

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03– Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин  
и оборудования (сельское хозяйство)

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: ПРОЕКТ УЧАСТКА РЕМОНТА ТРАНСМИССИЙ С  
РАЗРАБОТКОЙ БЕССТУПЕНЧАТОЙ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ  
ПЕРЕДАЧ

Шифр ВКР 23.03.03.155.18.БКПП.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3451с \_\_\_\_\_ Сунгатов А.Р.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель \_\_\_\_\_ Нурмиев А.А.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 6 от 12  
февраля 2018 г.)

Зав. кафедрой профессор, д.т.н. \_\_\_\_\_ Хафизов К.А.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03– Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин  
и оборудования (сельское хозяйство)

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Хафизов К.А./

«10» декабря 2017 г.

**ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу**

Студенту Сунгатову А.Р.

Тема ВКР: ПРОЕКТ УЧАСТКА РЕМОНТА ТРАНСМИССИЙ С  
РАЗРАБОТКОЙ БЕССТУПЕНЧАТОЙ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ  
ПЕРЕДАЧ

утверждена приказом по вузу от « 12 » января 2018 г. № 12

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР : 05.02.2018
2. Исходные данные: материалы собранные в период преддипломной  
практики, справочники, книги по тематике  
ВКР
3. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ существующих  
конструкций коробок переключения передач; 2. Проект участка ремонта  
трансмиссий; 3. Конструкторская часть, 4. Разработка мероприятий по  
безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды; 5.  
Экономическое обоснование

4. Перечень графических материалов: 1. План участка ремонта трансмиссий;  
2. Обзор конструкций коробок передач, 3. Силовая схема вариаторной КП;  
4,5. Конструктивная разработка ,6 Экономическое обоснование

---



---



---



---



---



---



---

#### 5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

6. Дата выдачи задания 26.03.2016

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	06.01.2018	
2.	Разработка технологической и конструкторской части	28.01.2018	
3	Оформление ПЗ	04.02.2018	

Студент \_\_\_\_\_ (Сунгатов А.Р.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Нурмиев А.А.)

## **АННОТАЦИЯ**

К выпускной квалификационной работе Сунгатова А.Р. «Проект участка ремонта трансмиссий с разработкой бесступенчатой коробки переключения передач».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 63 страницах машинописного текста и графической части на 6 листах. Записка состоит из введения, 5 разделов, выводов и предложений, и включает 12 рисунков и 9 таблиц. Список используемой литературы содержит 23 наименований.

В первом разделе дан анализ коробок переключения передач, рассмотрены различные виды коробок.

Во втором разделе приведен технологический расчет участка ремонта трансмиссий.

В третьем разделе приведен обоснование разрабатываемой конструкции, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе рассмотрены требования охраны труда и безопасность жизнедеятельности в условиях эксплуатации техники с данной конструкцией и рассмотрены вопросы по охране окружающей среды.

В пятом разделе проведены расчеты по экономическому обоснованию разрабатываемой конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы и спецификации.

## **ABSTRACT**

To final qualifying work Sungatov A.R. «The project of the repair section of transmissions with the development of a stepless gearbox».

The final qualifying work consists of an explanatory note on 63 pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets. The note consists of an introduction, 5 sections, conclusions and proposals, and includes 12 figures and 9 tables. The list of references contains 23 items.

In the first section the analysis of gearboxes is given, different types of boxes are considered.

The second section provides a technological calculation part repair transmission.

In the third section justification of the developed design is given, the description of the projected design is given, constructive calculations are carried out.

In the fourth section the requirements of labor protection and safety of vital activity in the conditions of operation of equipment with this design are considered and questions of environmental protection are considered.

In the fifth section the calculations for the economic justification of the developed designs.

The explanatory note also contains the conclusion, references and specifications.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1.АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Назначение коробки передач.....	10
1.2 Типы КПП.....	10
1.2.1 Механическая КПП.....	10
1.2.2 Автоматическая КПП.....	14
1.2.3 Вариатор.....	18
1.2.4 Роботизированная КПП.....	21
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	23
2.1 Расчет производственной программы.....	23
2.2 Определение суточной производственной программы по ТО и диагностике.....	24
2.3 Определение общей годовой трудоемкости работ по техническому обслуживанию, диагностике и текущему ремонту.....	25
2.4 Распределение объема работ по ТО и ТР по производственным зонам и участкам.....	27
2.5 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих.....	29
2.6 Расчет числа постов.....	31
2.7 Расчет площадей предприятий автомобильного транспорта...	35
2.8 Производственный корпус предприятия.....	38
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	40
3.1 Разработка вариатора.....	40
3.2 Расчет деталей вариатора.....	43
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	52
4.1 Требования безопасности перед началом работы.....	52

4.2 Требования безопасности при эксплуатации коробки передач	53
4.3 Требования безопасности по окончании работы.....	53
4.4 Экологичность проекта.....	54
4.5 Физическая культура на производстве.....	56
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	
КОНСТРУКЦИИ.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	60
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	62

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одна из возможных трактовок понятия «эффективность» заключается в улучшении каких-либо показателей по отношению к исходным. Поэтому повышение эффективности использования автомобилей предполагает улучшение их основных показателей. К этим показателям, в первую очередь, следует отнести мощностные и экономические характеристики, но и также следует обратить внимание на комфортабельность, микроклимат и другие важные составляющие. Не менее важна в современных условиях и экологическая безопасность транспорта. Это связано с тем, что ДВС являются самыми многочисленными среди тепловых двигателей и источников энергии, потребляемой человечеством. Широкое их распространение обусловлено тем, что в результате многолетнего развития, ставшего возможным благодаря общему научно-техническому прогрессу, успехам металлургии и машиностроения, они достигли весьма высоких энергетических и экономических показателей, обладают достаточной надежностью и хорошо освоены в технологическом отношении.

На современном этапе развития мировой экономики автомобильный транспорт для большинства развитых стран является основным видом внутреннего транспорта и ключевым элементом транспортной системы страны, который играет главную роль в обеспечении экономического роста и социального развития. На этапе становления рыночных отношений в Российской Федерации сложились объективные предпосылки для ускоренного развития автомобильного транспорта. Автомобильному транспорту нет адекватной замены при перевозках на небольшие и средние расстояния или, например, пассажирских перевозок в пределах населенного пункта.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автомобиля ВАЗ 2190 с разработкой бесступенчатой трансмиссии.

Достижение поставленной цели возможно с помощью решения следующих задач исследования:

- проанализировать существующие технологические процессы работы коробки передач автомобиля;
- выбрать прототип и разработать устройство вариатора автомобиля и определить необходимые расчеты для его деталей;
- провести оценку безопасности труда;
- провести технико-экономическое обоснование проекта.

# 1.ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСМИССИЙ АВТОМОБИЛЕЙ С МКПП И АКПП

## 1.1 Назначение коробки передач

Коробка переключения передач – устройство, необходимое каждому автомобилю с двигателем внутреннего сгорания. Необходимость этого механизма обусловлена тем, что у любого двигателя довольно узок диапазон оборотов, где крутящий момент и мощность достигают своего максимума. И, кроме того, у каждого двигателя существует так называемая «красная зона» — предел частоты оборотов, который нельзя превышать во избежание поломок мотора. Коробка переключения передач необходима каждому автомобилю с ДВС

## 1.2 Типы КПП

### 1.2.1 Механическая КПП

Как известно, МКПП – это механизм, передающий, преобразующий и меняющий направление крутящего момента от маховика двигателя. В «механике» ступени переключаются соответственно механически–передвижениями рычага переключения передач. Крутящий момент сперва передается на вторичный вал, а затем на колесный привод. Что же подразумевается под термином «ступенчатая передача»? Традиционно им определяется устойчивый коэффициент передачи (так называемое передаточное число) между взаимодействующими шестернями валов–ведущего и ведомого. Этим «механик» отличается от, например, вариатора, где упомянутый коэффициент не привязан к передаточному числу и является плавающим. Другими словами, отношение количества зубьев шестерни ведомой к количеству зубьев шестерни ведущей и дает передаточное число. Эти числа отличаются на разных ступенях КПП. Наибольшее передаточное число получается на низшей ступени, а наименьшее наоборот– на высшей. В

целом принцип работы механической КПП достаточно прост, а комплект ее деталей невелик. Устройство механической коробки передач можно назвать относительно несложным. В комплектацию МКПП входят: валы с шестернями (первичный, промежуточный и вторичный); дополнительный вал с шестернями движения задним ходом; картер; синхронизаторы; непосредственно механизм переключения передач, оснащенный устройствами для блокировки и замками; рычаг переключения. В картере установлены подшипники, в которых вращаются валы КПП. Валы оборудованы наборами шестерен с различным количеством зубьев. Для бесшумности и плавности включения передач служат синхронизаторы – они уравнивают угловые скорости шестерен в процессе их вращения. Работа механизма переключения передач заключается в смене передач – ею и управляет водитель при помощи рычага. Блокировочное устройство позволяет удерживать передачи от нежелательного самовыключения. Замковое устройство предназначено для избегания включения одновременно двух передач. Ступени и валы МКПП. Как уже говорилось выше, передаточное число определяется через соотношение числа зубьев шестерен, находящихся во взаимодействии. Например: первая передача = меньшая ступень = наибольшее передаточное число. Все механические коробки передач делятся на виды по количеству ступеней. Различают четырех-, пяти- и шестиступенчатые МКПП. В наши дни наиболее распространена «пятиступка» – 5-ступенчатая коробка – а вот 4-ступенчатую удастся встретить уже очень редко. Помимо количества ступеней, МКПП делятся на виды также и по числу валов. Существуют трехвальные и двухвальные коробки. Трехвальными оснащаются машины с передним и задним приводом (в том числе и большегрузы), а двухвальные коробки передач чаще всего ставят преимущественно на легковые автомобили с передним приводом. Валы и шестерни механической коробки передач Валы и шестерни механической коробки передач Устройство трехвальной КПП (рис 1.1). В комплектацию трехвальной КПП входят: ведущий вал, также называемый

первичным и его шестерня; вал промежуточный с блоком шестерен; вторичный вал (ведомый), также с блоком шестерен; корпус коробки передач, называемый картером; муфты синхронизаторов; непосредственно механизм переключения передач. В трехвальных КПП, как видно из их названия, работают три вала – ведущий (первичный), промежуточный и ведомый (вторичный). Ведущий вал обеспечивает передачу крутящего момента на промежуточный, с которым соединен при помощи шестерни. Вал промежуточный тоже оборудован блоком шестерней. Вторичный (ведомый) вал вращается независимо от первичного, хотя и расположен на одной оси с ним и также имеет блок своих шестерен. Корпус механической коробки передач изготавливается из легкого металла. Внутри корпуса крепится весь механизм КПП, туда же заливается смазка (чаще всего – трансмиссионное масло, хотя в старых моделях советского образца использовался нигрол). Расположения рычага переключения может быть различным: иногда рычаг находится непосредственно в коробке, а иногда монтируется на кузове. Механизм, отвечающий за дистанционное переключение передач в просторечии зовется «кулиса». Устройство двухвальной КПП. В комплектацию двухвальной КПП входят: ведущий (первичный) вал, оборудованный блоком шестерен; ведомый (вторичный) вал, тоже с блоком шестерен; механизм переключения передач; главная передача; муфты синхронизаторов; дифференциал; картер КПП. Итак, этот вид МКПП имеет только два вала. В целом же расположение и предназначение деталей двухвальной коробки аналогично трехвальной. Отличие состоит только в расположении валов (они стоят параллельно) и в принципе создания передачи – если в трехвальной она создается двумя парами шестерен, то в двухвальной работает одна пара. У двухвальной МКПП отсутствует прямая передача. Также в двухвальных коробках может применяться не один, а сразу несколько ведомых валов. Для передачи заднего хода и в двух-, и в трехвальных коробках применяется дополнительный вал и промежуточная шестерня. Чтобы удерживать передачу включенной (также для всех видов

КПП), используются фиксаторы. Чтобы одновременно не включались две передачи – предусмотрено устройство блокировки. Синхронизаторы в коробках передач служат для бесшумного включения передачи за счет выравнивания угловой скорости шестерни и вала. В обычную комплектацию синхронизатора входят два блокировочных кольца, муфта, сухари и проволочные кольца. При помощи синхронизатора можно поочередно включить две шестерни вторичного (ведомого) вала. Упрощенная схема работы коробки передач

Упрощенная схема работы коробки передач

Основные поломки КПП и их причины

Подтекание масла. Чаще всего оно может быть связано с повреждениями сальников и прокладок-уплотнителей. Также причиной может стать ослабленное крепление крышки корпуса (картера). Чтобы избавиться от протечки, необходимо поменять сальники и прокладки на новые и/или подтянуть крышки. КПП шумит. Вероятней всего, шум коробки связан с неисправностью синхронизатора. Также причиной может являться износ шестерен, шлицевых соединений и/или подшипников. В этом случае следует определить изношенные детали и заменить их. КПП включается с трудом. Это может быть следствием поломки какой-то из деталей механизма переключения. Также возможен износ шестерен и/или синхронизаторов. Проверьте эти детали и, при необходимости, замените.

Передачи выключаются сами по себе. Наиболее часто это происходит по причине неисправности устройства блокировки, а также при сильном износе синхронизаторов и/или шестерен. Метод устранения поломки все тот же – замена блокировочного устройства, шестеренок, синхронизаторов – в зависимости от того, с чем именно из них связана поломка. Советы по эксплуатации КПП

Чтобы КПП долгое время служила вам верой и правдой – обращайтесь с ней соответственно. Главный совет при использовании рычага переключения – будьте грамотны в этом процессе. Также не забывайте время от времени менять масло в картере коробки. Если соблюдать эти простые пункты – коробка передач способна прослужить столько же, сколько и сам автомобиль, не напоминая о себе никакими неисправностями.

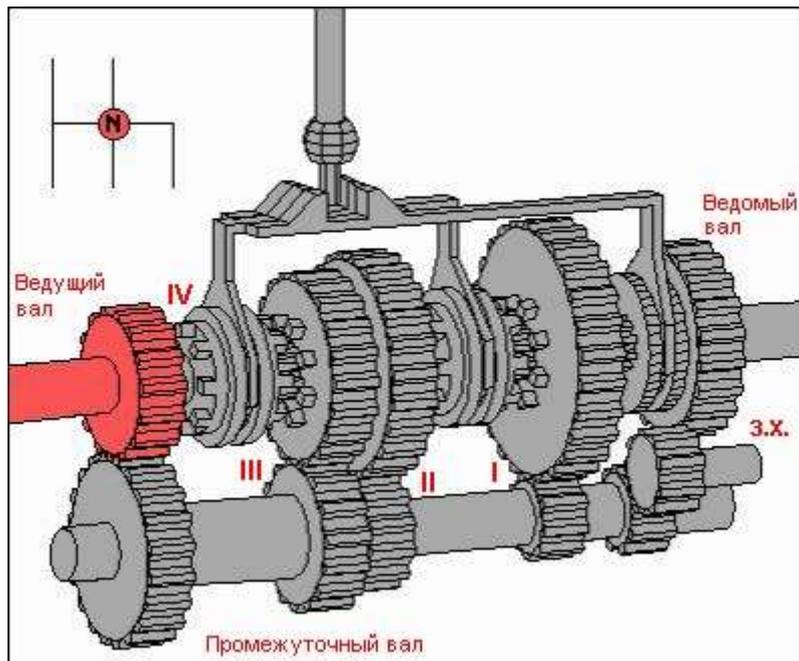


Рисунок 1.1 Схема трехвальной КПП.

### 1.2.2 Автоматическая КПП

Планетарная коробка передач с гидротрансформатором известна также как классическая автоматическая коробка передач, но чаще ее называют просто «автомат» или АКПП (рис 1.2).

В недалеком прошлом, когда еще не были так широко распространены вариаторы и «роботы», классическая АКПП была единственной автоматизированной альтернативой «механике». И по сей день эта весьма надежная и довольно распространенная коробка продолжает исправно переключать передачи за водителей, избавляя их от нажатий на педаль сцепления и переключений рычага коробки передач.

Первая в мире полностью автоматическая коробка передач была выпущена компанией General Motors. Эта трансмиссия с условным названием Hydramatic стала предлагаться с 1940 года в качестве опции сначала на моделях Oldsmobile, а затем на Кадиллаках и Понтиаках. В середине 1960-х годов в США окончательно утвердилась (в том числе законодательно) общепринятая теперь схема включения передач АКПП P-R-N-D-L.

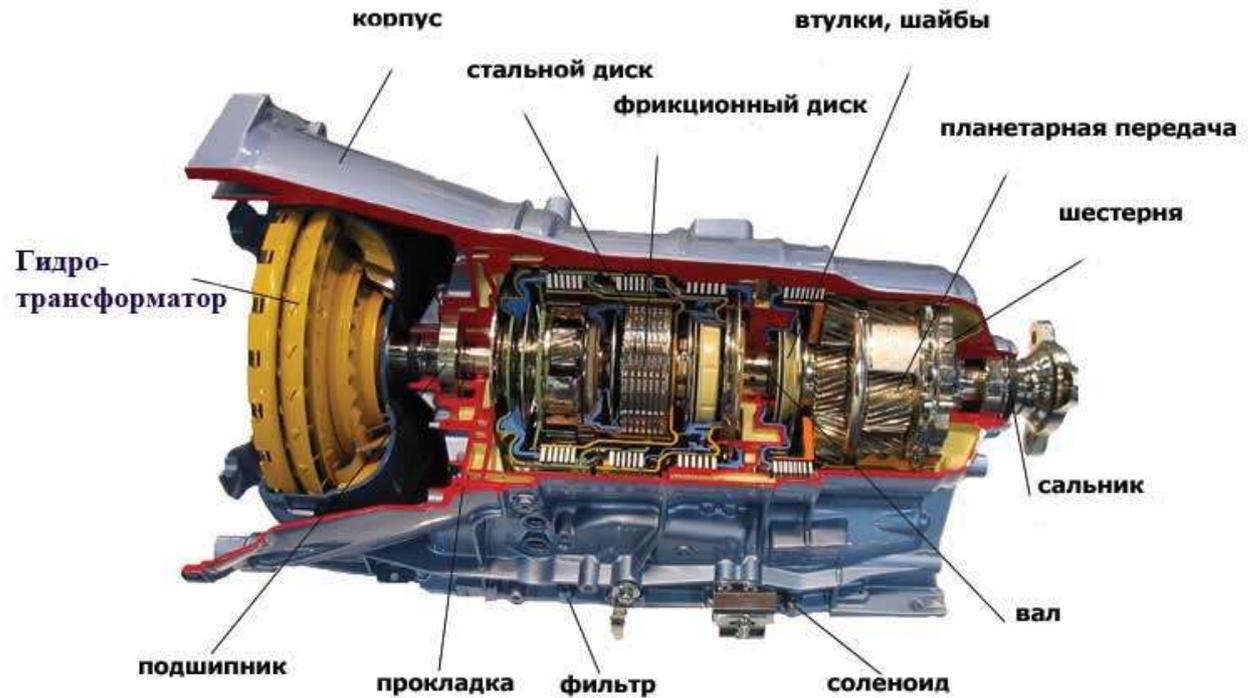


Рисунок 1.2 Схема Автоматической КПП

Созданию «автомата» предшествовали независимые разработки трех автогигантов – Ford, General Motors и Chrysler. Система из нескольких зубчатых колес, вращающихся вокруг центральной шестерни (она же планетарная передача, неотъемлемая часть классической автоматической коробки) изначально появилась в трансмиссии первого массового автомобиля - Ford T (выпускался с 1908 по 1927 г). Позже, в 30-х годах, General Motors представил полуавтоматическую трансмиссию, в которой работой планетарной передачи управляла гидравлика. Третий шаг на пути к «автомату» – внедрение в трансмиссию гидромуфты (позже ее заменили гидротрансформатором) - сделала накануне Второй мировой войны фирма Chrysler.

#### Устройство и принцип работы

В состав классической автоматической коробки передач входят: гидротрансформатор, несколько планетарных редукторов, соединительные валы, обгонные и фрикционные муфты, а также блок управления. Задача гидротрансформатора в «автомате» сродни сцеплению на «механике» - передавать и плавно регулировать подачу крутящего момента от двигателя к

коробке передач. Планетарные редукторы (обычно их два) в автоматической коробке соединены последовательно, чтобы обеспечить «автомату» необходимое число ступеней. Непосредственно переключение передач между ними производится муфтами. Они блокируют между собой один или два элемента планетарных редукторов для передачи крутящего момента к трансмиссии. Слаженную работу муфт обеспечивают гидроцилиндры, которыми руководит электронный блок управления с фиксированными заводскими настройками.

Режим работы автоматической коробки передач водитель выбирает рычагом селектора, устанавливая его в одно из следующих положений: P, R, N, D, L или S (рис 1.3).



Рисунок 1.3 Положения селектора переключения

P (Park) – парковочная блокировка, режим парковки, при котором автомобиль неподвижен длительное время. Выходной вал коробки передач при этом заблокирован, а все элементы управления выключены.

R (Reverse) - задний ход. Не включается до полной остановки автомобиля, на многих современных моделях на режим R устанавливается

блокировка. Если селектор коробки передач находится в этом положении, завести машину невозможно (в отличие от режимов Park и Neutral).

N (Neutral) – режим нейтраль, используется при кратковременной стоянке или буксировке на близкие расстояния. В этом режиме все элементы управления выключены, а выходной вал не заблокирован, то есть машина может спокойно перемещаться.

D (Drive) – основной режим для движения вперед, при котором задействуются все ступени «автомата».

1 или L (Low) – низшая передача, при которой коробка не переключается выше первой ступени. Используется в сложных дорожных условиях, когда требуется движение малым ходом, например, при крутых подъемах в гору или затяжных спусках.

S (Sport) – спортивный режим, в котором «автомат» переключает ступени при более высоких оборотах вращения коленвала двигателя, наиболее близких к пику крутящего момента. Это нужно, чтобы оптимально использовать мощность мотора и быстрее разогнаться.

2, 3 и 4 – встречающиеся на некоторых моделях режимы, при которых коробка передач не переключается выше второй, третьей или четвертой передачи соответственно. Они оптимальны при движении по горным дорогам или холмистой местности, а также при частых остановках.

У классических автоматов есть еще несколько полезных режимов работы, которые включаются отдельно.

O/D (Overdrive) – режим «автомата», в котором коробка передач переключается на более высокие ступени. При этом двигатель работает преимущественно на низких оборотах, экономя топливо. Обычно режим Overdrive активируется отдельной кнопкой прямо на рычаге селектора или возле него.

W (Winter или Snow) – «зимний» режим работы коробки передач. При его включении (обычно кнопкой возле рычага АКПП) автомобиль начинает движение со второй передачи. Переключения происходят более мягко и

плавно на пониженных оборотах, чтобы исключить проскальзывание колес на скользкой дороге.

Kickdown – режим работы, при котором коробка передач позволяет быстро ускориться для обгона. Режим активируется автоматически при нажатии педали газа до упора. При этом «автомат» переключается на одну или две ступени вниз.

### **1.2.3 Вариатор**

Вариаторы любопытны тем, что совсем не имеют в своей конструкции передач. Разработок вариаторов множество, но максимальную реализацию получила клиноременная схема. В данном случае имеются два шкива, соединенных один — с двигателем, второй — с трансмиссией. Специальный ремень и цепь приводят в действие крутящий момент мотора.

В теории такой тип коробки передач идеален, так как способен постоянно поддерживать максимально экономичное и динамичное передаточной число.

Но на практике все не так оптимистично, потому как для работы вариатора требуется наличие узла, который чаще всего представляют гидротрансформатором или гидромуфтой. А работа их, как уже было отмечено выше, снижает коэффициент полезного действия двигателя.

Самые важные детали вариатора – это раздвижные шкивы (их два) и ремень, который их соединяет. Соединительный ремень в разрезе имеет форму трапеции. Основной плюс вариатора – это постоянная работа мотора авто в оптимальном режиме. Также есть и дополнительные преимущества, к которым относится динамичность разгона, плавность движения и экономичность. В сравнении с «автоматом» (АКПП, автоматической коробкой переключения передач), вариатор отличается весьма простой конструкцией. Но если сравнивать его с механической коробкой, то вариатор все же уступает ей в плане динамики и экономичности. Кроме

того, вариаторную коробку передач практически невозможно совместить с мощным мотором, поскольку этого не позволит недолговечность ремня. Обслуживать и ремонтировать вариатор – достаточно дорогое удовольствие, проще и дешевле будет заменить КПП. И еще один минус – это необходимость дополнительных механизмов для движения задним ходом и трогания с места.

Вариатор Мультиатроник (Multitronic) является разновидностью бесступенчатой коробкой передач. Применение данной коробки обеспечивает максимальную динамичность автомобиля, высокую топливную экономичность двигателя и комфорт в управлении транспортным средством. Благодаря высоким потребительским качествам вариаторная коробка передач устанавливается на автомобили премиум-класса **Audi** (модели А4, А5 и А6).

Вариатор Мультиатроник (рис 1.4) состоит из многодискового мокрого сцепления, планетарного механизма, промежуточной передачи, вариаторной передачи, главной передачи и дифференциала. Вариатор имеет собственную электронную систему управления. Все конструктивные элементы помещены в картер коробки передач.

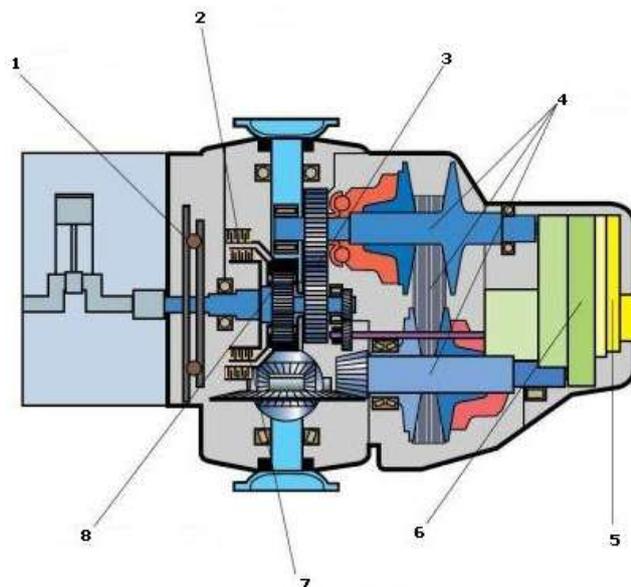


Рисунок 1.4 Схема коробки передач Мультиатроник (Multitronic): 1- маховик с демпфером крутильных колебаний, 2-фрикцион заднего хода, 3- промежуточная передача, 4-вариатор, 5-электронный блок управления, 6-

гидравлический блок управления, 7-фрикцион переднего хода, 8-планетарный механизм

Торговая марка Tiptronic зарегистрирована в 1989 году и принадлежит немецкому производителю спортивных автомобилей Porsche. Изначально система была разработана для автоспорта, чтобы обеспечить быстрое переключение передач за счет наименьшей траектории рычага управления.

В настоящее время функция Tiptronic используется на автоматических коробках передач, устанавливаемых на автомобили концерна Volkswagen (VW, Audi, Skoda, Seat, Porsche), а также на роботизированных коробках передач DSG, S-Tronic и вариаторе Multitronic. Аналогичная функция под названием Стептроник (Steptronic) реализуется на автомобилях BMW. Благодаря широкому распространению ручного режима на автоматических коробках передач название Типтроник стало нарицательным.

Многие используют термин "типтроник" для обозначения отдельной конструкции автоматической коробки передач, которая включает функцию ручного переключения передач, что не совсем верно. Типтроник - только функция АКПП.

Режим Tiptronic осуществляется посредством рычага селектора автоматической коробки передач. Для этого в кулисе селектора предусмотрен специальный вырез со знаками «+» и «-». На некоторых моделях автомобилей ручное переключение передач осуществляется с помощью подрулевых переключателей ("лепестков"). Выбранная передача транслируется на информационный дисплей.

Функция реализуется с помощью отдельной программы в электронном блоке управления коробкой передач. Работу системы Типтроник обеспечивают переключатели в селекторе коробки передач и переключатели (при наличии) на рулевом колесе.

В селекторе коробки передач может устанавливаться от одного до трех (в зависимости от конструкции) переключателей: один – для включения

режима, второй – для переключения на высшую передачу и третий – для переключения на низшую передачу. Сигналы от переключателей передаются в электронный блок управления, где запускается алгоритм программы. Блок управления, в свою очередь, обеспечивает переключение передач.

При нажатии на подрулевые «лепестки» система управления переводит коробку в ручной режим, минуя переключение рычага селектора. Если подрулевые переключатели не используются водителем, то по истечении определенного времени система управления самостоятельно переводит коробку в автоматический режим работы.

В вариаторе Multitronic функция Tiptronic осуществляется за счет программирования фиксированных передаточных чисел в вариаторе

#### **1.2.4 Роботизированная КПП**

Роботизированная КПП (рис. 1.5) почти ничем не отличается от механической – крутящий момент так же передается от мотора к трансмиссии при помощи классического «сухого» однодискового сцепления. Но все же имеется такой нюанс: в роботизированной коробке автоматизированы процессы переключения передач и вкл./выкл. сцепления. Поэтому «робот» способен значительно упростить процесс управления транспортным средством – исчезает нужда переключать передачи вручную и, теряя драгоценное время, думать над тем, какую из передач включить в данный конкретный момент. Также к плюсам коробки-«робота» можно добавить ее относительную дешевизну, экономичность и малый вес. Схема роботизированной КПП

Схема роботизированной КПП Однако существуют и недостатки. Роботизированная КПП работает не слишком плавно, а переключение передач происходит со значительной задержкой. Кроме того, при высокой скорости движения, «робот» может реагировать на переключения рывками и толчками. Ручной режим здесь не поможет, поскольку сцеплением «командует» все та же электроника. Если сравнивать

роботизированную коробку даже с простой АКПП, то четкость переключений «робота» значительно уступает «автомату». Следует также помнить, что при начале движения автомобиль с роботизированной коробкой делает небольшой откат. Исходя из всех перечисленных минусов, РКПП традиционно ставят на самые «бюджетные» модели авто.

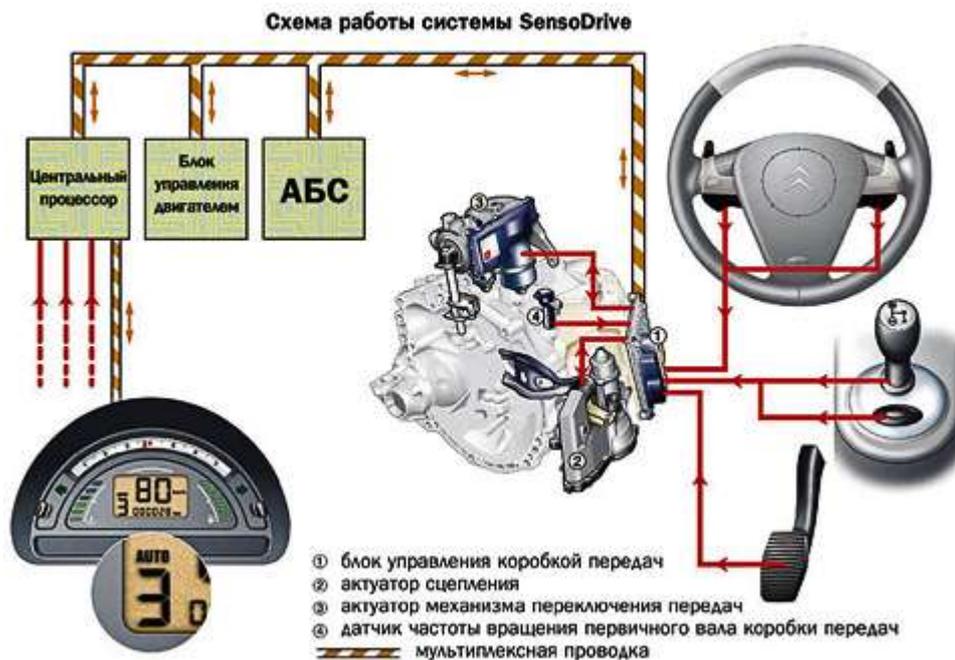


Рисунок 1.5 Роботизированная КПП SensoDrive применяется на автомобилях марки Citroen.

## 2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет производственной программы

Годовое число обслуживаний, выполняемых ежедневно при возврате подвижного состава с линии и выпуске его на линию:

(2.1)

Годовое число технических обслуживаний:

- ТО-2:            —

- ТО-1:            —

- сезонных:

Годовое число обслуживаний, выполняемых перед ТО и ТР:

Диагностирование Д-1 предназначено для определения технического состояния агрегатов, обеспечивающих безопасность движений. Программа Д-1 на весь парк за год:

Диагностирование Д-2 предназначено для определения мощностных и экономических показателей работы автомобиля при ТО-2, а также выявления объемов работ при ТР. Программа Д-2 на весь парк за год:

Определим производственную программу по техническому обслуживанию и диагностированию для автомобиля КамАЗ 43118.

Годовое число обслуживаний, выполняемых ежедневно при возврате подвижного состава с линии и выпуске его на линию:

Годовое число технических обслуживаний:

\_\_\_\_\_

---

Годовое число обслуживаний, выполняемых перед ТО и ТР:

Программа Д-1 на весь парк за год:

Программа Д-2 на весь парк за год:

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Количество ТО для групп автомобилей за год

Показатель	КамАЗ 43118
$N_{\text{ТО-2}}$	450
$N_{\text{ТО-1}}$	1349
$N_{\text{ЕО.с}}$	21591
$N_{\text{ЕО.т}}$	2878

## 2.2 Определение суточной производственной программы по ТО и диагностике

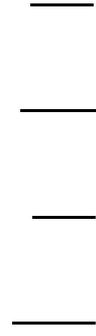
Суточная производственная программа является критерием выбора метода организации технического обслуживания (на отдельных постах или поточных линиях) и определяется по формуле:

$$= \frac{N_{\text{ТО}}}{N_{\text{раб}}}, \quad (2.2.)$$

где  $N_{\text{ТО}}$  - годовая программа по каждому виду ТО и диагностированию;

$N_{\text{раб}}$  - годовое число рабочих дней данной зоны обслуживания,

Определим суточную производственную программу по техническому обслуживанию и диагностике для автомобиля КамАЗ 43118.



Результаты расчетов заносим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Суточная программа по ТО и диагностике

Показатель	КамАЗ 43118
$N_{\text{сут. ТО-2}}$	1,75
$N_{\text{сут. ТО-1}}$	5,25
$N_{\text{сут. Д-2}}$	2,1
$N_{\text{сут. Д-1}}$	9,45

### 2.3 Определение общей годовой трудоемкости работ по техническому обслуживанию, диагностике и текущему ремонту

Корректирование нормативной трудоемкости

Скорректированные нормативные трудоемкости в чел.-ч.  $E_{OC}$ ,  $E_{OT}$ , ТО-1 и ТО-2 для подвижного состава данного АТП:

(2.3)

(2.4)

(2.5)

(2.6)

где  $E_{OC}$ ,  $E_{OT}$ ,  $E_{TO-1}$ ,  $E_{TO-2}$  - нормативные трудоемкости соответственно  $E_{OC}$ , ТО-1, ТО-2, чел.-ч.;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий количество технологически совместимых групп автомобилей.

Удельная скорректированная нормативная трудоемкость текущего ремонта ТР в чел.-ч. на 1000 км пробега:

(2.7)

где  $n_{\text{н}}$  - нормативная удельная трудоемкость.

Годовые объемы работ (в чел.-ч) по ежедневному и техническому обслуживанию определяются:

(2.8)

(2.9)

(2.10)

(2.11)

Годовой объем работ по текущему ремонту:

—

Определим общую годовую трудоемкость работ по техническому обслуживанию, диагностике и текущему ремонту для автомобиля КамАЗ 43118.

Скорректированные нормативные трудоемкости в чел.-ч.  $EO_{\text{с}}$ ,  $EO_{\text{т}}$ , ТО-1 и ТО-2 для подвижного состава данного АТП:

Удельная скорректированная нормативная трудоемкость текущего ремонта ТР в чел.-ч. на 1000 км пробега:

Годовые объемы работ (в чел.-ч) по ежедневному и техническому обслуживанию:

Годовой объем работ по текущему ремонту:

Результаты расчетов заносим в таблицы 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3 – Расчет годовых объемов работ

Подвижной состав	Вид обл.	$t_n$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	Скорректированная трудоемкость
КамАЗ 43118	ЕО <sub>С</sub>	0,5	-	1,0	-	-	-	0,5
	ЕО <sub>Т</sub>	0,5	-	1,0	-	-	-	0,25
	ТО-1	7,8	-	1,0	-	1,19	-	9,28
	ТО-2	31,2	-	1,0	-	1,19	-	37,13
	ТР	6,1	1,2	1,0	1,0	1,19	1,0	8,71

Таблица 2.4 – Годовой объем работ по ТО и ТР

Показатель	КамАЗ 43118
$T_{EOC}$ , чел.-ч	10795,5
$T_{EOT}$ , чел.-ч	899,5
$T_{TO-1}$ , чел.-ч	12518,72
$T_{TO-2}$ , чел.-ч	16708,5
$T_{TP}$ , чел.-ч	53033,13
ИТОГО	93955,35

#### 2.4 Распределение объема работ по ТО и ТР по производственным зонам и участкам

Таблица 2.5 – Распределение объема работ ЕО, ТО и ТР по видам работ

Работы по ТО и ТР	КамАЗ 43118	
	%	Трудоемкость, чел.-ч.
<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b>		
<b>ЕОс (выполняются ежедневно):</b>		
-уборочные	14	1511,37
-моечные	9	971,6
-заправочные	14	1511,37
-контрольно -диагностические	16	1727,28
-ремонтные	47	5073,89
<b>Итого:</b>	100	10795,51
<b>ЕОт (выполняются перед ТО и ТР):</b>		
-уборочные	40	359,8
-моечные	60	539,7
<b>Итого:</b>	100	899,5
<b>ТО-1:</b>		
-общее диагностирование Д1	10	1251,8
-крепёжные, регулировочные, смазочные	90	11266,2
<b>Итого:</b>	100	12518
<b>ТО-2:</b>		
-углублённое диагностирование	10	1670,85
- крепёжные, регулировочные, смазочные	90	15037,65
<b>Итого:</b>	100	16708,5
<b>ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ</b>		
<b>Постовые работы:</b>		
-общее диагностирование Д1	1	530,33
- углублённое диагностирование Д2	1	530,33
-регулирующие, разборочно-сборочные	35	18561,6
-сварочные металлическим кузовом	4	2121,33
-жестяницкие с металлическим кузовом	3	1591
-окрасочные	6	3182
<b>Итого по постам:</b>	50	26516,59
<b>Участковые работы:</b>		
-агрегатные	18	9545,96
-слесарно-механические	10	5303,31
электротехнические	5	2651,66
-аккумуляторные	2	1060,66
-ремонт приборов системы питания	4	2121,33
-шиномонтажные	1	530,33

-вулканизационные	1	530,33
-кузнечно-рессорные	3	1591
-медницкие	2	1060,66
-сварочные	1	530,33
-жестяницкие	1	530,33
-арматурные	1	530,33
-обойные	1	530,33
<b>Итого по участкам:</b>	50	26516,56
<b>Всего по ТР</b>	100	53033,15

Таблица 2.6 – Распределение объема вспомогательных работ по видам работ

Вид работ	%	Трудоёмкость, чел-ч
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки, инструмента	20	10467,38
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	15	7850,54
Транспортные	10	5233,69
Перегон автомобилей	15	7850,54
Приёмка, хранение и выдача материальных ценностей	15	7850,54
Уборка производственных помещений и территорий	20	10467,38
Обслуживание компрессорного оборудования	5	2616,85
<b>Итого:</b>	100	52336,92

## 2.5 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих

Технологически необходимое (явочное) число рабочих  $P_T$  и штатное (списочное)  $P_{ш}$  определяется:

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_T}, \quad P_{ш} = \frac{T_i}{\Phi_{ш}}, \quad (2.12)$$

где  $T_i$ - годовой объем работ по зоне ТО и ТР или участку, чел.- ч;

$\Phi_T = T_{см} \cdot (D_{к.д.} - D_{вых.} - D_{праз.})$ , ч- годовой фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе;

$\Phi_{\text{ш}} = \Phi_{\text{т}} - T_{\text{см}} \cdot (D_{\text{отп.}} + D_{\text{ув.пр.}})$ , ч - годовой фонд времени штатного рабочего, где  $D_{\text{к.д}}$  - число календарных дней в году;  $D_{\text{вых.}}$  - число выходных дней;  $D_{\text{праз.}}$  - число праздничных дней;  $T_{\text{см}}$  - продолжительность смены;  $D_{\text{отп.}}$  - число дней отпуска;  $D_{\text{ув.пр.}}$  - число дней отсутствия на работе по уважительной причине.

Фонд времени  $\Phi$  подразделяется на фонд времени для нормальных и вредных условий. К вредным относятся сварочные, окрасочные, кузнечно-рессорные и медницкие работы. На практике приняты фонды времени:

$\Phi_{\text{т}} = 2070$  час- при нормальных условиях работы;

$\Phi_{\text{т}} = 1830$  час. - при вредных условиях работы;

$\Phi_{\text{ш}} = 1610$  час. - для маляров;

$\Phi_{\text{ш}} = 1820$  час. - для остальных рабочих.

Годовой фонд времени технологического рабочего на постах ТР рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{т}} = \frac{\Phi_{\text{т.н.у.}} \cdot a + \Phi_{\text{т.вр.у.}} \cdot b}{a + b} \quad (2.13)$$

где а, b - число работ с нормальными и вредными условиями труда, %

Годовой фонд времени штатного рабочего на постах ТР рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{ш}} = \frac{\Phi_{\text{ш.ост.}} \cdot c + \Phi_{\text{ш.м.}} \cdot d}{c + d} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

где с, d - количество работ всех рабочих и маляров, % .

По выше приведенным формулам произведем расчет численности производственных и вспомогательных рабочих на АТП для автомобиля КамАЗ 43118.

Зона ЕО для КамАЗ 43118:

$$P_{\text{т}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{т}}} = \frac{11695}{2070} = 6 \text{ чел. ,}$$

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{ш}}} = \frac{11695}{1820} = 6 \text{ чел.}$$

Зона ТО-1 для КамАЗ 43118:

$$P_{\text{т}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{т}}} = \frac{12518}{2070} = 6 \text{ чел. ,}$$

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{ш}}} = \frac{12518}{1820} = 7 \text{ чел.}$$

Зона ТО-2 для КамАЗ 43118:

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_T} = \frac{16708,5}{2070} = 8 \text{ чел.},$$

$$P_{III} = \frac{T_i}{\Phi_{III}} = \frac{16708,5}{1820} = 9 \text{ чел.}$$

Зона ТР для КамАЗ 43118:

$$\Phi_T = \frac{\Phi_{ТН.У.} \cdot a + \Phi_{ТВР.У.} \cdot b}{a + b} = \frac{2070 \cdot 84 + 1830 \cdot 16}{100} = 2031,6 \text{ ч.}$$

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_T} = \frac{53033,13}{2031,6} = 26 \text{ чел.}$$

$$\Phi_{III} = \frac{\Phi_{III_{ост.}} \cdot c + \Phi_{III_{м.}} \cdot d}{c + d} = \frac{1820 \cdot 94 + 1610 \cdot 6}{100} = 1807,4 \text{ ч.}$$

$$P_{III} = \frac{T_i}{\Phi_{III}} = \frac{53033,13}{1807,4} = 29 \text{ чел.}$$

Зоны ТО и ТР по АТП:

-технологически необходимое (явочное) число рабочих 102 чел.

-штатное (списочное) число рабочих 115 чел.

## 2.6 Расчет числа постов

Более 50% объёма работ по ТО и ТР выполняется на постах. Поэтому в технологическом проектировании этот этап имеет важное значение, так как число постов в последующем во многом определяет выбор объёмно-планировочного решения предприятия.

Расчет количества постов ЕО и ТО

Количество постов ЕО<sub>с</sub> по видам работ, кроме механизированной мойки, ЕО<sub>т</sub>, Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2:

$$X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_{раб} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_u \cdot P_{CP}}, \quad (2.15)$$

где  $T_i$  - годовой объём работ соответствующего вида технического воздействия, чел.- ч;  $\varphi$  - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на посты ТО;  $\eta_u$  - коэффициент использования

рабочего времени поста, ( $\eta_{II}=0,85-0,98$ );  $D_{\text{раб}}$  - число рабочих дней в году постов;  $T_{\text{см}}$  - продолжительность смены,  $T_{\text{см}}=7-8\text{ч.}$ ;  $C$  - число смен;  $P_{\text{ср}}$  - среднее число рабочих, одновременно работающих на посту.

Произведем расчет количество постов  $EO_c$  по видам работ, кроме механизированной мойки,  $EO_t$ , Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2 для автомобиля УРАЛ-4320-0911-40:

Зона  $EO_c$ :

$$\text{- уборочные } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{1511,37 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2} = 0,53,$$

$$\text{- моечные } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{971,6 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,68,$$

$$\text{- заправочные } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{1511,37 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1} = 1,06,$$

- контрольно-диагностические и ремонтные

$$X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{1727,28 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2} = 0,6,$$

ремонтные

$$X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{5073,89 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2} = 1,78.$$

Зона  $EO_t$ :

$$\text{-уборочные } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{359,8 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2} = 0,13$$

$$\text{-моечные } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{539,7 \cdot 1,8}{357 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,38.$$

Технологическое обслуживание:

$$\text{-ТО-1 } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{12518 \cdot 1,4}{257 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 3} = 3,16$$

$$\text{-ТО-2 } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{16708,5 \cdot 1,4}{257 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 3} = 4,21.$$

Диагностирование :

$$\text{-Д-1 } X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{\text{ср}}} = \frac{530,33 \cdot 1,4}{257 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2} = 0,2$$

$$-Д-2 \quad X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{D_i \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_{II} \cdot P_{CP}} = \frac{530,33 \cdot 1,4}{257 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2} = 0,2.$$

Работа разборочно-сборочных постов ТР, как правило, организуется в несколько смен с неравномерным распределением объема работ по сменам. В этом случае расчет числа постов ТР производится для наиболее загруженной смены, в которую обычно выполняется 50 ... 60 % общего объема разборочно-сборочных работ. При этом расчёте число воздействий по ТР неизвестно, поэтому для расчёта числа постов ТР используют годовой объём постовых работ ТР.

$$X_{ТР} = \frac{T_{ТР} \cdot \varphi_{ТР} \cdot K_{ТР}}{D_{раб} \cdot T_{см} \cdot \eta_{II} \cdot P_{CP}}, \quad (2.16)$$

где  $T_{ТР}$  -годовой объём работ, выполняемых на постах ТР, чел.-ч;  $\varphi_{ТР}$  - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на посты ТР;  $K_{ТР}$  -коэффициент, учитывающий долю объёма работ, выполняемую на постах ТР в наиболее загруженную смену;  $\eta_{II}=0,85 \div 0,98$ -коэффициент использования рабочего времени поста.

Коэффициент  $\varphi_{ТР}$  рассчитывается по формуле:

$$\varphi_{ТР} = (\varphi_1 \cdot a + \varphi_2 \cdot b) / (a + b), \quad (2.17)$$

где  $\varphi_1$  -коэффициент, учитывающий регулировочные, разборочно - сборочные и окрасочные работы;  $\varphi_2$  -коэффициент, учитывающий сварочно-жестяницкие работы;  $a, b$  -количество работы, %.

Таблица 2.7 – Расчет постов ЕО, ТО и ТР

Вид постовых работ	Ежедневное обслуживание ЕОс					ЕОт		Техническое обслуживание		Диагностирование		Текущий ремонт
	уборочные	моечные	заправочные	контрольно-диагностические	ремонтные	уборочные	моечные	ТО-1	ТО-2	Д-1	Д-2	
Число постов $X_i$												
КамАЗ-43118	1	1	1	1	2	1	1	3	4	1	1	9

Вспомогательные посты КПП, места ожидания

Количество вспомогательных постов контрольно-пропускного пункта (КПП):

$$X_{\text{КПП}} = \frac{A_{\text{И}} \cdot \alpha_T \cdot K_{\text{П}}}{T_{\text{ВОЗ}} \cdot A_{\text{П}}}, \quad (2.18)$$

где  $K_{\text{П}} = 0,7$ ;  $T_{\text{ВОЗ}}$  - продолжительность пикового возвращения (выпуска), ч;  $A_{\text{П}}$  - часовая пропускная способность одного поста, авт./ч,  $A_{\text{П}} = 40$  авт./ч.

Число мест ожидания перед ТО и ТР следует принимать: для индивидуальных постов ТО, диагностики и ТР - 20 % от количества рабочих постов; для поточных линий - по одному для каждой линии.

Рассчитаем вспомогательные посты КПП, места ожидания для автомобиля КамАЗ-43118:

$$X_{\text{КПП}} = \frac{A_{\text{И}} \cdot \alpha_T \cdot K_{\text{П}}}{T_{\text{ВОЗ}} \cdot A_{\text{П}}} = \frac{72 \cdot 0,84 \cdot 0,7}{2,5 \cdot 40} = 0,42.$$

Механизированные моечные (сушильные) посты

Число механизированных постов  $E_{O.C}$  для мойки (включая сушку и обтирку) подвижного состава

$$X^M_{E_{O.C}} = \frac{N_{E_{O.C}} \cdot 0,7}{T_{\text{ВОЗ}} \cdot N_{\text{У}}}, \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

где  $N_{E_{O.C}}$  - суточная производственная программа  $E_{O.C}$ ; 0,7 - коэффициент "пикового" возврата подвижного состава с линии;  $T_{\text{ВОЗ}}$  - время "пикового" возврата подвижного состава в течении суток, ч;  $N_{\text{У}}$  - производительность механизированной установки, авт/ч; (для грузовых автомобилей 15-20, легковых 30-40, автобусов 30-50 авт/ч).

Рассчитаем механизированные моечные (сушильные) посты для автомобиля КамАЗ-43118:

$$X^M_{E_{O.C}} = \frac{N_{E_{O.C}} \cdot 0,7}{T_{\text{ВОЗ}} \cdot N_{\text{У}}} = \frac{60,48 \cdot 0,7}{2,5 \cdot 20} = 0,85.$$

## 2.7 Расчет площадей предприятий автомобильного транспорта

Расчет площадей зон и производственных участков

Площадь зон ТО и ТР определяется:

$$F_3 = f_a \cdot X_i \cdot k_{\text{п}}, \quad (2.20)$$

где  $f_a$  - площадь подвижного состава по габаритным размерам в плане,  $\text{м}^2$ ;  $X_i$  - число постов в зоне;  $k_{\text{п}}$  - коэффициент плотности расстановки постов,

Произведем расчет площади зон ТО и ТР для КамАЗ-43118:

$$F_{3 \text{ ТО-1}} = f_a \cdot X_i \cdot k_{\text{п}} = 23,86 \cdot 3 \cdot 6 = 429,48 \text{ м}^2;$$

$$F_{3 \text{ ТО-2}} = f_a \cdot X_i \cdot k_{\text{п}} = 23,86 \cdot 4 \cdot 6 = 572,64 \text{ м}^2;$$

$$F_{3 \text{ ТР}} = f_a \cdot X_i \cdot k_{\text{п}} = 23,86 \cdot 9 \cdot 6 = 1288,44 \text{ м}^2;$$

$$F_{3 \text{ Д-1,2}} = f_a \cdot X_i \cdot k_{\text{п}} = 23,86 \cdot 1 \cdot 6 = 143,16 \text{ м}^2.$$

Для приближённых расчётов площади участков могут быть определены по числу работающих на участке в наиболее загруженную смену:

$$F'_{\text{уч}} = f_1 + f_2 \cdot (P_{\text{м}} - 1), \quad (2.21)$$

где  $f_1$  - удельная площадь участка на первого работающего,  $\text{м}^2/\text{чел.}$ ;  $f_2$  - удельная площадь участка на каждого последующего работающего,  $\text{м}^2/\text{чел.}$ ;  $P_{\text{т}}$  - число технологически необходимых рабочих в наиболее загруженной смене.

$$P_{\text{т}} = \frac{T_{\text{год}}}{\Phi_{\text{т.год}}}, \quad (2.22)$$

где  $T_{\text{год}}$  - трудоёмкость на  $i$ -ом участке, чел-ч;  $\Phi_{\text{т.год}}$  - годовой фонд времени технологического рабочего, час.

Расчет площадей складов

Расчет площадей складских помещений производится по удельной площади на 10 единиц подвижного состава:

$$F_{СК} = 0,1 \cdot A_{и} \cdot F_{у} \cdot K^c_1 \cdot K^c_2 \cdot K^c_3 \cdot K^c_4 \cdot K^c_5 ,$$

где  $A_{и}$  - списочное число технологически совместимого подвижного состава;  $F_{у}$  - удельные площади складских помещений на 10 единиц подвижного состава;  $K^c_1, K^c_2, K^c_3, K^c_4, K^c_5$  - коэффициенты, учитывающие значения среднесуточных пробегов, списочного числа технологически совместимого подвижного состава, типа подвижного состава, высоты складирования и категорий условий эксплуатации.

Рассчитаем площадь складских помещений запасных частей для автомобилей:

Расчет площади зоны хранения (стоянки) автомобилей

При укрупнённых расчётах площадь зоны хранения находится:

$$F_x = f_a \cdot A_{см} \cdot K_{п} \quad (2.23)$$

где  $f_a$  - площадь занимаемая автомобилем в плане,  $m^2$ ;  $A_{ст}$  - число автомобиле- мест хранения, ед;  $K_{п} = 2,5 \div 3$  - коэффициент плотности расстановки - автомобиле- мест хранения.

Рассчитаем площади зоны хранения (стоянки) КамАЗ 43118:

$$F_x = f_a \cdot A_{см} \cdot K_{п} = 23,86 \cdot 72 \cdot 3 = 5153,76 \text{ м}^2.$$

Площади вспомогательных и технических помещений

Площади вспомогательных помещений принимаются в размере 3 %, а технических помещений - 5 % для АТП грузовых автомобилей и автобусов и 6% для АТП легковых автомобилей от общей производственно-складской площади.

В соответствии с выше приведенными требованиями найдем площади вспомогательных и технологических помещений для КамАЗ-43118:

$$F_{технич.} = (F_{произ.} + F_{склад}) \cdot 0,05 = (423,28 + 237,6) \cdot 0,05 = 33,04 \text{ м}^2.$$

Административно-бытовые помещения

Помещения административные, учебные, бытовые должны соответствовать требованиям СНиП 2.09.04-87 .

Принимаем: общее руководство – 3 чел.; плановый отдел -2 чел.; отдел кадров 2 чел.; отдел труда и заработной платы - 3 чел.; бухгалтерия - 2 чел.; отдел снабжения - 2 чел.; отдел общего обслуживания -2 чел.; охрана -2 чел.; пожарные и служащие – 3 чел.

Площади административных помещений рассчитывают по штатному расписанию управленческого аппарата, исходя из следующих норм: рабочие комнаты отделов  $4,5\text{ м}^2$  на одного работающего в отделе; площади кабинетов 10-15% от площади рабочих комнат, вестибюлей и гардеробных  $0,27\text{ м}^2$  на одного служащего.

Площади административных помещений равны:

$$F_{\text{ад рук}}=13,5\text{ м}^2; F_{\text{ад п}}=9\text{ м}^2; F_{\text{ад ок}}=2\cdot4,5=9\text{ м}^2; F_{\text{ад от.зп}}=9\text{ м}^2;$$

$$F_{\text{ад бух.}}=9\text{ м}^2; F_{\text{ад обс}}=2\cdot4,5=9\text{ м}^2; F_{\text{ад охр}}=2\cdot4,5=9\text{ м}^2;$$

$$F_{\text{ад пож служ.}}=13,5\text{ м}^2; F_{\text{ад. сн.}}=9\text{ м}^2.$$

$$\Sigma F_{\text{ад}}=13,5+9+9+9+9+9+9+9+18=90\text{ м}^2;$$

$$F_{\text{ад каб}}=0,1\cdot90=9\text{ м}^2; F_{\text{ад гард}}=0,27\cdot2=0,54\text{ м}^2.$$

Численность персонала службы эксплуатации, диспетчерской, гаражной и службы безопасности движения 6% от кол-ва автомобилей и равна: 8 чел. Распределение: служба эксплуатации 20% - 2 чел; диспетчерская 40% - 5 чел; гаражная 35% - 4 чел; служба безопасности движения 5% - 1 чел.

Всего для службы эксплуатации принадлежат следующие кабинеты: кабинет безопасности движения, диспетчерская, кабинет для гаражной службы и кабинет начальника службы эксплуатации.

Площадь службы эксплуатации равны:

$$F_{\text{ад БДД}}=4,5\text{ м}^2; F_{\text{ад дис}}=3\cdot4,5=13,5\text{ м}^2; F_{\text{ад экс}}=4,5\text{ м}^2; F_{\text{ад гар}}=13,5\text{ м}^2.$$

$$\Sigma F_{\text{ад сл. экс}}=4,5+13,5+4,5+13,5=36\text{ м}^2; F_{\text{ад нач}}=0,1\cdot36=3,6\text{ м}^2.$$

Численность персонала производственно-технической службы 4,2% от списочного количества автомобилей :  $0,042\cdot132=6$  чел. Распределение : технический отдел 30% - 3 чел; отдел технического контроля 20% - 2 чел;

отдел главного механика 10% - 1 чел; центр управления производством 15% - 1 чел; производственная служба 25%-2 чел.

Всего для производственно-технической службы предназначены следующие кабинеты : ПТО -2 кабинета; ОТК-1 кабинет; ОГМ – 1 кабинет; ЦУП-1 кабинет, кабинет начальника технического отдела.

Площадь производственно - технической службы равно:

$$F_{\text{ад ПТО}}=2 \cdot 4,5=9 \text{ м}^2; F_{\text{ад ОТК}}=4,5 \text{ м}^2; F_{\text{ад ОГМ}}=4,5 \text{ м}^2; ; F_{\text{ад ЦУП}}=4,5 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{ад ПС}}=4,5 \text{ м}^2; \Sigma F_{\text{ад произв-техн сл}}=9+4,5+4,5+4,5+4,5=27 \text{ м}^2;$$

Площади кабинетов равны:  $F_{\text{каб}}=0,1 \cdot 27=2,7 \text{ м}^2$ ; ПТО -2 кабинета ( $5,4 \text{ м}^2$ ); ОТК-1 кабинет ( $2,7 \text{ м}^2$ ); ОГМ – 1 кабинет ( $2,7 \text{ м}^2$ ); ЦУП-1 кабинет ( $2,7 \text{ м}^2$ ), кабинет начальника технического отдела  $0,15 \cdot 27=4,05 \text{ м}^2$ .

Кабинет главного инженера составляет 10-15% от площади технической службы и равен  $0,15 \cdot 27=4,05 \text{ м}^2$ . Кабинет заместителя начальника по эксплуатации 10-15% от площади службы эксплуатации и равен  $0,1 \cdot 36=3,6 \text{ м}^2$ . Кабинет директора АТП составляет 10% от общей площади всех отделов и равен  $0,1 \cdot (36+27)=6,3 \text{ м}^2$ .

Площади помещений для получения и приёма путевых документов водителями и кондукторами равна  $18 \text{ м}^2$ .

Суммарная площадь административно – бытовых помещений равно:

$$\Sigma F_{\text{а}}=90+9+0,54+36+3,6+27+4,05+3,6+6,3+18=198,09 \approx 198 \text{ м}^2.$$

## 2.8 Производственный корпус предприятия

Площадь производственного корпуса АТП складывается как сумма площадей зон ТО и ТР, диагностических участков, складов, производственных участков и вспомогательных помещений. Производственный корпус может включать также окрасочный участок, который изолируется от других помещений стенами и перегородками.

Площадь производственного корпуса рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{п.к.}} = \Sigma F_{\text{скл.п}} + \Sigma F_{\text{уч.}} + \Sigma F_{\text{в.м.п.}} + \Sigma F_{\text{ТО-1}} + \Sigma F_{\text{ТО-2}} + \Sigma F_{\text{ТР}} + \Sigma F_{\text{д-1,2}}$$

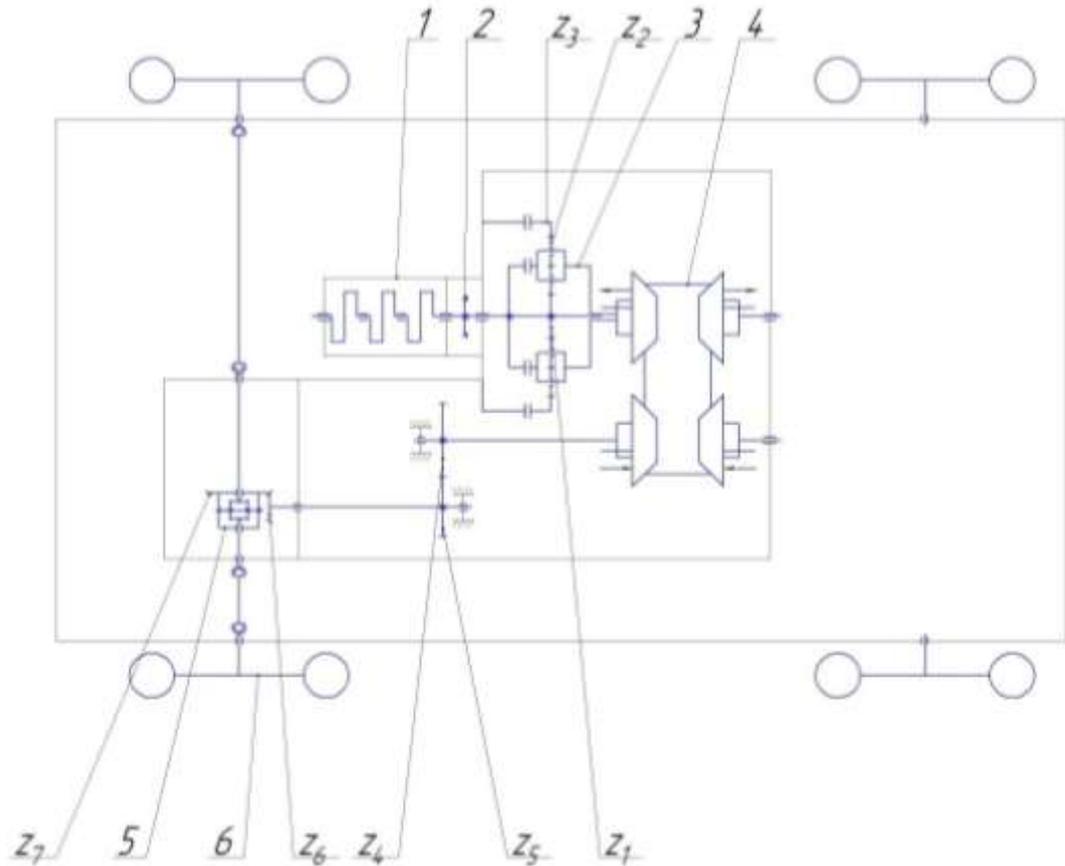
$$F_{n.k.} = 237,6 + 423,28 + 52,87 + 1029,48 + 1322,64 + 2938,44 + +293,16 = 6297,47$$

$$M^2 \approx 6298 \text{ M}^2$$

## 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Разработка вариатора

В данной выпускной квалификационной работе представлен расчёт легкового автомобиля ВАЗ-2190 с цепным вариатором (рисунок 3.1).



1 - двигатель; 2-маховик; 3 - планетарных механизм; 4 - вариатор; 5 - дифференциал с главной передачей; 6 -колеса

Рисунок 3.1 - Силовая схема вариатора

В качестве прототипа выбран вариатор Multitronic 01J (рисунок 3.2).

					ВКР ВКП 00.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Сунгатов А.Р.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Нурмиев А.А.						
Реценз.					Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ		
Н. контр.	Пикмуллин Г.						
Утв.	Хафизов К.А.						

Технические характеристики вариатора Multitronic 01J:

Обозначение.....Multitronic 01J;  
 Заводское обозначение.....VL 30;  
 Максимальный передаваемый крутящий момент.....310 Нм;  
 Диапазон передаточных отношений вариатора.....2,40-0,40;  
 Диапазон передаточных чисел (частное максимального и минимального передаточных чисел).....6;  
 Передаточное число промежуточной передачи..... $51/46 = 1,109$ ;  
 Передаточное число главной передачи..... $43/9 = 4,778$ ;  
 Примем для расчёта следующие технические данные:

- В качестве сцепления используются пакеты дисков фрикционов планетарного ряда;
- Задний ход обеспечивается планетарным рядом;
- Передаточные числа при движении вперёд и назад в планетарном ряду равно 1;
- Главная передача гипоидная с передаточным числом 4,5.

Работает мультитроник по следующему принципу: на входной вал поступает крутящий момент с двигателя при помощи шестеренки через дисковое сцепление, которым управляет электронный блок управления посредством гидроблока. Далее крутящий момент через цепь передается на выходной шкив и вал, откуда посредством приводом идет на колеса автомобиля. При этом передаточное отношение посредством синхронно сдвигающихся шкивов постоянно меняется. Электронный блок управления (компьютер мультитроник) находится непосредственно в коробке передач и крепится на гидроблоке, находясь, как и все элементы коробки мультитроник, в масле. Такое расположение блока позволило разместить все датчики непосредственно на нем и избавиться от большого количества проводов. Также в блоке управления вмонтирован датчик селектора (F125) селектора коробки передач [7].

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



### 3.2 Расчет деталей вариатора

Расчёт шкивов вариатора заключается в определении диаметров (минимального и максимального) ведущего и ведомого шкивов.

Расчётный крутящий момент.

За расчётный крутящий момент принимается наименьший из крутящих моментов (момент по сцеплению колёс или по двигателю) при низшем передаточном числе трансмиссии на ведомом шкиве [1].

Момент по сцеплению колёс с дорогой на шкиве  $M_{\text{сц}}$ , Нм:

$$M_{\text{сц}} = \frac{G_a \cdot \varphi \cdot r_k}{u_{\text{ш-к}} \cdot \eta_{\text{тр.ш-к}}}, \quad (3.1)$$

где  $G_a$  – вес, приходящийся на ведущий мост;

$\varphi$  – коэффициент сцепления;

$u_{\text{ш-к}}$  – передаточное число от шкива вариатора до колеса;

$\eta_{\text{тр.ш-к}}$  – КПД трансмиссии на участке от колеса до шкива вариатора.

$$G_a = m_a \cdot g \cdot k, \quad (3.2)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий распределение массы автомобиля по мостам.

Момент по двигателю на шкиве  $M_{\text{дв}}$

$$M_{\text{дв}} = M_e \cdot u_{\text{д-ш}} \cdot \eta_{\text{тр.д-ш}} \quad (3.3)$$

где  $M_e$  – максимальный момент двигателя;

$u_{\text{д-ш}}$  – передаточное число от двигателя до шкива вариатора;

$\eta_{\text{тр.д-ш}}$  – КПД трансмиссии на участке от двигателя до шкива вариатора.

$$G_a = G_1 = \frac{1593 \cdot 9,81 \cdot 55}{100} = 8595,03.$$

$$M_{\text{сц}} = \frac{8595,03 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{3,6 \cdot 0,94} = 745.$$

$$M_{\text{дв}} = 145 \cdot 4,8 \cdot 0,98 = 682.$$

$$M_p = 745.$$

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определение минимального и максимального диаметра шкивов.

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{M_p \cdot S \cdot P}{A \cdot \mu \cdot \delta \cdot \pi - 2 \left( \frac{(u_{\text{вар.Н}} - 1)}{u_{\text{вар.Н}} + \frac{1}{u_{\text{вар.В}}} + x \right)}}, \quad (3.4)$$

где  $S$  – коэффициент запаса сцепления ( $S = 1,4 \dots 1,9$ );  $P$  – шаг цепи;

$A$  – площадь контакта шарнира цепи со шкивом;  $\mu$  – коэффициент сцепления;  $[\sigma]$  – предел прочности;  $x$  – зазор между шкивами [6].

Анализируя параметры современных цепей принимаем следующие значения:

$$S = 1,4; P = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}; A = 72,96 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2; \mu = 0,15; [\sigma] = 950 \text{ Мпа (30ХГТ)}.$$

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{745 \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{72,96 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 950 \cdot 10^6 \cdot 3,14 - 2 \left( \frac{(2,4 - 1)}{2,4 + \frac{1}{0,59} + 0,02} \right)}} = 0,0545.$$

Минимальный диаметр ведомого шкива примем  $d_2 = 0,055 \text{ м}$ .

Максимальный диаметр ведущего шкива  $D_1$

$$D_1 = d_2 \cdot u_{\text{вар.н}}; \quad (3.5)$$

$$D_1 = 0,055 \cdot 2,4 = 0,132 \text{ м}.$$

Минимальный диаметр ведущего шкива  $d_1$

$$d_1 = d_2 = 0,055.$$

Произведем расчёт планетарного механизма [9].

Солнечное колесо косозубое

$$\beta = 12^0; d_1 = 110 \text{ мм}; z_1 = 39; m = 2,75.$$

Сателлит косозубый

$$\beta = 12^0; d_2 = 50 \text{ мм}; z_2 = 18; m = 2,75.$$

Расчёт планетарного механизма произведём при заднем ходе автомобиля.

За расчётный крутящий момент примем момент по сцеплению при низшем передаточном числе трансмиссии.

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_p = M_{ци} = \frac{8595,03 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{13,96 \cdot 0,94} = 145 \text{ Нм.}$$

Для планетарных механизмов окружная сила одинакова во всех зацеплениях.

Окружная сила

$$F_t = \frac{2 \cdot M_p}{d_1 \cdot a_c}, \quad (3.6)$$

где  $a_c$  – количество сателлитов.

$$F_t = \frac{2 \cdot 145}{55 \cdot 3} = 1,95 \text{ кН.}$$

Для планетарных механизмов в качестве расчётной частоты принимают частоту вращения в относительном движении

$$n_{i0} = n_i - n_H. \quad (3.7)$$

где  $n_i$  – частота вращения солнечного колеса;  $n_H$  – частота вращения водила.

$$n_{i0} = 4900 - (-4900) = 9800 \text{ мин}^{-1}.$$

Планируемый пробег автомобиля  $L_0 = 100$  тыс. км.

Предельный параметр контактной выносливости при базовом числе циклов

$$\Pi_{Hlim} = \Pi_{Hlim}^0 Z_R, \quad (3.8)$$

где  $\Pi_{Hlim}^0$  – предел контактной выносливости, соответствующий базовому числу циклов  $N_{HO}$ , Мпа;

$Z_R$  – коэффициент, учитывающий шероховатость активной поверхности зубьев более грубого зубчатого колеса в зацеплении.

Материал – 20ХГР.

Оценка величины параметра контактного напряжения.

При  $\Pi_H < 0,9 \Pi_{Hlim}$  контактную выносливость считают обеспеченной и расчёт прекращают.

В нашем случае  $1,54 < 0,9 \cdot 19$ .

Контактная прочность планетарного механизма обеспечена.

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нагрузка от цепной передачи  $F_u$

$$F_u = \frac{M}{d_2} \cdot \frac{e^{\mu' \beta} + 1}{e^{\mu' \beta} - 1} \sin \frac{\beta}{2}, \quad (3.9)$$

где  $M$  – крутящий момент на валу;

$d_2$  – диаметр ведомого шкива, мм;

$\mu'$  – приведённый коэффициент трения;

$\beta$  – угол обхвата ведомого шкива, рад.

$$\mu' = 3 \cdot 0,15 = 0,45 [15].$$

Крутящий момент выбирается наименьший из моментов по сцеплению или по двигателю.

$$M_{cu} = \frac{G_a \cdot \varphi \cdot r_k}{u_{ш-к} \cdot \eta_{тр.ш-к}}; \quad (3.10)$$

$$M_{дв} = 342 \cdot 2,4 = 821 \text{ Нм.}$$

$$M_{cu} = \frac{8595,03 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{4,5 \cdot 0,94} = 739 \text{ Нм.}$$

$$F_u = \frac{739}{55} \cdot \frac{2,7^{0,45 \cdot 2,17} + 1}{2,7^{0,45 \cdot 2,17} - 1} \sin \frac{176,7}{2} = 30 \text{ Н.}$$

Радиальная сила от промежуточной передачи  $F_r$

$$F_r = \frac{2M}{d_{ш}} \cdot \frac{tg \alpha}{\cos \beta'}, \quad (3.11)$$

где  $d_{ш}$  – диаметр шестерни, мм;

$\alpha$  – угол зацепления, град;

$\beta'$  – угол наклона зубьев, град [6].

$$F_r = \frac{2 \cdot 739}{137} \cdot \frac{tg 20}{\cos 15} = 4,1 \text{ кН.}$$

Осевая сила от промежуточной передачи  $F_a$

$$F_r = \frac{2M}{d_{ш}} \cdot tg \beta; \quad (3.12)$$

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_r = \frac{2 \cdot 739}{55} \cdot \operatorname{tg} 15 = 2,9 \text{ Н.}$$

Построим эпюры изгибающих и крутящих моментов.

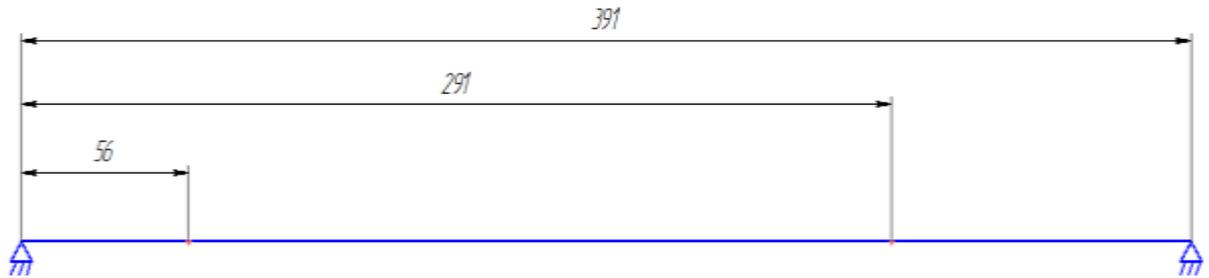


Рисунок 3.3 - Схема вала

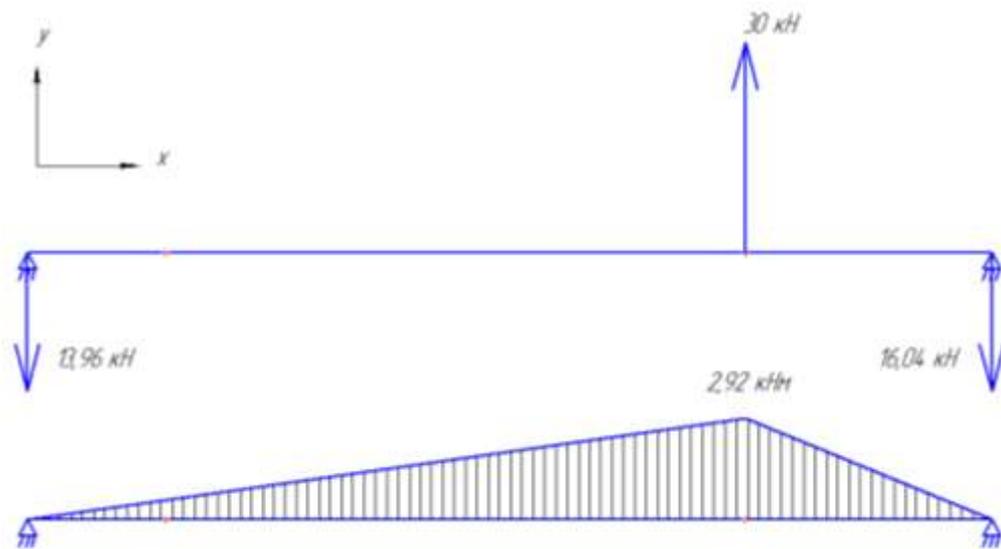


Рисунок 3.4 - Горизонтальная плоскость

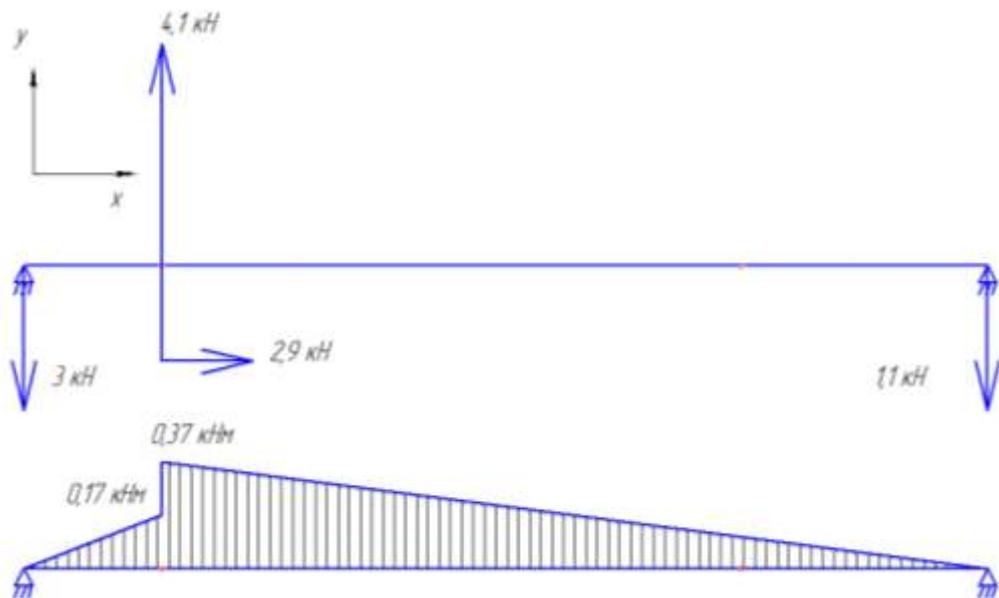


Рисунок 3.5 - Вертикальная плоскость

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

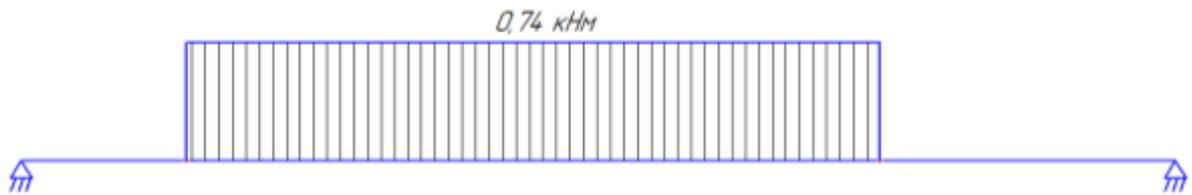


Рисунок 3.6 -Эпюра крутящего момента

Расчёт вала на статическую прочность.

Диаметра вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_p}{0,1 \cdot \tau_T}}, \quad (3.13)$$

где  $M_p$  – расчётный крутящий момент в опасном сечении вала, кНм;

$[\tau_T]$  – предел текучести при изгибе, МПа.

Материал вала – 30ХГТ,  $[\tau_T] = 665$  МПа.

$$M_p = K_d \cdot M, \quad (3.14)$$

где  $K_d$  коэффициент динамичности.

По четвёртой теореме прочности эквивалентный момент

$$M = \sqrt{M_{И}^2 + 0,75 \cdot M_{кр}^2}, \quad (3.15)$$

где  $M_{И}$  – суммарный изгибной момент, кНм;

$M_{кр}$  – крутящий момент на валу, кНм.

$$M_{И} = \sqrt{M_{вер}^2 + M_{гор}^2}, \quad (3.16)$$

где  $M_{вер}$ ,  $M_{гор}$  – изгибные моменты в вертикальной и горизонтальной плоскостях соответственно.

$$M_{И} = \sqrt{3,21^2 + 0,32^2} = 3,23 \text{ Нм.}$$

$$M = \sqrt{3,23^2 + 0,75 \cdot 0,74^2} = 3,29 \text{ Нм.}$$

$$M_p = 1,5 \cdot 3,29 = 4,94 \text{ Нм.}$$

$$d = 100 \sqrt[3]{\frac{4,94}{0,1 \cdot 665}} = 42 \text{ мм.}$$

Расчёт шлицевого соединения. Подвижный полу шкив ведомого вала имеет подвижное шлицевое соединение с валом [1].

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Шлицевое соединение 8x36x42

Расчёт шлицевого соединения на прочность.

Средний диаметр  $d_{cp}$

$$d_{cp} = \frac{D + d}{2}, \quad (3.17)$$

где  $D, d$  – внешний и внутренний диаметр соответственно.

$$d_{cp} = \frac{42 + 36}{2} = 39 \text{ мм.}$$

Рабочая высота шлицев  $h$

$$d_{cp} = \frac{D - d}{2} - 2c. \quad (3.18)$$

Среднее  $\sigma_{см\ ср}$  и максимальное  $\sigma_{см\ max}$  напряжения смятия

$$\delta_{см\ ср} = \frac{2M_{max}}{d_{cp} \cdot h \cdot z \cdot l}; \quad (3.19)$$

$$\delta_{см\ max} = \delta_{см\ ср} \cdot K_3 \cdot K_{пр.к} \cdot K_{н.п.}$$

где  $l$  – рабочая длина соединения;

$K_3$  – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между шлицами;

$K_{пр.к.}$  – коэффициент продольной концентрации нагрузки;

$K_{н.п.}$  – коэффициент концентрации нагрузки от погрешности изготовления.

$$M_{max} = K_d \cdot M_{кр}; \quad (3.20)$$

$$M_{max} = 1,5 \cdot 739 = 1,11 \text{ кНм.}$$

$$\delta_{см\ ср} = \frac{2 \cdot 1,11 \cdot 10^3}{39 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 254 \text{ МПа.}$$

$$K_3 = 1,47. K_{пр.к} = 1. K_{н.п.} = 1.$$

$$\delta_{см\ max} = 254 \cdot 1,47 \cdot 1 \cdot 1 = 373,4 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = \frac{\delta_{\tau}}{\delta_{\text{см max}}}, \quad (3.21)$$

$\sigma_{\tau}$  – предел текучести материала зубьев.

$$n = \frac{890}{373,4} = 2,4 \geq 1,25.$$

Прочность вала обеспечена.

Расчёт шлицевого соединения на износ.

Номинальное напряжение смятия  $\sigma_{\text{см}}$

$$\delta_{\text{см}} = \frac{2M_{\text{кр}}}{d \cdot h \cdot z \cdot l}; \quad (3.22)$$

$$\delta_{\text{см}} = \frac{2 \cdot 738}{39 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 140 \cdot 10^{-3}} = 21,5 \text{ МПа.}$$

Число оборотов ведущего колеса автомобиля, за 1 км пробега  $n_s$

$$n_s = 1000 / (2\pi r_k) \quad (3.23)$$

$$n_s = 1000 / (2 \cdot 3,14 \cdot 0,34) = 468 \text{ мин}^{-1}.$$

Ресурс износостойкости соединения в условных единицах, расходуемый за 1 км пробега автомобиля

$$R_{\text{ли}} = \sigma_{\text{см расч}}^m N_1 K_{\text{пи}} \quad (3.24)$$

где  $K_{\text{пи}}$  – коэффициент приведения,  $m = 3$ .

$$R_{\text{ли}} = 30,7^3 \cdot 2717 \cdot 0,05 = 3,93 \cdot 10^6.$$

Допускаемое напряжение смятия  $[\sigma_{\text{см}}]$  при базовом числе циклов  $N_0 = 10^8$  и постоянном режиме работы [5]

$$[\sigma_{\text{см}}] = 205 \text{ МПа.}$$

Условия прочности соблюдаются, так же данный вариатор модернизирован цепной передачей, что позволяет увеличить срок его службы, а так же использовались разработки по установке новых типов втулок, которые обладают хорошим скольжением, малом сопротивлении при перемещении, износостойкости, малой деформации под действиям давления. В блоке управления осуществляется интеграция датчиков, которые позволяет

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

осуществлять переключения в зависимости от момента и полностью автоматизировано, без участия водителя

					ВКР 23.03.03 ВКП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА**

### **4.1 Требования безопасности перед началом работы**

Перед началом работы водитель обязан:

а) предъявить руководителю работ удостоверение о проверке знаний безопасных методов работ, получить задание, заполнить вахтенный журнал и пройти инструктаж на рабочем месте по специфике выполняемых работ;

б) надеть спецодежду и спецобувь установленного образца.

После получения задания водитель обязан:

а) уточнить последовательность выполнения работы и меры по обеспечению безопасности;

б) произвести ежедневное техническое обслуживание согласно инструкции по эксплуатации автомобиля ВАЗ-2190;

в) осмотреть двигатель и узлы машины, проверить их исправность и состояние смазки трущихся частей. Проверить наличие и достаточность горючего в топливном баке, воды - в системе охлаждения, масла - в картере двигателя. Проверить исправность гидросистемы, систем сигнализации и электроосвещения, наличие и исправность инструментов и средств пожаротушения;

г) произвести запуск двигателя, проверить на холостом ходу работу всех механизмов и на малом ходу - работу тормозов [17].

8. Водитель не должен приступать к работе при следующих нарушениях требований безопасности:

а) неисправностях или дефектах, указанных в инструкции завода - изготовителя ВАЗ-2190, при которых не допускается его эксплуатация;

б) уклоне местности, превышающем указанный в паспорте завода-изготовителя;

Обнаруженные нарушения требований безопасности следует устранить собственными силами, а при невозможности сделать это водитель обязан

сообщить непосредственно руководителю или ответственному лицу.

#### **4.2 Требования безопасности при эксплуатации коробки передач**

Чтобы обеспечить долгую надежную эксплуатацию машины с вариатором, необходимо следовать инструкциям, приведенным ниже:

1. Следить за уровнем и состоянием жидкости, залитой в вариатор.
2. Не допускать резких нагрузок на старте (не гоняться), особенно зимой, пока автомобиль не прогреет (холодное масло в вариаторе).
3. Стараться не буксовать на бездорожье. При желании вытащить автомобиль из грязи в раскочку (быстро переключая рычаг из положения D в положение R и обратно), происходит повышенный износ шлицевых соединений (ломаются шестерни). Не буксировать тяжелые авто или тяжелые прицепы.
4. Следить за работой датчиков. Выход одного из них из строя приводит к неправильной работе всей трансмиссии, переводу в аварийный режим движения.
5. Ремонтировать и диагностировать вариатор только в дилерских центрах.

#### **4.3 Требования безопасности по окончании работы**

По окончании работы водитель обязан:

- а) поставить ВАЗ-2190 на место, отведенное для его стоянки;
- б) выключить двигатель и перекрыть подачу топлива. В зимнее время слить воду из системы охлаждения двигателя;
- в) затормозить ВАЗ-2190 и поставить рычаги управления в нейтральное положение;
- г) снять спецодежду и убрать ее для хранения в отведенное для этого место;

д) сообщить руководителю работ и лицу, осуществляющему надзор за техническим состоянием ВАЗ-2190, о всех неполадках, возникших во время работы, и сделать запись в вахтенном журнале.

#### 4.4 Экологичность проекта

Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных городах приводят к ряду экологических проблем. К числу которых относится рост заболеваемости населения. В настоящее время особое внимание привлекает автотранспорт, количество которого ежегодно растёт. Именно автомобильные выхлопы считаются основной причиной фотохимического смога, который вызывает поражение дыхательных путей и слизистых оболочек глаз, в ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

Скорость движения имеет непосредственное влияние на эмиссию.

Эмиссия углеводородов уменьшается с повышением скорости, эмиссия окислов азота - увеличивается.

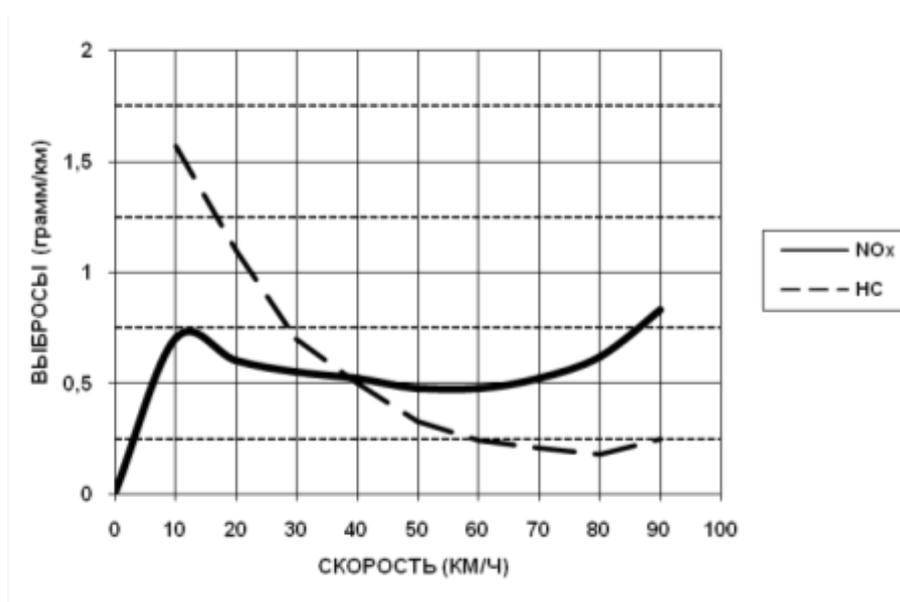


Рисунок 4.1 - Зависимость эмиссии от скорости движения транспортного средства

Механизм выброса должен рассматриваться комплексно, с учетом всех возможных составляющих. В противном случае возможна ситуация, когда применяемые односторонние меры не только не улучшат экологической ситуации, но могут усугубить ее.

При использовании механической коробки передач, в двигателе образуется дополнительный избыток топлива в заряде горючей смеси двигателя и добавления воздуха для того, чтобы они попали в выхлопные газы двигателя и обеспечили присутствие в смеси выхлопных газов и воздуха непосредственно после того, как в двигателе произошло первое зажигание, водорода и кислорода в концентрациях, достаточных для воспламенения и горения в виде стабильного пламени полученной смеси выхлопных газов и воздуха при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и зажигания указанной смеси выхлопных газов и воздуха непосредственно после того, как в двигателе произошло первое зажигание. В предпочтительном варианте ввод избыточного топлива и/или дополнительного воздуха регулируют после того, как произошло зажигание смеси, до момента времени, пока часть основы каталитического нейтрализатора не достигнет его температуры разжигания.

У вариатора за счет плавного разгона происходит значительное уменьшение эмиссии за счет постоянного режима работы двигателя внутреннего сгорания в отличие от механической коробки передач, ранее установленной на автомобиль, что более экологично по выбросам в окружающую среду.

Так же за счет использования новых материалов, увеличивается срок службы деталей, что в последствии уменьшает загрязнение твердыми отходами окружающей среды. За счет компоновки и более продуманной конструкции продукты износа в охлаждающей жидкости на автомобилях с вариатором образуются меньше, чем в механической коробке, что при утилизации масла играет так же не маловажную роль.

## 4.5 Физическая культура на производстве

Связь физической культуры с трудовой деятельностью прослеживаются во многих аспектах. 1. Любой трудовой процесс имеет фазу вработывания, а при его большой продолжительности и напряженности и фазу снижения работоспособности. Средства физического воспитания ускоряют вработывание, замедляют падение работоспособности и производительное труда, способствуют более быстрому восстановлению утраченной в процесс труда нервно-психической и мышечной энергии.

2. Некоторые современные виды труда характеризуются малой мышечной активностью или локальной нагрузкой на отдельные части тела на отдельные функции организма. Средства физического воспитания позволяют предупредить отклонения в физическом состоянии и развитии, возникающие в силу специфики данного труда.

3. В современном производстве пока еще не исключены факторы и условия, создающие возможность профессиональных заболеваний. Средства физического воспитания выполняют профилактическую функцию и снижают вероятность появления типичных заболеваний и травм.

Ряд видов труда требует специальной физической подготовленности, которая может быть обеспечена только специфическими средствами и методами физической подготовки.

Внедрение физической культуры, таким образом, в научную организацию труда (НОТ) является существенной необходимостью. НОТ предусматривает оптимальное взаимодействие людей и техники в едином производственном процессе с целью повышения производительности труда, на базе укрепления здоровья и всестороннего гармонического физического развития трудящихся.

Непосредственно в рамках трудового процесса физическая культура представлена главным образом производственной гимнастикой, которая в основном имеет три формы: вводная гимнастика, физкультурные паузы и

физкультминуты. Для понимания их сути и отличительных особенностей требуется хотя бы в основных чертах представлять динамику оперативной работоспособности в течение рабочего дня, поскольку смысл всех форм производственной гимнастики заключается прежде всего в оптимальном оперативном управлении динамикой работоспособности, содействии максимальной производительности труда без ущерба для здоровья работающих. Оперативная работоспособность человека, как показали исследования в лабораториях и на производстве, на протяжении рабочего дня претерпевает ряд закономерных последовательных изменений. В типичном случае - при достаточно высоком темпе трудовых действий, значительной напряженности и продолжительности рабочего дня - показатели ее вначале возрастают, затем стабилизируются и в конце снижаются. При этом чередуется три периода (или фазы):

- период вработывания (примерно первые 0,5-1 ч работы), когда на основе «настраивания» регуляторных процессов и активизации функций организма увеличиваются внешние показатели работоспособности, растет производительность труда.
- период стабилизации, когда наблюдаются устойчиво высокие показатели работоспособности.
- период относительного и прогрессирующего снижения оперативной работоспособности (период утомления), когда производительность труда уменьшается.

Представленная динамика оперативной работоспособности в различных условиях трудового процесса видоизменяется. Нередко на фоне утомления (перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня) показатели труда временно повышаются. Это явление получило название «конечного порыва» оно возникает в силу мобилизации работающих систем, как своеобразная условно - рефлекторная реакция на момент окончания работы. Также динамика работоспособности зависит от характера производственной деятельности, психической нагрузки, гигиенических условий и т.п.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом работы с целью быстрее вработывания. Физкультурная пауза - выполнение физических упражнений в период рабочей смены с целью достижения срочного адаптивного отдыха. Физкультминуты - представляют собой кратковременные перерывы в работе от 1 до 3 мин, когда выполняются 2-3 физических упражнения.

## 5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Исходная информация для технико-экономической оценки проекта представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Смета на приобретение базовых деталей

Наименование деталей	Потребность в количестве	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
1	2	3	4
Датчик момента	1	300	800
Дифференциал	1	2500	2500
Масляный насос	1	6000	800
Планетарный механизм	1	2000	2000
Подвижные полушкивы	2	300	600
Цепь	1	1500	1500
Электронный блок управления	1	2500	2500
Корпуса	2	800	1600
Крышки	3	100	300
Масляные трубки	2	300	600
Шестерня	2	250	500
Зубчатые колеса	2	250	500
Упорное кольцо	1	30	30
Болт М8	4	20	80
Болт М10	20	25	500
Кольцо В100.50	2	40	80
Подшипник 407	2	300	600
Подшипник 1027310А	2	320	640
Подшипник 308	1	300	300
Итого			16430

Оплата труда по видам работ определяется по формуле [17]

$$Z_{пл_i} = T_i \cdot t_i + Z_d + Z_{соц}, \quad (5.1)$$

где  $T_i$  – время работы рабочего, ч;

$t_i$  – время работы рабочего, ч.;

$Z_d$  – дополнительная заработная плата (3% от основной заработной платы), руб;

$Z_{соц}$  – страховые взносы (для сельскохозяйственных предприятий 20% от основной заработной платы), руб.

На токарных работах

$$Z_{нл_т} = 40 \cdot 4,3 + (40 \cdot 4,3) \cdot 0,03 + (40 \cdot 4,3) \cdot 0,2 = 212 \text{ руб.},$$

На сварочных работах

$$Z_{нл_с} = 40 \cdot 0,9 + (40 \cdot 0,9) \cdot 0,03 + (40 \cdot 0,9) \cdot 0,2 = 44 \text{ руб.},$$

На сверлильных работах

$$Z_{нл_{св}} = 45 \cdot 2,7 + (45 \cdot 2,7) \cdot 0,03 + (45 \cdot 2,7) \cdot 0,3 = 149 \text{ руб.}$$

Суммарная заработная плата с начислениями:

$$Z_{нл} = Z_{нл_т} + Z_{нл_с} + Z_{нл_{св}} \quad (5.2)$$

$$Z_{но} = 212 + 44 + 149 = 405 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию определяются

$$Z_{эл} = P_{эл} \cdot C_{эл}, \quad (5.3)$$

где  $P_{эл}$  – фактический расход энергии, кВт·ч;

$C_{эл}$  – стоимость одного киловатт-часа, руб.

$$Z_{эл} = 33 \cdot 5,50 = 182 \text{ руб.}$$

Накладные расходы определяем по формуле

$$Z_{нак} = Z_{но} \frac{K_{нр}}{100}, \quad (5.4)$$

где  $K_{нр}$  – отчисления на накладные расходы.

$$Z_{нак} = 405 \frac{42}{100} = 170 \text{ руб.}$$

$$K_B = 16430 + 405 + 182 + 170 = 17187 \text{ руб.}$$

Среднегодовой пробег автомобиля ВАЗ - 2190 составляет 30000

километров. Расход топлива на 100 километров базовым автомобилем составляет 7,1 литров, проектным – 6,3 литра.

Проведем сравнительный расчет среднего годового расхода топлива автомобилем базовым и спроектированным по формуле

$$Q_{с.р.} = \frac{q_s S}{100} k, \quad (5.5)$$

где  $S$  - средний годовой пробег автомобиля, км;

$q_s$  - расхода топлива в расчете на 100 км;

$k$  – коэффициент потерь, принимаем  $k=1,075$ .

Средний годовой расход топлива базовым автомобилем составит

$$Q_{б.ср.} = \frac{7,1 \cdot 30000}{100} \cdot 1,075 = 2130 \text{ л.}$$

Средний годовой расход топлива проектируемого автомобиля составит

$$Q_{п.ср.} = \frac{6,3 \cdot 30000}{100} \cdot 1,075 = 1890 \text{ л.}$$

Определяем стоимость израсходованного топлива за год

$$C_{б.} = Q_{п.ср.} C_m, \quad (5.6)$$

где  $C_m$  - стоимость одного литра топлива, руб.

$$C_{б.} = 2130 \cdot 30,2 = 64326 \text{ руб.}$$

$$C_{п.} = 1890 \cdot 30,2 = 57078 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект составит [17]

$$\mathcal{E} = C_{б.} - C_{п.} \quad (5.7)$$

$$\mathcal{E} = 64326 - 57078 = 7248 \text{ руб.}$$

Рассчитываем срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}}, \quad (5.8)$$

где  $K$  - дополнительные капитальные вложения.

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}} = \frac{17187}{7248} = 2,4 \text{ года.}$$

Полученные данные сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Вариант		Разница, +/-
	базовый	проектный	
Расход топлива на 100 км пути, л.	7,1	6,3	-0,8
Дополнительные капитальные вложения, руб.	-	17187	-
Стоимость годового расхода топлива, руб.	64326	57078	-7248
Экономический эффект, руб.	-	7248	-
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.	-	2,4	-

Результаты расчетов показали, что применение разработанной коробки передач приводит к годовой экономии топлива, которая составляет 7248 рублей при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 2,4 года.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведен анализ существующих трансмиссий автомобилей с механическими и автоматическими коробками переменных передач, рассмотрены роботизированные и вариаторные КПП.

Разработана конструкция бесступенчатой коробки переключения передач, определены конструктивные параметры и выполнены прочностные расчеты элементов конструкции.

Разработаны правила по охране труда при эксплуатации автомобиля и рассмотрена экологичность проекта;

Расчет экономической эффективности показал, что применение разработанной коробки передач приводит к годовой экономии топлива, которая составляет 7248 рублей при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 2,4 года.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулиа Н. В., Клоков В. Г., Юрков С. А. Детали машин.. — М.: Издательский центр "Академия", 2004. — С. 416.
2. Кленников, В. М., Ильин, Н. М., Буралев, Ю. В. Автомобиль категории «В»: Учебник для ПТУ. — 3-е, перераб. и доп.. — М.: Транспорт, 2001. — 320 с.
3. Пылаев Б. В. Основы динамики высокомоментных вариаторов. — №7. — Вестник машиностроения, 2004. — С. 16-22.
4. Матасов Е.Б. Механические бесступенчатые передачи нефрикционного типа. — Машиностроение, 2007. — С. 143.
5. Шестопалов, К. С. Легковой автомобиль: Учеб. пособие для подготовки водителей ТС категории "В". — 2-е, испр. и доп.. — М.: Издательство ДОСААФ, 2000. — 240 с.
6. Воронин В.А. Расчёт редукторных механизмов в трансмиссиях автомобилей. Методические указания по курсовому проектированию. Санкт-Петербург, 2010г.
7. Бесступенчатая автоматическая коробка передач Multitronic 01j. Устройство и принцип действия. Программа самообучения 228.
8. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2 т. Т. 2. Учебник для вузов / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов, и др.; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. - 640 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. — 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2006. — 928 с.
10. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. — СПб.: БХВ - Петербург, 2006. — 478 с.: ил.
11. Безопасность жизнедеятельности . Безопасность технологических процессов и производств(Охрана труда). Учеб пособие для вузов/ П.П Кукин, В.Л. Лапин и др.- М.:Высш.шк., 1999.-318с.
12. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьянов А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. — М.: Высш. школа, 1999.-240с.
13. Епифанов Л. И, Епифанова Е. А. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей». М.: Форум: Инфа – М, 2002.-480с.
14. Карагодин В. И., Митрохин Н. Н., « Ремонт автомобилей и двигателей», Москва, И. Ц. Мастерство, 2004.-350с.
15. Косарев С. Н, Волгин С. Н. и др. «Руководство по ремонту». Издательство «Третий Рим», 2008.-256 с.

16. Автомобильные двигатели и автомобили. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, П.Н. Аюгин, Д.Е. Молочников, Р.К. Сафаров, Н.П. Аюгин; Под ред. А.П. Уханова – 2-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – 351с.
17. Власов Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники. -М.: Колос, 2004.- 399 с.
18. Вахламов В.К. Автомобили (Конструкция и эксплуатационные свойства) М.: Академия, 2009. -408.
19. Вахламов В.К. Автомобили (Конструкция и элементы расчета) М.: Академия, 2008. -408.
20. Волгин В.В. Новейший справочник автомобилиста. М.:ЭКСМО, 2007. -640 с.
21. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
22. Дипломное проектирование: Учебно- методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
23. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34с.

# СПЕЦИФИКАЦИИ

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Перв. примеч.						Комплексы					
				1		Станок точильно-шлифовальный	1				
				2		Ларь для отходов	1				
				3		Верстак слесарный	1				
	Справ. №				4		Стеллаж-вертушка для нормаллей	1			
					5		Шкаф для инструментов	1			
					6		Пресс гидравлический	1			
					7		Пресс монтажно-запрессовочный гидравлический	1			
					8		Стеллаж для деталей	2			
					9		Подставка для вывешивания	4			
				10		Подъемник канавный передвижной	1				
Подп. и дата					11		Тележка для транспортировки коробки передач	1			
				12		Кран-балка	1				
				13		Тележка для снятия и установки коробки передач	1				
Инв. № дубл.				14		Ящик для инструмента	1				
				15		Ящик для крепежных деталей	1				
Взам. инв. №				16		Ларь для использованных обтирочных материалов	1				
				17		Ларь для чистых обтирочных материалов	1				
Подп. и дата				18		Гайковерт	1				
						<b>ВКР 23.03.03.155.18.БКПП.01.00.00</b>					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	План специализированного поста					
	Разраб.	Сунгатов А.Р.							Лист	Лист	Листов
	Проб.	Нурмиев А.А.							1	1	2
	Исполн.	Пикциллин Г.В.							Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ заочное отделение группа 3451 с		
	Утв.	Хафизов К.А.				Копировал Формат А4					

