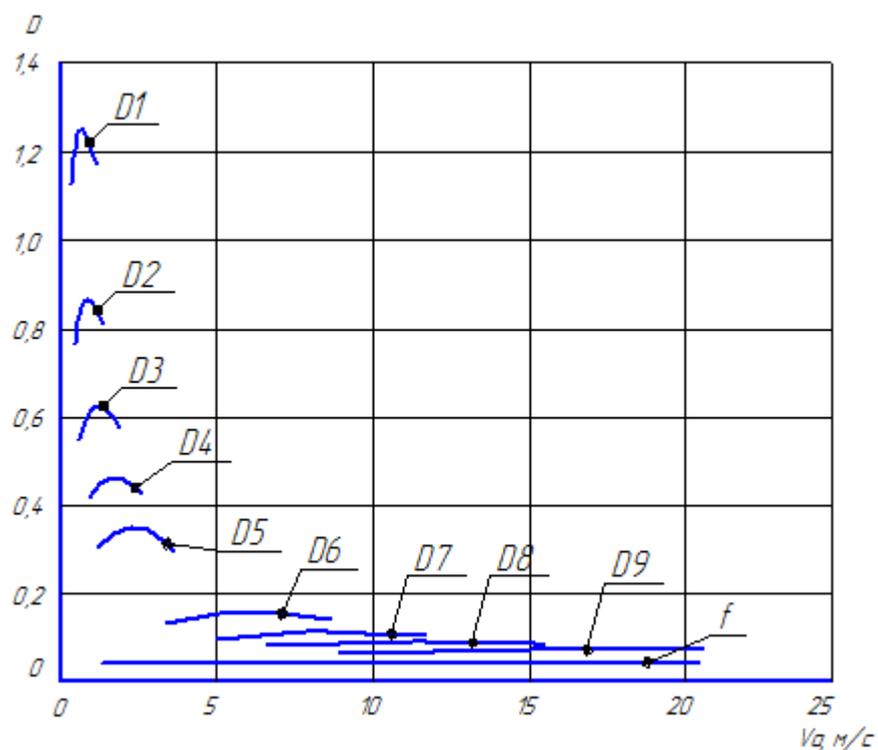


Рисунок 2.4 - Динамический фактор автомобиля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.724 ПЗ

Лист

33

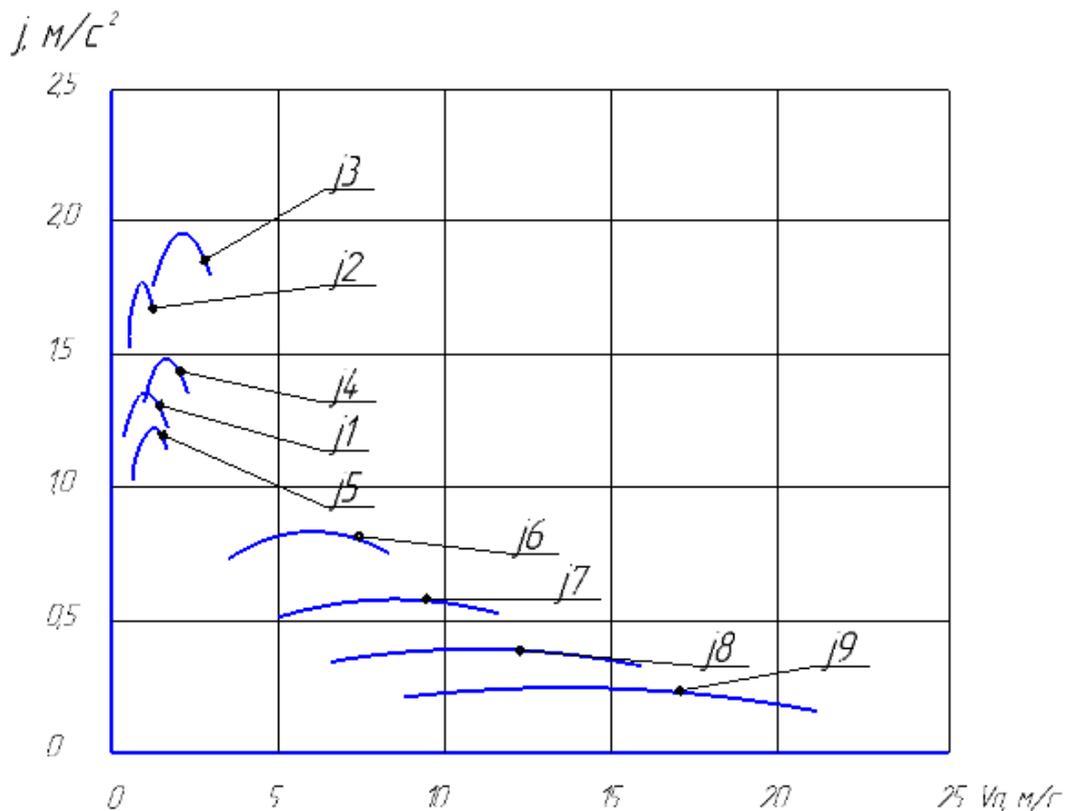


Рисунок 2.5 – Ускорение автомобиля на передачах автомобиля

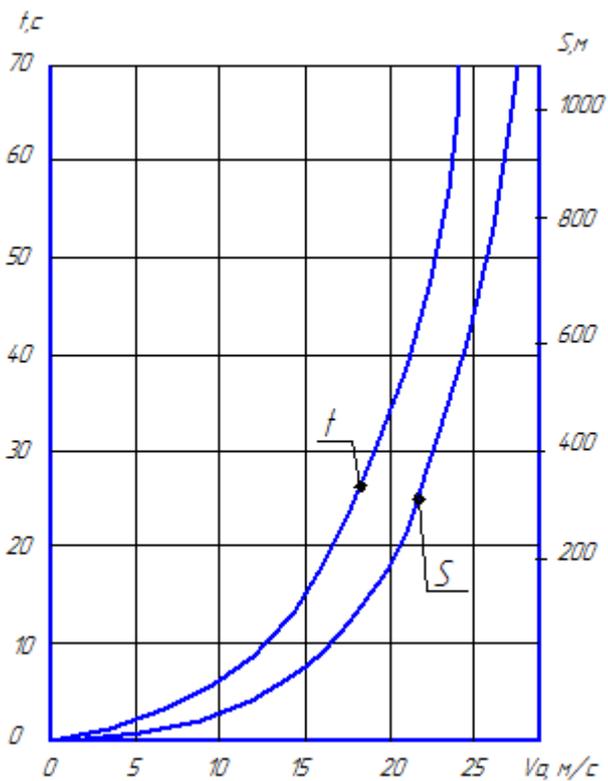


Рисунок 2.6 - Время и путь разгона автомобиля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.724 ПЗ

Лист

34

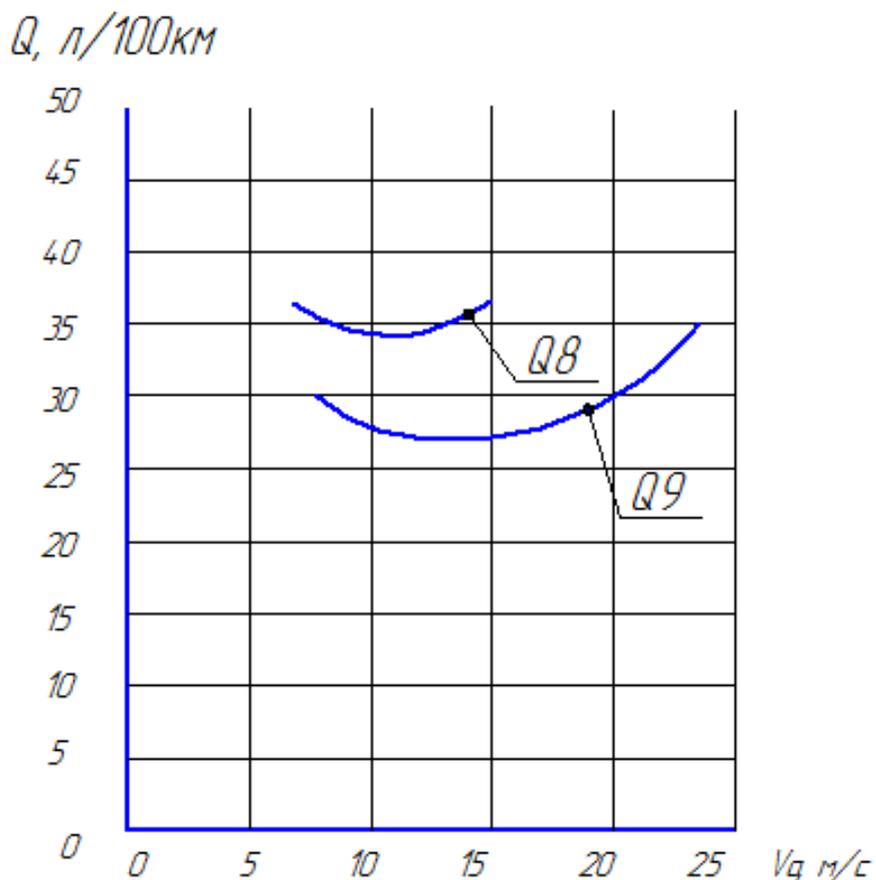


Рисунок 2.7 – Топливная экономичность автомобиля

Таблица 2.5 – Результаты расчета

Передача	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pк	Pв	D	Nк	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	1	1000	0,34	234472	0,46	1,12	80808	0,16	1294	1,24	0,81
	2	1200	0,41	245977	0,66	1,18	101728	0,27	1553	1,30	0,77
	3	1400	0,48	253801	0,89	1,21	122457	0,43	1812	1,34	0,75
	4	1600	0,55	257942	1,17	1,23	142235	0,64	2071	1,36	0,73
	5	1800	0,62	258403	1,48	1,24	160300	0,92	2330	1,36	0,73
	6	2000	0,69	255181	1,82	1,22	175891	1,26	2589	1,35	0,74
	7	2150	0,74	250349	2,11	1,20	185502	1,56	2784	1,32	0,76
	8	2300	0,79	243446	2,41	1,17	192972	1,91	2978	1,28	0,78
II	1	1000	0,50	162771	0,95	0,78	80808	0,47	1865	1,58	0,63
	2	1200	0,60	170757	1,36	0,82	101728	0,81	2238	1,66	0,60
	3	1400	0,70	176188	1,86	0,84	122457	1,29	2611	1,72	0,58
	4	1600	0,79	179064	2,42	0,86	142235	1,92	2984	1,75	0,57
	5	1800	0,89	179383	3,07	0,86	160300	2,74	3357	1,75	0,57
	6	2000	0,99	177147	3,79	0,85	175891	3,76	3730	1,73	0,58
	7	2150	1,07	173792	4,37	0,83	185502	4,67	4010	1,69	0,59
	8	2300	1,14	169000	5,01	0,81	192972	5,72	4290	1,65	0,61

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
III	1	1000	0,70	115825	1,87	0,55	80808	1,30	2621	1,11	0,90
	2	1200	0,84	121508	2,69	0,58	101728	2,25	3145	1,16	0,86
	3	1400	0,98	125373	3,66	0,60	122457	3,58	3669	1,20	0,83
	4	1600	1,12	127419	4,78	0,61	142235	5,34	4194	1,22	0,82
	5	1800	1,26	127646	6,06	0,61	160300	7,61	4718	1,22	0,82
	6	2000	1,40	126055	7,48	0,60	175891	10,43	5242	1,21	0,83
	7	2150	1,50	123668	8,64	0,59	185502	12,96	5635	1,18	0,85
	8	2300	1,60	120136	9,89	0,57	192777	15,87	6029	1,15	0,87
IV	1	1000	0,94	86067	3,39	0,41	80808	3,18	3527	1,32	0,76
	2	1200	1,13	90290	4,87	0,43	101728	5,49	4233	1,39	0,72
	3	1400	1,31	93162	6,63	0,45	122457	8,72	4938	1,44	0,70
	4	1600	1,50	94682	8,67	0,45	142235	13,02	5644	1,46	0,68
	5	1800	1,69	94851	10,9	0,45	160300	18,54	6349	1,46	0,68
	6	2000	1,88	93668	13,5	0,45	175891	25,43	7055	1,45	0,69
	7	2150	2,02	91895	15,6	0,44	185502	31,59	7584	1,42	0,71
	8	2300	2,16	89361	17,9	0,43	192972	38,67	8113	1,38	0,73
V	1	1000	1,25	64774	5,98	0,31	80808	7,46	4687	1,76	0,57
	2	1200	1,50	67953	8,61	0,33	101728	12,88	5624	1,85	0,54
	3	1400	1,75	70114	11,7	0,34	122457	20,46	6562	1,91	0,52
	4	1600	2,00	71258	15,3	0,34	142235	30,54	7499	1,94	0,51
	5	1800	2,25	71385	19,3	0,34	160300	43,48	8437	1,95	0,51
	6	2000	2,50	70496	23,9	0,34	175891	59,64	9374	1,92	0,52
	7	2150	2,68	69161	27,6	0,33	185502	74,10	10077	1,88	0,53
	8	2300	2,87	67254	31,6	0,32	192972	90,71	10780	1,83	0,55
VI	1	1000	3,58	22575	49,2	0,11	80808	176,12	13449	0,74	1,35
	2	1200	4,30	23682	70,8	0,11	101728	304,34	16139	0,78	1,28
	3	1400	5,01	24435	96,4	0,12	122457	483,28	18829	0,81	1,23
	4	1600	5,73	24834	125	0,12	142235	721,40	21519	0,83	1,21
	5	1800	6,44	24879	159	0,12	160300	1027,1	24209	0,83	1,21
	6	2000	7,16	24568	196	0,12	175891	1408,9	26899	0,81	1,23
	7	2150	7,70	24103	227	0,11	185502	1750,3	28916	0,79	1,26
	8	2300	8,23	23439	260	0,11	192972	2142,8	30933	0,77	1,31
VII	1	1000	5,00	16161	96,0	0,08	80808	480,00	18786	0,52	1,94
	2	1200	6,00	16954	138	0,08	101728	829,44	22543	0,55	1,83
	3	1400	7,00	17493	188	0,08	122457	1317,1	26301	0,57	1,76
	4	1600	8,00	17779	245	0,08	142235	1966,0	30058	0,58	1,73
	5	1800	9,00	17811	311	0,08	160300	2799,3	33815	0,58	1,74
	6	2000	10,00	17589	384	0,08	175891	3840	37573	0,56	1,77
	7	2150	10,75	17256	443	0,08	185502	4770,4	40391	0,55	1,83
	8	2300	11,50	16780	507	0,08	192972	5840,1	43209	0,52	1,91
VIII	1	1000	6,77	11928	176	0,06	80808	1193,7	25452	0,35	2,88
	2	1200	8,13	12514	253	0,06	101728	2062,7	30543	0,37	2,71
	3	1400	9,48	12912	345	0,06	122457	3275,5	35633	0,38	2,61
	4	1600	10,84	13122	451	0,06	142235	4889,4	40724	0,39	2,58
	5	1800	12,19	13146	570	0,06	160300	6961,8	45815	0,38	2,61
23.05.01.2019.724 ПЗ											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	6	2000	13,55	12982	704	0,06	175891	9549,7	50905	0,37	2,70
	7	2150	14,56	12736	814	0,06	185502	11863	54723	0,35	2,82
	8	2300	15,58	12385	932	0,05	192972	14524	58541	0,33	2,99
IX	1	1000	9,00	8978	311	0,04	80808,3	2799,3	33815	0,22	4,60
	2	1200	10,80	9419	447	0,04	101728	4837,2	40579	0,23	4,33
	3	1400	12,60	9718	609	0,04	122457	7681,4	47342	0,24	4,22
	4	1600	14,40	9877	796	0,04	142235	11466	54105	0,24	4,24
	5	1800	16,20	9895	1007	0,04	160300	16325	60868	0,23	4,40
	6	2000	18,00	9771	1244	0,04	175891	22394	67631	0,21	4,74
	7	2150	19,35	9586	1437	0,04	185502	27821	72704	0,19	5,15
	8	2300	20,70	9322	1645	0,04	192972	34059	77776	0,17	5,88

### Выводы по разделу два

В данном разделе дипломного проекта определены основные тягово-динамические показатели автомобиля, а также время и путь разгона.

## 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 3.1 Описание разрабатываемой конструкции

Модернизация дополнительного отбора мощности от раздаточной коробки заключается в изменении принципа включения дополнительного отбора мощности. В настоящее время дополнительный отбор мощности имеет пневматический механизм включения.

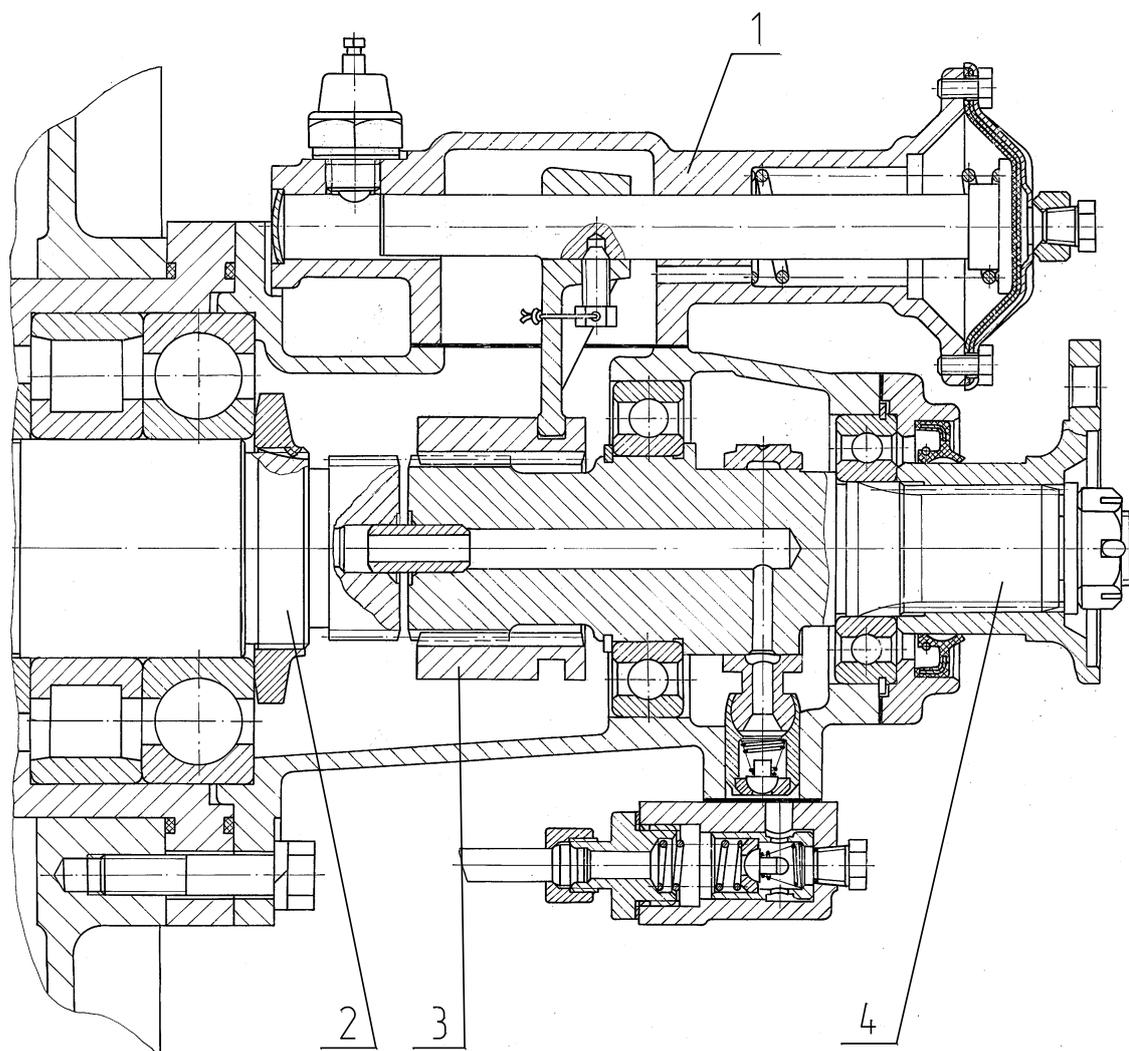


Рисунок 3.1 - Общий вид базовой конструкции:

- 1 - Механизм включения дополнительного отбора мощности;
- 2 - Первичный вал раздаточной коробки; 3 - Муфта включения;
- 4 - Вал дополнительного отбора мощности

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.724 ПЗ

Лист

38

При включенном дополнительного отбора мощности поток мощности от первичного вала раздаточной коробки передается на вал ДОМ посредством жесткого соединения шлицевой трубчатой муфтой. Такое соединение обладает рядом недостатков:

- крутильные колебания, создающиеся дисбалансом валов КПП и РК, передаются через вал ДОМ внешним потребителям крутящего момента, т.к. жесткая муфта не позволяет их компенсировать, а также крутильные колебания, создающиеся внешними потребителями крутящего момента, передаются трансмиссии автомобиля;

- включение ДОМ возможно только при неподвижном автомобиле, т.к. муфта включения не синхронизирована;

- при эксплуатации автомобиля в условиях низких температур возможно замерзание конденсата в пневмолинии с образованием пробок, что приведет к невозможности включения ДОМ;

- шумность при работе механизма включения ДОМ.

Применение электромагнитной фрикционной многодисковой муфты включения для соединения первичного вала раздаточной коробки и вала дополнительного отбора мощности позволит устранить все недостатки жесткой шлицевой муфты.

Электромагнитная фрикционная многодисковая муфта включения позволит:

- устранить возможность отказа работы дополнительного отбора мощности при эксплуатации автомобиля в условиях низких температур, что значительно облегчит труд водителя;

- синхронизировать передачу крутящего момента между валами, что позволит включать и выключать дополнительный отбор мощности без остановки автомобиля;

- исключит шум при работе дополнительного отбора мощности.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

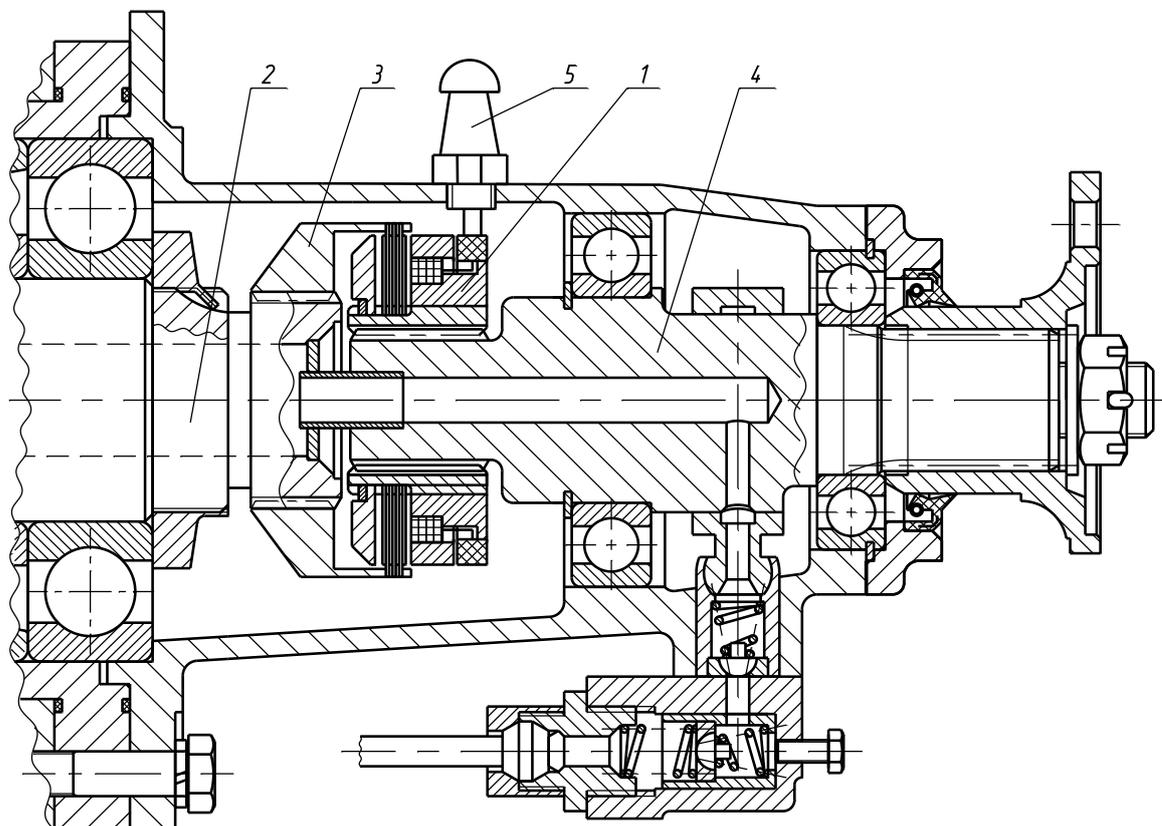


Рисунок 3.2 – Предложенная конструкция:

- 1 - Электромагнитная муфта; 2 - Первичный вал раздаточной коробки; 3 - Водило; 4 - Вал дополнительного отбора мощности; 5 - Щетка

Учитывая тот факт, что работа дополнительного отбора мощности возможна как при движущимся автомобиле, так и при неподвижном, расчеты следует проводить по наибольшему крутящему моменту двигателя. При неподвижном автомобиле возможен полный отбор крутящего момента от двигателя, т.к. валы и шестерни от раздаточной коробки находятся в состоянии покоя.

В этом случае можно пренебречь потерями мощности на трение в подшипниках, и принять  $M_{кр\ max}=1200\ \text{Нм}$ .

Габаритные размеры муфты должны соответствовать размерам внутренней полости картера дополнительного отбора мощности для ее внедрения с минимальными изменениями существующей конструкции картера. Это позволит снизить затраты на подготовку производства, а также

обеспечит взаимозаменяемость действующего и проектируемого дополнительного отбора мощности.

Рассмотрев чертежи дополнительного отбора мощности в месте установки электромагнитной муфты и по результатам первичной компоновки, принимаем следующие габаритные размеры электромагнитной муфты:

- наружный диаметр не более 120 мм;
- ширина без водила не более 60 мм.

Электромагнитные фрикционные дисковые муфты изготавливаются согласно ГОСТ 18306-72 с учетом требований по степени защиты ГОСТ 14235-69 и классу изоляции катушки ГОСТ 8865-87.

Руководствуясь этими документами выбираем электромагнитную фрикционную дисковую масляную муфту типа Э11М-2 с магнитопроводящими дисками.

Таблица 3.1 - Технические характеристики муфты Э11М-2 38

Параметр	Значение
Наибольший наружный диаметр, мм	100
Внутренний диаметр	
$d_1$ – по впадинам шлиц, мм	38
$d_2$ - по вершинам шлиц, мм	32
количество внутренних шлицев, шт	14
модуль внутренних шлицев	2,5
Ширина, мм	50
Номинальный передаваемый крутящий момент, Нм	от 250 до 1600
Способ подвода тока	бесконтактный

### 3.2 Проверочный расчет вала дополнительного отбора мощности

Из рассмотренных выше пунктов можно сделать вывод, что для установки выбранной электромагнитной муфты необходимо изменить конструкцию вала дополнительного отбора мощности. Изменение конструкции вала заключается в проектировании шлицевого посадочного

места для электромуфты, а следовательно необходимо провести проектировочный расчет вала.

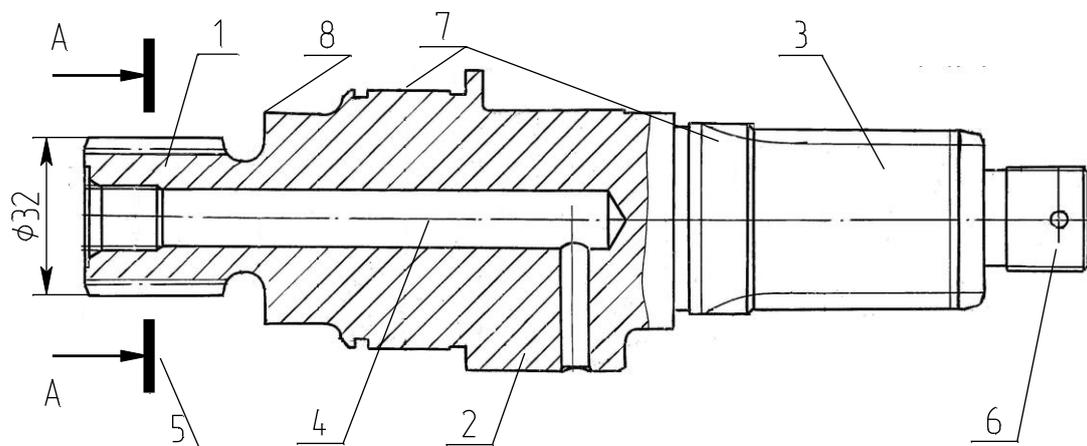


Рисунок 3.3 - Вал модернизированного дополнительного отбора мощности:

1 - Передний шлицевый конец вала для соединения с первичным валом РК; 2 - Эксцентрик для установки шатуна насоса; 3 - Задний шлицевый конец вала для соединения с карданной передачей; 4 – Маслоканал;  
5 - «Опасное» сечение, по которому следует провести расчет на прочность; 6 - Резьбовой конец вала для стопорения фланца ДОМ; 7 - Шейки подшипников; 8 – Буртик для упора электромуфты

Проведя анализ конструкции вала дополнительного отбора мощности находим опасные сечения для проведения проверочного расчета на прочность.

Действительный (расчетный) коэффициент запаса прочности  $S$  должен быть не менее требуемого (допускаемого)  $S$  т.е.  $S \geq [S]$ .

С точки зрения обеспечения прочности вала достаточно принять  $S=1,5...1,7$ , но учитывая повышенные требования к жесткости валов трансмиссии для автомобиля «Урал», рекомендуется принимать  $S=2,5...3,0$ . При таких значениях  $S$  можно не производить специальной проверки вала на жесткость. Коэффициент запаса прочности определяют из равенства

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$\frac{1}{S^2} = \frac{1}{S_\sigma^2} + \frac{1}{S_\tau^2}, \quad (3.1)$$

На основании того что вал коробки ДОМ не испытывает изгибающих моментов (на вал не устанавливаются зубчатые колеса) напряжения изгиба  $\sigma_a = 0$ , следовательно проверочный расчет коэффициента запаса прочности проводится только по напряжениям кручения.

$$\frac{1}{S^2} = \frac{1}{S_\sigma^2} + \frac{1}{S_\tau^2} \text{ при } \sigma_\sigma = 0 \Rightarrow \frac{1}{S^2} = 0 + \frac{1}{S_\tau^2}, \quad (3.2)$$

$$S = S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_{ад} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} \geq [S], \quad (3.3)$$

Марка стали вала: 12ХР3А, НВ=260,  $\sigma_B = 950$  МПа,  $\sigma_{-1} = 700$  МПа,  $\tau_{-1} = 490$  МПа,  $\sigma_{-1} = 420$  МПа,  $\tau_{-1} = 210$  МПа,  $[\tau] = 15$  МПа.

Проверочный расчет проводим по наименьшему диаметру вала 32 мм.

Момент сопротивления сечения вала:

$$W_0 = \frac{\pi \cdot d^3}{16}, \quad (3.4)$$

$$W_0 = \frac{3,14 \cdot 32^3}{16} = 6430,72 \text{ мм}^3.$$

Напряжения кручения:

$$\tau_m = \tau_a = \frac{\tau_K}{2} = \frac{T}{2W_0}, \quad (3.5)$$

$$\tau_m = \tau_a = \frac{220 \cdot 10^3}{2 \cdot 6430,72} = 17,1 \text{ МПа}.$$

Пределы выносливости материала:  $\sigma_{-1} = 420$  МПа,  $\tau_{-1} = 210$  МПа.

Коэффициенты, характеризующие чувствительность материала к асимметрии цикла напряжений для стали 12ХР3А:  $\psi_\tau = 0,2$ .

Эффективные коэффициенты концентрации напряжений для посадки с натягом для стали 12ХР3А с пределом прочности  $\sigma_B = 950$  МПа:

$$K_\tau / \varepsilon_\tau = 2,06, \quad (3.6)$$

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Коэффициент влияния шероховатости поверхности при  $Ra = 0,32...0,08 \text{ мкм}$ ,  $K_F = 1,0$ .

Коэффициент влияния поверхностного упрочнения  $K_V = 1,5$  (цементация).

Коэффициенты перехода от пределов выносливости образцов к пределу выносливости деталей:

$$K_{\tau D} = \frac{K_{\tau} / \varepsilon_{\tau} + K_F - 1}{K_V}, \quad (3.7)$$

$$K_{\tau D} = \frac{2,06 + 1 - 1}{1} = 2,06.$$

Коэффициент запаса только по касательным напряжениям кручения:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}, \quad (3.8)$$

$$S_{\tau} = \frac{210}{2,06 \cdot 17,1 + 0,2 \cdot 17,1} = 5,43.$$

Коэффициент запаса сопротивления усталости:

$$S = S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} \geq [S] \Rightarrow S_{\tau} = 5,43 > [S] = 2,5.$$

Таким образом, видим, что спроектированный вал дополнительного отбора мощности имеет двукратный запас прочности по напряжениям кручения.

### 3.3 Проверка на прочность шлицевого соединения вал-муфта

Для обеспечения прочности шлицевого соединения вала дополнительного отбора мощности с электромагнитной муфтой, проводим проверочный расчет шлиц вала на смятие.

Шлицевое соединение проверяем на смятие рабочих граней шлицев в предположении, что по рабочим поверхностям давление распределяется равномерно, но в передаче момента участвует только 75 % от общего числа шлицев.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$\sigma_{см} = \frac{M}{0,75zFR_{cp}} \leq [\sigma_{см}] \quad (3.9)$$

где  $M$  – момент передаваемый шлицевым соединением;

$z$  – число шлицев;

$F$  – расчетная площадь смятия;

$R_{cp}$  – средний радиус соединения;

$[\sigma_{см}]$  – допускаемое напряжение смятия.

$$F=0,8ml, \quad (3.10)$$

где  $m$  – модуль зубьев

$l$  – длина ступицы муфты насаживаемой на вал

$$F=0,8 \cdot 2,5 \cdot 50 = 100 \text{ мм}^2.$$

$$R_{cp} = (D + d_a) / 4, \quad (3.11)$$

$$R_{cp} = (38 + 32) / 4 = 17,5 \text{ мм}.$$

$$\sigma_{см} = \frac{1200 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 14 \cdot 100 \cdot 17,5} = 65,3 \text{ Н / мм}^2 \leq [\sigma_{см}] = 70 \text{ Н / мм}^2.$$

Условие прочности выполнено.

#### 3.4 Расчет основных параметров шлицев вала дополнительного отбора мощности для установки муфты

Диаметр делительной окружности:

$$d_o = mz, \quad (3.12)$$

$$d_o = 2,5 \cdot 14 = 35 \text{ мм}.$$

Профильный угол исходного контура рейки  $\alpha_o = 30^\circ$ .

Диаметр основной окружности:

$$d_0 = d_o \cos \alpha_o, \quad (3.13)$$

$$d_0 = 35 \cdot 0,86 = 30,31 \text{ мм}.$$

Смещение исходного контура рейки

$$x = \frac{D - m(z + 1)}{2}, \quad (3.14)$$

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$x = \frac{38 - 2,5(14 + 1)}{2} = 0,25.$$

Номинальная толщина зуба

$$S = \frac{\pi m}{2} + 2x \cdot \operatorname{tg} \alpha_o, \quad (3.15)$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 2,5}{2} + 2 \cdot 0,25 \cdot 0,57 = 4,21 \text{ мм.}$$

Номинальный диаметр окружности впадин

$$d_A = D - 2m, \quad (3.16)$$

$$d_A = 38 - 2 \cdot 2,5 = 32 \text{ мм.}$$

Таблица 3.2 - Основные параметры шлицев вала

Наименование	Обозначение	Значение
Модуль	$m$	2,5
Длина рабочей поверхности шлицев	$l$	50 мм
Номинальный диаметр окружности вершин	$D$	38 мм
Номинальный диаметр окружности впадин	$d_A$	32 мм
Номинальная толщина зуба	$S$	4,21 мм
Смещение исходного контура рейки	$x$	0,25 мм
Диаметр основной окружности	$d_o$	30,31 мм
Профильный угол исходного контура рейки	$\alpha_o$	30°
Диаметр делительной окружности	$d_o$	35 мм

### 3.5 Проверка на прочность шлицевого соединения вал - водило

Для обеспечения прочности шлицевого соединения первичного вала раздаточной коробки с водилом электромагнитной муфтой, проводим проверочный расчет шлиц вала на смятие.

Шлицевое соединение проверяем на смятие рабочих граней шлицев в предположении, что по рабочим поверхностям давление распределяется равномерно, но в передаче момента участвует только 75 % от общего числа шлицев.

$$\sigma_{см} = \frac{M}{0,75zFR_{cp}} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.17)$$

Для унификации проектируемой конструкции дополнительного отбора мощности с базовой, изменение конструкции шлицевого конца первичного вала раздаточной коробки не целесообразно. Поэтому геометрические параметры шлиц первичного вала оставляем без изменений. Расчет на прочность проводим для шлицев водила. Геометрические параметры шлицев водила принимаем в соответствии с параметрами шлицев вала.

Таблица 3.3 - Основные параметры шлицев водила

Наименование	Обозначение	Значение
Модуль	$m$	2,5
Длина рабочей поверхности шлицев	$l$	21 мм
Количество шлицев	$z$	20 шт
Номинальный диаметр окружности вершин	$D$	55 мм
Номинальный диаметр окружности впадин	$d_A$	49 мм
Номинальная толщина зуба	$S$	5.37 мм
Смещение исходного контура рейки	$x$	1,125 мм
Профильный угол исходного контура рейки	$\alpha_o$	30°
Диаметр делительной окружности	$d_o$	50 мм

$$F=0,8ml, \quad (3.18)$$

$$F=0,8 \cdot 2,5 \cdot 21=42 \text{ мм}^2.$$

$$R_{cp}=(D+d_a)/4, \quad (3.19)$$

$$R_{cp}=(55+49)/4=26\text{мм}.$$

$$\sigma_{см} = \frac{1200 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 20 \cdot 42 \cdot 26} = 63 \text{ н / мм}^2 \leq [\sigma_{см}] = 70 \text{ н / мм}^2.$$

Из проведенного расчета видно, что соединение вал - водило обладает достаточным запасом прочности.

## Выводы по разделу три

В конструкторском разделе дипломного проекта приведено описание модернизированного узла, произведены проверочные расчеты деталей. В результате произведенных расчетов, определена достаточная прочность деталей проектируемого узла.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

## 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Выбор детали для проектирования

Производственный процесс представляет собой совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на предприятии, для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению или определению состояния предмета труда. Технологический процесс состоит из отдельных технологических и вспомогательных операций.

Технологическая операция – это часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте над одним или несколькими обрабатываемыми одновременно или собираемыми изделиями одним или несколькими рабочими.

Рабочее место – это участок производственной площади, предназначенный для выполнения определенной работы одним или группой рабочих.

Технологическая операция является основной единицей производственного планирования и учета. На основе операций определяется трудоемкость изготовления изделий и устанавливаются нормы времени и расценки, задается требуемое количество рабочих, оборудования, приспособлений и инструментов, определяется себестоимость обработки, производится календарное планирование производства, осуществляется контроль количества и сроков выполнения работ.

Кроме того, в состав технологического процесса в ряде случаев (например, при обработке в гибких автоматизированных линиях) включают вспомогательные операции (транспортные, контрольные, маркировочные, по удалению стружки), не изменяющие состав обрабатываемого изделия, но необходимые для осуществления технологических операций.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

В данной части дипломного проекта необходимо рассчитать четыре операции изготовления детали. В качестве технологической детали я принимаю деталь: 23.05.01.2019.724.10.05 Втулка маслоканала.

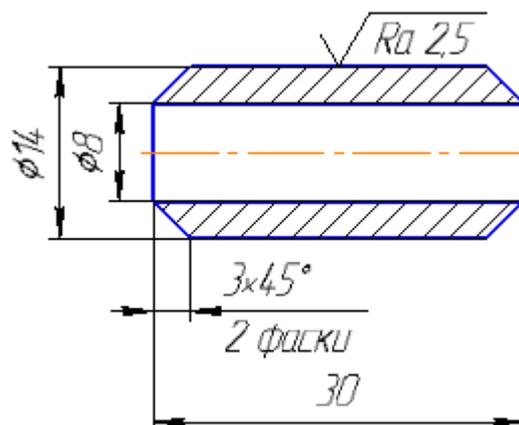


Рисунок 4.1 – Общий вид детали

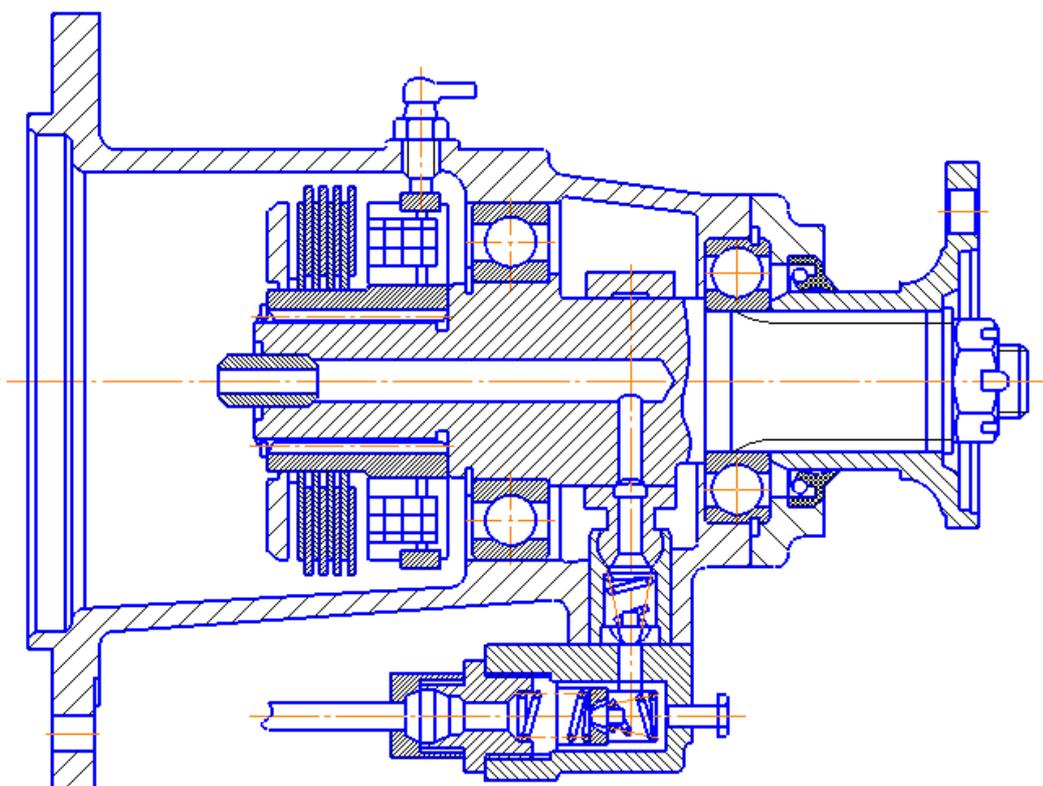


Рисунок 4.2 – Общий детали в узле ДОМ

Деталь получают из трубы бесшовной холоднодеформированной диаметром 20 мм; толщина стенки 7,5 мм; по ГОСТ 8734–75.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Материал круга сталь конструкционная углеродистая качественная 45 ГОСТ 1050-88, назначение: вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

#### 4.2 Расчет режимов резания

Операция 005 - Заготовительная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец отрезной ВК10ХОМ.

Длина рабочего хода:

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}, \quad (4.1)$$

где  $L_{\text{р.х.}}$  – длина рабочего хода, мм;

$L_{\text{рез}}$  – длина резания, мм;  $L_{\text{рез}} = 20\text{мм}$ ;

$y$  – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;  $y = 2\text{ мм}$ ;

$L_{\text{доп}}$  – дополнительная длина хода, мм.  $L_{\text{доп}} = 2\text{мм}$ .

$$L_{\text{р.х.}} = 20 + 2 + 2 = 24\text{мм}.$$

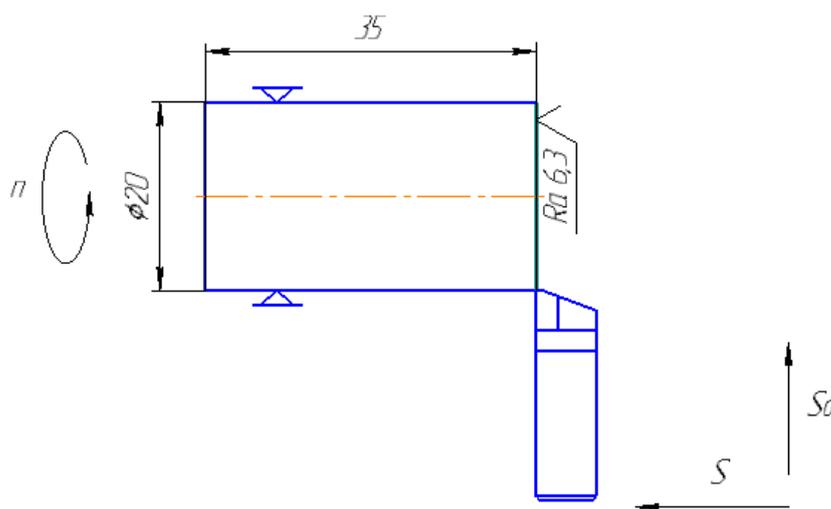


Рисунок 4.1 – Схема токарной операции

Подача по паспорту станка  $S = 0,08$  мм/об.

$$T_p = T_M \lambda, \quad (4.2)$$

где  $T_M$  – стойкость инструмента,  $T_M = 50$ .

$$\lambda = L_{рез}/L_{p.x}, \quad (4.3)$$

$$\lambda = 20/24 = 0,83, \quad T_p = 50 \times 0,83 = 41,6.$$

Скорость резанья:

$$V = V_{табл} \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.4)$$

где  $K_{MV}$  – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала,  $K_{MV} = 1$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от стойкости инструмента,  $K_{IV} = 1,3$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру,  
 $K_{IV} = 1$ .

$$V = 41,6 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 54 \text{ м / мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.5)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 54}{3,14 \cdot 20} = 860 \text{ об/мин.}$$

Принимаем обороты, по паспорту станка  $n_{пр.} = 850$  об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.6)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 850}{1000} = 53,4 \text{ м/мин.}$$

Время обработки:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.7)$$

$$T_o = \frac{24}{450 \cdot 0,08} = 0,6 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

- переходы рабочего с грузом;
- установка и снятие детали;
- вспомогательное время по управлению станком;

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

- вспомогательное время на контрольные измерения.

$t_{уст} = 0,12$  мин;  $t_{перех} = 0,26$  мин;  $t_{изм} = 0,16$  мин.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54$  мин.

Оперативное время:

$t_{оп} = 0,6 + 0,54 = 1,14$  мин;

$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,08$  мин;

$t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,02$  мин.

Штучное время определяется по формуле:

$t_{шт} = 0,02 + 0,08 + 1,14 = 1,24$  мин.

Операция 015 - Токарная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

Длина рабочего хода:

$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп},$  (4.8)

где  $L_{р.х.}$  – длина рабочего хода, мм;

$L_{рез}$  – длина резания, мм;  $L_{рез} = 30$  мм;

$y$  – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;  $y = 2$  мм;

$L_{доп}$  – дополнительная длина хода, мм.  $L_{доп} = 4$  мм.

$L_{р.х.} = 30 + 2 + 4 = 36$  мм.

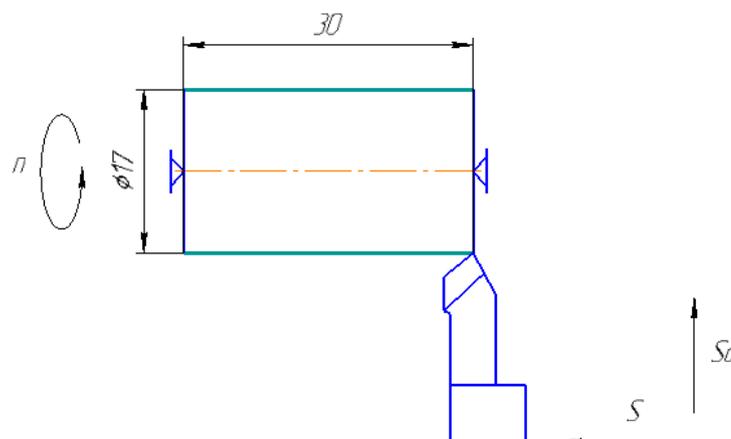


Рисунок 4.2 – Схема токарной операции

Подача по паспорту станка  $S = 0,08$  мм/об.

$$T_p = TM \lambda, \quad (4.9)$$

где  $TM$  – стойкость инструмента,  $TM = 50$ .

$$\lambda = L_{рез}/L_{р.х.}, \quad (4.10)$$

$$\lambda = 30/36 = 0,83.$$

$$T_p = 50 \times 0,83 = 41,6.$$

Скорость резанья:

$$V = V_{табл.} \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.11)$$

где  $K_{MV}$  – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала,  $K_{MV} = 1$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от стойкости инструмента,  $K_{IV} = 1,3$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру,  $K_{IV} = 1$ .

$$V = 41,6 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 54,1 \text{ м / мин },$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 54,1}{3,14 \cdot 17} = 1013 \text{ об/мин.}$$

Принимаем обороты по паспорту станка  $n_{пр.} = 1000$  об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.13)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 1000}{1000} = 53,4 \text{ м/мин.}$$

Время обработки:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.14)$$

$$T_o = \frac{36}{1000 \cdot 0,08} = 0,45 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}; t_{перех} = 0,26 \text{ мин}; t_{изм} = 0,16 \text{ мин.}$$

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,45 + 0,54 = 0,99 \text{ мин.};$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,08 \text{ мин.};$$

$$t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,02 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,99 + 0,08 + 0,02 = 1,09 \text{ мин.}$$

Операция 020 - Токарная

Исходные данные: гидроконтрольный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

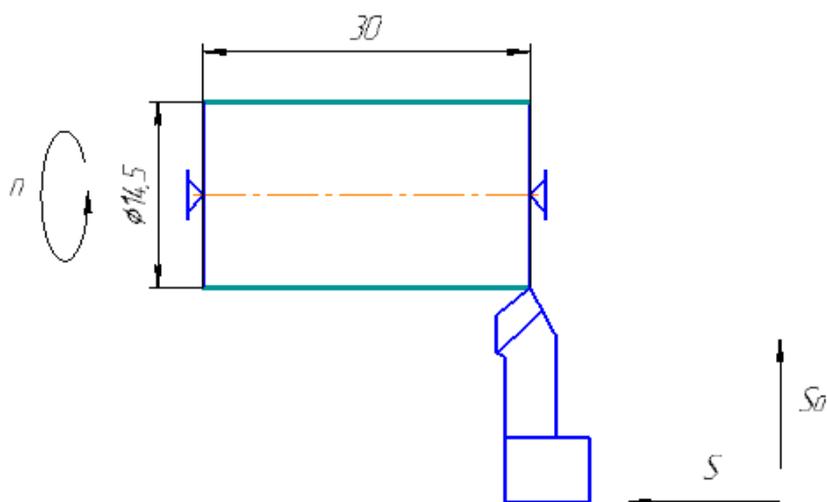


Рисунок 4.3 – Схема токарной операции

Длина рабочего хода:

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (4.15)$$

где  $L_{р.х.}$  – длина рабочего хода, мм;

$L_{рез}$  – длина резания, мм;  $L_{рез} = 30$  мм;

$y$  – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;  $y = 2$  мм;

$L_{доп}$  – дополнительная длина хода, мм.  $L_{доп} = 2$  мм.

$$L_{р.х.} = 30 + 2 + 2 = 34 \text{ мм.}$$

Подача по паспорту станка  $S = 0,08$  мм/об.

$$T_p = T_M \lambda, \quad (4.16)$$

где  $T_M$  – стойкость инструмента,  $T_M = 50$ .

$$\lambda = L_{рез}/L_{р.х.}, \quad (4.17)$$

$$\lambda = 30/34 = 0,88.$$

$$T_p = 50 \times 0,88 = 44.$$

Скорость резанья

$$V = V_{табл.} \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.18)$$

где  $K_{MV}$  – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала,  $K_{MV} = 1$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от стойкости инструмента,  $K_{IV} = 1,3$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру,  $K_{IV} = 1$ .

$$V = 44 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 57,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.19)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 57,2}{3,14 \cdot 14,5} = 1256 \text{ об/мин.}$$

Принимаем обороты по паспорту станка  $n_{пр.} = 1200$  об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.20)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 14,5 \cdot 1250}{1000} = 56,9 \text{ м/мин.}$$

Время обработки:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.21)$$

$$T_o = \frac{34}{1200 \cdot 0,08} = 0,35 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}; t_{перех} = 0,26 \text{ мин}; t_{изм} = 0,16 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,35 + 0,54 = 0,89 \text{ мин.};$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,07 \text{ мин.};$$

$$t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,02 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,89 + 0,07 + 0,02 = 0,98 \text{ мин.}$$

Операция 025 - Токарная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

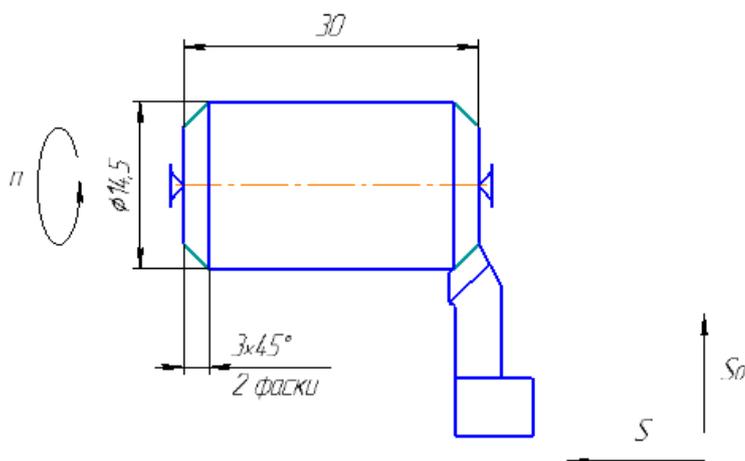


Рисунок 4.4 – Схема токарной операции

Длина рабочего хода:

$$L \text{ р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (4.22)$$

где  $L \text{ р.х.}$  – длина рабочего хода, мм;

$L_{рез}$  – длина резания, мм;  $L_{рез} = 3 \text{ мм}$ ;

$y$  – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;  $y = 2 \text{ мм}$ ;

$L_{доп}$  – дополнительная длина хода, мм.  $L_{доп} = 3 \text{ мм}$ .

$$L \text{ р.х.} = 3 + 2 + 3 = 10 \text{ мм.}$$

Подача по паспорту станка  $S = 0,08 \text{ мм/об}$ .

$$T_p = T_M \lambda, \quad (4.23)$$

где  $T_M$  – стойкость инструмента,  $T_M = 50$ .

$$\lambda = L_{рез}/L_{р.х.}, \quad (4.24)$$

$$\lambda = 3/10 = 0,3.$$

$$T_p = 50 \times 0,3 = 15.$$

Скорость резанья

$$V = V_{табл.} \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.25)$$

где  $K_{MV}$  – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала,  $K_{MV} = 1$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от стойкости инструмента,  $K_{IV} = 1,3$ ;

$K_{IV}$  – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру,  $K_{IV} = 1$ .

$$V = 15 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 19,5 \text{ м / мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.26)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 19,5}{3,14 \cdot 14,5} = 428 \text{ об/мин, принимаем } 500 \text{ об/мин.}$$

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{np.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{np.}}{1000}, \quad (4.27)$$

$$V_{np.} = \frac{3,14 \cdot 14,5 \cdot 500}{1000} = 22,8 \text{ м/мин.}$$

Время обработки:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{n_{np.} \cdot S}, \quad (4.28)$$

$$T_o = \frac{10}{500 \cdot 0,08} \approx 0,3 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин; } t_{перех} = 0,26 \text{ мин; } t_{изм} = 0,16 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,3 + 0,54 = 0,84 \text{ мин};$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,06 \text{ мин};$$

$$t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,02 \text{ мин}.$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,84 + 0,06 + 0,02 = 0,92 \text{ мин}.$$

#### 4.3 Техническая характеристика станка

Для токарных операций, выбран токарный гидрокопировальный полуавтомат 1722, предназначен для обработки ступенчатых валиков, барабанов и других подобных деталей. Наличие специальной копирной линейки обеспечивает возможность обточки фасонных поверхностей. Наиболее рационально применение станка в условиях серийного и крупносерийного производства.

Техническая характеристика станка

- Наибольшее перемещение суппорта, мм:

продольное . . . . . 420

поперечное. . . . . 110

- Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин. . . . . 50-1250

- Скорость быстрого перемещение переднего суппорта, м/мин

копировального . . . . . 4,4

поперечного . . . . . 3,1

- Мощность главного электродвигателя, кВт . . . . . 7

- Габаритные размеры, мм:

длина . . . . . 2065

ширина . . . . . 1490

высота . . . . . 2300

- Масса, кг . . . . . 6400

## Выводы по разделу четыре

В данном разделе дипломного проекта выбрана деталь, для которой рассчитаны четыре операции изготовления, также приведена техническая характеристика технологического оборудования.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Требования к нагревостойкости электромагнитной фрикционной дисковой муфты

Электромагнитные фрикционные дисковые муфты изготавливаются согласно ГОСТ 18306-72 с учетом требований по степени защиты ГОСТ 14235-69 и должны соответствовать определенному классу изоляции катушки, которое приведем ниже.

Стойкость изоляции электротехнических изделий зависит от многих факторов, таких как температура, электрические и механические воздействия, вибрация, агрессивность среды, химические воздействия, влажность, загрязнение и радиационное излучение. Поскольку для электротехнических изделий доминирующим фактором старения электроизоляционных материалов и систем изоляции является температура, для оценки стойкости электрической изоляции электротехнических изделий к воздействию температуры приняты классы нагревостойкости (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Классы нагревостойкости электромагнитных муфт

Обозначение класса нагревостойкости	Температура, °С
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
200	200
220	220
250	250

Температура выше 250 °С должна повышаться на интервал в 25°С с присвоением соответствующих классов. Использование буквенных обозначений необязательно. Но следует придерживаться вышеприведенного соответствия между буквенными обозначениями и температурами.

Класс нагревостойкости электротехнического изделия отражает максимальную рабочую температуру, свойственную данному изделию при номинальной нагрузке и других условиях.

Изоляция под действием данной максимальной температуры должна иметь нагревостойкость не менее температуры, соответствующей классу нагревостойкости электротехнического изделия.

При нормальных условиях эксплуатации можно получить удовлетворительный экономичный срок службы для таких электротехнических изделий, как вращающиеся машины, трансформаторы, спроектированных и изготовленных в соответствии со стандартами, основанными на температурах.

Присвоение электротехническому изделию конкретного класса нагревостойкости не означает, что каждый электроизоляционный материал, используемый в конструкции изделия, имеет такую же нагревостойкость. Нагревостойкость отдельных материалов, входящих в систему изоляции, может не соответствовать нагревостойкости самой системы. В системе характеристики нагревостойкости электроизоляционного материала могут быть улучшены за счет предохраняющего эффекта других материалов, входящих в данную систему изоляции. С другой стороны, несовместимость между материалами может понизить соответствующий температурный предел всей системы по сравнению со значениями для отдельных материалов. Совместимость материалов в системе изоляции и установление максимальной рабочей температуры для всей системы должны устанавливаться в ходе функциональных испытаний или в результате опыта эксплуатации.

Фактическая характеристика изоляции при эксплуатации зависит от конкретных условий, которые могут меняться в зависимости от воздействия окружающей среды, рабочих циклов изделия. Кроме того, прогнозируемая характеристика при эксплуатации зависит от относительного значения размеров, надежности периода использования сопряженного оборудования и

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

экономической целесообразности. Для некоторых видов изделий целесообразно установить значение температуры изоляции, превышающей нормальную или ниже нормальной. Такие случаи могут иметь место, когда ожидается срок службы короче или длиннее нормального, или существуют особые условия эксплуатации.

Срок службы изоляции зависит от защиты от кислорода, влаги, загрязнений и химических воздействий. Следовательно, при данной температуре срок службы изоляции может увеличиваться, если она защищена от воздействия промышленной атмосферы.

Использование химически инертных газов или жидкостей в качестве охлаждающей или защитной среды может повышать стойкость изоляции к воздействию температуры.

Наряду со старением, которому подвергается изоляция, некоторые материалы при нагревании размягчаются и теряют исходные свойства, которые могут восстанавливаться после охлаждения. Такие изоляционные материалы не являются непригодными для их использования.

Ответственность за выбор соответствующих материалов и систем изоляции лежит на изготовителе электротехнического изделия. Основанием для установления рациональных температурных пределов изоляции является только опыт или соответствующие испытания. Опыт эксплуатации является важным критерием при выборе материалов и систем. Основанием для выбора в случае новых материалов и систем являются соответствующие испытания.

Как следует из ГОСТ 27710, при разработке методов испытаний по оценке нагревостойкости материалов могут быть использованы следующие определения:

а) график нагревостойкости: график Аррениуса, представляющий собой график зависимости логарифма времени достижения конкретной конечной точки при испытаниях на нагревостойкость от величины обратной

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

термодинамической (абсолютной) испытательной температуры;

б) температурный индекс: величина, соответствующая температуре в градусах Цельсия, полученная из соотношения нагревостойкости для данного времени (как правило, это 20000 ч);

в) относительный температурный индекс: температурный индекс испытуемого материала, полученный для значения времени, соответствующего известному температурному индексу эталонного материала, когда оба материала подвергаются одинаковому старению и диагностическим процедурам в ходе сравнительных испытаний;

г) половинный интервал: величина, соответствующая температурному интервалу в градусах Цельсия, равная половине времени достижения конечной точки при температуре ТИ или ОТИ.

Различные температурные индексы и половинные интервалы для одного материала можно получить, если для графика нагревостойкости использовать различные испытательные критерии и конечные точки. Различные температурные индексы и половинные интервалы могут указывать на различную нагревостойкость и, следовательно, определяют возможности использования материала.

Испытания стандартных образцов могут дать результаты, отличающиеся от результатов испытаний на образцах, имеющих тот вид, в котором материал будет использоваться. Следовательно, результаты испытаний систем изоляции можно использовать для проверки соответствия материала его применению.

## 5.2 Общие требования безопасности, предъявляемые к конструкции автомобиля

Все световые приборы, за исключением боковых световозвращателей, должны быть установлены на транспортном средстве таким образом, чтобы

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

оси отсчета были параллельны опорной плоскости транспортного средства и средней продольной плоскости с погрешностью не более  $+3^\circ$ .

Схема включения указателей поворота должна обеспечивать их одновременное включение в аварийном режиме независимо от включения зажигания. Все переключатели должны обеспечивать четкое включение и выключение электроприборов.

Автомобиль должен иметь рабочую, запасную, стояночную и вспомогательную тормозные системы.

Угол поперечной статической устойчивости автомобиля полной массой (при положении центра тяжести груза на половине высоты основного борта платформы), на стенде, не менее  $32^\circ$ .

Тормозные системы должны воздействовать на поверхности трения, постоянно связанные с колесами автомобиля при помощи деталей, которые не должны выходить из строя от усилий, возникающих в процессе торможения. Износ фрикционных поверхностей тормозных механизмов должен компенсироваться системой автоматического регулирования. Тормозные системы оборудуются системой сигнализации и контроля состояния системы. Для сохранения устойчивости автомобиля при торможении с повышенной эффективностью при различных коэффициентах сцепления колес с дорогой устанавливают антиблокировочные системы тормозов. Тормозные системы должны соответствовать требованиям ГОСТ. Свободный ход педали тормоза должен быть в пределах 20-30 мм. При плавном приложении усилия к тормозной педали рабочей тормозной системы должно обеспечиваться плавное возрастающее торможение колес каждой оси.

Тормозной путь автомобиля (автопоезда) полной массой, движущегося со скоростью 60 км/ч, при применении рабочей тормозной системы не должен превышать:

- при испытаниях типа «ноль»;
- автомобиля - 36,7 м;

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

- автопоезда - 38,5 м;
- при испытаниях типа «один»;
- автомобиля - 43,6 м;
- автопоезда - 45,4 м

Наружные поверхности автомобиля не должны иметь выступающих частей, которые способны задеть других участников дорожного движения.

Лакокрасочные покрытия автомобиля должны быть однотипными на всех лицевых поверхностях без видимых дефектов.

И еще ряд требования предъявляемых к автомобилю:

- уровень внутреннего шума в кабине автомобиля не должен превышать 82 дБ (А);
- уровень внешнего шума, создаваемого автомобилем, не должен превышать 86 дБ (А);
- усилие на педали для выключения сцепления не должно превышать 147Н (15 кгс);
- усилие на рычаге коробки передач не более 147 Н (15 кгс);
- суммарный (кинематический) люфт рулевого колеса автомобиля, стоящего на дороге с сухим асфальтобетонным или бетонным покрытием, в положении, соответствующем движению по прямой не должен превышать 12° при работающем двигателе;
- усилие на ободе рулевого колеса при номинальном давлении воздуха в шинах для автомобиля, стоящего на сухой асфальтированной или бетонированной площадке при работающем двигателе, а также при переходе от прямолинейного движения к движению по окружности радиусом 12 м на горизонтальном участке с сухим, твердым, ровным покрытием при скорости 10 км/ч на пути не более 11 м не должно превышать 90 Н (10 кгс).

Рулевое управление должно работать плавно и без заеданий при всех углах поворота колеса. Незатухающие колебания управляемых колес не допускаются. В случае прекращения действия гидроусилителя усилие на рулевом колесе не должно превышать 490 Н (50 кгс) в движении.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Схема включения указателей поворота должна обеспечивать их одновременное включение в аварийном (мигающем) режиме независимо от включения зажигания.

Автомобиль Урал 5323 с колесной формулой 8x8, дизельным двигателем, двухместной кабиной, расположенной над двигателем, предназначен для эксплуатации по дорогам первой и четвертой категории.

Автомобиль рассчитан на эксплуатацию при безгаражном хранении, температурах окружающего воздуха от + 45°С до -45°С, относительной влажности до 98% при температуре окружающего воздуха плюс 25°С, в районах, расположенных на высоте до 3000 м. Над уровнем моря, должен преодолевать перевалы до 4500 м.

### 5.3 Требования безопасности, связанные с обслуживанием автомобиля

Обслуживать и ремонтировать автомобиль следует на горизонтальной площадке. Автомобиль нужно затормозить стояночной тормозной системой, аккумуляторные батареи отсоединить выключателем, подачу топлива отключить (вытянув рукоятку останова двигателя на себя до отказа).

Перед снятием колеса необходимо положить противооткатные упоры под колеса другого моста, который не будет подниматься, для предотвращения скатывания автомобиля. Ослабив затяжку гаек крепления колеса нужно вывесить колесо домкратом или другим грузоподъемным механизмом. Для поднятия домкратом переднего моста тягача головку винта домкрата необходимо установить в гнездо хомута крепления рессоры, для поднятия заднего или среднего мостов тягача – под опорный кронштейн рессоры, аналогично для самосвального полуприцепа.

При опускании запасного колеса запрещается находиться в зоне действия откидного кронштейна держателя во избежание травматизма.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Необходимо содержать в чистоте и исправном состоянии двигатель и предпусковой подогреватель, не допускать подтекания топлива и масла: это может послужить причиной пожара.

Антифризы и тормозные жидкости ядовиты – обращаться с ними следует осторожно.

Разборку, осмотр, очистку и смазку тормозной камеры привода стояночного тормоза необходимо производить в мастерской на специальных приспособлениях.

Сварочные работы на автомобиле следует выполнять с соблюдением мер пожарной безопасности. При проведении электросварочных работ на автомобиле следует отключить аккумуляторные батареи. Массовый провод сварочного аппарата необходимо присоединять вблизи от места сварки.

Необходимо регулярно проверять состояние изоляции провода от клеммы "+" аккумуляторной батареи к стартеру: повреждение изоляции может привести к пожару.

#### 5.4 Требования безопасности при работах, связанных с подъемом и опусканием кабины

Перед опрокидыванием кабины автомобиль следует поставить на горизонтальную площадку, затормозить стояночной тормозной системой, подложить противооткатные упоры под колеса, поставить рычаг переключения передач в нейтральное положение, открыть облицовку и закрыть двери.

Категорически запрещается при опрокинутой кабине производить работы по системе опрокидывания кабины.

Запрещается стоять перед автомобилем под опрокинутой кабиной.

Запрещается производить обслуживание агрегатов двигателя и автомобиля при не полностью опрокинутой кабине.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Перед опусканием кабины следует убедиться в отсутствии людей в зоне опускания кабины.

После опускания кабины необходимо убедиться в установке рычага переключения передач в нейтральном положении.

Перед началом движения необходимо убедиться, что замок запора кабины закрыт. В случае неполного закрытия запуск двигателя блокирован.

Опрокидывание кабины необходимо производить до полного вытягивания гидроцилиндра опрокидывания кабины.

### 5.5 Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы необходимо убедиться в исправности автомобиля и его сцепных устройств.

Перед запуском двигателя следует выключить сцепление и установить рычаг коробки передач в нейтральное положение.

Нельзя прогревать двигатель в закрытых помещениях и в помещениях с плохой вентиляцией.

Перед растормаживанием стояночной тормозной системы с помощью механизма принудительного растормаживания, расположенного на левом лонжероне, необходимо подложить противооткатные упоры под колеса во избежание самопроизвольного движения автомобиля.

### 5.6 Требования безопасности во время эксплуатации автомобиля

Нормальная работа автомобиля и длительный срок его эксплуатации могут быть обеспечены только при соблюдении всех рекомендаций и требований безопасности при эксплуатации автомобиля.

Запрещается использовать тягу ручной подачи топлива при движении автомобиля для изменения скоростного режима двигателя.

Категорически запрещается выключать двигатель при движении накатом.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

На спусках запрещается движение с выключенным сцеплением, передачами в коробке передач и в раздаточной коробке.

При преодолении крутых подъемов, близких к предельным, нельзя выключать сцепление и переключать передачи. Необходимо заблаговременно выбрать необходимую передачу.

При перевозке пассажира следует зафиксировать замок правой двери кабины.

Запрещается эксплуатация автомобиля без пружинных колец замков крышки контейнера аккумуляторных батарей.

Категорически запрещается спать в кабине при работающем двигателе.

Для полного слива охлаждающей жидкости из системы охлаждения двигателя, автомобиль необходимо установить горизонтально или с наклоном вперед. Сливать охлаждающую жидкость из системы охлаждения двигателя следует через резьбовые отверстия подводящего патрубка насоса котла подогревателя, насосного агрегата и сливные краны, при открытом кране отопителя кабины и при открытой пробке расширительного бачка. После слива жидкости необходимо завернуть пробки, закрыть сливные краны и кран отопителя.

Необходимо следить за правильностью регулировки топливного насоса подогревателя:

- а) не допускать открытого пламени из газохода котла;
- б) следить за состоянием затяжки стяжных хомутов на патрубках котла подогревателя и трубопроводах;
- в) после мойки автомобиля или преодоления брода необходимо удалить воду, попавшую в воздушный тракт подогревателя, включением насоса на 2...3 минуты;
- г) при подготовке автомобиля к зимней эксплуатации необходимо вывернуть из дренажного отверстия топливного насоса транспортную пробку, открыть кран топливного бачка системы подогрева и оставить его в таком положении на весь период зимней эксплуатации; проверить крепление

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

котла и насосного агрегата, очистить все приборы от грязи; очистить от нагара электрод и изолятор искровой свечи, разобрать и промыть в керосине или ацетоне форсунку и ее топливный фильтр, а также топливный фильтр электромагнитного клапана;

д) периодически необходимо проверять состояние проводов и крепления пульта управления системой подогрева;

е) необходимо очищать (хотя бы раз в полгода) газоподводящий котел и камеру сгорания, для чего необходимо продуть сжатым воздухом котел, камеру сгорания и газопровод, отсоединив шланг подачи воздуха; прочищать дренажную трубку горелки котла подогревателя с целью исключения скопления топлива в котле;

ж) при переходе на летнюю эксплуатацию автомобиля необходимо установить транспортную пробку в дренажное отверстие топливного насоса подогревателя и закрыть кран топливного бака системы подогрева.

Нельзя допускать работу подогревателя продолжительностью более 15 секунд без охлаждающей жидкости в котле.

После пуска холодного двигателя не рекомендуется допускать его работу с большой частотой работы коленчатого вала.

Во избежание поломок турбокомпрессора перед остановкой двигатель должен поработать в течение 2...3 минут на средних оборотах холостого хода.

Чтобы воздух не попал в систему питания, не следует вырывать весь объем топлива из топливного бака.

Передачи в раздаточной коробке следует переключать только после полной остановки автомобиля. Блокировку дифференциала раздаточной коробки включать при остановленном автомобиле или при минимальной скорости движения. Блокировку включать только при необходимости для преодоления труднопроходимых участков пути или при движении по скользким дорогам. Движение с заблокированным дифференциалом по сухим твердым дорогам запрещается.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71



Не рекомендуется нагружать автомобиль сверх нормы, так как это влияет на безопасность движения и снижает ресурс автомобиля.

Необходимо обращать внимание на положение перевозимого груза под тентом. Контакт тента с грузом недопустим.

Необходимо предохранять тент от порезов, надрывов, прожогов и т.д. Не допускается выполнение вырезов, пробивки отверстий без последующего усиления тента в этих местах. При возникновении надрезов или надрывов тент необходимо отремонтировать во избежание дальнейшего разрушения материала.

Тентовый материал относится к группе горючих с кислородным индексом 26% O<sub>2</sub>, огнеопасность не более 1,66 мм/с. При возникновении пожара его ликвидируют всеми средствами пожаротушения.

Не допускается контакт тентового материала с кислотами, органическими растворителями, другими разрушающими его веществами. Очистка материала от загрязнений осуществляется с помощью средств нейтрального характера.

Перед хранением тент должен быть очищен от пыли и грязи, высушен и упакован в тюк.

#### Выводы по разделу пять

В данном разделе дипломного проекта рассмотрены вопросы безопасности проектируемого узла и автомобиля.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

## 6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

В настоящее время при проектировании моделей грузовых автомобилей уделяется большое внимание вопросу использования их в системе гражданской обороны. В условиях применения оружия массового поражения на гражданскую оборону возлагается задача - проведение спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ в очагах массового поражения.

Техническая характеристика разработанного в данном проекте автомобиля удовлетворяет большинству требований гражданской обороны, предъявляемых к вновь проектируемым автомобилям.

При стихийных бедствиях возможно частичное или полное разрушение дорог. В таких условиях повышается значимость автомобилей повышенной проходимости. Проектируемый автомобиль на шасси автомобиля Урал может быть использован при ремонте и восстановлении линий связей и электропередач, а также доставки до места ремонта группы ремонтников и необходимого оборудования.

Постоянный привод на все колеса, внедорожный рисунок протектора, параметры геометрической проходимости, мощный двигатель, специальная трансмиссия (возможность блокировки межосевого дифференциала), возможность преодоления водных преград позволяют использовать автомобиль для проведения неотложных аварийно-восстановительных работ.

### Выводы по разделу шесть

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

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74





энергии (пар, воду, электроэнергию, сжатый воздух, холод и т.п.), полученные как со стороны, так и выработанные на самом предприятии и расходуемые на технологические и другие цели при производстве различных видов продукции в основном производстве (0,01% от стоимости основных материалов).

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим) (5% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- стоимость материалов, запчастей, использованных для обслуживания и ремонта производственного оборудования;

- затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями на социальные нужды;

- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;

- расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;

- расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;

- амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;

- стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общехозяйственные расходы - расходы, непосредственно не связанные с производственным процессом (8% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- административно-управленческие расходы;

- содержание общехозяйственного персонала;

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

- амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения;
- арендная плата за помещения общехозяйственного назначения;
- расходы по оплате информационных, аудиторских, консультационных и т.п. услуг;
- другие аналогичные по назначению управленческие расходы.

Затраты на оплату труда - это заработная плата рабочих.

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

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (0,01% от производственной себестоимости).

К коммерческим расходам относятся издержки:

- на затаривание и упаковку;
- по доставке, погрузке и т.п.;
- на комиссионные сборы (отчисления), уплачиваемые посредническим организациям;
- по аренде и содержанию помещений для хранения и продажи продукции (товаров);
- на хранение товаров;
- по оплате труда продавцов;
- на рекламу;
- на представительские расходы;
- на иные аналогичные по назначению расходы.

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

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Таблица 5 – Калькуляция на автомобиль

Статьи затрат	Сумма (руб.)
Основные материалы	2327280
Транспортные расходы	46546
Электроэнергия на технологические цели	30
Расходы на оплату труда	88800
Отчисления с заработной платы	26640
Общепроизводственные расходы	4440
Общехозяйственные расходы	7104
Производственная себестоимость	2 500 840
Коммерческие расходы	25008,396
Полная себестоимость	2 525 848
Прибыль	505 170
Цена	3 031 018
Налог на добавленную стоимость НДС (20%)	606 204
Цена реализации	3 637 221

Общие затраты на производство и сбыт продукции за 3 года составят 43 899 840 рублей.

Таблица 6 - Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Материальные затраты	23 272 800	23 272 800	23 272 800
Транспортные расходы	465 456	465 456	465 456
Электроэнергия на технолог. цели	300	300	300
Общехозяйственные затраты	71 040	71 040	71 040
Общепроизводственные затраты	44 400	44 400	44 400
Затраты на оплату труда по проекту	888 000	888 000	888 000
Отчисления с з/п	266 400	266 400	266 400
Коммерческие затраты	250 084	250 084	250 084
Всего затрат	25 258 480	25 258 480	25 258 480

Планируемый объем составляет 16 машин в год. В основе плана объема производства и реализации – портфель заказов предприятия и трудоемкость производственной программы.



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

Таблица 8 – Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
Приобретение основных материалов	2 909 100	2 909 100
Итого - объем инвестиций	2 909 100	2 909 100

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

б) Планирование финансовых результатов по проекту.

Финансовые результаты - это совместный результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли от продаж, прибыли до налогообложения и чистой прибыли (табл. 9).

Таблица 9 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
	руб.	руб.	руб.
1 Общая выручка от реализации продукции	36 372 211	36 372 211	36 372 211
2 НДС от реализации выпускаемой продукции	7 274 442	7 274 442	7 274 442
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	29 097 769	29 097 769	29 097 769
4 Затраты на производство и сбыт продукции	25 258 480	25 258 480	25 258 480
5 Начисленная амортизация по проекту	0	0	0
6 Прибыль по проекту (выручка за минусом всех затрат и налоговых выплат)	3 839 289	3 839 289	3 839 289
7 Погашение основного долга и выплата процентов за кредит	0	0	0



для расчётов стоимости денег с учётом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

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

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

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

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

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

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов. На момент расчета (2019 г.) ставка рефинансирования ЦБ составляет 7,75%.

В данном проекте ставка дисконтирования равна 16%.

К основным показателям, используемым для оценки эффективности проекта используются:

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

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 2.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t - \sum_{t=1}^T K_t \times a_t, \quad (2)$$

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

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом:  $\text{ЧДД} > 0$ . Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установленном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта (т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

2. Индекс доходности инвестиций (ИД) рассчитывается по формуле 3.

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \times a_t}, \quad (3)$$

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

3. Срок окупаемости (Ток) рассчитывается по формуле 4.

$$T = \frac{K}{P_q + A} \leq T_{\text{зо}} \quad \text{или} \quad T = \frac{K}{D_q} \leq T_{\text{зо}}, \quad (4)$$

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

Таблица 11 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
<b>ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)</b>			
1 Денежные поступления, всего	36 372 211	36 372 211	36 372 211
в том числе:			
1.1 Выручка	36 372 211	36 372 211	36 372 211
2 Денежные выплаты, всего	33 300 780	33 300 780	33 300 780
в том числе:			
2.1 Затраты по производству и сбыту продукции	25 258 480	25 258 480	25 258 480
2.2 Амортизация	0	0	0
2.3 Налоги и платежи в бюджет	8 042 300	8 042 300	8 042 300
3 Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	3 071 431	3 071 431	3 071 431
<b>ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>			
4 Приток средств	2 909 100	0	0
в том числе:			
4.1 Собственные денежные средства	2 909 100	0	0
5 Отток средств	2 909 100	0	0
6 Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0





## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта проведен анализ конструкций дополнительного отбора мощности от силового агрегата, предложена конструкция с применением электромагнитной муфты включения дополнительного отбора мощности. Исходя из этого, была проведена разработка модернизированного дополнительного отбора мощности от раздаточной коробки. Конструкция была спроектирована исходя из имеющегося компоновочного пространства раздаточной коробки, без изменения основных корпусных деталей и валов. Преимуществами разработанной конструкции по сравнению со штатной является снижение стоимости узлов, упрощение сборки, установки и технического обслуживания элементов системы дополнительного отбора мощности. Для спроектированного автомобиля произведен тягово-динамический расчет. Для разработанного узла произведен проверочный расчет деталей. В экономической части определен годовой экономический эффект в сфере производства и эксплуатации, а также интегральный экономический эффект за срок службы проектируемого автомобиля.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белокуров, В.Н. Автомобили / под ред. П.П. Зонин. - М.: Лесная промышленность, 1987. - 272 с.

2. Гаспарянц, Г.Л. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля. – М.: Машиностроение, 1978. – 256 с.

3. Ларионов, В.П., Методы повышения работоспособности техники специального назначения / под ред. Ю.С. Уржумцев. – М.: Наука, 1987. – 215 с.

4. Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. / А.Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2014. – 427 с.

5. Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD: опыт преподавания и широта взгляда / А.Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2016. – 427

6. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2016. – 352 с.

7. Справочник общемашиностроительные нормативы режимов резания: в 2 т. / А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – Т.1. – 640 с.

8. Справочник технолога. Обработка металлов резанием. / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

9. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. В.И. Анурьева. – М.: Машиностроение, 2013. – Т.2. – 920 с.

10. Раздел «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах: Методические указания / сост. Е.С. Шапранова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. -76 с.

11. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2018. – 56 с.

12. ГОСТ 18306-72 – Муфты электромагнитные с механической связью.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

13. ГОСТ 8865-93 - Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.
14. <https://topwar.ru> – Автомобили военного назначения.
15. <https://ru.wikipedia.org> – Электронная информационная библиотека.
16. <http://www.uralaz.ru> – Официальный сайт АЗ Урал, производство и продажа грузовиков и спецтехники URAL.

					23.05.01.2019.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90