

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация сцепления.

Студент

Жмаев Г.М.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Скутнев В.М.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Капрова В.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Фесина М.И.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Егоров А.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Яценко Н.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект отражает современные технологические решения и требования, применяемые к конструкции фрикционных сцеплений легковых автомобилей, проводится обзор конструкций сцеплений и современных конструктивных решений, связанных с проблемой износа фрикционных накладок.

Главная цель дипломного проекта заключается в решении следующих поставленных задач:

- обеспечение большого резерва износа фрикционных накладок;
- обеспечение малого хода выключения сцепления и неизменного усилия на педаль в течение всего срока службы;
- обеспечение технологичности сборки с наименьшими материальными вложениями.

Раздел «Состояние вопроса» включает в себя такие подразделы, как назначение, требования к конструкции, классификация сцеплений. Приводится анализ современных популярных конструкций и тенденции развития в области увеличения срока службы сцепления. В заключение приводится выбор и обоснование принятого варианта конструкции сцепления.

В конструкторской части дипломной работы выполнен тяговый расчет автомобиля ВАЗ-2190 «Granta», расчет общих параметров сцепления, произведен расчет необходимого зажимного усилия диафрагменной пружины, расчет демпфера крутильных колебаний. Разработана конструкция саморегулирующегося сцепления с системой компенсации износа фрикционных накладок на основе конструкции сцепления фирмы Luk.

Технологическая часть отражает технологическую карту сборки саморегулирующегося сцепления, рассматриваются технологии по изготовлению деталей и их сборку.

Раздел «Безопасность и экологичность технического объекта» состоит из технологического паспорта технического объекта. К нему прилагаются производственные и эксплуатационные риски, возникающие на производстве и мероприятия по минимизации возникновения данных рисков на технологических процессах.

В экономическом разделе рассчитываются затраты на производство модернизируемого сцепления, определение точки безубыточности при производстве нового агрегата, рассчитывается коммерческая и общественная эффективность.

Дипломный проект насчитывает 91 листов, графическая часть состоит из 10 листов формата А1.

ABSTRACT

This graduation project presents modern technological solutions and requirements applied to the construction of car friction clutches, the overview of the clutch designs and modern design solutions related to the wear of friction linings problem is provided.

The section «State-of-the-art review» includes such sub-sections as “Applicability”, “Design requirements”, “The classification of clutch’s constructions”. Then we analyze popular modern designs and trends in the development of the clutch’s service life. Finally, we make a choice and justification of accepted design version.

In the design part we present a traction performance calculation of «GRANTA SEDAN», the calculation of clutch’s main parameters, and of diaphragm spring tightening effort, as well as the calculation of torsion vibration damper. Eventually, we have developed the design of the «Self-Adjusting Clutch» based on a design by German «LuK» company.

The technological section presents the technological map of the self - adjusting clutch assembling, the technologies for the parts manufacture and their assembly are considered.

In the economic section, we calculate the manufacturing charges of the clutch, being upgraded, define the break-even point of our project. Finally, we do the calculation of commercial and social efficiency.

The section "Safety and sustainability of the technical object" consists of a technological passport of a technical object. It is accompanied by industrial and operational risks arising in the production and activities to minimize the occurrence of these risks in technological processes.

The graduation project consists of an explanatory note on 91 pages and the graphic part on 10 A1 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Состояние вопроса.....	8
1.1 Назначение сцепления автомобиля.....	8
1.2 Требования к конструкциям фрикционных сцеплений.....	8
1.3 Классификация конструкций сцепления автомобилей.....	9
1.4 Тенденции развития и обзор популярных конструкций.....	10
1.5 Выбор принимаемого варианта конструкции и его обоснование...	19
2 Защита интеллектуальной собственности.....	23
3 Конструкторская часть.....	24
3.1 Анализ тягово – динамических характеристик автомобиля.....	24
3.1.1 Утверждение исходных данных.....	24
3.1.2 Полная масса автомобиля.....	24
3.1.3 Определение статического радиуса колеса.....	25
3.1.4 Коэффициент обтекаемости автомобиля.....	25
3.1.5 Расчет лобовой площади автомобиля.....	25
3.1.6 Коэффициент сопротивления качению на наивысшей скорости..	25
3.1.7 Определение внешнескоростной характеристики двигателя.....	26
3.1.8 Определение передаточных чисел трансмиссии.....	28
3.2 Расчет механизма сцепления.....	31
3.2.1 Исходные данные для расчета.....	31
3.2.2 Расчет основных параметров сцепления.....	31
3.2.3 Статические критерии нагруженности.....	35
3.2.4 Расчет нажимного диска.....	36
3.2.5 Расчет диафрагменной пружины.....	37
3.2.6 Расчет шлицев ведомого вала сцепления.....	38
3.2.7 Расчет пружин демпфера крутильных колебаний.....	39
4 Технологическая часть.....	41
4.1 Выбор и обоснование технологического процесса сборки.....	41

4.2	Список сборочных работ.....	42
4.3	Трудоемкость процесса сборки и тип производства.....	44
4.4	Организация формы сборки.....	45
4.5	Технологический маршрут сборки ведущего диска сцепления.....	46
5	Анализ экономической эффективности проекта.....	49
5.1	Расчет затрат на модернизацию проектируемого сцепления.....	49
5.2	Определение точки безубыточности.....	55
5.3	Расчет коммерческой эффективности проекта.....	58
5.4	Расчет общественной эффективности проекта.....	61
5.4.1	Расчет экономии средств от повышения долговечности.....	61
5.5	Анализ проведенных расчетов и вывод.....	65
6	Безопасность и экологичность проекта.....	67
6.1	Характеристики технического объекта.....	67
6.2	Выявление профессиональных рисков.....	71
6.3	Методы и средства, направленные на снижение профессиональных рисков.....	72
6.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	74
6.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	76
6.6	Заключение по разделу «Безопасность и экологичность проекта».....	77
	Заключение.....	79
	Список использованных источников.....	81
	Приложения.....	84
	Приложение А.....	84
	Приложение Б.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильной промышленности в Российской Федерации на сегодняшний день уделяется пристальное внимание. С попаданием на рынок иностранных производителей и стремительным ужесточением экологических норм и требований безопасности, инженеры обязаны совершенствовать конструкции агрегатов и систем автомобиля, улучшать их эксплуатационные характеристики.

Современные способы электронно-вычислительных исследований позволяют на начальной стадии проектирования узлов и агрегатов автомобиля расчетным путем обеспечивать необходимые конструкторам функциональные характеристики.

При проектировании сцепления легкового автомобиля исходят из назначения и применения автомобиля. Рассматриваются основные характеристики, производятся расчеты на прочность и износ деталей сцепления. Задачей конструктора является в сжатые сроки рассмотреть все возможные достоинства и недостатки различных вариантов конструкций, сформулировать и обосновать такой вид конструкции, который обеспечивал бы положительный экономический эффект и безопасность технологических процессов при изготовлении, сборке и эксплуатации.

В данной дипломной работе представлено саморегулирующееся фрикционное однодисковое сцепление с механизмом компенсации износа накладок. Эксплуатация этого сцепления позволит увеличить срок его службы и повысить комфортность вождения.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение сцепления автомобиля

Назначение сцепления заключается в кратковременном разобщении коленчатого вала двигателя от трансмиссии и последующего их соединения, необходимого для мягкого трогания автомобиля и переключения передач во время движения, а также защиты элементов трансмиссии от чрезмерных нагрузок и гашения возникающих в процессе работы колебаний. [1]

1.2 Требования к конструкциям фрикционных сцеплений

Сцепление представляет собой самостоятельный механизм, к конструкции которого помимо стандартных технических требований (простота и надежность конструкции, долговечность, малая масса, низкая трудоемкость при обслуживании) предъявляются следующие требования:

- передача крутящего момента от ведущих деталей к ведомым деталям сцепления в любых условиях эксплуатации автомобиля;
- передача крутящего момента в прямом и обратном направлении. Это необходимо для торможения двигателем и запуска двигателя буксировкой автомобиля;
- быстрое включение и полное разобщение поверхностей трения;
- плавность включения;
- возможность длительного буксования;
- минимальный момент инерции ведомых элементов;
- нормальный режим работы при тепловых нагрузках;
- уравновешенность вращающихся масс;
- защита трансмиссии и двигателя автомобиля от перегрузок инерционным моментом;
- безотказность при длительной эксплуатации;
- легкость и удобство управления.

1.3 Классификация конструкций сцепления автомобиля

а. По характеру связи ведущей и ведомой частями – фрикционные, гидравлические и электромагнитные. Наиболее популярные - фрикционные сцепления, у которых крутящий момент передается на ведомые детали с помощью сил трения (Рисунок 1.1), гидравлические – благодаря непрерывному потоку жидкости, а у электромагнитных – через металлический порошок, соединения которого образуют магнитное поле.

б. По форме деталей, образующих поверхности трения – дисковые, конусные и цилиндрические. В современном автомобилестроении нашли применение только дисковые сцепления.

в. По числу ведомых дисков – одно-, двух- и многодисковые. Двухдисковые сцепления (Рисунок 1.2) применяются на грузовых автомобилях и легковых автомобилях с компактной механической коробкой передач с автоматическим управлением. Их применение позволяет передавать большой крутящий момент увеличением площади поверхностей трения без изменения диаметра поверхности трения.

г. По состоянию трущихся поверхностей – сухие и мокрые (работают в масляной ванне). Однодисковые сцепления используют сухое трение, многодисковым же необходима масляная ванна для предотвращения перегрева и деформации трущихся деталей.

д. По способу создания усилия для включения сцепления – пружинные, центробежные (полуцентробежные). В пружинных сцеплениях применяются центральные витые и диафрагменные пружины, расположенные по периферии. Центробежные (полуцентробежные) применяются с центробежными грузиками и основной пружиной и используются крайне редко в силу своей сложности конструкции и большой стоимости.

- е. По способу управления:
 - с принудительным управлением, т.е. полностью зависимые от действий водителя;
 - с автоматизированным управлением, которые имеют автоматические устройства, позволяющие управлять процессом трогания автомобиля с места;
 - автоматические сцепления, увеличивающие передаваемый крутящий момент с ростом частоты вращения коленчатого вала двигателя.
- [2]

1.4 Тенденции развития и обзор популярных конструкций

На заре автомобилестроения на автомобилях устанавливалось ленточное сцепление, в которых металлическая лента охватывала металлический барабан. Отличительная черта данного вида сцепления заключалась в том, что оно было постоянно выключено и включалось при перемещении рычага. Основным недостатком этой конструкции сцепления была необходимость в использовании сложных регулировочных узлов, которые применялись с целью компенсировать изнашивание рабочей поверхности.

С внедрением в автомобилестроение коробок передач со скользящими шестернями, появился такой вид сцепления, как конусный. В отличие от ленточного типа, конусные сцепления находились во включенном состоянии благодаря специальной пружине, и выключались, когда водитель нажимал педаль и тем самым сжимал пружину.

Главным недостатком у конусного сцепления был значительный момент инерции в ведомых элементах, который после выключения сцепления вращался длительное время, препятствуя переключению передач.

В процессе развития автомобилестроения появляются многодисковые сцепления, работающие в масляной ванне, которые в итоге пришли на замену

конусным. Главной их особенностью было большое число поверхностей трения, что обеспечивало хорошую плавность при включении. Однако такой барабан с большим количеством дисков обладал большим моментом инерции. Кроме того, при отрицательных температурах окружающей среды масло загустевало, происходило слипание дисков, что не позволяло сцеплению выключаться. [3]

Следующей стадией в развитии конструкции сцепления явилось сухое многодисковое сцепление. Ведущие диски были снабжены фрикционными накладками, приклепанными с обеих сторон. Несмотря на преимущество фрикционных материалов, там сохранялся основной недостаток многодисковых сцеплений – большой момент инерции ведомых элементов. Возникает и другой недостаток: в результате трения поверхностей дисков, расположенных между фрикционными обшивками, обладающими низкой теплопроводностью, накладки быстро и сильно нагревались, что приводило к пробуксовке и уменьшало долговечность накладок.

С начала XX века на автомобилях начинают применять однодисковые сцепления. Со временем они получили признание конструкторов и практически вытеснили все остальные конструкции автомобильных сцеплений.

а. Сухое однодисковое сцепление

подавляющее большинство современных автомобилей оснащены сухими однодисковыми сцеплениями. Оно состоит из следующих элементов и деталей:

- кожух;
- нажимной диск;
- ведомый диск;
- выжимной подшипник;
- вилка выключения сцепления.

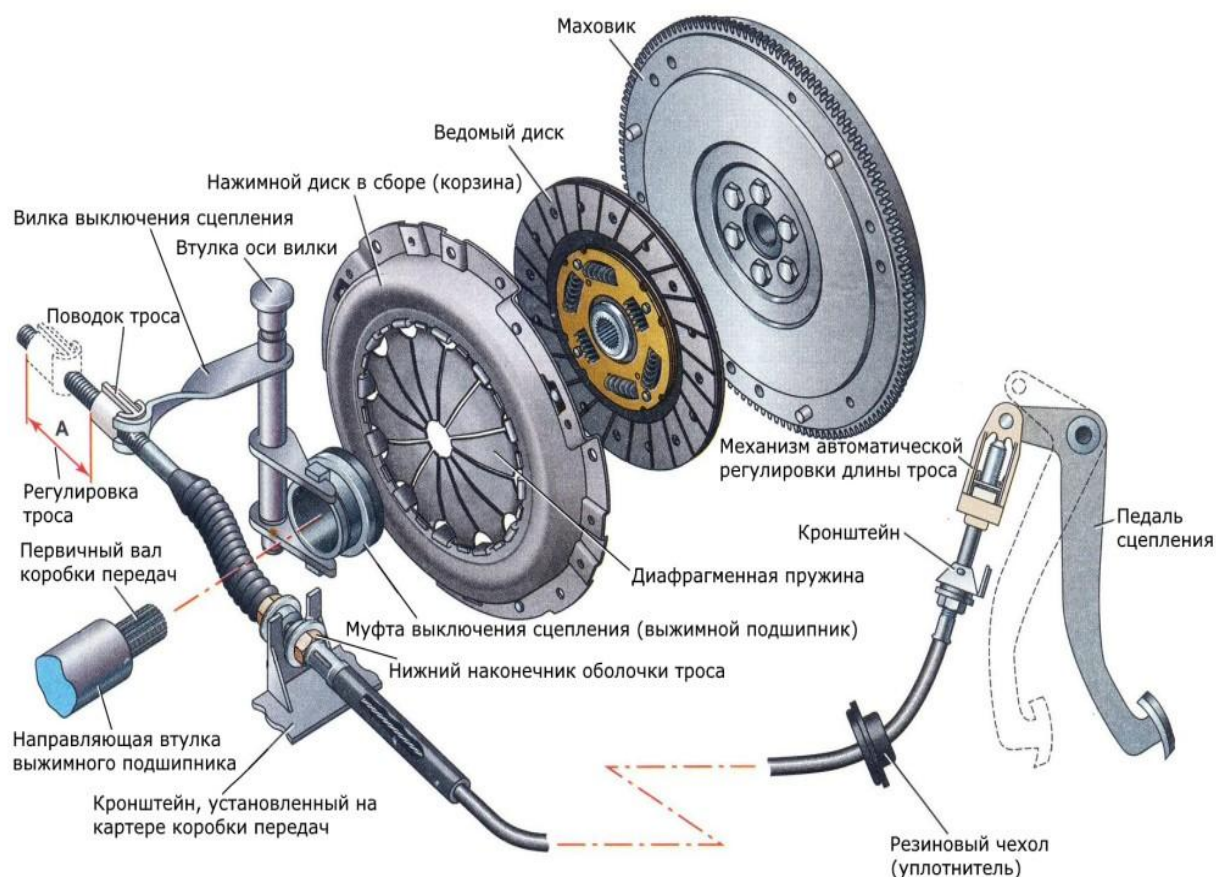


Рисунок 1.1 – Устройство однодискового фрикционного сцепления с механическим тросовым приводом

Если сцепление включено, нажимной диск под действием диафрагменной пружины прижимает ведомый диск к маховику и крутящий момент передаётся от двигателя к коробке передач.

При нажатии на педаль сцепления с помощью привода происходит перемещение вилки сцепления. Она перемещает выжимной подшипник, который воздействует на центральную часть диафрагменной пружины. Выгибаясь, она отводит нажимной диск от ведомого, освобождая его. В результате двигатель оказывается отсоединённым от коробки передач.

На ведомом диске на его периферийной части с обеих сторон закреплены приклёпаны фрикционные накладки. Ступица имеет отверстие со шлицами. С их помощью ведомый диск соединяется с первичным валом коробки передач. Периферийная часть соединяется с центральной через демпферные пружины, расположенные по окружности.

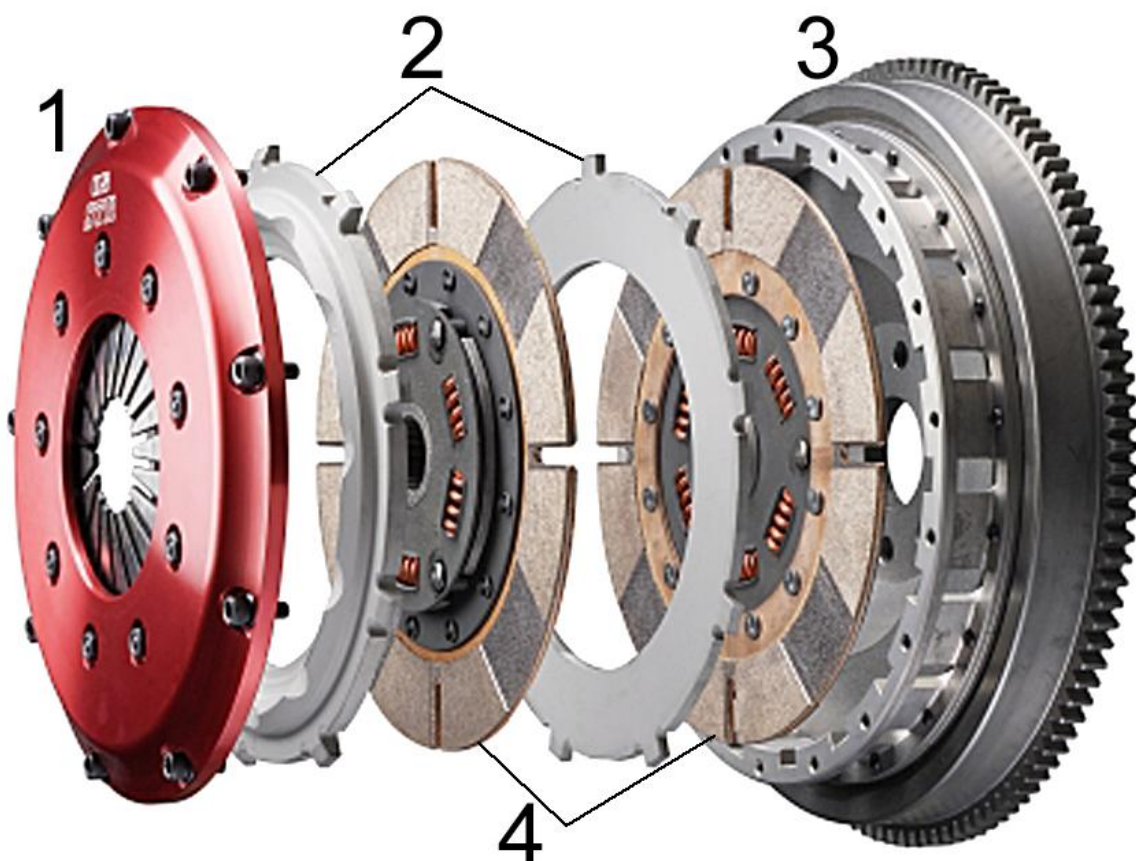
Пружины необходимы для обеспечения плавной работы сцепления и гашения крутильных колебаний. Нажимная плита соединяется с кожухом сцепления с помощью упругих пластин, расположенных по касательной к внешней окружности диска. Диафрагменная пружина своей внешней частью крепится кожуху, а на её центральную часть нажимает при выключении сцепления выжимной подшипник.

б. Многодисковые сцепления

На автомобилях с мощными двигателями могут применяться двухдисковые сцепления, позволяющие передавать большой крутящий момент при небольших размерах устройства.

В сцеплении используются два ведомых диска, установленных последовательно через промежуточный диск. Число поверхностей трения при этом увеличивается до четырёх. Стоит заметить, что двухдисковое сцепление встречается не очень часто из-за высокой технической сложности и стоимости. На сегодняшний день лишь ограниченное количество компаний занимаются его производством.

На легковых автомобилях двухдисковые сухие сцепления используют в компактных механических коробках передач с автоматизированным управлением. Конструкция сцепления и его привода, а также конструкция механизма КП позволяет управлять переключением передач в коробке без разрыва потока мощности.



1- кожух с лепестковой диафрагменной пружиной; 2- нажимной диск;
 3- маховик; 4- ведомый диск сцепления со ступицей, демпфером и
 фрикционными накладками

Рисунок 1.2 – Двухдисковое сцепление грузового автомобиля

в. Сцепление с автоматической компенсацией износа накладок ведомого диска

В процессе эксплуатации сцепления фрикционные накладки имеют свойство изнашиваться. Это приводит к тому, что диафрагменная пружина изменяет свое положение и увеличивает усилие включения сцепления. По определению рабочий ход диафрагменной пружины конструктивно задает и максимально возможную толщину фрикционных накладок. Следовательно, путем увеличения толщины накладок, повышения долговечности сцепления добиться невозможно.

В середине 90-ых годов решением данной проблемы явилось появление саморегулирующихся сцепления. Современный рынок автомобильных

сцеплений предлагает три принципиально и конструктивно похожих вариантов исполнения саморегулирующихся сцеплений:

- SAC от немецкой компании Luk;
- XTend от немецкого концерна ZF Sachs;
- SAT от французской фирмы Valeo.

Данные модификации обеспечивают снижение и постоянство выжимного усилия в течение всего срока службы. Этот факт значительно повышает долговечность сцепления и дает возможность применения на большинстве пассажирских и грузовых автомобилях .

Саморегулирующееся сцепление SAC (Рисунок 1.3) включает диафрагменную пружину, которая опирается на специальную диафрагменную пружину, получившую название «сенсорная». Сенсорная пружина конструктивно схожа с диафрагменной пружиной, но имеет лепестки несколько укороченной длины. Над диафрагменной пружиной устанавливается регулировочное кольцо, которое имеет двенадцать клиньев и закреплено в кожухе тремя пружинами.

Сенсорная пружина имеет постоянную силовую характеристику, величина которой соответствует усилию срабатывания нового сцепления. По мере износа накладок, нажимное усилие на сенсорную диафрагменную пружину увеличивается, ее лепестки прогибаются. Регулировочное кольцо под действием пружин проворачивается и за счет клиньев компенсирует возникающий зазор.

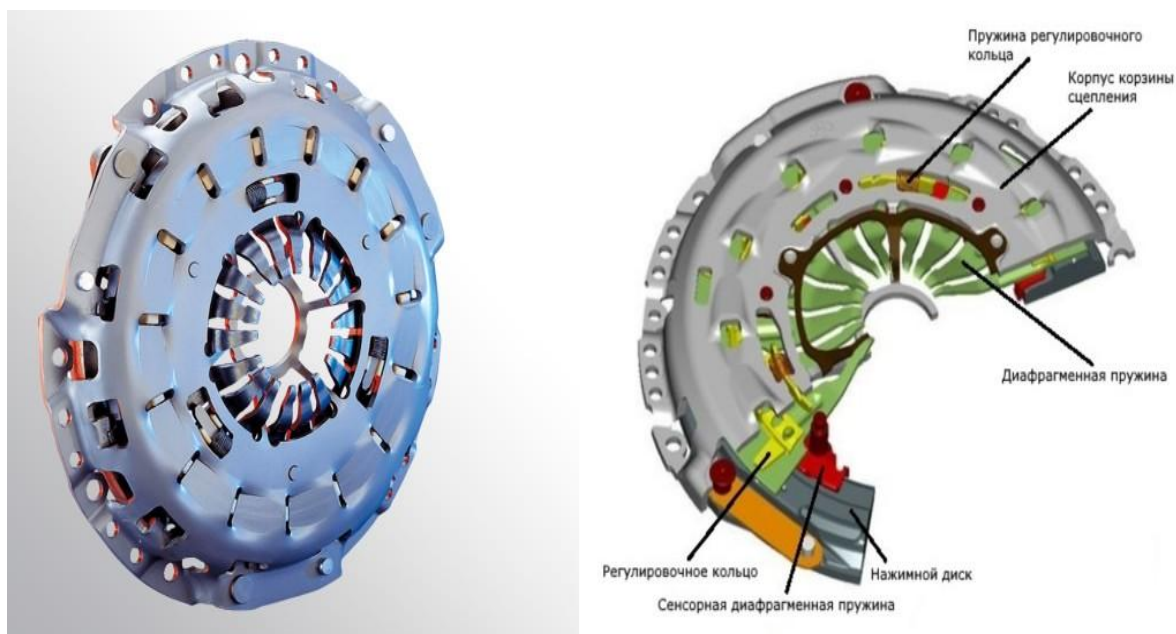


Рисунок 1.3 – Общий вид и элементы конструкции саморегулирующегося сцепления SAC

Механизм компенсации износа фрикционных накладок, выполненный по технологии XTend (Рисунок 1.4), имеет другую конструкцию. Он расположен между диафрагменной пружиной и нажимным диском и включает два установочных кольца, пружинную защелку и ограничитель на корпусе сцепления. Кольца установлены друг на друга и соединены с корпусом пружиной натяжения. По окружности колец выполнено несколько клиновидных ползунов, которые закреплены пружиной растяжения.

Ограничитель на корпусе сцепления позволяет фиксировать износ фрикционных накладок. Пружинная защелка перемещается над кольцами на величину износа до ограничителя. Верхнее установочное кольцо благодаря пружине растяжения перемещается по клиновидному ползуну. Пружинная защелка фиксируется в приподнятом положении. При выключении сцепления нижнее установочное кольцо за счет пружины натяжения проворачивается и фиксирует верхнее кольцо. Таким образом, компенсируется величина износа, а диафрагменная пружина остается в неизменном положении.



Автоматическая компенсация износа Xtend®

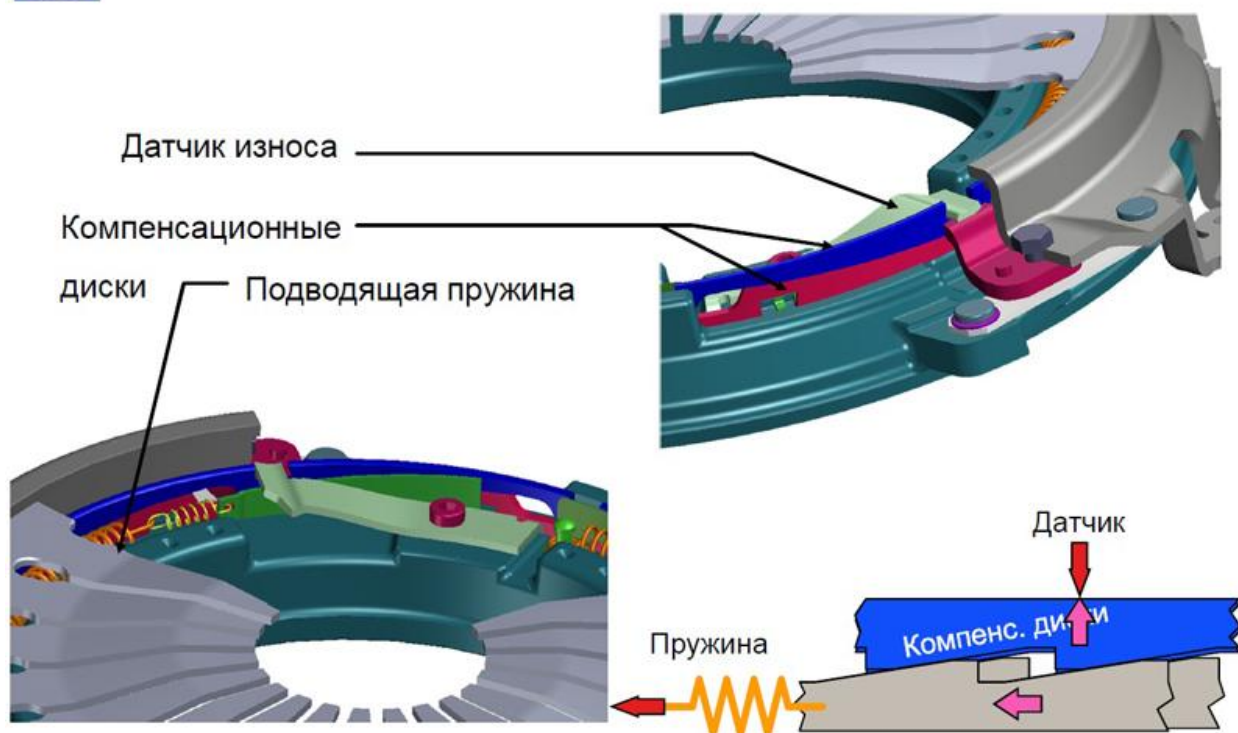


Рисунок 1.4 - Особенности конструкции саморегулирующегося сцепления XTend

Саморегулирующееся сцепление SAT (Self - Adjusting Technology) (Рисунок 1.5) обеспечивает компенсацию износа накладок ведомого диска благодаря специальному храповому механизму. Между диафрагменной пружиной и нажимным диском располагается опорное кольцо конической формы. При выявлении износа кольцо проворачивается по конической поверхности. На кольце закреплен зубчатый сектор, который вращает червяк. На одной оси с червяком расположено храповое колесо. Фиксацию колеса осуществляет собачка, за счет чего фиксируется положение опорного кольца и соответственно компенсируется износ накладок. [4]



Рисунок 1.5 – Особенности конструкции саморегулирующегося сцепления SAT

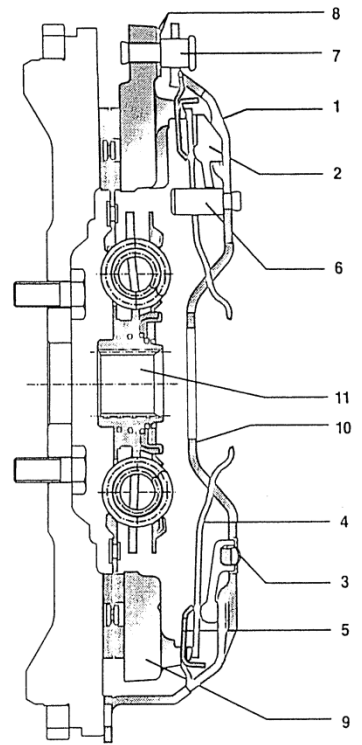
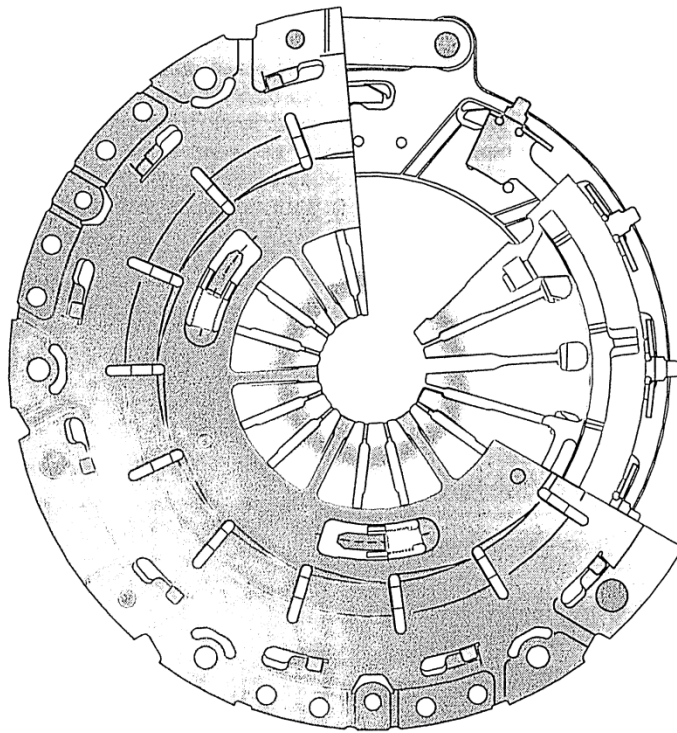
1.5 Выбор принимаемого варианта конструкции и его обоснование

В течение последних 20-ти лет промышленные технологии шагнули далеко вперед. Вместе с технологиями повысились требования к узлам и агрегатам автомобилей, направленные на увеличение их срока службы. Одним из главных составляющих современного автомобиля, пользующегося спросом и доверием у покупателей, являются удобство и комфортность управления.

Предлагается заменить штатный ведущий диск сцепления на ведущий диск от саморегулирующегося сцепления, спроектированный на основе разработок немецкой фирмы Luk. (Рисунок 1.6).

В сцеплении, оборудованном системой компенсации износа накладок, распознается увеличение силы выключения, обусловленное износом, и происходит принудительная компенсация уменьшения толщины накладок. Главным отличием от обычного сцепления является установка диафрагменной пружины не жестко на кожухе, а через сенсорную пружину. Эта пружина имеет широкий диапазон с почти константным усилием, в отличие от весьма дегрессивной основной диафрагменной пружины.

Горизонтальный диапазон сенсорной пружины устанавливается немного выше необходимого усилия выключения. Пока усилие выключения меньше, чем удерживающее усилие сенсорной пружины, вращающаяся опора основной пружины при выключении остается в прежней позиции. Если в результате износа накладок усилие выключения увеличивается, сила реакции сенсорной пружины превышает и поворотная опора смещается в сторону маховика настолько, чтобы усилие выключения было равно усилию сенсорной пружины. Между поворотной опорой и кожухом после смещения сенсорной пружины возникает зазор, который может компенсироваться, например, клином.



- 1 – кожух; 2 – регулировочное кольцо; 3 – нажимная пружина;
 4 – диафрагменная пружина; 5 – сенсорная пружина; 6,7 – палец;
 8 – пластинчатая пружина; 9 – нажимной диск; 10 – упор;
 11- ведомый диск.

Рисунок 1.6 – Саморегулирующееся сцепление фирмы Luk

Конструкция силового сенсора, оборудованного клиновой системой компенсации толщины, показана на Рисунке 1.7. По сравнению с традиционным сцеплением в нее добавлены лишь сенсорная пружина и ступенчатое кольцо.

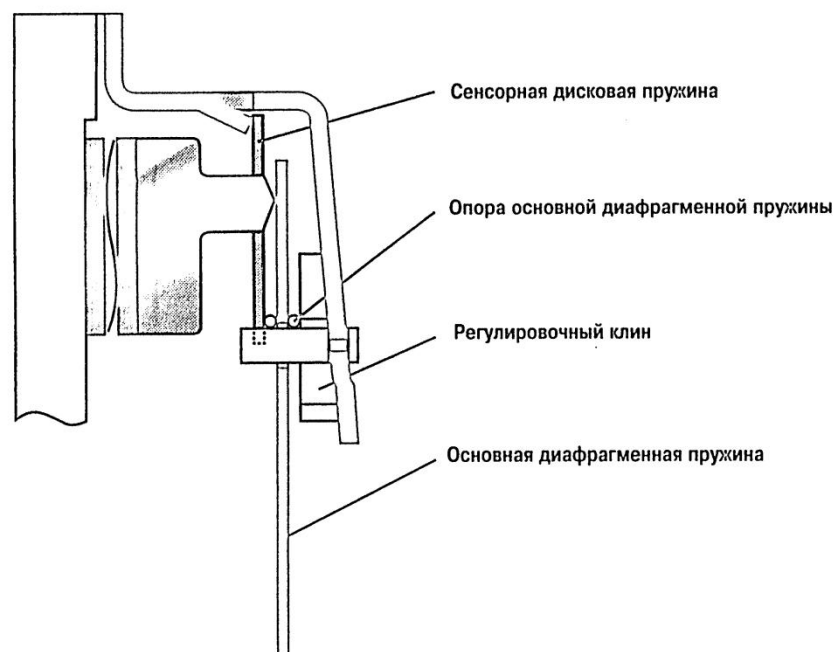


Рисунок 1.7 – Конструкция силового сенсора

Сенсорная пружина своей внешней частью устанавливается в кожухе и вместе с язычками образует опору для основной диафрагменной пружины. Клинья, выполняя роль регулировочных элементов, расположены по окружности. 12 ступеней пластикового кольца соответствуют ответным ступеням в кожухе сцепления. Ступенчатое кольцо подпружинивается тремя маленькими нажимными пружинами по окружности, чтобы при смещении сенсорной дисковой пружины клинья могли заполнять появляющийся зазор между пружиной и кожухом.

Усилие выключения саморегулирующегося сцепления намного ниже и практически не изменяется в течение всего срока службы (Рисунок 1.8).

Еще одним преимуществом является большой резерв износа, зависящий не от длины характеристики диафрагменной пружины, как это происходит в традиционных сцеплениях, а от высоты ступеней. Резерв может быть увеличен на 4 мм для сцеплений легковых автомобилей. Тем самым сделан решающий шаг в направлении увеличения срока службы сцепления.

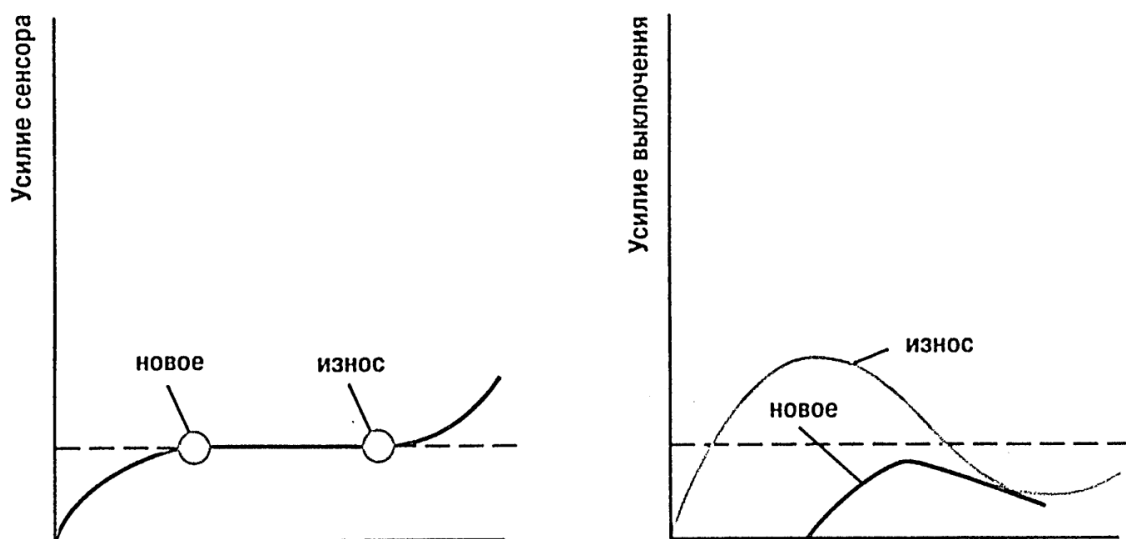


Рисунок 1.8 – Диаграмма выключения сцепления с новыми и изношенными фрикционными накладками

Внедрение нового агрегата непосредственно повлияет увеличение жизненного цикла фрикционных накладок. Неизменное постоянное усилие на педаль в течение всего срока службы и малый ход выключения сцепления позволят повысить удобство и комфортабельность управления, что скажется на конкурентоспособности и повышении спроса на автомобили марки Lada.

2 Защита интеллектуальной собственности

Защита интеллектуальной собственности не предусмотрена.

3 Конструкторская часть

3.1 Анализ тягово – динамических характеристик автомобиля

3.1.1 Утверждение исходных данных

Колесная формула – 4х2;

Количество человек – $n = 5$ (чел.);

Длина автомобиля (L_a) = 4260 мм;

Ширина автомобиля (B_a) = 1700 мм;

Высота автомобиля (H_a) = 1500 мм;

Снаряженная масса автомобиля – $M_{сн.} = 1065$ кг;

Выбор параметров шин: 185/65 R 14;

Коэффициент аэродинамического сопротивления – $C_x = 0,30$;

Коэффициент сопротивления качению – $f_0 = 0,012$;

Наивысшая скорость – $V_{max} = 176$ км/ч (49 м/с);

Наивысшая частота вращения коленчатого вала – $\omega_{max} = 586$ с⁻¹ (5600 об/мин);

КПД трансмиссии – $\eta_{тр} = 0,92$;

Число передач – 5.

3.1.2 Полная масса автомобиля

$$M_{полн.} = M_{сн.} + M_{ч} \cdot (N) + M_{б}, \quad (3.1)$$

где $M_{сн.}$ – снаряженная масса автомобиля;

$M_{ч}$ – масса одного человека (75кг.);

$M_{б}$ – масса багажа на одного человека (10 кг.);

N – количество пассажиров вместе с водителем.

$$M_{полн.} = 1065 + 75 \cdot 5 + 50 = 1490 \text{ кг.}$$

3.1.3 Статический радиус колеса автомобиля

$$r_{ст} = 0,5 \cdot d_{вн.} + \lambda_z \cdot H, \quad (3.2)$$

где $d_{вн.} = 14$ – внутренний диаметр шины, дюймы (0,356 м);

$\lambda_z = 0,86$ – коэффициент вертикальной деформации шины;

$H_{ш.} / B_{ш.} = 65$ – соотношение высоты профиля шины к её ширине, %;

$B_{ш.} = 0,185$ – ширина профиля шины, м;

$H_{ш.} = 65 \cdot 0,185 = 0,120$ – высота профиля шины, м.

$$R_{ст} = 0,5 \cdot 0,356 + 0,86 \cdot 0,120 = 0,28 \text{ м}$$

$$R_{ст} \approx R_d \approx R_{ш.} = 0,28 \text{ м},$$

где $R_{ш.}$ – радиус качения шины.

3.1.4 Коэффициент обтекаемости автомобиля

$$K_{обт.} = \frac{C_x \cdot \rho}{2}, \quad (3.3)$$

где C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления;

$\rho = 1,293$ – плотность воздуха при нормальных условиях, кг / м³.

$$K_{обт.} = \frac{0,30 \cdot 1,293}{2} = 0,194$$

3.1.5 Расчет лобовой площади автомобиля

$$F = 0,8 \cdot B_a \cdot H_a \quad (3.4)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,7 \cdot 1,5 = 2,04 \text{ м}^2$$

3.1.6 Коэффициент сопротивления качению при наивысшей скорости

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{2000}\right) \quad (3.5)$$

$$f = 0,012 \cdot \left(1 + \frac{49^2}{2000}\right) = 0,027$$

3.1.7 Определение внешнескоростной характеристики двигателя

Для расчета внешнескоростной характеристики необходимо в первую очередь определить величину мощности двигателя при наивысшей скорости движения автомобиля, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} (G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{C_x}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{max}^3), \quad (3.6)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дорожного покрытия на наивысшей скорости.

Коэффициент сопротивления дорожного покрытия на наивысшей скорости для легковых автомобилей принимают равным коэффициенту сопротивления качению при наивысшей скорости.

$$\psi_v = f = 0,027$$

$G_a = M_{полн.} \cdot g$ – полный вес автомобиля, Н;

$\rho = 1,293$ – плотность воздуха при нормальных условиях, кг / м³.

$$\begin{aligned} N_v &= \frac{1}{0,92} \cdot (1490 \cdot 9,81 \cdot 0,027 \cdot 49 + \frac{0,3}{2} \cdot 1,293 \cdot 2,04 \cdot 49^3) = \\ &= 71629 \text{ Вт} \approx 71,63 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Далее производится расчет максимальной мощности двигателя по формуле:

$$N_{max.} = \frac{N_v}{A_1 \cdot \lambda + A_2 \cdot \lambda^2 - \lambda^3}, \quad (3.7)$$

где $A_1 = A_2 = 1$ – коэффициенты для карбюраторного двигателя;

$\lambda = \omega_v / \omega_N$ – отношение угловой скорости коленчатого вала при наивысшей скорости к угловой скорости коленчатого вала при наивысшей мощности.

Принимаем $\lambda = 1,12$

$$\text{Тогда, } \omega_N = \frac{\omega_V}{\lambda} = \frac{586}{1,12} = 523 \text{ с}^{-1}$$

$$N_{\max.} = \frac{71629}{1 \cdot 1,12 + 1 \cdot 1,12^2 - 1,12^3} = 73882 \text{ Вт} \approx 73,88 \text{ кВт}$$

Расчет текущего значения мощности двигателя при заданном текущем значении угловой скорости вращения коленчатого вала выполняем по методу профессора С.Р. Лейдермана (расчет и воспроизведение внешней скоростной характеристики по координатам точки N_e).

$$N_e = N_{\max.} \cdot \left[A_1 \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + A_2 \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N}^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (3.8)$$

где ω_e – текущее значение угловой скорости коленчатого вала.

Текущее значение величины крутящего момента рассчитывается по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.9)$$

Минимальную угловую скорость вращения коленчатого вала двигателя примем равной: $\omega_{\min} = 100 \text{ с}^{-1}$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3.1

Таблица 3.1 – Внешнескоростная характеристика двигателя

Угловая скорость, с^{-1}	100	197	245	294	342	391	439	487	523	586
Текущая мощность, кВт	16,31	36,16	46,18	51,75	59,25	65,68	70,18	72,91	73,88	71,62
Текущий крутящий момент, Н·м	96,21	121,23	132,21	139,83	142,12	144,89	145,12	138,58	131,91	120,83

По данным таблицы строим график внешнескоростной характеристики двигателя (см. Приложение А).

3.1.8 Определение передаточных чисел

Передаточное число главной передачи U_0 рассчитывается для режима наивысшей скорости автомобиля по следующей формуле:

$$U_0 = \frac{R_{ш.}}{U_i} \cdot \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}}, \quad (3.10)$$

где ω_{\max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя;

U_i – передаточное число той передачи, на которой достигается наивысшая скорость автомобиля.

$$U_0 = \frac{0,28}{0,78} \cdot \frac{586}{49} = 4,29$$

Минимальное значение передаточного числа первой передачи определяется из следующего неравенства:

$$U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot R_{ш.}}{M_{\max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0}, \quad (3.11)$$

где M_{\max} – максимальный эффективный момент двигателя, Н · м;

$\psi_{\max} = \alpha_{\max} + f_0 = 0,35 + 0,012 = 0,362$ – максимальный коэффициент сопротивления дорожного покрытия.

$$U_1 \geq \frac{14617 \cdot 0,362 \cdot 0,28}{145,12 \cdot 0,92 \cdot 4,29} \geq 2,59$$

Максимальное значение передаточного числа первой передачи определяется исходя из недопустимости буксования ведущих колес. Это достигается превышением значения силы сцепления колес с дорожным покрытием над силой тяги автомобиля на первой передаче:

$$U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot R_{\text{ш.}}}{M_{\text{max}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0}, \quad (3.12)$$

где $G_{\text{сц}} = M_{\text{полн.}} \cdot G = 9 \cdot 1490 = 13410 \text{ Н}$ – сцепной вес автомобиля;

$\varphi = 0,8$ – коэффициент сцепления ведущих колес автомобиля с дорожным покрытием.

$$U_1 \leq \frac{13410 \cdot 0,8 \cdot 0,28}{145,12 \cdot 0,92 \cdot 4,29} \leq 5,24 \quad (3.13)$$

Выбираем передаточное число из рассчитанного диапазона $U_1 = 3,72$ и рассчитываем передаточные числа для промежуточных передач и передачи заднего хода:

$$U_{\text{II}} = \sqrt[4]{(U_1 \cdot U_V)^3} = \sqrt[4]{(3,72 \cdot 0,78)^3} = 2,18 \quad (3.14)$$

$$U_{\text{III}} = \sqrt[4]{(U_1 \cdot U_V)^2} = \sqrt[4]{(3,72 \cdot 0,78)^2} = 1,49 \quad (3.15)$$

$$U_{\text{IV}} = \sqrt[4]{(U_1 \cdot U_V)} = \sqrt[4]{3,64 \cdot 0,78} = 1,06 \quad (3.16)$$

$$U_V = 0,78$$

$$U_{\text{зх}} = 1,3 \cdot U_1 = 1,3 \cdot 3,72 = 4,84 \quad (3.17)$$

В соответствии с рассчитанными параметрами передаточных чисел определим значения скорости автомобиля для каждой передачи с учетом текущего заданного значения угловой скорости вращения коленчатого вала:

$$V = \frac{R_{\text{ш.}} \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_i} \quad (3.18)$$

Результаты сведем в таблицу 3.2

Таблица 3.2 – Скорость автомобиля на конкретной передаче

Угловая скорость, с ⁻¹	Текущая скорость на i-той передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
100	1,42	2,97	4,34	6,40	7,69
148	2,37	4,62	6,84	9,87	11,85
197	3,31	6,33	9,22	13,51	16,38
245	4,24	8,99	11,59	17,11	20,14
294	5,16	9,87	13,93	20,64	24,95
342	6,09	11,51	15,96	24,12	28,76
391	6,94	13,26	18,63	27,79	33,74
439	7,97	14,88	21,67	31,34	37,68
487	8,82	16,58	24,02	34,87	42,58
523	9,78	18,45	26,49	38,46	46,95
586	10,73	20,09	28,94	42,08	49,0

По данным таблицы строим график скоростей на разных передачах (см. Приложение А).

Математические расчеты характеристик автомобиля (динамический фактор, ускорения автомобиля, мощностной баланс, топливная экономичность), являющиеся неотъемлемой частью тягово – динамического расчета, в данном дипломном проекте не отражены из – за отсутствия необходимости в использовании этих параметров для расчета механизма сцепления. Однако, с целью соблюдения структуры раздела, данные характеристики выполнены в графическом виде. (см. Приложение А)

3.2 Расчет механизма сцепления

3.2.1 Принятие исходных данных

$M_{\text{полн.}} = 1490$ кг – полная масса автомобиля;

$R_{\text{ш.}} = 0,28$ м – радиус качения колеса;

$U_1 = 3,72$ – передаточное число первой передачи;

$U_0 = 4,29$ - передаточное число главной передачи;

$n_N = 5600$ об/мин – число оборотов при N_{max} ;

$N_{e \text{ max}} = 73,88$ кВт (99,8 л.с.) – максимальная мощность двигателя;

$M_{e \text{ max}} = 145,1$ Н · м (14,79 кг · м) – максимальный момент двигателя;

$n_M = 4000$ об/мин – число оборотов при M_{max} ;

$D_H = 200$ мм – наружный диаметр накладок сцепления;

$D_{BH} = 130$ мм – внутренний диаметр накладок сцепления;

$m_{\text{мах}} = 6,55$ кг – масса маховика;

$m_{\text{нд}} = 3,5$ кг – масса нажимного диска;

$n = 8$ – число пар отверстий в накладке;

$\mu = 0,3$ – коэффициент трения накладок о поверхность маховика и нажимного диска;

$\beta = 1,5$ – коэффициент запаса сцепления;

$f_0 = 0,012$ – коэффициент сопротивления качению колес;

$I_k = 0,066$ – момент инерции вращения колеса автомобиля.

3.2.2 Расчет основных параметров сцепления

Определение максимального момента трения сцепления

$$M_{\text{max}} = \beta \cdot M_{e \text{ max}} \quad (3.32)$$

$$M_{\text{max}} = 1,5 \cdot 168,4 = 252,6 \text{ Н} \cdot \text{м} \text{ (25,76 кг} \cdot \text{м)}$$

Средний радиус фрикционных накладок

$$R_{cp} = \frac{D_H^3 - D_{BH}^3}{3 \cdot D_H^2 - D_{BH}^2} \quad (3.33)$$

$$R_{cp} = \frac{200^3 - 130^3}{3 \cdot 200^2 - 130^2} = 83,7 \text{ мм}$$

Сила нажатия пружин на диски

$$P_H = \frac{\beta \cdot M_{e \max}}{R_{cp} \cdot \mu \cdot i} \quad (3.34)$$

$$P_H = \frac{1,5 \cdot 17,2}{0,0837 \cdot 0,3 \cdot 2} = 515,2 \text{ кг}$$

Площадь трения одной накладки ведомого диска

$$S_{\text{накл.}} = 0,25 \cdot \pi \cdot (D_H^2 - D_{BH}^2) \quad (3.35)$$

$$S_{\text{накл.}} = 0,25 \cdot 3,14 \cdot (200^2 - 130^2) = 18,134 \text{ мм}^2$$

Удельное давление на накладку

$$P_{\text{уд.}} = \frac{P_H}{S_{\text{накл.}}} = 2,96 \text{ кг/см}^2 \text{ (0,29МПа)} \quad (3.36)$$

Коэффициент учета инерции вращающихся масс автомобиля

$$\delta = \frac{4 \cdot I_k \cdot g}{R_k \cdot M_a} \quad (3.37)$$

$$\delta = \frac{4 \cdot 0,066 \cdot 9,81}{0,28 \cdot 1585} = \frac{2,590}{443,8} = 0,0058$$

Момент инерции автомобиля, приведенный к оси ведущих колес

$$I = \frac{M_a \cdot R_k^2}{g} \times (1 + \delta) \quad (3.38)$$

$$I = \frac{1585 \cdot 0,28^2}{9,81} \cdot (1 + 0,0058) = 12,74 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$$

Момент инерции движения автомобиля, приведенный к первичному валу сцепления

$$I_{np} = \frac{I}{U_1 \cdot U_0^2} \quad (3.39)$$

$$I_{np} = \frac{12,93}{3,64 \cdot 4,43^2} = 0,051 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$$

Момент сопротивления движению автомобиля при трогании с места, приведенный к валу сцепления

$$M_c = \frac{M_a \cdot R_k \cdot f_0}{U_1 \cdot U_0 \cdot \mu_{об}} \quad (3.40)$$

$$M_c = \frac{1585 \cdot 0,28 \cdot 0,012}{3,64 \cdot 4,43 \cdot 0,91} = 0,367 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Начальная угловая скорость ведущей части сцепления при трогании автомобиля с места

$$\omega_E = \frac{\pi}{30} \frac{n_M}{3} + 1500 \quad (3.41)$$

$$\omega_E = \frac{3,14}{30} \frac{2730}{3} + 1500 = 253,1 \text{ с}^{-1}$$

Режимы включения сцепления:

- 1 режим - наиболее распространенные условия эксплуатации большинства машин: $W_G = 3,2$ для карбюраторных ДВС;
- 2 режим - резкое включение ФС: $W_R = 0,2$;
- 3 режим - главное включение ФС: $W_{SC} = 1,2$;
- 4 режим - тяжелые условия эксплуатации: $W_c = 1,0$.

Определение работы и времени буксования при трогании автомобиля с места на горизонтальной дороге

$$A_{гор} = \frac{M_{e\max} \cdot I_{np} \cdot \omega_E^2}{\frac{2}{3}M_{e\max} - M_c} \cdot \frac{\frac{7}{3}W_G + 1}{5} - \frac{M_{e\max} - \frac{15}{8}M_c}{3M_{e\max} - \frac{9}{2}M_c} \quad (3.42)$$

$$A_{гор} = \frac{17,2 \cdot 0,051 \cdot 253,1^2}{\frac{2}{3}15,7 - 0,367} \times \frac{\frac{7}{3}2,2 + 1}{5} - \frac{17,2 - \frac{15}{8}0,367}{3 \cdot 17,2 - \frac{9}{2}0,367} =$$
$$= 4,965 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2 \text{ или } 48690 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Время буксования сцепления автомобиля при трогании автомобиля с места на горизонтальной дороге

$$T_{гор} = \frac{3 \cdot I_{np} \cdot \omega_E}{2 \cdot M_{e\max} - 3 \cdot M_c} \quad (3.43)$$

$$T_{гор} = \frac{3 \cdot 0,051 \cdot 253,1}{2 \cdot 17,2 - 3 \cdot 0,367} = 1,16 \text{ сек.}$$

Мощность буксования сцепления

$$N_6 = h \cdot M_{e\max} \cdot \omega_m, \quad (3.44)$$

где h – коэффициент, характеризующий тип двигателя (для бенз. авто $h=1,25$)

ω_M – угловая скорость при максимальном крутящем моменте

($\omega_M=0,5\omega_N$)

$$N_6 = 1,25 \cdot 17,2 \cdot 284 = 6106 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

Повышение средней температуры нагрева ведущего диска сцепления за одно включение

$$\Delta t = \frac{\gamma \cdot A_{гор.}}{m_{нд} \cdot C}, \quad (3.45)$$

где γ – коэффициент, учитывающий распределение теплоты между деталями сцепления (для однодискового сцепления $\gamma=0,5$);

$C = 481,5 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ – удельная теплоемкость чугуна и стали.

$$\Delta t = \frac{0,5 \cdot 48690}{3,5 \cdot 481,5} = 14,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.3 Статические критерии нагруженности

А) Соответствие площади трения сцепления максимальному крутящему моменту двигателя:

$$K_1 \cdot 10^2 = \frac{M_{e \max}}{S_{полн}} \cdot 10^4 \quad (3.46)$$

$$K_1 \cdot 10^2 = \frac{17,2}{35220} \cdot 10^4$$

$$K_1 \cdot 10^2 = 4,88 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{см}^2$$

Б) Нагруженность пары трения инерционными моментами:

$$K_2 \cdot 10^4 = \frac{I_{инр}}{S_{полн}} \cdot 10^6 \quad (3.47)$$

$$K_2 \cdot 10^4 = \frac{0,051}{35220} \cdot 10^6$$

$$K_2 \cdot 10^4 = 1,45 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{см}^2$$

В) Соответствие площади трения сцепления максимальной мощности двигателя:

$$K_3 \cdot 10^2 = \frac{N_{e \max}}{S_{\text{полн}}} \cdot 10^4 \quad (3.48)$$

$$K_3 \cdot 10 = \frac{104,2}{35220} \cdot 10^3$$

$$K_3 \cdot 10 = 2,96 \text{ л.с./см}^2$$

Г) Удельная работа буксования сцепления за одно включение при трогании с места:

$$K_4 = \frac{A_{\text{зоп}}}{S_{\text{полн}}} \cdot 10^2 \quad (3.49)$$

$$K_4 = \frac{4965}{35220} \cdot 10^2$$

$$K_4 = 14,1 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2 / \text{см}^2$$

Д) Максимальный преодолеваемый угол наклона дороги

$$\alpha = \arcsin \frac{0,95 \cdot M_{e \max} \cdot U_1 \cdot U_0 - M_a \cdot R_k \cdot f_0}{M_a \cdot R_k} \quad (3.50)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{0,95 \cdot 17,2 \cdot 3,6 \cdot 4,43 - 1585 \cdot 0,28 \cdot 0,012}{1585 \cdot 0,28} = 28,33^\circ$$

3.2.4 Расчет нажимного диска

Расчет толщины нажимного диска

$$h = \frac{\gamma \cdot A_{\text{зоп.}}}{C \cdot \Delta t \left(\frac{\pi \cdot D_H^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_{BH}^2}{4} \right) \cdot p} \quad (3.51)$$

$$h = \frac{0,5 \cdot 48690}{481,5 \cdot 12 \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,13^2}{4} \cdot 7850} = 2,68 \text{ мм}$$

3.2.5 Расчет диафрагменной пружины

Определение необходимого зажимного усилия:

$$P_0 = \frac{3 \cdot M_{max} \cdot D_H^2 - D_{BH}^2}{2 \cdot \mu \cdot n \cdot D_H^3 - D_{BH}^3} \quad (3.52)$$

$$P_0 = \frac{3 \cdot 252,6 \cdot 0,2^2 - 0,13^2}{2 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 0,2^3 - 0,13^3} = 5008 \text{ Н}$$

При определении нажимного усилия диафрагменной пружины используем следующее эмпирическое соотношение:

$$F = \frac{\pi \cdot E' \cdot h}{6 \cdot b - c^2} \cdot \lambda_1 \cdot \ln \frac{b}{a} \quad H - \lambda_1 \frac{b-a}{b-c} \quad H - 0,5 \lambda_1 \frac{b-a}{b-c} + h^2, \quad (3.53)$$

где $E' = E/(1 - \varphi^2)$, здесь $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа – модуль упругости первого рода;

$\varphi = 0,27$ – коэффициент Пуассона;

λ_1 - деформация пружины, мм;

H - высота пружины, мм;

h – толщина пружины, мм;

a , b и c – геометрические параметры.

$$E' = 2,1 \cdot 10^5 / (1 - 0,27^2) = 2,265 \cdot 10^{11} \text{ Па}$$

$$H = 0,0046 \text{ м}; h = 0,00238 \text{ м}; a = 0,00735 \text{ м}; b = 0,00932 \text{ м}; c = 0,00720 \text{ м}.$$

Получившиеся значения заносим в таблицу 3.3:

Таблица 3.3 – Зависимость деформации пружины от прилагаемого усилия

λ_1 , мм	F, Н
5,1	0
6,1	3016
7,1	4497
8,1	5218
9,1	4815
10,1	4147
11,1	3420
12,1	2991
13,1	3270
14,1	3918

3.2.6 Расчет шлицев ведомого вала сцепления

Диаметр вала ориентировочно можно определить по формуле:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{e \max} \cdot \beta}{0,2 \tau_{кр.}}}, \quad (3.54)$$

где $\tau_{кр.}$ - допускаемое касательное напряжение кручение, которое принимаем 27 МПа.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{168,4 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 27 \cdot 10^6}}, \quad d \geq 36 \text{ мм.}$$

Размеры шлицев определяем из ГОСТ 1139 - 80:

$Z_{ш} = 6$ – число шлицев;

$D_{ш} = 36$ мм – наружный диаметр вала;

$d_{ш} = 32$ мм – внутренний диаметр вала;

$b_{ш} = 6$ мм – ширина зуба.

Напряжение смятия шлицев определяется по формуле:

$$\sigma_{см.} = \frac{8M_{max}}{0,75 D_{ш}^2 - d_{ш}^2 \cdot l_{см.} \cdot z} < \sigma_{см.} , \quad (3.55)$$

где $l_{ст.} = 50$ мм – длина ступицы.

$$[\sigma_{см.}] = 200 - 300 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{см.} = \frac{8 \cdot 252,6}{0,75 \cdot 0,036^2 - 0,032^2 \cdot 0,005 \cdot 6} = 163,2 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Напряжение сдвига шлицев определяется по формуле:

$$\sigma_{ср.} = \frac{4M_{max}}{d_{ш} \cdot l_{см.} \cdot b_{ш} \cdot z} < \sigma_{ср.} . \quad (3.56)$$

$$[\sigma_{ср.}] = 60-80 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{ср.} = \frac{4 \cdot 252,6}{0,032 \cdot 0,005 \cdot 0,006 \cdot 6} = 17,3 \text{ МПа}$$

Условие выполняется. [5]

3.2.7 Расчет пружин демпфера крутильных колебаний

Рассматривается демпфер крутильных колебаний прямого хода с восемью пружинами. Углы работы ступеней демпфера для прямого хода представлены в таблице 3.4:

Таблица 3.4 – Углы работы демпфера для прямого хода

Ступень	Угол вступления в работу, °	Угол работы, °
1	0	13
2	1	12

Углы работы ступеней демпфера для обратного хода представлены в таблице 3.5:

Таблица 3.5 – Углы работы демпфера для обратного хода

Ступень	Угол вступления в работу, °	Угол работы, °
1	0	8
2	3	5

Исходные данные для расчета пружин первой ступени:

$N = 2$ – число пружин;

$Z = 84,60$ Н/мм – жесткость пружины;

$R_1^0 = 43$ мм – радиус расположения пружины;

$H_1^0 = 42,6$ мм – ширина окна в пластинах;

$F_1^0 = 0,3$ мм – натяг пружины в окне.

Конечные характеристики демпфера представлены в таблицах 3.6 и 3.7:

Таблица 3.6 – Прямая характеристика демпфера

Угол, °	Момент, Н·м		
	1 ступень	2 ступень	Полный
0	2,18	-	2,18
1	7,67	-	7,67
1	7,67	2,18	9,85
13	78,88	72,51	151,39

Таблица 3.7 – Обратная характеристика демпфера

Угол, °	Момент, Н·м		
	1 ступень	2 ступень	Полный
0	2,18	-	2,18
3	19,1	-	19,1
3	19,1	2,18	21,28
8	48,07	30,65	78,72

4 Технологическая часть

4.1 Выбор и обоснование технологического процесса сборки ведущего диска сцепления

Технологический процесс сборки является частью производственного процесса, особенностью которого является последовательное соединение и фиксирование деталей, образующих самостоятельную сборочную единицу в целях получения конкретного изделия, отвечающего всем техническим и экологическим требованиям.

Технологический процесс сборки состоит из целого ряда операций:

- соединительных, где обеспечивается соприкосновение сопрягаемых поверхностей;
- проверочных, где контролируют точность расположения поверхностей и деталей относительно друг друга;
- контрольных, где проверяется правильность работы полностью готового изделия или его частей.

Выбор организационной формы сборки осуществляется исходя из заданной годовой нормы выпуска изделий. В условиях массового производства изделий, технологический процесс сборки формируют по принципу параллельного выполнения операций, что резко снижает расход времени на сборку изделия.

Для разработки техпроцесса сборки сцепления выбираем подвижную поточную сборку. Сборка осуществляется последовательным перемещением сборочных единиц от одного поста к другому. На каждом посту размещено оборудование и инструменты, необходимые для исполнения конкретной операции.

Основные факторы, характеризующие подвижную поточную сборку:

- закрепление за конкретным сборочным постом конкретной операции;

- немедленная передача сборочной единицы на следующую операцию после исполнения текущей операции;
- бесперебойная синхронная работа как на всех сборочных постах, так и на обслуживающих сборочную линию участках. [6]

4.2 Список сборочных работ

Перечень работ выполнен в виде таблицы 4.1, в которой отражены названия выполняемых действий в определенном порядке согласно технологической схеме сборки. Сборка производится в специальном технологическом помещении. Оно оснащено передвижным ленточным конвейером, гидравлическим прессом с двуручным управлением, балансировочной машиной и машиной контроля характеристик готового изделия.

Таблица 4.1 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных работ	Время, мин
Узловая сборка кожуха сцепления	
Осмотреть кожух со всех сторон	0,04
Установить кожух в приспособление	0,03
Осмотреть три регулировочные пружины	0,04
Установить три регулировочные пружины в технологические отверстия	0,03
Закрепить три регулировочные пружины в кожухе	0,05
Осмотреть регулировочное кольцо	0,03
Установить регулировочное кольцо в приспособление	0,05
Осмотреть диафрагменную пружину	0,03
Установить диафрагменную пружину в приспособление	0,04
Осмотреть сенсорную пружину	0,05

Продолжение таблицы 4.1

Установить сенсорную пружину в приспособление	0,04
Напрессовать	0,18
Снять кожух в сборе	0,05
Переместить кожух в сборе на общую сборку	0,06
Итого:	0,72
Узловая сборка нажимного диска	
Осмотреть нажимную пластину	0,04
Установить нажимную пластину в приспособление	0,03
Осмотреть девять тангенциальных пружин	0,08
Установить девять тангенциальных пружин в три позиции в приспособление	0,06
Заклепать девять тангенциальных пружин в трех позициях одновременно	0,22
Снять нажимной диск в сборе	0,06
Переместить нажимной диск в сборе на общую сборку	0,04
Итого:	0,54
Общая сборка ведущего диска сцепления	
Установить кожух в сборе в приспособление	0,05
Установить нажимной диск в сборе в приспособление	0,04
Напрессовать нажимной диск на кожух	0,18
Снять ведущий диск сцепления	0,06
Переместить ведущий диск сцепления на следующую позицию	0,04
Итого:	0,37
Контрольная операция	
Установить ведущий диск в приспособление	0,16

Продолжение таблицы 4.1

Закрепить ведущий диск сцепления	0,06
Контролировать вращающиеся элементы	0,15
Наклепать балансировочные грузики	0,15
Снять ведущий диск сцепления	0,06
Переместить на диск следующую позицию	0,08
Установить ведущий диск сцепления на контрольный стенд	0,12
Закрепить ведущий диск сцепления на стенде	0,04
Контролировать выжим сцепления	0,30
Контролировать отжим сцепления	0,30
Снять ведущий диск сцепления	0,12
Итого:	1,24
Всего:	2,87

4.3 Трудоемкость процесса сборки и тип производства

Общее время сборочных работ ведущего диска сцепления является суммой всех работ узловой и общей сборки:

$$t_{\text{сб.общ.}} = \Sigma t_{\text{сб.}} = 2,87 \text{ мин.}$$

Суммарная трудоемкость сборки $t_{\text{сб.сум.}}$ рассчитывается с учетом времени на перерывы для отдыха и обслуживания оборудования по формуле:

$$t_{\text{сб.сум.}} = t_{\text{сб.общ.}} + t_{\text{сб.общ.}} \frac{a+b}{100}, \quad (4.1)$$

где a – отрезок рабочего времени на техническое обслуживание оборудования на рабочем месте, $a = 2 - 3 \%$;

b – отрезок рабочего времени на отдых, $b = 4 - 6 \%$.

$$t_{\text{сб.сум.}} = 2,87 + 2,87 \frac{3+6}{100} = 3,12 \text{ мин.}$$

Тип производства и форма сборки определяется по годовой программе выпуска изделий ($N_{\text{год.}}$) и суммарной трудоемкости сборки ведущего диска сцепления ($t_{\text{сб.сум.}}$).

Для нашего проекта $N_{\text{год.}} = 155000$ шт., $t_{\text{сб.сум.}} = 3,12$ мин. Исходя из данных значений, выбираем крупносерийное производство с применением подвижной поточной сборки с разделением на отдельные операции. Транспортировка сборочного узла осуществляется с помощью механических устройств. [7]

4.4 Организация формы сборки

Годовой фонд рабочего времени рассчитывается по формуле:

$$\Phi = D_p \cdot n \cdot t_{\text{см.}} \cdot \mu_{\text{рем.}}, \quad (4.2)$$

где D_p – количество рабочих дней в году, шт;

n – число рабочих смен за одни сутки, шт;

$t_{\text{см.}}$ – длительность рабочей смены, ч;

$\mu_{\text{рем.}}$ – коэффициент потерь времени для ремонта оборудования

(для $n = 1$, $\mu_{\text{рем.}} = 0,98$).

$$\Phi = 247 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,98 = 1936 \text{ ч.}$$

Такт подвижной линии:

$$F = \Phi \cdot 60 / N_{\text{год.}} \quad (4.3)$$

$$F = 1936 \cdot 60 / 155000 = 0,78 \text{ мин / шт.}$$

Ритм подвижной линии:

$$D = F / 60 \quad (4.4)$$

$$D = 0,75 / 60 = 0,01 \text{ шт / сек.}$$

Темп подвижной линии:

$$T = 60 / F \quad (4.5)$$

$$T = 60 / 0,75 = 80 \text{ шт / ч.}$$

Суммарная трудоемкость сборки $t_{сб.сум.} = 3,12$ мин, такт подвижной линии $F = 0,78$ мин / шт. Для выдерживания такта подвижной линии в сборке должно участвовать параллельно четыре слесаря МСР. [8]

4.5 Технологический маршрут сборки ведущего диска сцепления

Технологический маршрут сборки выполнен в виде таблицы 4.2, где отражены номер, наименование операции, содержание операции, используемое технологическое оборудование. Все операции нумеруются цифрами арифметической прогрессии: 005, 010, 015 и так далее. [9]

Таблица 4.2 – Технологический маршрут сборки

№ операции	Название операции	Содержание проводимых работ	Оборудование, приспособления	Время, мин
005	Узловая сборка кожуха сцепления	Осмотреть кожух со всех сторон	Гидравлический пресс с двуручным управлением	0,72
		Установить кожух в приспособление		
		Осмотреть три регулировочные пружины		
		Установить три регулировочные пружины в технологические отверстия		
		Закрепить три регулировочные пружины в кожухе		
		Осмотреть регулировочное кольцо		
		Установить регулировочное кольцо в приспособление		

		<p>Осмотреть диафрагменную пружину</p> <p>Установить диафрагменную пружину в приспособление</p> <p>Осмотреть сенсорную пружину</p> <p>Установить сенсорную пружину в приспособление</p> <p>Напрессовать</p> <p>Снять кожух в сборе</p> <p>Переместить кожух в сборе на общую сборку</p>		
010	Узловая сборка нажимного диска сцепления	<p>Осмотреть нажимную пластину</p> <p>Установить нажимную пластину в приспособление</p> <p>Осмотреть девять тангенциальных пружин</p> <p>Установить девять тангенциальных пружин в три позиции в приспособление</p> <p>Заклепать девять тангенциальных пружин в трех позициях одновременно</p> <p>Снять нажимной диск в сборе</p> <p>Переместить нажимной диск в сборе на общую сборку</p>	Клепальный полуавтомат	0,54
015	Общая сборка ведущего диска сцепления	<p>Установить кожух в сборе в приспособление</p> <p>Установить нажимной диск в сборе в приспособление</p> <p>Напрессовать нажимной диск на кожух</p> <p>Снять ведущий диск сцепления</p> <p>Переместить ведущий диск на следующую позицию</p>	Гидравлический пресс с двуручным управлением	0,37

020	Балансировка, контрольная операция	Установить ведущий диск сцепления на балансировочный стенд	Балансировочная машина, контрольный стенд	1,24
		Закрепить ведущий диск сцепления на стенде		
		Контролировать вращающиеся элементы		
		Наклепать балансировочные грузики		
		Снять ведущий диск в сборе		
		Переместить ведущий диск в сборе на следующую позицию		
		Установить ведущий диск сцепления на контрольный стенд		
		Закрепить ведущий диск сцепления на стенде		
		Контролировать выжим сцепления		
		Контролировать отжим сцепления		
		Снять ведущий диск сцепления		

5 Анализ экономической эффективности проекта

Введение

Современные вызовы, с которыми сталкивается промышленность в России, вынуждают производителей принимать комплекс мер, направленных на сокращение возможных издержек и оптимизацию производства. В связи с этим, модернизацию, а именно повышение эксплуатационных качеств узлов и агрегатов автомобиля, целесообразно проводить без повышения финансовых затрат на изготовление и обеспечить применяемость узла (унифицировать) для большинства ряда современных автомобилей LADA.

Проектируемое саморегулирующееся сцепление с автоматической системой компенсации износа фрикционных накладок является решением, которое позволит устанавливать данное сцепление на весь ряд автомобилей, сходящих с конвейера завода. В связи с этим исчезнет необходимость в приобретении у поставщиков других сцеплений, что сэкономит временные затраты на оформление поставок и материальные затраты на транспортировку сцеплений до завода. [10]

Кроме того, новое сцепление обладает неоспоримыми преимуществами перед современными заводскими аналогами:

- увеличенный срок службы в полтора раза позволит уменьшить затраты на ремонт, обслуживание и замену узла на станциях технического обслуживания;
- повышенный комфорт и удобство управления является следствием неизменного на протяжении всего срока эксплуатации усилия на педаль сцепления.

5.1 Расчет затрат на модернизацию проектируемого сцепления

Исходные данные для расчета себестоимости модернизированного сцепления получены от подразделений ПАО «АВТОВАЗ» за I - ый квартал 2017 г. и приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные и источники получения

Наименование показателей	Обозн.	Ед. изм.	Норма	Источник
Годовая программа выпуска	N _{год.}	шт.	155000	Руководитель проекта
Коэффициент страховых взносов	K _{СВ}	%	30	Консультант кафедры «ТД и УП»
Коэффициент общезаводских расходов	K _{ОБЗ}	%	215	Отдел планирования и обеспечения производства цеха
Коэффициент коммерческих расходов	K _{ВЦ}	%	5	
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	K _{ОБ}	%	194	
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	K _{ТР}	%	1,45	
Коэффициент цеховых расходов	K _Ц	%	183	
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	K _{ПД}	%	23	
Коэффициент возвратных отходов	K _{ВОТ}	%	1	
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	K _И	%	3	
Коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату	K _{ВЫП}	%	12	
Часовая тарифная ставка для i - го разряда	C _p			Консультант кафедры «ТД и УП»
3		руб.	66,71	
4		руб.	72,24	
5		руб.	79,89	
Амортизационная норма	N _А	%	10	ПЭО цеха
Значение рентабельности	У _p	%	30	Консультант кафедры «ТД и УП»

Расчет затрат проводится по методике [16]

Формула для расчета материальных затрат на комплектующие изделия:

$$\Pi_u = \Pi_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗР}}{100}\right), \quad (5.1)$$

где - C_i - оптовая цена комплектующих изделий, руб.;

n_i - количество комплектующих изделий, шт.;

$K_{ТЗР}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %.

Цены на комплектующие изделия приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 - Расчет стоимости комплектующих изделий

Название изделия	Количество, шт.	Средняя цена за 1 шт, руб.	Сумма, руб.
Кожух	1	927	927
Нажимной диск	1	940	940
Ведомый диск сцепления	1	1450	1450
Болт затяжки для нажимного диска	6	4	24
Болт крепежный	3	8	24
Итого:		3365	
Транспортно-заготовительные расходы		1,45%	
Всего:		3413	

$P_u = 3413$ руб.

Материальные средства для обеспечения рабочих заработной платой:

$$Z_o = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{ПД}}{100}\right), \quad (5.2)$$

где Z_m - тарифная з/п, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_m = C_{pi} \cdot T_i, \quad (5.3)$$

где C_{pi} - часовая ставка по тарифу, руб.;

T_i - трудоемкость выполнения операции, час.;

$K_{ПД}$ - коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве.

Материальные средства, направленные на заработную плату рабочим, приведены в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Средства для заработной платы рабочим на производстве

Тип операции	Рабочий разряд	Трудоемкость, н/ч	Тарифная ставка, руб.	Зарплата по тарифу, руб.
Сборочная	4	0,19	72,24	13,73
Контрольная	5	0,04	79,89	3,20
Итого:		16,93		
Коэффициент премий и доплат		0,23		
Всего:		20,82		

Дополнительная зарплата находится по формуле:

$$Z_{доп.} = Z_o \cdot K_{вып.}, \quad (5.4)$$

где $K_{вып.}$ - коэффициент отчислений на дополнительную зарплату, %.

$$Z_{доп.} = 20,82 \cdot 12\% = 2,50 \text{ руб.}$$

Средства на отчисления в страховые взносы:

$$P_{с.в.} = (Z_o + Z_{доп.}) \cdot K_{св.}, \quad (5.5)$$

где $K_{св.}$ - коэффициент отчислений в страховые взносы, %.

$$P_{с.в.} = (20,82 + 2,50) \cdot 30\% = 6,99 \text{ руб.}$$

Расчет средств на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$P_{оборуд.} = Z_o \cdot K_{об.}, \quad (5.6)$$

где $K_{об.}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

$$P_{оборуд.} = 20,82 \cdot 194\% = 40,39 \text{ руб.}$$

Материальные средства для цеховых расходов:

$$P_{цех.} = Z_o \cdot K_{ц}, \quad (5.7)$$

где $K_{ц}$ - коэффициент цеховых расходов, %.

$$P_{цех.} = 20,82 \cdot 183\% = 38,10 \text{ руб.}$$

Себестоимость на содержание цеха рассчитывается по формуле:

$$C_{цех.} = \Pi_u + Z_o + Z_{доп} + P_{с.в.} + P_{оборуд.} + P_{цех.} \quad (5.8)$$

$$C_{цех.} = 3413 + 20,82 + 2,50 + 6,99 + 40,39 + 38,10 = 3521,80 \text{ руб.}$$

Затраты на общезаводские расходы:

$$P_{об.завод.} = Z_o \cdot K_{ОБЗ}, \quad (5.9)$$

где $K_{ОБЗ}$ – коэффициент общезаводских расходов, %.

$$P_{об.завод.} = 20,82 \cdot 215\% = 44,76 \text{ руб.}$$

Расчет производственной себестоимости:

$$C_{пр} = C_{цех.} + P_{об.завод.} \quad (5.10)$$

$$C_{пр} = 3521,80 + 44,76 = 3566,56 \text{ руб.}$$

Расчет статьи внепроизводственные расходы:

$$P_{внепр.} = C_{пр.} \cdot K_{ВЦ}, \quad (5.11)$$

где $K_{ВЦ}$ – коэффициент коммерческих расходов, %.

$$P_{внепр.} = 3566,56 \cdot 5\% = 177,83 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость находится по следующей формуле:

$$C_{пол.} = C_{пр.} + P_{внепр.} \quad (5.12)$$

$$C_{пол.} = 3566,56 + 177,83 = 3744,39 \text{ руб.}$$

Расчет плановой прибыли:

$$\Pi_n = C_{пол.} \cdot Y_p, \quad (5.13)$$

где Y_p – уровень рентабельности, %

$$\Pi_n = 3734,39 \cdot 30\% = 1120,32 \text{ руб.}$$

Расчет статьи расчетная цена:

$$Ц_{расч.} = C_{пол.} + \Pi_n \quad (5.14)$$

$$Ц_{расч.} = 3734,39 + 1120,32 = 4854,71 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция базового и проектного вариантов представлена в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Сравнение материальных затрат на себестоимость базового и проектируемого сцепления

Показатели затрат	Обозначение	На единицу изделия базового варианта, руб.	На единицу изделия проектного варианта, руб.
Комплекующие изделия	$\Pi_{и}$	3365	3413
Заработная плата основная	Z_o	20,82	20,82
Заработная плата дополнительная	$Z_{доп.}$	2,50	2,50
Отчисления в страховые взносы	$P_{с.в}$	6,99	6,99
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$P_{оборуд.}$	40,39	40,39
Цеховые расходы	$P_{цех.}$	38,10	38,10
Расходы на инструмент и оснастку	$P_{инстр.}$	0,62	0,62
Цеховая себестоимость	$C_{цех.}$	3473,80	3521,80
Общезаводские расходы	$P_{об.завод.}$	44,76	44,76
Производственная себестоимость	$C_{пр.}$	3518,56	3556,56
Внепроизводственные расходы	$P_{внепр.}$	175,93	177,83
Полная себестоимость	$C_{пол.}$	3694,49	3734,39
Плановая прибыль	Π_n	1108,35	1120,32
Расчетная цена	$Ц_{расч.}$	4854,71	4854,71

5.2 Определение точки безубыточности

$$C_{\text{опт}} \cdot V_{\text{год}} = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (5.15)$$

где $C_{\text{опт}}$ – оптовая цена изделия, руб.;

$V_{\text{год}}$ – годовая норма выпуска, шт.;

$Z_{\text{пост}}$ – постоянные затраты на производство, руб.;

$Z_{\text{пер.уд.}}$ – переменные удельные затраты на производство, руб.

Подсчет переменных издержек:

Для единицы изделия:

$$Z_{\text{пер.уд.}} = \Pi_u + Z_o + Z_{\text{дон}} + P_{\text{соц.н.}} \quad (5.16)$$

$$Z_{\text{пер.уд.}} (\text{б}) = 3365 + 20,82 + 2,50 + 6,99 = 3395,31 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.уд.}} (\text{п}) = 3413 + 20,82 + 2,50 + 6,99 = 3443,31 \text{ руб.}$$

Для годовой программы выпуска:

$$Z_{\text{пер.н.}} = Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (5.17)$$

$$Z_{\text{пер.н.}} (\text{б}) = 3395,31 \cdot 155000 = 526273050 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.н.}} (\text{п}) = 3443,31 \cdot 155000 = 533713050 \text{ руб.}$$

Подсчет постоянных затрат:

На единицу изделия:

$$Z_{\text{пост.уд.}} = P_{\text{оборуд.}} \cdot (100 - H_A) + P_{\text{цех.}} + P_{\text{об.завод.}} + P_{\text{внепр.}} + A_{\text{уд.}}, \quad (5.18)$$

где $A_{\text{уд.}}$ – вычеты на амортизацию, руб.

$$A_{\text{уд.}} = (P_{\text{оборуд.}} + P_{\text{инстр.}}) \cdot H_A, \quad (5.19)$$

где H_A – норма амортизационных отчислений, %.

$$A_{уд.} = (40,39 + 0,62) \cdot 0,1 = 4,10 \text{ руб.}$$

Для базового варианта: $Z_{пост.уд.} = 41,01 \cdot 0,9 + 38,10 + 44,76 + 175,93 + 4,10 = 299,80$ руб.

Для проектного варианта: $Z_{пост.уд.} = 41,01 \cdot 0,9 + 38,10 + 44,76 + 177,83 + 4,10 = 301,70$ руб.

Для годовой программы производства:

$$Z_{пост} = Z_{пост.уд.} \cdot V_{год} \quad (5.20)$$

Для базового варианта: $Z_{пост} = 299,80 \cdot 155000 = 46469000$ руб.

Для проектного варианта: $Z_{пост} = 301,70 \cdot 155000 = 46763500$ руб.

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{полн.} (\text{проект}) = C_{полн.} \cdot V_{год} \quad (5.21)$$

$$C_{полн.} (\text{проект}) = 3734,39 \cdot 155000 = 578830450 \text{ руб.}$$

Получаемая выручка от продажи изделия:

$$B = C_{расч.} \cdot V_{год} \quad (5.22)$$

$$B = 4854,71 \cdot 155000 = 752480050 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж (только для проекта):

$$A_{крит} = \frac{Z_{пост.п.}}{C_{расч.} - Z_{перем.уд.п.}} \quad (5.23)$$

$$A_{крит} = \frac{46763500}{4854,71 - 3443,31} = 33132,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $A_{крит} = 33150$ шт.

Ориентируясь на полученные результаты, строим график определения точки безубыточности (Рисунок 5.1)

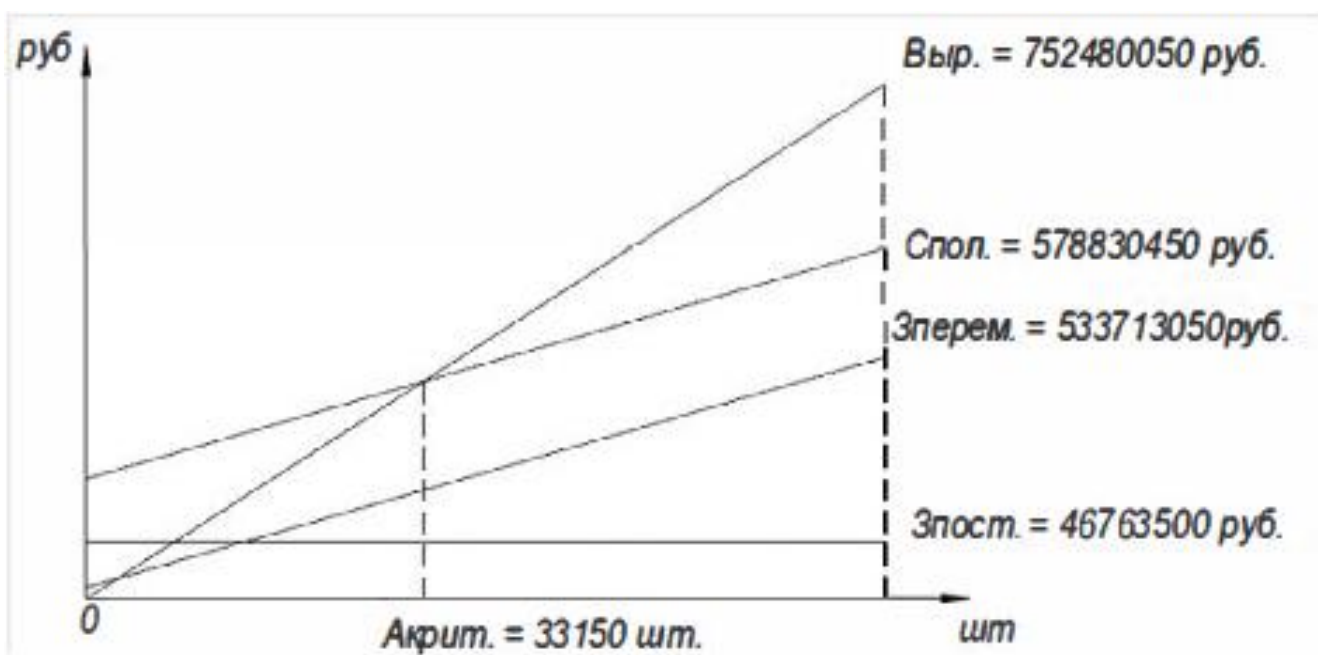


Рисунок 5.1 - Определение точки безубыточности

Увеличение объема производства модернизированного сцепления будет происходить каждый год на определенную величину. Она определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{V_{max} - A_{крит.}}{n-1}, \quad (5.24)$$

где $V_{max} = N$ - максимальный объем продукции, шт.;

$A_{крит.}$ - критический объем продаж, шт.;

n – количество лет, ($n = 6$).

$$\Delta = \frac{155000 - 33150}{6 - 1} = 24370 \text{ шт.}$$

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

Выручка и объем продаж по годам вычисляются только для модернизированной конструкции. В дальнейшем полученные значения будут использоваться для проектного и базового варианта.

Выручка по годам:

$$B_i = C_{\text{онм.}} \cdot N_{n.i}, \quad (5.25)$$

где $N_{n.i}$ – количество изделий, проданных в i -ом году.

$$V_{n.i} = A_{\text{куп.}} + \Delta \quad (5.26)$$

$$N_{n.1} = 33150 + 24370 = 57520 \text{ шт.}$$

$$N_{n.2} = 33150 + 30463 = 63613 \text{ шт.}$$

$$N_{n.3} = 33150 + 40617 = 73767 \text{ шт.}$$

$$N_{n.4} = 33150 + 94075 = 127225 \text{ шт.}$$

$$N_{n.5} = 33150 + 121850 = 155000 \text{ шт.}$$

$$B_{n.1} = 4854,71 \cdot 57520 = 279242919,20 \text{ руб.}$$

$$B_{n.2} = 4854,71 \cdot 63613 = 306822667,23 \text{ руб.}$$

$$B_{n.3} = 4854,71 \cdot 73767 = 358117392,57 \text{ руб.}$$

$$B_{n.4} = 4854,71 \cdot 127225 = 617640479,75 \text{ руб.}$$

$$B_{n.5} = 4854,71 \cdot 155000 = 752480050,00 \text{ руб.}$$

Считаем переменные затраты для базового и проектного варианта:

$$Z_{\text{пер}i} = Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (5.27)$$

$$Z_{\text{пер}1\delta} = 3395,31 \cdot 57520 = 195298231,20 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер}2\delta} = 3395,31 \cdot 63613 = 215985855,03 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер}3\delta} = 3395,31 \cdot 73767 = 250461832,77 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер4б} = 3395,31 \cdot 127225 = 431968314,75 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер5б} = 3395,31 \cdot 155000 = 526273050,00 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер1н} = 3443,31 \cdot 57520 = 196059191,20 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер2н} = 3443,31 \cdot 63613 = 219039279,03 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер3н} = 3443,31 \cdot 73767 = 254002648,77 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер4н} = 3443,31 \cdot 127225 = 438075114,75 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер5н} = 3443,31 \cdot 155000 = 533713050,00 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления для годовой программы выпуска:

$$A_{полн.} = A_{уд.} \cdot V_{год} \quad (5.28)$$

$$A_{полн.} = 4,10 \cdot 155000 = 635500,00 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам

$$C_{полн.i} = Z_{пер.i} + Z_{пост.} \quad (5.29)$$

Для базового изделия:

$$C_{полн.1} = 195298231,20 + 46469000 = 241767231,20 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.2} = 215985855,03 + 46469000 = 262454855,03 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.3} = 250461832,77 + 46469000 = 296930832,77 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.4} = 431968314,75 + 46469000 = 478437314,75 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.5} = 526273050,00 + 46469000 = 572742050,00 \text{ руб.}$$

Для проекта:

$$C_{полн.1} = 196059191,20 + 46763500 = 242822691,20 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.2} = 219039279,03 + 46763500 = 265802779,03 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.3} = 254002648,77 + 46763500 = 300766148,77 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.4} = 438075114,75 + 46763500 = 484838614,75 \text{ руб.}$$

$$C_{полн.5} = 533713050,00 + 46763500 = 580476550,00 \text{ руб.}$$

Ежегодная прибыль, облагаемая налогом:

$$П_{\text{нал.}i} = B_i - C_{\text{полн.}i} \quad (5.30)$$

Для базового изделия:

$$П_{\text{нал.}1} = 279242919,20 - 241767231,20 = 37475688,00 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}2} = 306822667,23 - 262454855,03 = 44367812,20 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}3} = 358117392,57 - 296930832,77 = 61186559,80 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}4} = 617640479,75 - 478437314,75 = 139203165,00 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}5} = 752480050,00 - 572742050,00 = 179738000,00 \text{ руб.}$$

Для проекта:

$$П_{\text{нал.}1} = 279242919,20 - 242822691,20 = 36420228,00 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}2} = 306822667,23 - 265802779,03 = 41019888,20 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}3} = 358117392,57 - 300766148,77 = 57351243,80 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}4} = 617640479,75 - 484838614,75 = 132801865,00 \text{ руб.}$$

$$П_{\text{нал.}5} = 752480050,00 - 580476550,00 = 172003500,00 \text{ руб.}$$

Налоговые вычеты от ежегодной прибыли – 20 %

$$Н_{\text{нал.}i} = П_{\text{р.обл.}i} \cdot 0,2 \quad (5.31)$$

Для базового изделия:

$$Н_{\text{нал.}1} = 28641956,20 \cdot 0,2 = 5728391,24 \text{ руб.}$$

$$Н_{\text{нал.}2} = 44367812,20 \cdot 0,2 = 8873562,44 \text{ руб.}$$

$$Н_{\text{нал.}3} = 61186559,80 \cdot 0,2 = 12237311,96 \text{ руб.}$$

$$Н_{\text{нал.}4} = 139203165,00 \cdot 0,2 = 27840633,00 \text{ руб.}$$

$$Н_{\text{нал.}5} = 179738000,00 \cdot 0,2 = 35827600,00 \text{ руб.}$$

Для проекта:

$$Н_{\text{нал.}1} = 36420228,00 \cdot 0,2 = 7284045,60 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{нал.2}} = 41019888,20 \cdot 0,2 = 8203977,64 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{нал.3}} = 57351243,80 \cdot 0,2 = 11470248,76 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{нал.4}} = 132801865,00 \cdot 0,2 = 26560373,00 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{нал.5}} = 172003500,00 \cdot 0,2 = 34400700,00 \text{ руб.}$$

Чистая ежегодная прибыль от производства:

$$P_{\text{чист.}i} = P_{\text{р.обл.}i} - H_{\text{пр.}i} \quad (5.32)$$

Для базового изделия:

$$P_{\text{чист.1}} = 37475688,00 - 5728391,24 = 31687296,76 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.2}} = 44367812,20 - 8873562,44 = 35494249,76 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.3}} = 61186559,80 - 12237311,96 = 48949247,84 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.4}} = 139203165,00 - 27840633,00 = 111362532,00 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.5}} = 179738000,00 - 35827600,00 = 143310400,00 \text{ руб.}$$

Для проекта:

$$P_{\text{чист.1}} = 36420228,00 - 7284045,60 = 29136182,40 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.2}} = 41019888,20 - 8203977,64 = 32815910,56 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.3}} = 57351243,80 - 11470248,76 = 45880995,04 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.4}} = 132801865,00 - 26560373,00 = 106241492,00 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{чист.5}} = 172003500,00 - 34400700,00 = 137602800,00 \text{ руб.}$$

5.4 Расчет общественной эффективности проекта

5.4.1 Расчет экономии средств от повышения долговечности проектируемого сцепления

Ожидаемая прибыль от снижения затрат при эксплуатации модернизированного сцепления рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ожид.}i} = (C_{\text{расч.}} \cdot D_2/D_1 - C_{\text{расч.}}) \cdot V_{\text{Г.}i}, \quad (5.33)$$

где D_1 и D_2 – долговечность (пробег до замены узла) по базовому и проектируемому варианту.

$$P_{\text{ожид.1}} = (4854,71 \cdot 150000/100000 - 4854,71) \cdot 57520 = 139621747,20 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{ожид.2}} = (4854,71 \cdot 150000/100000 - 4854,71) \cdot 63613 = 154411516,80 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{ожид.3}} = (4854,71 \cdot 150000/100000 - 4854,71) \cdot 73767 = 179059065,12 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{ожид.4}} = (4854,71 \cdot 150000/100000 - 4854,71) \cdot 127225 = 308820876,00 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{ожид.5}} = (4854,71 \cdot 150000/100000 - 4854,71) \cdot 155000 = 376240800,00 \text{ руб.}$$

С учетом экономии средств, текущий чистый доход (накопленное сальдо) рассчитывается по следующей формуле:

$$ЧД_i = П_{\text{чист.}i.\text{п}} - П_{\text{чист.}i.\text{б}} + A_{\text{полн.}} + P_{\text{ожид.}i} \quad (5.34)$$

$$ЧД_1 = 29136182,40 - 31687296,76 + 635500,00 + 139621747,20 = 137706132,84 \text{ руб.}$$

$$ЧД_2 = 32815910,56 - 35494249,76 + 635500,00 + 154411516,80 = 152368677,60 \text{ руб.}$$

$$ЧД_3 = 45880995,04 - 48949247,84 + 635500,00 + 179059065,12 = 176626312,32 \text{ руб.}$$

$$ЧД_4 = 106241492,00 - 111362532,00 + 635500,00 + 308820876,00 = 304335333,00 \text{ руб.}$$

$$ЧД_5 = 137602800,00 - 143310400,00 + 635500,00 + 376240800,00 = 371168700,00 \text{ руб.}$$

Текущий чистый дисконтированный доход

$$ЧДД_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (5.35)$$

$$ЧДД_1 = 137706132,84 \cdot 0,909 = 125174874,75 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_2 = 152368677,60 \cdot 0,826 = 125856527,70 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_3 = 176626312,32 \cdot 0,751 = 132646360,55 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_4 = 304335333,00 \cdot 0,683 = 207861032,44 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧДД}_5 = 371168700,00 \cdot 0,621 = 230495762,70 \text{ руб.}$$

Суммарный ЧДД

$$\Sigma \text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧДД}_i \quad (5.36)$$

$$\Sigma \text{ЧДД} = 125174874,75 + 125856527,70 + 132646360,55 + 207861032,44 + 230495762,70 = 821974468,14 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

$$I_o = K_{инв} \cdot \Sigma C_{пол.ин} \quad (5.37)$$

где $K_{инв} = 0,19$

$$I_o = 0,19 \cdot 1874706783,75 = 356194288,91 \text{ руб.}$$

Чистый дисконтированный доход

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧДД} - I_o \quad (5.38)$$

$$\text{ЧДД} = 821974468,14 - 356194288,91 = 465780179,23 \text{ руб.}$$

Индекс доходности

$$I_D = \frac{\text{ЧДД}}{I_o} \quad (5.39)$$

$$I_D = \frac{465780179,23}{356194288,91} = 1,31$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования

$$T_{окуп.} = \frac{I_o}{\text{ЧДД}} \quad (5.40)$$

$$T_{окуп.} = \frac{356194288,91}{465780179,23} = 0,77$$

Полученные результаты занесены в таблицу 5.7

Таблица 5.7 – Экономические показатели проекта

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Реализованный объем, шт.	0	57520	63613	73767	127225	155000
Расчетная цена за единицу изделия, руб.		4854,71				
Выручка, тыс. руб.		279242	306822	358117	617640	752480
Переменные затраты (б), тыс. руб.		195298	215985	250461	431968	526273
Переменные затраты (п), тыс. руб.		196059	219039	254002	438075	533713
Амортизация, руб.		635500				
Постоянные затраты (б), руб.		46469000				
Постоянные затраты (п), руб.		46763500				
Полная себестоимость (б), тыс.руб.		241767	262454	296930	478437	572742
Полная себестоимость (п), тыс.руб.		242822	265802	300766	484838	580476
Налогооблагаемая прибыль (п), тыс. руб.		36420	41019	57351	132801	172003
Налог на прибыль, тыс. руб.		7284	8203	11470	26560	34400
Чистая прибыль, тыс. руб.		29136	32815	45880	106241	137602
Чистый поток реальных денег, тыс. руб.		137706	152368	176626	304335	371168
Коэффициенты дисконтирования.		0,909	0,826	0,753	0,683	0,621
Чистый дисконтированный поток реальных денег, тыс.руб.		125174	125856	132646	207861	230495
Капиталообразующие инвестиции, тыс. руб.	356194					
Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, тыс. руб.		821974				
Индекс доходности.		1,31				
Срок окупаемости, год.		0,77				
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.		465780				

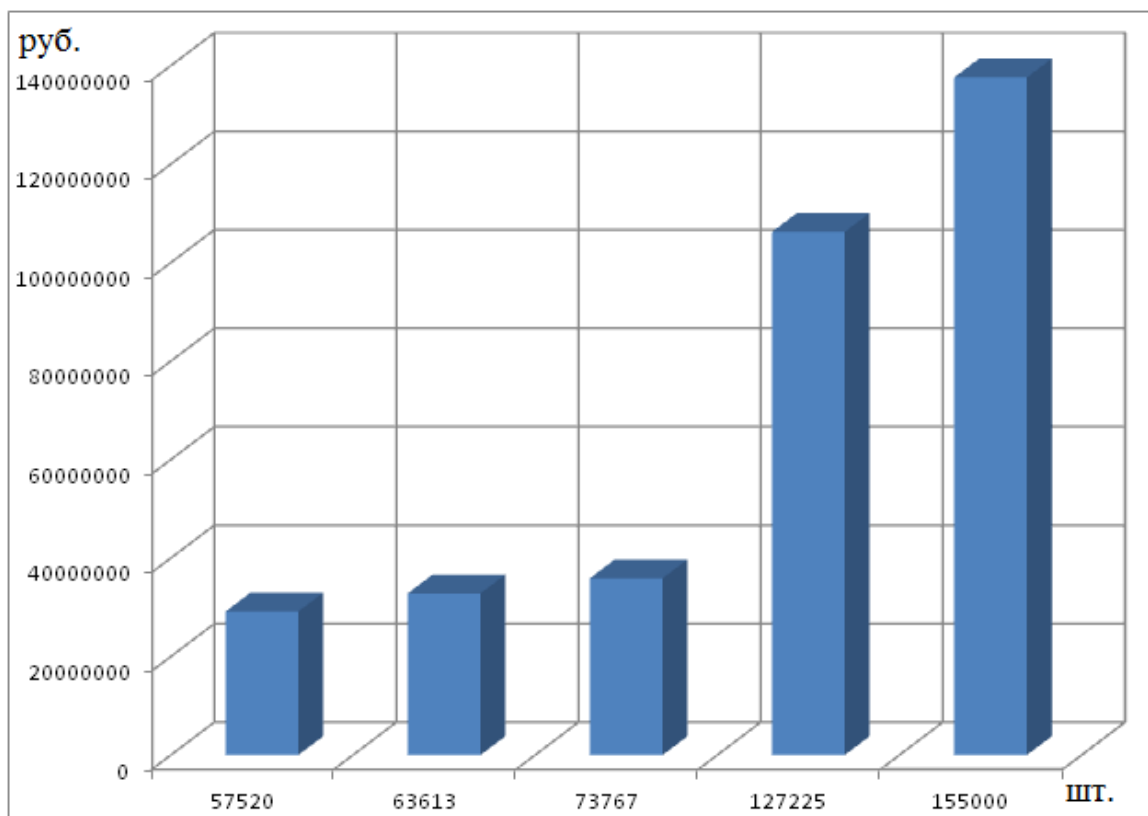


Рисунок 5.2 - График соотношения между объемом производства и прибылью

5.5 Анализ проведенных расчетов и вывод

Основываясь на полученных расчетах материальных затрат на производство и реализацию саморегулирующегося сцепления делаем следующие выводы:

1) Величина чистого дисконтированного дохода (ЧДД) характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами. Расчеты показали, что ЧДД = 465780 тыс. руб., следовательно, проект принесет прибыль в течение заданного периода времени, несмотря на потерю средств от инфляции и других изменений на рынке.

2) Индекс доходности реализуемого проекта $I_D = 1,31 > 1$, что характеризует данный проект, как целесообразный к исполнению.

3) Срок окупаемости проекта равен 0,77 года, что показывает малорискованность проекта в условиях современной экономической ситуации.

4) Основываясь на предыдущих пунктах, можно сделать вывод о рекомендации к внедрению проектируемого сцепления на производство. Это приведет к улучшению эксплуатационных характеристик агрегата и обеспечению общественной эффективности от применения узла на переднеприводных автомобилях LADA.

6 Безопасность и экологичность проекта

Введение

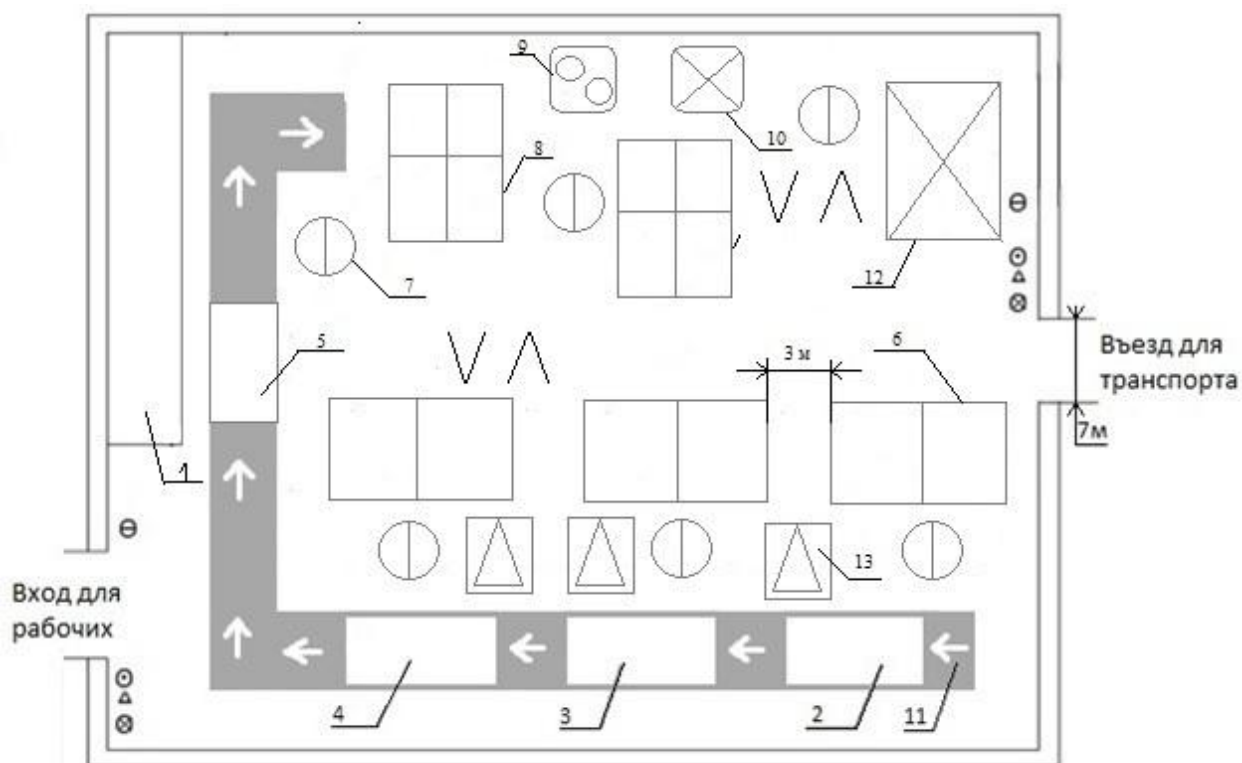
Автомобильное производство оказывает отрицательное влияние на окружающую среду и требует специального порядка организации работы и условий труда для человека. В данном разделе дипломной работы рассматриваются следующие вопросы:

- оценка расположения рабочих мест сборки сцепления в цехе (расположение вспомогательного оборудования, места подъезда транспорта, место расположения людей при отдыхе);
- описание оборудования, используемое на рабочих местах;
- идентификация возможных рисков, связанных с работой на техническом объекте, мероприятия по их исключению (снижению);
- используемые методы обеспечения пожарной и техногенной безопасности, дополнительные мероприятия, связанные с повышением безопасности на участке;
- методы обеспечения экологической безопасности объекта.

6.1 Конструктивно - технологическая и организационно – техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Цех сборки сцепления располагается в зоне цехов обработки вблизи заготовительных цехов у главного входа. В пристройках размещаются служебные помещения, кладовые, промежуточные склады и ремонтные мастерские. Вентиляцию объекта осуществляет система приточновытяжной вентиляции с местными отсосами на рабочих местах, которая выполняет и функцию отопления. [17]

Эскиз рабочего участка выполнен в виде рисунка (Рисунок 6.1). На нем схематично отражены рабочие места, емкости под детали, оборудование, пролеты. Стрелками указаны движение сборочной линии и погрузочного транспорта.



1 – место отдыха; 2,5 – гидравлический пресс; 3,4 – клепальный полуавтомат; 6 – контейнер с заготовками; 7 – рабочее место; 8 – стеллаж для проверяемых изделий; 9 – балансировочная машина; 10 – контрольный стенд; 11 – ленточный конвейер; 12 – контейнер с готовыми изделиями; 13 – сборочный стенд.

Рисунок 6.1 – Эскиз участка сборки сцепления

Перечень работ, выполняемых на сборочном участке:

- сборочная (сборка кожуха сцепления);
- прессовочная (запрессовка диафрагменной пружины, сенсорной пружины и опорного кольца к кожуху);
- сборочная (сборка нажимного диска);
- заклепывательная (заклепывание тангенциальных пружин к нажимному диску);
- сборочная (общая сборка ведущего диска);
- прессовочная (запрессовка кожуха сцепления и нажимного диска)

- контрольная (балансировка и проверка характеристик ведущего диска в сборе).

Оборудование, используемое в процессе сборки:

- гидравлический пресс с двуручным управлением Wickman (производство Германия);
- клепальный полуавтомат Р335 (производство Россия);
- балансировочная машина Cimat, модель СМТ 48 (производство Польша);
- контрольный стенд (производство Россия).

Транспортировка деталей до сборочного цеха осуществляется электропогрузчиками. Ширина проезда электропогрузчика составляет 7 м., расстояние между контейнерами с заготовками – 3 м. В связи с большим темпом выпуска изделий, в сборочном цехе используется ленточный конвейер. В начале цикла сборки происходит сборка кожуха, который запрессовывается и отправляется на оснастке конвейера на общую сборку. Параллельно происходит сборка нажимного диска. Рабочий устанавливает нажимную пластину в приспособление, совмещает тангенциальные пружины с отверстиями под них и происходит приклепывание деталей. После этого нажимной диск начинает движение по конвейерной линии к месту общей сборки. Согласно ГОСТ 12.3.020-80. ССБТ. «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности», подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час) составляет до 15 и 10 кг для мужчин и женщин соответственно (оптимальная физическая нагрузка). Масса ведущего диска составляет 3,5 кг, что удовлетворяет требованиям ОТ.

Участок общей сборки осуществляет завершающую операцию запрессовывания кожуха и нажимного диска. Перемещение подвижной линии выполняется прерывным потоком для соблюдения требуемого времени для сборки деталей на каждом участке. Собранный ведущий диск

сцепления с конвейерной линии попадает на специально подготовленный стол для отправки узла на балансировочную машину.

Работа балансировочной машины заключается в определении величин динамических дисбалансов вращающихся элементов сцепления, последующим определением масс балансировочных грузиков и мест их установки на вращающейся структуре диска сцепления с применением крепежных заклепок. [18]

Конечной операцией во всем цикле сборки является контроль качества изделия на стенде. На нем проверяется соответствие конструкции предъявленным требованиям, проверяется внешний вид на наличие трещин и изгибов. После этого, ведущий диск перемещается в контейнер для готовой продукции и ожидает отправки на последующую сборку.

Технологический паспорт ведущего диска составлен в виде таблицы 6.1

Таблица 6.1 – Технологический паспорт изделия

Технологи – ческий процесс	Вид работ	Должность работника	Оборудование	Материалы
Сборка ведущего диска сцепления	сборочная	слесарь МСР	сборочный стенд	металл
	прессовочная	слесарь МСР	пресс	металл
	сборочная	слесарь МСР	сборочный стенд	металл
	заклепывательная	слесарь МСР	полуавтомат	металл
	сборочная	слесарь МСР	сборочный стенд	металл
	прессовочная	слесарь МСР	пресс	металл
	контрольная	слесарь МСР	балансиро – вочная машина, контрольный стенд	металл

6.2 Выявление профессиональных рисков

Производственные процессы на предприятиях сопровождаются возникновением опасных производственных и вредных факторов, которые так или иначе оказывают на здоровье человека существенное влияние. Рассмотрим эти факторы, возникающие на участке сборки ведущего диска сцепления, и оформим их в виде таблицы 6.2 применительно для каждой выполняемой операции. [19]

Таблица 6.2 – Профессиональные риски на производстве

Вид работ	Опасный вредный производственный фактор	Источник возникновения
сборочная	повышенный уровень шума	гидравлический пресс
	повышенный уровень вибрации	
	острые кромки и заусенцы	сборочные детали
	физическое напряжение	нагрузка на ноги
	монотонность труда	эмоциональное напряжение
	перенапряжение зрительных анализаторов	
прессовочная	повышенный уровень шума	гидравлический пресс
	повышенный уровень вибрации	
	подвижные детали	
	монотонность труда	усталость
заклепывательная	повышенный уровень шума	гидравлический пресс
	повышенный уровень вибрации	
	подвижные детали	
	острые кромки и заусенцы	полуавтомат, сборочные детали
контрольная	подвижные детали	балансировочная машина, контрольный стенд
	напряжение зрительных анализаторов	

6.3 Методы и средства, направленные на снижение профессиональных рисков

Мероприятия по обеспечению безопасности на производстве подразделяют на два основных типа:

- индивидуальные мероприятия, к которым относятся средства по обеспечению индивидуальной защиты;
- коллективные, к которым относятся мероприятия по обучению персонала использованию устройств, применение мероприятий по пожаробезопасности, электробезопасности и т. д.

Непосредственно перед работой проводится инструктаж. Всего различают: вводный, первичный (рабочее место участка), повторный и внеплановый.

Для обеспечения безопасного перемещения работников и перевозки грузов в корпусе применены разделенные входы от въездов для работников и для транспорта. Двери и технологические ворота открываются наружу, чтобы при случаях массовых перемещений работников из производственных помещений двери не были преградой для выхода. [20]

Методы и средства снижения (исключения) профессиональных рисков приведены в таблице 6.3 для каждого вредного фактора:

Таблица 6.3 – Методы и средства для снижения профессиональных рисков

Опасный вредный производственный фактор	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или исключения опасного вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты
Острые кромки, заусенцы.	Блокировочные устройства (механические, электрические, фотоэлектрические,	Спецодежда, спецобувь.

	радиационные, гидравлические, пневматические, комбинированные) исключают возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне.	
Подвижные детали	Во избежание механического повреждения от движущихся частей используемого оборудования следует придерживаться следующих правил: 1) Перед началом следует привести в порядок рабочую одежду; 2) Установку деталей на станок и снятие со станка производят при отведённом в исходное положение инструменте; 3) Перед остановкой станка инструмент отводят от обрабатываемой детали.	Спецодежда, спецобувь.
Перенапряжение зрительных рецепторов, монотонность труда.	Все виды технологического оборудования должны быть удобны для сборки, уборки, транспортировки и управления ими в работе. При выполнении трудоёмких и монотонных работ правильная организация отдыха имеет большое значение для восстановления работоспособности, т.е. должны быть предусмотрены перерывы. Для рабочих устраивают специальные места отдыха, расположенные недалеко от мест работы, снабжённые вентиляцией, питьевой водой и т.п.	
Повышенный уровень шума, вибраций.	Вкладыши, наушники, виброперчатки.	



Рисунок 6.2 – Виброперчатки фирмы Bettersafety



Рисунок 6.3 – Противошумные наушники фирмы Peltor

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Промышленные и складские помещения, согласно нормативным документам, подразделяются на категории – классы пожарной безопасности. Для нашего сборочного участка предусматривается класс «Д» - помещения, связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии. Производственное помещение по площади не превышает 200 м², поэтому выбираем два огнетушителя ОЖ – 10. В качестве огнетушащего средства на них применяется вода с различными активными добавками, усиливающих огнетушащее воздействие и растворы минеральных солей. Помещение должно быть оснащено датчиками дыма. [21]

Работники ежегодно должны обновлять свои знания по порядку действий при возникновении пожароопасной ситуации на производстве. Инструкции действий при пожаре и планы эвакуации следует размещать на стенах возле дверных проемов.

Все двери эвакуационных выходов должны поддерживаться в исправном состоянии, открываться в сторону выхода. Не допускается загромождать проходы, лестничные пролеты, ведущие к эвакуационным выходам.

Идентификация опасных факторов пожара приведена в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Опасные факторы при пожаре

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Сборочный цех.	Клепальный полуавтомат, пресс, сборочный стенд	Д	Повышенная температура окружающей среды.	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части оборудования.

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 6.5

Таблица 6.5 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушитель ОЖ-10.	Пожарные авто.	Водяные, пенные системы пожаротушения.	Технические средства оповещения и управления эвакуацией.	Пожарный гидрант.	Респиратор, каска пожарная, противогаз.	Пожарный крюк, топор, лом.	Ручной, тепловой пожарный извещатель.
⊙		V	Λ	Δ		⊗	⊖

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приведены в таблице 6.6

Таблица 6.6 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сборка ведущего диска сцепления	Назначение должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность в цехе.	Должны обеспечивать своевременное выполнение требований пожарной безопасности, создавать и содержать в установленном порядке норм, перечней на которых создается пожарная охрана.
	Установление противопожарного режима.	Должны быть определены и оборудованы места для курения; допустимое количество одновременно находящейся готовой продукции; порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара; порядок и сроки противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму.
	Обучение работников правилам пожарной безопасности.	Инструктаж должен проводиться со всеми работниками.

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Обеспечение экологической безопасности является одним из ключевых направлений в организации промышленного производства. Если рассматривать технический объект с точки зрения источника возникновения негативных экологических факторов, то прямого ущерба использование фрикционных сцеплений для экологии не оказывает. Однако, сравнивая стандартное сцепление с предложенным в дипломном проекте вариантом, можно выделить несколько моментов, оказывающих положительное влияние на состояние окружающей среды:

– увеличение долговечности сцепления оказывает прямое влияние на количество деталей, производимых для плановой замены изношенных ведомых дисков. Повышение ресурсоспособности ведущего диска в 1,5 раза прямо пропорционально ведет к уменьшению производственных мощностей заводов литейного производства, что положительно сказывается на состоянии атмосферного воздуха и почвы;

– благодаря понижению производственных мощностей литейных цехов снижается уровень загрязнения воздуха от выхлопных газов большегрузных автомобилей, доставляющих партии деталей до сборочных цехов завода.

– повышение ресурса фрикционных накладок ведомого диска приведут к снижению количества изготавливаемых изделий данного вида, имеющие в своем составе материалы и вещества, ограниченные к использованию. [25]

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность проекта»

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» приведена характеристика производственно – технологического процесса сборки ведущего диска сцепления, рассмотрен участок сборки, перечислены все технологические операции, оборудование, задействованное в этих операциях.

Проведена идентификация возникающих профессиональных рисков по проводимому производственно-технологическому процессу, технологическим операциям. Опасные и вредные факторы на производственно – технологическом процессе следующие: повышенный уровень шума и вибрации, острые кромки и заусенцы, подвижные детали оборудования, монотонность труда, перенапряжение зрительных рецепторов.

Разработаны организационно – технические мероприятия, направленные на исключение (снижение) профессиональных рисков. Подобраны конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной

защиты рабочих, задействованных в производственно – технологическом процессе (таблица 6.3).

Разработаны мероприятия организационно – технического характера по обеспечению пожарной безопасности на сборочном участке. Определен класс пожароопасности объекта, проведена идентификация пожароопасных факторов с разработкой технических средств обеспечения пожарной безопасности объекта (таблицы 6.4 и 6.5).

Разработаны организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, удовлетворяющие действующим нормативным требованиям (таблица 6.6).

Идентифицированы положительные последствия от реализации модернизируемого сцепления с точки зрения требований экологической безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного дипломного проекта является увеличение долговечности сцепления за счет модернизации конструкции и повышение комфортности и удобства управления, обеспечение перспективности за счет унификации деталей и возможности установки агрегата на широкий список модельного ряда автомобилей. Однако модернизированное сцепление требует проведения ресурсных испытаний и доводки конструкции.

Ориентируясь на выполненные расчеты новой конструкции, мы можем выделить следующие преимущества:

- ресурс безотказной работы фрикционных накладок увеличивается на 50 тыс. км. и составляет 150 тыс. км, когда срок эксплуатации большинства фрикционных накладок составляет 100 тыс. км. Это достигается путем незначительных доработок конструкции ведущего диска без изменения толщины и диаметра фрикционных накладок;

- неизменное постоянное усилие на педаль в течение всего срока службы позволят повысить удобство и комфортность управления без изменения конструкции привода сцепления;

- обеспечение технологичности производства и сборки деталей с минимальными дополнительными капитальными затратами;

- положительный экономический эффект характеризуется величиной чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который превышает суммарные затраты на производство. Срок окупаемости ($T_{\text{окуп.}}$) составляет менее года, индекс доходности (I_D) больше единицы, что свидетельствует о проекте, как возможный к принятию для производства.

- незначительное изменение технологии сборки сцепления путем добавления операции по установке сенсорной пружины.

Суммируя вышесказанное можно сделать вывод, что данная модернизация имеет положительные последствия, однако появляется ряд проблем, требующих неотложного решения:

– конструкция сцепления с сенсорной пружиной предусматривает изменение конструкции кожуха сцепления (внедрение силового сенсора), что на сегодняшний день потребует доработки конструкции уже изготовленных ведущих дисков;

– подготовка производства потребует переоборудования участков сборки и дополнительных материальных затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черепанов, Л.А. Тяговый расчет автомобиля [Текст] / Л.А. Черепанов - М.: КуАИ, 1977. - 39 с.
2. Тарасик, В. П. Теория движения автомобиля : учебник для вузов [Текст] / В.П. Тарасик - М.: СПбГУ : БХВ-Петербург, 2006. - 478 с.
3. Вахламов, В.К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учеб. пособие [Текст] / В. К. Вахламов - М.: - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2007. - 557 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: 551 с.
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов - М.: Машиностроение, 2004. -704 с
5. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Т3. [Текст] / Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров - М.: Автополис-плюс, 2005. - 560 с.
6. Гришкевича, А.И. Справочник [Текст] / Под общ. ред. А. И. Гришкевича - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.
7. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и тракторы" [Текст] / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов - Машиностроение, 1984. - 376 с.
8. Соломатин, Н.С. Конструирование и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобили и тракторы». Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. - М. : Автополюс плюс, 2005. -557 с.
9. Щипанов, А.В. Разработка технологических процессов сборки узлов и изделий: Учебно-методическое пособие для выполнения курсовых проектов, работ и технологической части дипломных

- проектов по дисциплине «Технология автотракторостроения». [Текст] / А.В. Щипанов - М. : Тольятти: изд. ТГУ, 2008. - 56 с
10. Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчёта автомобиля: учеб. Пособие [Текст] / В.М. Скутнев - М. : Тольятти: изд. ТГУ, 2012. - 295 с.
11. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. - 10-е изд. [Текст] / Б.А. Кузнецов - М. : Транспорт, 1984. - 220 с.
12. Вершигора, В.А. Устройство и ремонт [Текст] / В.А. Вершигора А.П. Игнатов К.В. Новокшенов, К.Б. Пятков - М. : Изд. ДОСААФ СССР, 1989. - 335 с.
13. Барский, И.Б. Сцепления транспортных и тяговых машин [Текст] / И.Б. Барский, С.Г. Борисов, В.А. Галягин, и др.- М. : Машиностроение, 1989. - 344 с.
14. Цитович, И.С, Трансмиссии автомобилей [Текст] / И.С. Цитович, И.В. Каноник, В.А. Вавуло - М. : Наука и техника, 1979. - 256 с.
15. Горина, Л.Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч. методическое пособие [Текст] /Л.Н. Горина, М.И. Фесина – М. : Тольятти: изд. ТГУ, 2016. - 51 с.
16. Капрора, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 - «Автомобиле и тракторостроение» всех форм обучения [Текст] / В.Г. Капрора - М. : Тольятти: ТГУ, 2007. - 63 с.
17. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля [Текст] / А.М. Иванов - М. : ООО «Изд. «За рулем», 2012. - 336 с.
18. Волжское объединение по производству легковых автомобилей [Текст] / Руководство по ремонту автомобилей ВАЗ. – М. : Тольятти ,1984. – 128 стр.
19. Малаховский, Я.З. Сцепления [Текст] / Я.З. Малаховский А.А.

Лапин - М. : Машиздат, 1960. - 69 с.

20. Микнас, В. Автомобильные сцепления, трансмиссии, приводы [Текст] / В. Микнас – М. : ООО «Изд. «За рулем», 2012. - 352 с.

21. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 1. 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.

22. Котлобай А.Я., Котлобай А.А., Юнусов Ю.Ш., Тамело В.Ф. Развитие систем приводов рабочего оборудования инженерной техники. Наука и техника. 2015;(5):18-26 стр.

23. Карпиевич Ю.Д., Баханович А.Г., Бондаренко И.И. Бортовой мониторинг технического состояния силовых агрегатов колесных и гусеничных машин. Наука и техника. 2016;15(5):427-434 стр.

24. Modeling and stability analysis of wedge clutch system. 2014. Volume 2014 (2014). 12 pages.

25. The experimental didactic stand for determining the parameters of the gear with magnetorheological clutch and brake. 2014. Volume 82. 18 pages.

Приложение А

Графики тягового расчета

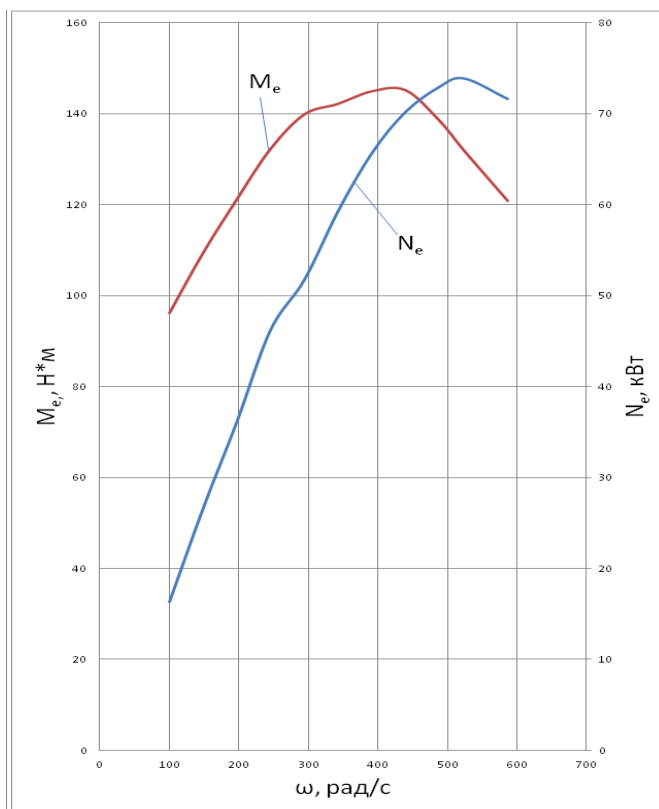


Рисунок А1 – Внешнескоростная характеристика

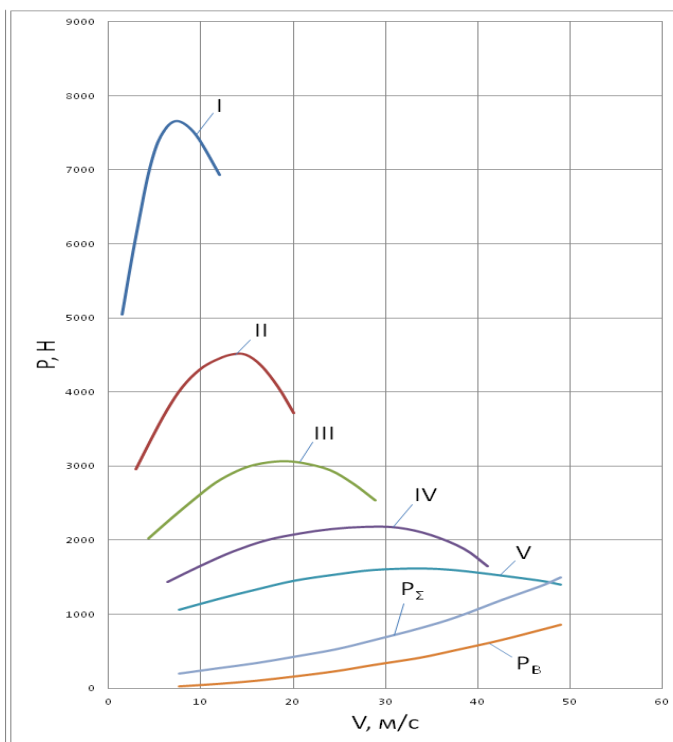


Рисунок А2 – Тяговый баланс

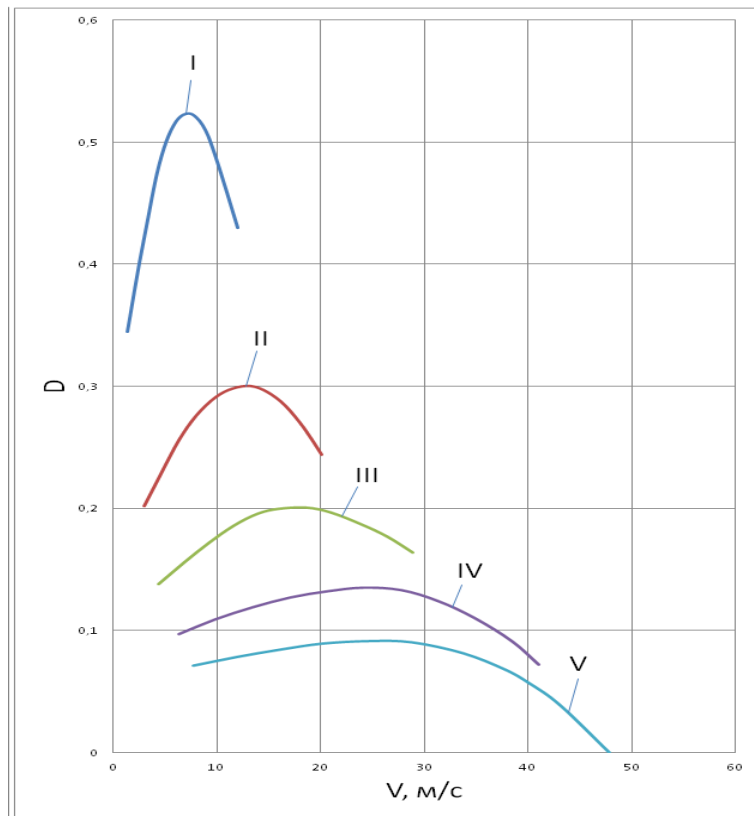


Рисунок А3 – Динамический фактор

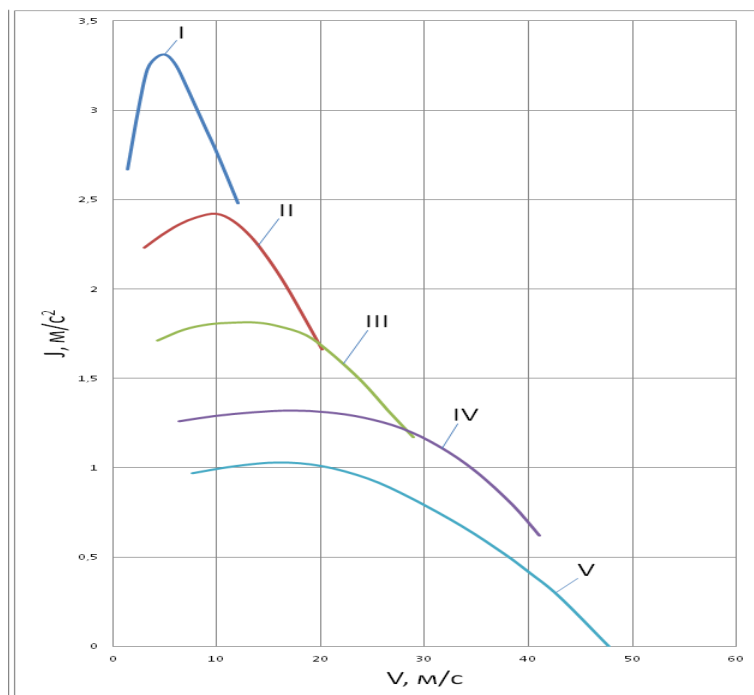


Рисунок А4 – Ускорения автомобиля

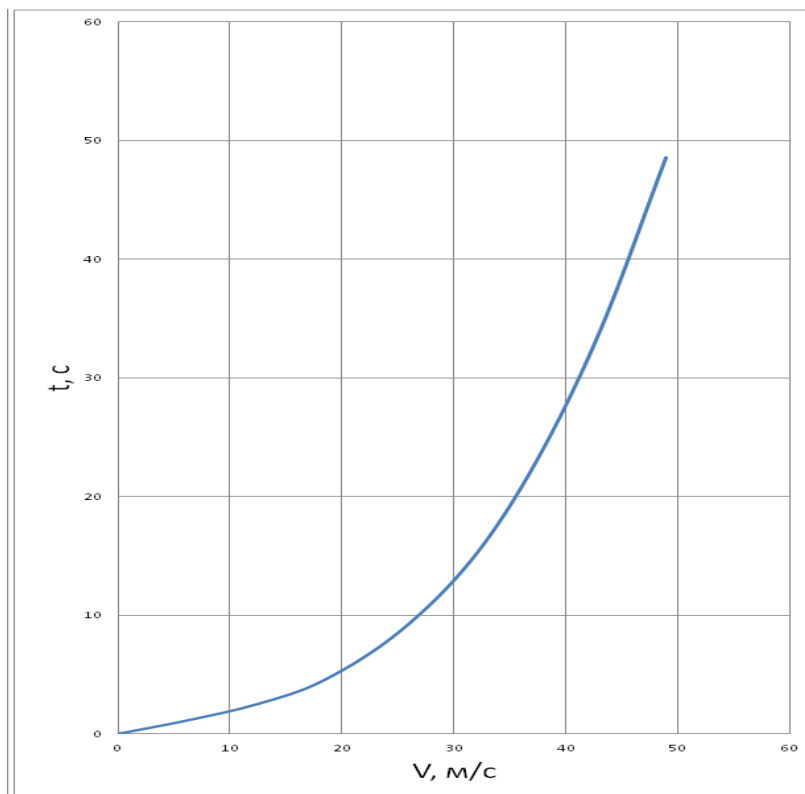


Рисунок А5 – Время разгона

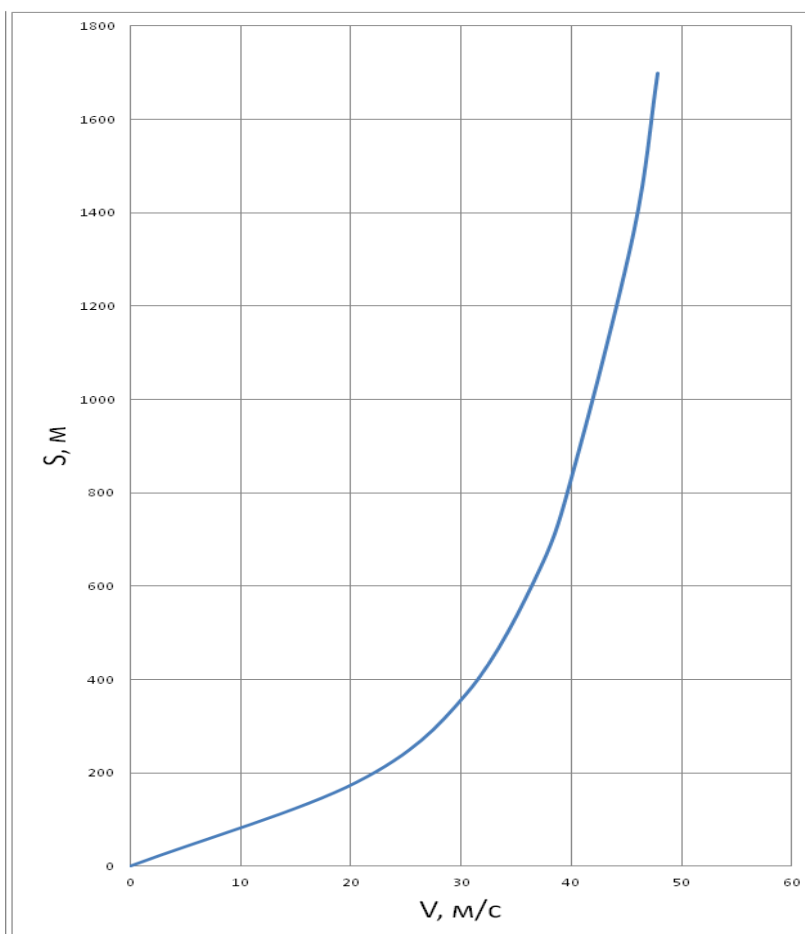


Рисунок А6 – Путь разгона

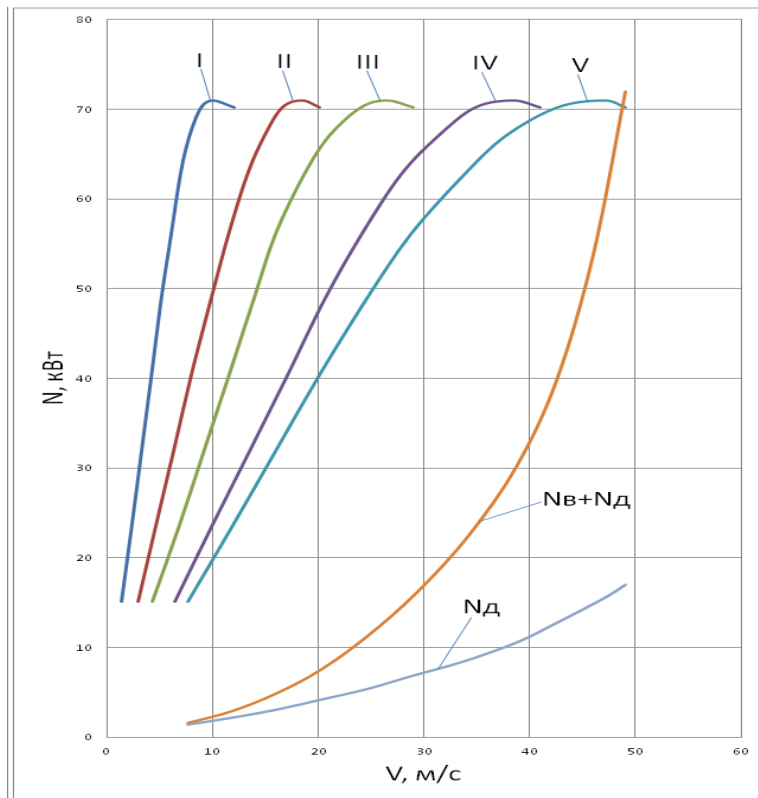


Рисунок А7 – Мощностной баланс

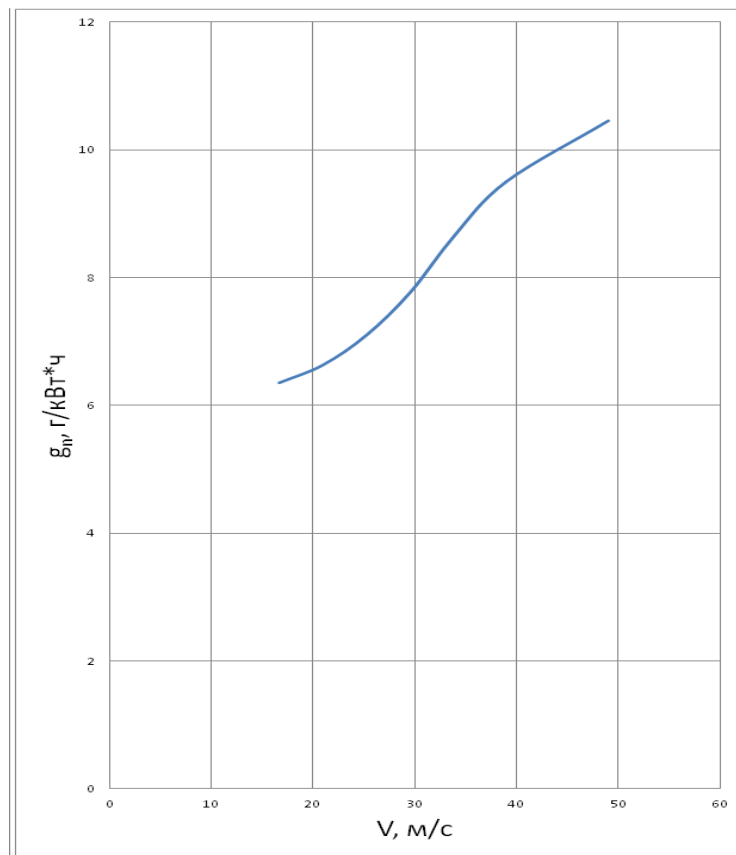


Рисунок А8 – Топливо – экономическая характеристика

Приложение Б

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.ДП.01.219.00.000-1601000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
1			17.ДП.01.219.01.000-1601085	Диск сцепления нажимной с пружиной нажимной в сборе		
2			17.ДП.01.219.02.000-1601091	Диск нажимной в сборе		
3			17.ДП.01.219.03.000-1601130	Диск ведомый в сборе		
<i>Детали</i>						
4			17.ДП.01.219.00.004-1601180	Муфта	1	
5			17.ДП.01.219.00.005-1701030	Вал первичный	1	
6			17.ДП.01.219.00.006-1601200	Вилка выключения	1	
7			17.ДП.01.219.00.007-1005115	Маховик	1	
8			17.ДП.01.219.00.008-1601295	Заклепка	6	
9			17.ДП.01.219.00.009-1601015	Картер	1	
10			17.ДП.01.219.00.010-1601182	Подшипник сцепления	1	
11			17.ДП.01.219.00.011-1601207	Болт	6	
17.ДП.01.219.00.000-1601000						
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разработ.	Жмаев Г.М.					
Пров.	Скитнев В.М.					
Н.контр.	Егоров А.Г.					
Утв.	Бобровский А.В.					
Установка сцепления					Лист	Лист
					1	Листов
					ТГУ, АТ-1201	
<i>Копировал</i>					<i>Формат А4</i>	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.ДП.01.21901.000-1601085	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	17.ДП.01.219.01.001-1601125	Кожух сцепления	1	
		2	17.ДП.01.219.01.002-1601091	Диск нажимной	1	
		3	17.ДП.01.219.01.003-1601130	Пружина диафрагменная	1	
		4	17.ДП.01.219.01.004	Пружина сенсорная	1	
		5	17.ДП.01.219.01.005	Пружина регулировочная	3	
		6	17.ДП.01.219.01.006	Кольцо регулировочное	1	
		7	17.ДП.01.219.01.007	Пружина тангенциальная	9	
17.ДП.01.219.01.000-1601085						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Жмаев Г.М.			Лит.	Лист
Пров.		Скитнев В.М.				Листов
Исполн.		Егоров А.Г.			1	
Утв.		Бобровский А.В.			ТГУ, АТ-1201	
				Копировал		Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.ДП.01.219.02.000-1601091	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
	1		17.ДП.01.219.02.001-1601091	Диск нажимной	1	
	2		17.ДП.01.219.02.002	Пружина тангенциальная	9	
17.ДП.01.219.02.000-1601091						
Изм. / лист		№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Жмаев Г.М.			Лит.	Лист
Пров.		Скитнев В.М.				Листов
Исполн.		Егоров А.Г.			1	
Утв.		Бобровский А.В.			ТГУ, АТ-1201	
				Диск нажимной в сборе		
				Копировал		Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.ДП.01.219.03.000-1601130	Сборочный чертеж		
Старый №		1	17.ДП.01.219.03.001-1601135	Накладка фрикционная	2	
		2	17.ДП.01.219.03.002-1601145	Пружина	4	
		3	17.ДП.01.219.03.003-1601148	Пружина	2	
17.ДП.01.219.03.000-1601130						
Изм. №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Жмаев Г.М.			
Изм. №	Пров.		Скитнев В.М.			
	Исполн.		Егоров А.Г.			
Изм. №	Утв.		Бобровский А.В.			
	Диск сцепления ведомый в сборе				Лист	Лист
						1
				ТГУ, АТ-1201		
Копировал				Формат А4		