

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	<u>И.И. Бакиров</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>М.В. Прокопьев</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.М. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>С.А. Гудкова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте представлены современные технологические решения и требования, предъявляемые к конструкции фрикционных муфт автомобилей, дан обзор конструкций фрикционных муфт и приведены современные конструктивные решения, связанные с проблемой износа фрикционных накладок.

Первый раздел включает такие подразделы, как применимость, требования к конструкции, классификация конструкций сцепления. Затем мы анализируем популярные современные конструкции и тенденции в развитии срока службы муфты. Наконец, мы делаем выбор и обоснование принятого варианта дизайна.

В втором разделе представлен расчет тягового качества автомобиля "Гранта", расчет основных параметров сцепления и усилия сжатия диафрагменной пружины, а также расчет виброгасителя кручения. В конце концов, были разработаны дизайн фрикционные накладки.

В технологическом разделе представлена технологическая карта сборки саморегулирующихся муфт, рассмотрены технологии изготовления деталей и их сборки.

В экономическом разделе мы рассчитываем производственные затраты на модернизируемую муфту, определяем точку безубыточности нашего проекта. Наконец, мы делаем расчет коммерческой и социальной эффективности.

Раздел "безопасность и экологичность технического объекта" состоит из технологического паспорта технического объекта. Она сопровождается промышленными и эксплуатационными рисками, возникающими на производстве и в деятельности по минимизации возникновения этих рисков в технологических процессах.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки на 76 страницах и графической части на 10 листах формата А1.

ABSTRACT

This diploma project reflects the modern technological solutions and requirements applied to the design of friction clutches of cars, a review of clutch designs and modern design solutions related to the problem of wear of friction linings.

The main purpose of the diploma project is to solve the following tasks: to provide a large reserve of wear of friction linings; to ensure the slow progress of the clutch and constant effort on the pedal during the entire service life; ensuring the manufacturability of the Assembly with the least material investments. The section "status of the issue" includes such subsections as purpose, design requirements, classification of clutches. The analysis of modern popular designs and development trends in the field of increasing the service life of the clutch. In conclusion, the choice and justification of the adopted version of the clutch design is given.

In the design part of the thesis is made traction calculation of the car VAZ-2190 "Granta", the calculation of the General parameters of the clutch, the calculation of the required clamping force of the diaphragm spring, the calculation of the damper torsional vibrations. The design of self-regulating clutch with the system of compensation of wear of friction linings on the basis of clutch design is developed.

The technological part reflects the technological map of the Assembly of the self-regulating clutch, discusses the technology for the manufacture of parts and their Assembly.

The section "Safety and environmental friendliness of a technical facility" consists of a technological passport of a technical facility. It is accompanied by production and operational risks arising in the production and measures to minimize the occurrence of these risks in technological processes.

In the economic section, the costs of the production of the modernized clutch, the determination of the break-even point in the production of a new unit are calculated, the commercial and social efficiency is calculated. The diploma project has 76 sheets, the graphic part consists of 10 sheets of A1 format.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса	7
1.1 Назначение сцепления автомобиля.....	7
1.2 Требования, предъявляемые к сцеплению	7
1.3 Классификация сцеплений.....	8
1.4 Обзор конструкций сцепления и тенденций их развития.....	11
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	14
2 Защита интеллектуальной собственности	20
3 Конструкторская часть	17
3.1 Тягово – динамический расчет автомашины.....	17
3.1.1 Исходные данные для расчета	17
3.1.2 Подготовка данных расчета	17
3.1.3 Определение внешней характеристики скоростно.....	18
3.1.4 Расчет передаточных чисел КП.....	19
3.1.5 Тяговый баланс автомашины.....	20
3.1.6 Характеристика динамики автомашины	21
3.1.7 Ускорение автомашины	25
3.1.8 Путь и время разгона автомашины	22
3.1.9 Мощностной баланс автомашины.....	22
3.1.10 Топливоно – экономическая характеристика.....	23
3.2 Расчет сцепления.....	24
3.2.1 Исходные данные для расчета	24
3.2.2 Расчет основных характеристик сцепления	25
3.2.3 Расчет требуемой зажимной нагрузки и усилия пружины.....	27
3.2.4 Расчет усилия на педаль сцепления	30
4 Технологическая часть	32
4.1 Выбор и обоснование технологической схемы	32
4.2 Список сборочных работ.....	33
4.3 Трудоемкость процесса сборки.	34
4.4 Технологический маршрут сборки ведущего диска сцепления.....	36
5 Анализ экономической эффективности проекта.....	39

5.1 Расчет затрат на модернизацию проектируемого сцепления.....	39
5.2 Определения точки безубыточности	44
5.3 Расчет коммерческой эффективности.....	47
5.4 Анализ проведенных расчетов и вывод.....	53
6 Безопасность и экологичность проекта	55
6.1 Характеристики рассматриваемого технического объекта.....	55
6.2 Выявления профессиональных рисков	59
6.3 Методы и средства, направленные на снижение профессиональных рисков	59
6.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта.....	63
6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	65
6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность проекта.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	69
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	80

ВВЕДЕНИЕ

В современном автомобилестроении требования к узлам и агрегатам автомобилей возрастают достаточно быстро. Появляются новые технологии производства, открываются новые сплавы, что позволяет производить узлы автомобилей, которые раньше были невозможны. Кроме того, количество автомобилей на дорогах постоянно растет, что приводит к ужесточению требований по безопасности, по вредным выбросам и т. д.

Автомобиль Lada Granta является достаточно новым автомобилем, поставленным на производство фирмой ПАО АВТОВАЗ в 2011 году. Однако, несмотря на модернизацию множества узлов, силовая установка автомобиля осталась практически неизменной и перекочевала на данную модель с более старых моделей семейства Lada Samara, Lada Kalina.

В конструкции силового агрегата данного автомобиля используется достаточно устаревшее сцепление диаметром 200мм, с гасителем крутильных колебаний, которое устанавливается на все двигатели, которыми комплектуется данный автомобиль. Данное сцепление зарекомендовало себя как достаточно надежное сцепление, однако оно обладает рядом недостатков.

В частности, данное сцепление обладает достаточно жесткой диафрагменной пружиной, которая нужна для обеспечения необходимого усилия зажатия ведомого диска. Кроме того, при неверной эксплуатации автомобиля, которая бывает выражена в превышении максимально разрешенной массы перевозимых грузов, ведомый диск сцепления достаточно быстро изнашивается.

В данном дипломном проекте предлагается модернизация серийного сцепления автомобиля Lada Granta, которая заключается в увеличении размерности сцепления с 200x140мм до 215x140мм. Это позволит увеличить площадь трения сцепления, что снизит склонность к преждевременному износу сцепления, а также применить менее жесткую пружину, благодаря которой можно снизить усилие на педали сцепления.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение сцепления автомобиля

Основным назначением сцепления является надежная передача крутящего момента со стороны двигателя на коробку передач автомобиля. Конструкция сцепления используется для кратковременного разъединения коробки передач и двигателя для обеспечения возможности переключать передачи.

Достаточно важным в конструкции сцепления является конструкция гасителя крутильных колебаний. Данный механизм используется для снижения вибраций, которые передаются на коробку передач со стороны двигателя внутреннего сгорания.

Также сцепление предохраняет коробку передач автомобиля и его двигатель от перегрузок во время резких изменений условий движения автомобиля. Таким образом, сцепление работает как предохранитель для данных двух узлов автомобиля. Эта функция актуальна как для передачи момента от двигателя на коробку передач, так и при обратной передаче момента со стороны колес через коробку передач на двигатель автомобиля.

1.2 Требования, предъявляемые к сцеплению

Независимо от того, какой автомобиль проектируется, ко всем автомобильным сцеплениям применим достаточно определенный ряд требований.

1) Сцепление должно обеспечить надежную передачу крутящего момента со стороны двигателя автомобиля.

Для этого сцепление должно обладать несколькими свойствами. Достаточным коэффициентом запаса, чтобы не выйти из строя при кратковременных нагрузках, которые превышают расчетные значения. Зажимное усилие нажимного диска должно иметь постоянную величину, которая бы не зависела от износа поверхностей накладок ведомого диска.

Фрикционные пары должны работать, по возможности, без перегрева и значительного износа, включая работу в сложных дорожных условиях, езду по бездорожью, езду с прицепом и в гору.

2) Сцепление должно по-возможности максимально снизить динамические нагрузки приходящиеся на двигатель и коробку передач.

Таким образом, в конструкции сцепления должен быть предусмотрен гаситель крутильных колебаний, чтобы исключить негативный эффект пульсации крутящего момента со стороны двигателя внутреннего сгорания.

Конструкция привода сцепления должна обеспечить полноту включения, а также возможность плавного включения сцепления. Сцепление, по возможности, не должно передавать осевую нагрузку на коленчатый вал двигателя автомобиля.

Кроме того, сцепление должно быть максимально легким и обладать минимальным моментом инерции ведомых частей. Это позволит снизить ударные нагрузки на коробку передач, что благоприятно скажется на работе синхронизаторов.

3) Сцепление должно обладать максимально возможной простотой конструкции и ее технологичностью. Так как ведомый диск сцепления является изнашиваемым элементом, процедура его замены должна быть максимально легкой.

4) Конструкция сцепления должна исключать появление пыли и неприятного запаха при нормальной работе узла.

5) Привод сцепления должен быть эргономичным, обеспечивая малые усилия на педали сцепления, а также ее малый ход.

1.3 Классификация сцеплений

Существует несколько способов классификации сцеплений автомобиля. Сцепления делятся по типу привода, по виду трения, по режиму включения, по количеству ведомых дисков, по конструкции нажимных пружин, а также по числу потоков передачи крутящего момента.

По типу привода сцепления делят на гидравлические, механические, электрические или комбинированные. Отдельно можно выделить сцепления с интегрированным в привод усилителем. Наибольшее распространение на легковых автомобилях в настоящее время получили сцепления с гидравлическим либо механическим приводом.

По виду трения сцепления делятся на мокрые и сухие. На современных автомобилях наибольшее распространение получили «сухие» сцепления. Мокрые сцепления используются, как правило, в тех случаях, когда требуется передача большого крутящего момента. В таком случае используется пакет фрикционных дисков, работающих в масляной ванне. Это помогает значительно снизить их износ, а также уменьшить их размеры. Однако, мокрые сцепления значительно дороже и сложнее сухих.

По режиму включения сцепления делятся на нормально замкнутые и нормально разомкнутые. На современных автомобилях, сцепления нормально замкнуты. Это значит, что крутящий момент передается с двигателя на коробку передач через сцепление все время, а нажатие педали сцепления – размыкает ведомый и нажимной диски, прерывая подачу крутящего момента. Нормально разомкнутые сцепления наоборот в обычном состоянии не передают момент. Такие сцепления могут использоваться в муфтах передачи крутящего момента на заднюю ось полноприводных автомобилей, либо в качестве сцепления между двигателем и редуктором отбора мощности на тракторах, в которых крутящий момент двигателя используется для включения каких-либо вспомогательных агрегатов.

По количеству ведомых дисков сцепления можно разделить на однодисковые, двухдисковые и многодисковые. В подавляющем большинстве случаев, на современных автомобилях, используются однодисковые сцепления. Двухдисковые сцепления позволяют увеличить количество поверхностей трения вдвое, что позволяет передачу вдвое большего крутящего момента. Такие сцепления устанавливают, как правило, на автомобилях где требуется передача большого крутящего момента (свыше

800Нм) – на грузовые автомобили. Это позволяет сохранить диаметр ведомого диска в разумных пределах, однако несколько усложняет конструкцию. Разницу в конструкции однодискового и двухдискового сцепления можно увидеть на рисунке 1. Многодисковые сцепления, как правило, устанавливаются на автомобили, где требуется передача еще большего крутящего момента. Также, они работают как правило в масляной ванне, что предотвращает излишний износ дисков. В автомобильной промышленности подобные сцепления скорее исключения, чем правило. Они нашли очень широкое распространение на мотоциклах.



Однодисковое сцепление

Двухдисковое сцепление

Рисунок 1 Разница в конструкции однодискового и двухдискового сцепления.

«По конструкции нажимных пружин сцепления можно разделить на сцепления с диафрагменной пружиной и на сцепления с пружинами, расположенными на периферии» [1]. Основным видом сцепления, который получил максимальное распространение на современных автомобилях являются сцепления с диафрагменной пружиной. Это связано с тем, что конструкция такого сцепления проще и дешевле, в тоже время эксплуатационные характеристики сцепления значительно выше.

1.4 Обзор существующих конструкций сцепления и тенденций их развития

Рассмотрим конструкцию современного сцепления, принципиальная схема которого показана на рисунке 2. Сцепление состоит из ведомой части, нажимной части, а также привода сцепления.

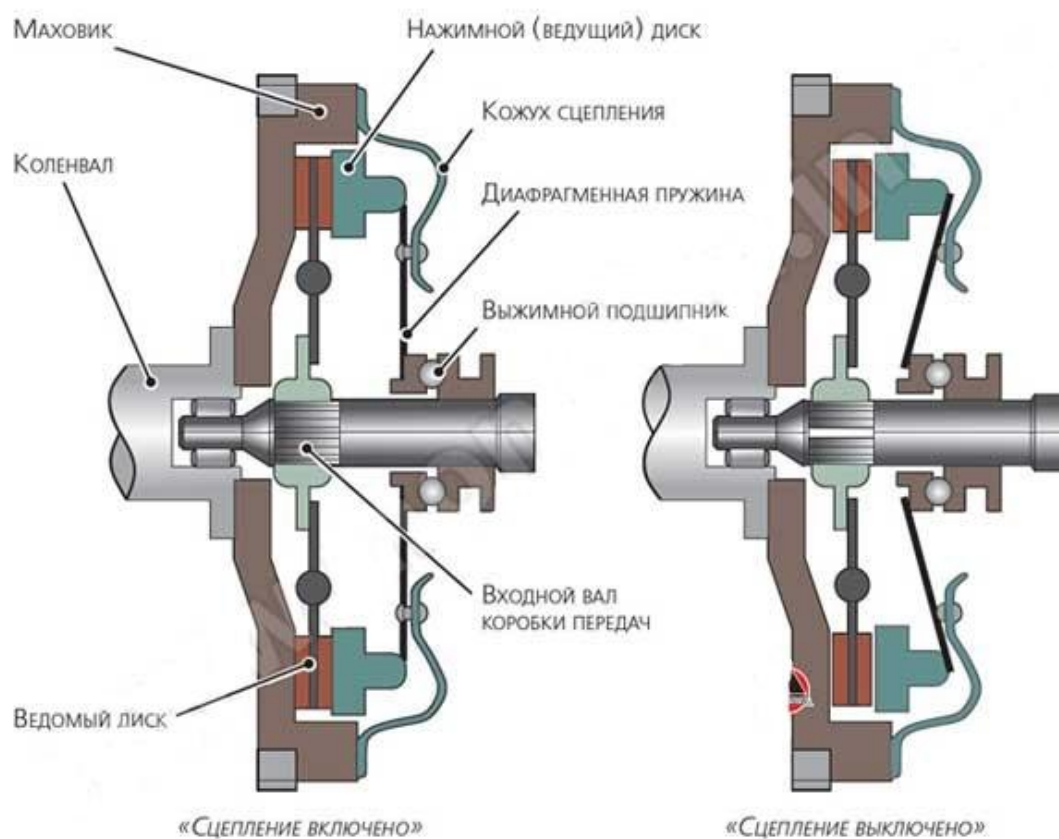


Рисунок 2 Принципиальная схема однодискового сцепления автомобиля. Показано в двух режимах: «Сцепление включено» и «сцепление выключено»

Ведомая часть сцепления представляет собой ведомый диск сцепления, с установленным в нем гасителем крутильных колебаний. Диск установлен посредством шлицевого соединения на первичный вал коробки передач. Сам диск представляет собой ступицу, демпфер крутильных колебаний, и набор пластины, установленных на периферии. На пластины устанавливаются фрикционные накладки. Вся конструкция имеет некоторую податливость в осевом направлении, что положительно сказывается на долговечности деталей коробки передач и двигателя автомобиля. Демпфер крутильных

колебаний находится между пластинами ведомого диска и его ступицей. Он позволяет снизить вибрационные нагрузки на коробку передач, которые возникают в следствие пульсации крутящего момента в двигателе внутреннего сгорания. Демпфер может быть различной конструкции: гидравлическим, резинометаллическим либо упругофрикционным. Иногда демпфер делают двух и более ступенчатым. Это может быть вызвано необходимостью гасить колебания на нескольких различных частотах работы двигателя.

Ведущая часть сцепления, так называемая «корзина сцепления» состоит из нескольких деталей, скрепленных между собой: нажимного диска, кожуха сцепления, диафрагменной пружины. Нажимной диск является чугунной отливкой, основной задачей которого является прижатие ведомого диска к маховику двигателя. Основными требованиями к нажимному диску являются обладание необходимой массой, а также приработка трущейся поверхности без образования задиров, для снижения износа фрикционной накладки сцепления.

Нажимной диск прикреплен к кожуху сцепления посредством нескольких пружинных пластин, имеющих податливость в осевом направлении. Кожух сцепления необходим для соединения ведущей части сцепления к маховику двигателя. Между кожухом и нажимным диском сцепления устанавливают нажимные пружины сцепления. Это может быть как одна центральная диафрагменная пружина, так и несколько пружин установленных на периферии. «Как правило, устанавливают диафрагменную пружину, что делает конструкцию проще и надежнее. Кроме того, диафрагменная пружина имеет характеристику (рисунок 3) благодаря которой, в следствие износа фрикционных накладок сцепления зажимное усилие сначала увеличивается, что увеличивает межсервисный интервал сцепления» [2].

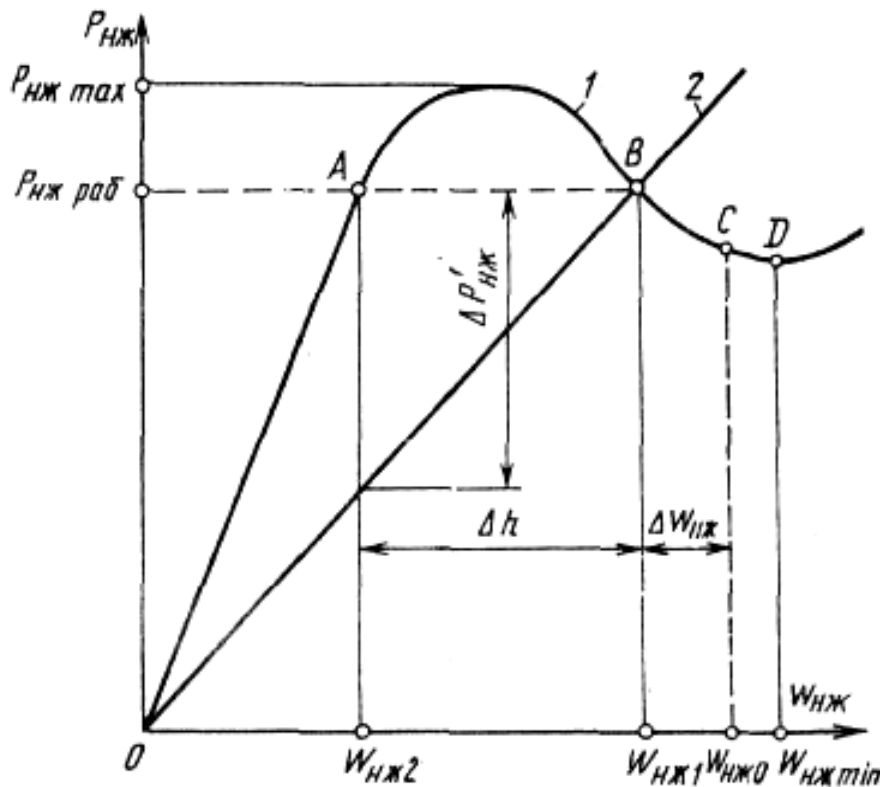


Рисунок 3 Упругие характеристики нажимных устройств с пружинами: 1 - диафрагменной; 2 - периферийно расположенными винтовыми; $W_{нж}$ - перемещение нажимного диска; $P_{нж}$ - зажимная нагрузка

Привод сцепления состоит из муфты выключения сцепления, а также внешнего механизма привода, связанного с педалью сцепления. Муфта выключения сцепления или выжимной подшипник имеет возможность двигаться по первичному валу коробки передач под воздействием привода сцепления (гидравлического, механического или электрического). Своим корпусом муфта давит на лепестки диафрагменной пружины, в результате чего происходит выключение сцепления.

Сцепление современного автомобиля имеет достаточно устоявшуюся конструкцию и уже достаточно длительное время не подвергается значительной модернизации конструкции узла. Тем не менее, в настоящее время также как и для других узлов автомобиля, к сцеплениям автомобилей применяют все более жесткие требования, что обуславливает тенденции развития данного узла. Можно выделить несколько основных направлений конструкторских работ по модернизации сцепления.

Согласование ресурса всех деталей сцепления, с целью превращения его в единый неразборный элемент. Это делается для облегчения технологического процесса сборки на конвейерах автомобилестроительных фирм. Также такой подход должен облегчить диагностику проблем связанных со сцеплением, а его замена будет происходить быстрее и гарантированно устранять любые возможные дефекты в работе сцепления. Это направление также достаточно тесно связано с развитием конструкций двухмассовых маховиков и, в частности, с разработкой двухмассового маховика с маятниковой системой гашения колебаний.

Еще одним из направлений развития сцеплений является дальнейшее развитие системы SAC. Это система, разработанная ф. Luk, позволяет автоматически компенсировать износ фрикционных накладок ведомого диска сцепления. Данная система обеспечивает постоянное прижимное усилие сцепления, увеличивает межсервисные интервалы и обеспечивает постоянство передаваемого момента. В данный момент ведутся разработки по снижению стоимости, массы и габаритов данного узла, а также уменьшению хода сцепления. Также ведутся разработки, направленные на улучшение конструкций демпферов крутильных колебаний, для покрытия большего диапазона частот двигателя.

Достаточно большой упор нацелен на дальнейшее развитие коробок передач с двумя сцеплениями. Данные решения уже появились на достаточно большом количестве автомобилей разных производителей (DSG от ф. VW, EDC от ф. Renault, Powershift от ф. Ford, DCT от ф. Kia и др)

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

Автомобиль Lada Ganta построен на модернизированной платформе Lada Kalina и является одним из самых современных автомобилей завода. С начала продаж автомобиль занял лидирующие позиции в своем сегменте и на данный момент является одним из самых продаваемых автомобилей завода. При этом конкуренция в сегменте бюджетных автомобилей непрерывно

усиливается, ужесточаются требования потребителей. В таких условиях для удержания лидирующих позиций на рынке и повышения конкурентоспособности, необходимо постоянно искать возможности для модернизации серийных узлов.

Базовое сцепление данного автомобиля размерностью 200x140 мм является достаточно надежным и долговечным узлом. Однако в настоящее время кроме надежности и долговечности все большего внимания требуют такие потребительские свойства как легкость управления и комфорт.

В данном дипломном проекте рассмотрена модернизация серийного сцепления автомобиля Lada Granta, направленная на уменьшение усилия водителя на педали сцепления. Для этого предлагается увеличить размерность фрикционных накладок с размера 200x140 до размера 215x140мм. Благодаря увеличению площади трения, станет возможным применение менее жесткой диафрагменной пружины, что и обеспечит уменьшение требуемого усилия.

Особенностью предложенной модернизации является сохранение компоновочной схемы базового сцепления, что позволит унифицировать его с базовым сцеплением. Это позволит снизить затраты на производство, а также устанавливать его в качестве запасных частей на автомобили предшествующих годов выпуска. Кроме того возможно сочетание диска увеличенной размерности с базовой пружиной для передачи большего крутящего момента, это решение может быть использовано в спортивной модификации.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено.

Руководитель: _____ / Прокопьев М.В. /

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные для тягового расчета

Тип привода:	<i>FWD</i>
Число мест:	5
Число передач:	5
КПД трансмиссии:	$\eta_{TP} = 0.94$
Площадь поперечного сечения	$F = 1.975 m^2$
Максимальная скорость:	$v_{max} = 176 км/ч$
Масса автомобиля:	$m_a = 1080 кг$
Коэф-т аэродинамич. сопр-я:	$C_x = 0.34$
Коэф-т сопротивления качению:	$f_0 = 0,013$
Обороты двигателя	$\omega_e^{min} = 105 рад/с$
	$\omega_e^{max} = 630 рад/с$

3.1.2 Подготовка данных для расчетов

Полная масса и вес автомобиля, при учете, что n – число посадочных мест, рассчитывается по формуле:

$$m = m_a + 75 \cdot n + 10 \cdot n = 1080 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1505 кг \quad (3.1)$$

$$G_{сер} = m_{сер} \cdot g = 14749 Н \quad (3.2)$$

Выполнение расчета распределения массы по осям автомобиля выполняем учитывая коэффициент распределения для переднеприводного автомобиля:

- на переднюю ось приходится 60% нагрузки;

- на заднюю ось приходится 40% нагрузки;

$$m_1 = 0,6 \cdot m_a = 903 кг \quad (3.3)$$

$$m_2 = 0,4 \cdot m_a = 602 кг \quad (3.4)$$

Автомобиль комплектуется покрышками размером 185/60R14. Рассчитываем радиус качения колеса.

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (3.5)$$

$$r_k = 273 \text{ мм}$$

Коэффициент обтекаемости рассчитывается

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2} = \frac{0,34 \cdot 1,293}{2} = 0,22 \quad (3.6)$$

Коэффициент дорожного сопротивления рассчитывается

$$\psi_v = f = f_{k0} \cdot \left(1 + \frac{v_{\max}^2}{2000} \right) = 0,029 \quad (3.7)$$

Передаточное отношение главной передачи рассчитывается

$$U_{\text{ГП}} = \frac{\omega_{\max} \cdot r_k}{v_{\max} \cdot U_{\text{КП}}} \quad (3.8)$$

В качестве передаточного отношения коробки передач $U_{\text{КП}}$, принимаем в формуле (3.8) передаточное отношение высшей передачи автомобиля:

$$U_{\text{КП}} = 0,781$$

$$U_{\text{ГП}} = \frac{630 \cdot 0,273}{49 \cdot 0,781} = 4,5$$

3.1.3 Определение внешнескоростной характеристики двигателя

Мощность двигателя, необходимая для достижения максимальной скорости автомобиля рассчитывается:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{\text{мр}}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot v_{\max} + k \cdot F \cdot v_{\max}^3 \right) \quad (3.9)$$

$$N_v = \frac{1}{0,94} \left(505 \cdot 0,029 \cdot 49 + 0,22 \cdot 1,98 \cdot 49^3 \right) = 76,33 \text{ кВт}$$

Максимальную мощность двигателя автомобиля, рассчитаем по формуле (3.10), учитывая коэффициент отношения частоты вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения вала при

максимальной мощности $\lambda = \omega_e^{\max} / \omega_N = 1,1$, а эмпирические коэффициенты а, б, с принимаем равными 1.

$$N_e^{\max} = \frac{N_v}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3} \quad (3.10)$$

$$N_e^{\max} = \frac{76,33}{1,1 + 1,1^2 - 1,1^3} = 78 \text{ кВт}$$

Используя формулы (3.11) и (3.12) рассчитываем внешнескоростную характеристику двигателя и строим соответствующие графики:

$$N_e = N_{\max} \left[\frac{\omega_e}{\omega_N} + \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.11)$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.12)$$

Графики расчетов представлены в Приложении 1.

3.1.4 Расчет передаточных чисел коробки передач.

Автомобиль может двигаться при условии обеспечения тяговой силы на ведущих колесах большей по величине, чем силы сопротивления дороги. В свою очередь, для избежания ведущих колес автомобиля, данная сила должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой. Выразим данное уравнение формулой:

$$G_{\text{сц}} \cdot \varphi \geq \frac{M_{e \max} \cdot \eta_{\text{мп}} \cdot U_{\text{ГП}} \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max} \quad (3.13)$$

Передаточное отношение первой передачи автомобиля находим выражая из уравнения (3.13):

$$\frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{e \max} \cdot \eta_{\text{мп}} \cdot U_{\text{ГП}}} \geq U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{e \max} \cdot \eta_{\text{мп}} \cdot U_{\text{ГП}}} \quad (3.14)$$

$$2,8 \geq U_1 \geq 0,16$$

Принимаем $U_1 = 2,8$ для последующих расчетов

Другие передаточные числа находим по формулам:

$$\begin{aligned}
 U_2 &= \sqrt[3]{U_1^2} \\
 U_3 &= \sqrt[3]{U_1} \\
 U_4 &= 1 \\
 U_5 &= 0.6..0.8
 \end{aligned}
 \tag{3.15}$$

В целях обеспечения долговечности зубчатого соединения, следует избегать попадания одних и тех же зубьев ведущей шестерни на одни и те же зубья ведомой. Таким образом, нельзя выбирать целое передаточное отношение для четвертой передачи. Выбираем наиболее близкое.

$$\begin{aligned}
 U_2 &= 1,987 \\
 U_3 &= 1,409 \\
 U_4 &= 0,941 \\
 U_5 &= 0,781 .
 \end{aligned}$$

3.1.5 Тяговый баланс автомобиля

Запишем уравнение тягового баланса автомобиля:

$$P_T = P_D + P_B + P_{II} \tag{3.16}$$

P_T - тяговая сила автомобиля;

P_D - сила дорожного сопротивления;

P_B - сила сопротивления воздуха;

P_{II} - сила сопротивления разгону автомобиля.

Рассчитываем данные силы по формулам:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{mp}}{r_k}; \tag{3.17}$$

$$P_D = P_{II} + P_f; \tag{3.18}$$

$$P_{II} = G_a \cdot \sin \alpha \tag{3.19}$$

$$P_f = G_a \cdot \cos \alpha \cdot f \tag{3.20}$$

$$P_B = k \cdot F \cdot v^2 \tag{3.21}$$

Связываем скорость автомобиля и силу тяги:

$$v_a = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_k \cdot U_0} \Rightarrow P_T = \frac{\omega_e \cdot M_e \cdot \eta_{mp}}{v_a} \quad (3.22)$$

С помощью данной связи решаем уравнение тягового баланса и строим графики зависимости силы тяги от скорости автомобиля.

Графики расчетов представлены в Приложение 1.

3.1.6 Динамический фактор автомобиля

Динамический фактор - отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля. Он показывает преодолеваемую величину сопротивления дороги автомобилем на той или иной скорости.

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (3.23)$$

После расчета динамического фактора автомобиля на разных передачах строим графики (см. Приложение 1).

3.1.7 Расчет ускорений автомобиля

В момент разгона автомобиля определяют его ускорения. Данный расчет производится, учитывая, что автомобиль движется по горизонтальной дороге хорошего качества. Для расчета ускорений автомобиля воспользуемся формулой:

$$j = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta_{ep}}; \quad (3.24)$$

В формуле (3.24) используется коэффициент вращающихся масс. Определяем его по формуле:

$$\delta_{BP} = 1 + \frac{(m \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot u_k^2 + I_k \cdot n_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (3.25)$$

Подставляем значения и получаем следующие значения данного коэффициента на различных передачах:

$$\delta_{epI} = 1,22$$

$$\delta_{epII} = 1,13$$

$$\delta_{\epsilon p III} = 1,08$$

$$\delta_{\epsilon p IV} = 1,06$$

$$\delta_{\epsilon p V} = 1,05$$

Подставляем полученные значения в формулу (3.24) произведем расчет ускорения автомобиля и построим графики (см. Приложение 1).

3.1.8 Расчет времени и пути разгона

Время разгона автомобиля рассчитаем с помощью формулы:

$$\Delta t = \frac{1}{j_a} \Delta v \quad (3.26)$$

$$t = \sum \Delta t_i \quad (3.27)$$

Как видно, наиболее оптимальным решением данных формул является построение графиков обратных ускорений $1/j$ и дальнейшее интегрирование данных графиков. Чтобы найти минимальное время разгона точки переключения передач следует брать в точках пересечения графиков обратных ускорений.

Находим пути разгона с помощью формул:

$$ds = v_a \cdot dt \quad (3.28)$$

$$\Delta s = v_a \cdot \Delta t \quad (3.29)$$

$$s = \sum s_i^t \quad (3.30)$$

3.1.9 Мощностной баланс автомобиля

Записываем уравнение мощностного баланса автомобиля:

$$N_T = N_e - N_{mp} = N_f + N_{II} + N_B + N_{II} \quad (3.31)$$

«В данном уравнении N_T - тяговая мощность на ведущие колеса; N_{mp} - мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии; N_f - мощность, необходимая для преодоления сопротивления качения колес; N_{II} - мощность, затраченная на сопротивление подъему; N_A - мощность, затраченная на сопротивление

воздуха; $N_{\dot{E}}$ - мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля; $N_{\dot{A}}$ - мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления дороги» [3].

Используя данное уравнение, найдем сопротивления, преодолеваемые автомобилем на разных скоростях. Решение уравнения (3.31) производится графическим способом. В приложении 1 представлен график мощностного баланса на пятой передаче.

3.1.10 Топливо-экономическая характеристика автомобиля

Через удельный эффективный расход топлива выразим путевой расход топлива на 100км пути:

$$g_{II} = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot \rho_T \cdot v}, \quad (3.32)$$

где: ρ_T - плотность топлива, для бензина примем 0,72 кг/л.

v - скорость автомобиля.

Из мощностного баланса выражаем эффективность мощности двигателя. Таким образом получаем следующее равенство:

$$g_{II} = \frac{g_e}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}} \cdot (P_D + P_B + P_{II}) \quad (3.33)$$

Для определения расхода топлива в тех или иных условиях дороги, нужно обладать нагрузочной характеристикой двигателя автомобиля. Так как данным графиком мы не располагаем, используем следующую формулу для расчета:

$$g_e = k_{CK} \cdot k_{II} \cdot g_{e \min} \cdot 1.1, \quad (3.34)$$

где: k_{CK} и k_{II} - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины g_e в зависимости от ω_e и И двигателя.

$g_{e \min}$ - минимальный удельный расход топлива.

Принимаем $g_{e \min} = 290 \frac{г}{кВт \cdot ч}$

Зная, что для равномерного движения автомобиля сила инерции автомобиля равна нулю ($P_{II} = 0$), выводим:

$$g_{II} = \frac{k_{СК} \cdot k_{II} \cdot g_{e \min} \cdot 1.1 \cdot (P_{Д} + P_{В})}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}} \quad (3.35)$$

Показателем экономии топлива автомобиля служит расход топлива автомобиля при движении по горизонтальной дороге, на соответствующей скорости движения на высшей передаче. Таким образом, принимаем значение уклона дороги $\alpha = 0$.

Расчитываем значения и строим график расхода топлива (см. Приложение 1)

3.2 Расчет сцепления

3.2.1 Исходные данные для расчетов

$m_a = 1505 \text{ кг}$	- полная масса автомобиля
$r_k = 0,273 \text{ м}$	- радиус качения колеса
$M_{\max} = 145 \text{ Нм}$	- максимальный момент двигателя
$\omega_M = 3500 \text{ об/мин}$	- скорость вращения коленчатого вала двигателя при максимальном крутящем моменте
$N_{\max} = 72 \text{ кВт}$	- максимальная мощность двигателя
$\omega_N = 6000 \text{ об/мин}$	- скорость вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности
$U_I = 3,64$	- передаточное отношение первой передачи
$U_{III} = 3,71$	- передаточное отношение главной передачи
$D = 215 \text{ мм}$	- наружный диаметр накладок сцепления;
$d = 140 \text{ мм}$	- внутренний диаметр накладок сцепления;
$m_{наж} = 1,8 \text{ кг}$	- масса нажимного диска;
$m_{мах} = 5,8 \text{ кг}$	- масса маховика;
$n = 1$	- число пар трения;

- $\mu = 0,3$ - коэффициент трения накладок о поверхности маховика и нажимного диска;
- $\beta = 1,3$ - коэффициент запаса сцепления;
- $f_k = 0,014$ - коэффициент сопротивления качению колес;
- $\eta_{mp} = 0,94$ - КПД трансмиссии.

3.2.2 Расчет основных характеристик сцепления

С учетом коэффициента запаса сцепления определяем момент трения сцепления:

$$M_{cy} = M_{max} \cdot \beta = 1,3 \cdot 145 = 188,5 \text{ Нм} \quad (3.36)$$

Далее рассчитываем средний радиус приложения касательной от силы трения по формуле:

$$R_c = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}, \quad (3.37)$$

где: R и r - внешний и внутренний радиус накладок сцепления соответственно.

Подставляем значения в формулу (3.37) и получаем:

$$R_c = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,1075^3 - 0,07^3}{0,1075^2 - 0,07^2} = 0,09 \text{ м}$$

Далее следует произвести расчет нагруженности сцепления. Нагруженность сцепления определяется удельной работой буксования сцепления при старте автомобиля. Для начала требуется найти работу буксования сцепления. Она находится по формуле:

$$A_B = \frac{0,5 \cdot J_a \cdot \omega_e^2 \cdot M_{max}}{M_{max} - M_C}, \quad (3.38)$$

где M_C - момент сопротивления движению автомобиля;

ω_e - угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя в момент трогания автомобиля;

J_a - момент инерции, заменяющий поступательно движущуюся массу автомобиля, приведенный к маховику двигателя.

Найдем момент инерции J_a :

$$J_a = \frac{m_a \cdot r_k^2}{U_{ГП} \cdot U_I} = \frac{1505 \cdot 0.273^2}{3.71 \cdot 3.64} = 0,62 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad (3.39)$$

Далее рассчитываем момент сопротивления движению автомобиля:

$$M_C = \frac{m_a \cdot r_k \cdot f_k}{U_I \cdot U_{ГП} \cdot \eta_{мп}} = \frac{1505 \cdot 0.273 \cdot 0.014}{3.64 \cdot 3.71 \cdot 0.94} = 0,45 \text{ кг} \cdot \text{м} = 4,44 \text{ Нм} \quad (3.40)$$

Для расчета угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя при трогании автомобиля воспользуемся формулой:

$$\omega_e = \frac{\omega_M}{3} + 50\pi = \frac{367}{3} + 50\pi = 279 \text{ рад/с} \quad (3.41)$$

Исходя из значений, полученных в формулах (3.39), (3.40) и (3.41) найдем общую работу буксования сцепления:

$$A_B = \frac{0,5 \cdot 0,62 \cdot 279^2 \cdot 145}{145 - 4,44} = 24725 \text{ Дж}$$

Далее необходимо рассчитанную работу буксования привести к площади фрикционных накладок сцепления и рассчитать удельную работу буксования. Для этого определим площадь фрикционных накладок для обоих вариантов: модернизированного и базового.

$$S = \frac{\pi}{2} (D^2 - d^2) \quad (3.42)$$

Подставляя значения в формулу (42) получим:

$$S_B = 0,032 \text{ м}^2 \quad - \text{ площадь накладок базового сцепления}$$

$$S_M = 0,042 \text{ м}^2 \quad - \text{ площадь накладок модернизированного сцепления}$$

Для расчета удельной работы буксования воспользуемся формулой:

$$A_{уд} = \frac{A_B}{S} \quad (3.43)$$

$$A_{уд.Б} = \frac{24725}{0,032} = 771981 \text{ Дж/м}^2 \quad - \text{ для базового сцепления}$$

$$A_{\text{уд.м}} = 24725 / 0,042 = 591490 \text{ Дж/м}^2 \text{ - для модернизированного сцепления}$$

Вышеприведенные расчеты показывают, что базовое сцепление нагружено значительно больше, чем модернизированное сцепление. При прочих равных условиях, модернизированное сцепление долговечнее базового примерно на 25%, что положительно скажется на межсервисном интервале.

Далее следует рассчитать требуемую зажимную нагрузку для обоих вариантов сцеплений, чтобы узнать насколько можно снизить усилие пружины для модернизированного сцепления.

3.2.3 Расчет требуемой зажимной нагрузки и усилия пружины

Воспользуемся следующей формулой для расчета зажимной нагрузки пружины:

$$P_n = \frac{3 \cdot M_{\text{сц}} \cdot (D^2 - d^2)}{2 \cdot \mu \cdot n \cdot (D^3 - d^3)} \quad (3.44)$$

Подставим данные в формулу (3.44) и получим:

$$P_{n.б} = 3658 \text{ Н} \text{ - для базового сцепления}$$

$$P_{n.м} = 3488 \text{ Н} \text{ - для модернизированного сцепления}$$

Далее следует определить зажимную нагрузку, которую дает нажимная пружина сцепления. Для этого определим основные геометрические параметры диафрагменной пружины (рисунок 4)

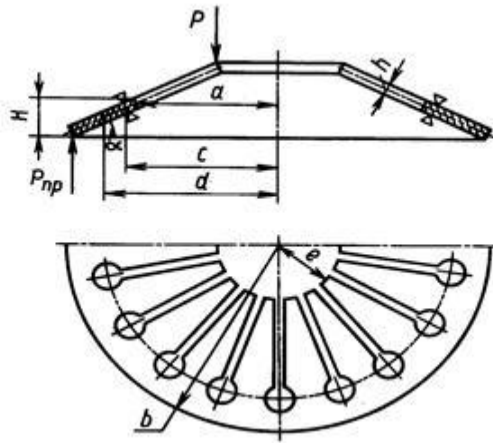


Рисунок 4 – Диафрагменная пружина

Геометрические параметры серийной пружины:

$$H = 0,0047 \text{ м};$$

$$h = 0,00242 \text{ м};$$

$$a = 0,0745 \text{ м};$$

$$b = 0,0943 \text{ м};$$

$$c = 0,0728 \text{ м}.$$

Расчет зажимной нагрузки, которую можно получить при использовании диафрагменной пружины произведем по формуле:

$$P_H = \frac{\pi \cdot E' \cdot h}{6 \cdot (b-c)^2} \cdot \lambda_1 \cdot \ln \frac{b}{a} \cdot \left(\left[H - \lambda_1 \cdot \frac{b-a}{b-c} \right] \cdot \left[H - 0,5 \cdot \lambda_1 \cdot \frac{b-a}{b-c} \right] + h^2 \right), \quad (3.45)$$

где: E – модуль упругости первого рода ($E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$);

μ_{II} – коэффициент Пуассона ($\mu_{II} = 0,26$);

λ_1 – деформация пружины, мм;

H – высота сплошной части пружины, мм;

h – толщина пружины, мм;

a, b, c – геометрические параметры пружины (см. рисунок)

$$E' = \frac{E}{1 - \mu_{II}} \quad (3.46)$$

Подставим числа в формулу (2.46) и выполним расчет

$$E' = \frac{E}{1 - \mu_{II}} = \frac{2 \cdot 10^{11}}{1 - 0.26} = 2.145 \cdot 10^{11} \text{ Па}$$

Подставляя значения в формулу (3.45) находим зажимное усилие пружины при различном прогибе для базовой пружины (рисунок 5).



Рисунок 5 - Упругая характеристика базовой диафрагменной пружины

Из данного графика видно, что базовая пружина обладает существенным запасом зажимной нагрузки даже для базового сцепления. Снизим толщину диафрагменной пружины с 2,42мм на базовой пружине до 2,15мм для модернизированного сцепления.

Подставим новые значения в формулу (3.45) и произведем расчет аналогичным способом. Строим график (рисунок 6)

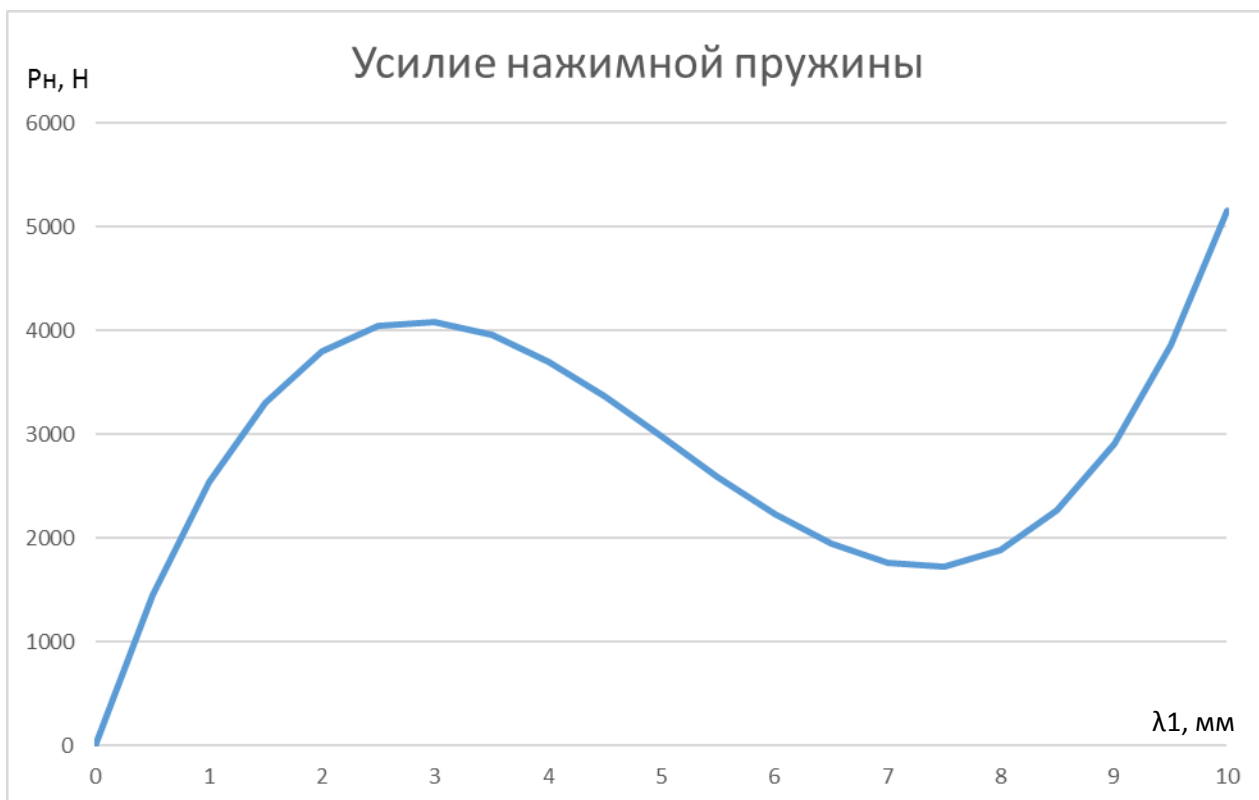


Рисунок 6 - Упругая характеристика модернизированной пружины

При статическом прогибе пружины в 4,3мм, она обеспечивает нагрузку 3512Н, что удовлетворяет необходимой величине. В случае износа фрикционных накладок сцепления на 1мм, статический прогиб снизится до 2,3мм, что обеспечит зажимную нагрузку 3970Н, иными словами, при износе сцепления зажимная нагрузка только возрастет.

С уменьшением толщины нажимной пружины сцепления и снижением зажимной нагрузки, усилие на педали сцепления также снизится.

3.2.4 Расчет усилия на педали сцепления

По формуле (3.47) произведем расчет усилия на педаль сцепления:

$$Q_{II} = \frac{P_{вык}}{U_{np} \cdot \eta_{np}}, \quad (3.47)$$

В формуле (3.47) $P_{вык}$ - усилие выключения сцепления. Рассчитаем его для базовой и модернизированной нажимной пружины сцепления:

$$P_{\text{вык}} = \frac{P_H \cdot (b - f)}{f - e} \quad (3.48)$$

$$P_{\text{выкБ}} = \frac{P_H \cdot (b - f)}{f - e} = \frac{4856 \cdot (0,0943 - 0,0835)}{0,0835 - 0,0140} = 755 \text{ Н.}$$

$$P_{\text{выкМ}} = \frac{P_H \cdot (b - f)}{f - e} = \frac{3512 \cdot (0,0943 - 0,0835)}{0,0835 - 0,0140} = 546 \text{ Н.}$$

U_{np} - передаточное отношения привода

$\eta_{np} = 0,8$ - КПД привода

Передаточное отношение привода сцепления на автомобиле Lada Granta равно произведению передаточного отношения вилки выключения сцепления на передаточное отношение педали сцепления:

$$U_{np} = U_n \cdot U_s \quad (3.49)$$

Для серийного привода сцепления автомобиля Lada Granta данные передаточные числа равны:

$$U_n = 4,46$$

$$U_s = 3$$

Подставим все значения в формулу (3.47) и найдем усилие на педали для базовой и модернизированной пружин.

Для модернизированного сцепления:

$$Q_{\text{ПМ}} = \frac{546}{4,46 \cdot 3 \cdot 0,8} = 51 \text{ Н}$$

$$Q_{\text{ПБ}} = \frac{755}{4,46 \cdot 3 \cdot 0,8} = 70,5 \text{ Н}$$

Таким образом, снижение усилия на педали составило около 2кг при возросшем ресурсе сцепления.

4 Технологическая часть

4.1 Выбор и обоснование технологического процесса сборки

Технологический процесс сборки — это часть производственного процесса, в следствии которого происходит упорядоченные фиксация и соединение деталей для образования самостоятельной сборочной единицы, отвечающей экологическим и техническим требованиям.

Данный процесс включает в себя целый ряд операций:

- проверочных, где проводится контроль точности расположения поверхностей и деталей относительно друг друга;
- соединительных, для обеспечения соприкосновение сопрягаемых поверхностей;
- контрольных, где проверяется работоспособность готовых изделий или их части.

«Организация формы сборки осуществляется на основе данного годового объема производства. Что касается массового производства продукции, то процесс сборки формируется по принципу параллельных операций, что значительно сокращает время, затрачиваемое на сборку изделия» [4].

Чтобы разработать технический процесс сборки сцепления, выбирают мобильную производственную сборку. Путем последовательного перемещения единиц сборки с одного рабочего места на другое производится сборка. Для выполнения нужной операции все рабочие места оборудованы необходимыми инструментами.

Мобильная производственная сборка характеризуется такими факторами, как:

- назначение на конкретное рабочее место сборки конкретной операции; незамедлительная передача единицы сборки на следующую операцию после выполнения текущей операции;

- непрерывная синхронизированная работа на всех рабочих местах и на участках которые обслуживают линию сборки.

4.2 Список сборочных работ

Список работ отображен в виде таблицы 4.1, который отражает названия действий, выполненных в определенном порядке в соответствии с технологической сборочной схемой. Сборка выполняется в специальной технологической мастерской. Она оснащена мобильным ленточным конвейером, гидравлическим прессом с двуручным управлением, балансировочным станком и машиной для проверки характеристик готового продукта.

Таблица 4.1 – Список работ по сборке

Содержание основных и вспомогательных работ	Время, мин
Сборка кожуха сцепления узловая	
Осмотреть со всех сторон кожух	0,03
Кожух установить в приспособление	0,04
Осмотреть три пружины регулировочные	0,03
Установить три пружины регулировочные в технологические отверстия	0,04
Закрепить в кожухе три пружины регулировочные	0,04
В приспособление установить кольцо регулировочное	0,04
Осмотреть пружину диафрагменную	0,04
В приспособление установить пружину диафрагменную	0,04
Пружину сенсорную осмотреть	0,04
В приспособление установить пружину сенсорную	0,04
Запрессовать	0,17
Кожух в сборе снять	0,06
На общую сборку переместить кожух в сборе	0,07
Итого:	0,68
Сборка узловая нажимного диска	
Пластину нажимную осмотреть	0,03
В приспособление установить пластину нажимную	0,04

Продолжение таблицы 4.1

Девять тангенциальных пружин осмотреть	0,09
В приспособление в три позиции установить девять тангенциальных пружин	0,07
В трех позициях одновременно девять тангенциальных пружин заклепать	0,21
Нажимной диск нажимной в сборе снять	0,08
Диск нажимной в сборе переместить на общую сборку	0,05
Итого:	0,52
Сборка ведущего диска сцепления общая	
В приспособление установить кожух в сборе	0,06
В приспособление установить диск нажимной в сборе	0,05
Диск нажимной напрессовать нажимной на кожух	0,17
Ведущий диск сцепления снять	0,07
На следующую позицию переместить диск ведущий	0,05
Итого:	0,4
Контрольная операция	
В приспособление установить ведущий диск	0,15
Ведущий диск сцепления закрепить	0,07
Вращающиеся элементы контролировать	0,16
Грузики балансировочные наклепать	0,16
Диск ведущий снять	0,07
На следующую позицию переместить диск	0,07
На контрольный стенд установить ведущий диск сцепления	0,13
Ведущий диск сцепления закрепить на стенде	0,03
Контролировать выжим сцепления	0,32
Контролировать отжим сцепления	0,32
Ведущий диск сцепления снять	0,14
Итого:	1,62
Всего:	3,22

4.3 Трудоемкость процесса сборки и тип производства

За общее время произведенных сборочных работ по сборке ведущего диска сцепления принимается суммарное время всех сборочных работ:

$$t_{сб.общ} = \sum t_{сб} = 3,22 \text{ мин.}$$

Общая трудоемкость сборки $t_{сб. сум.}$ вычисляется с учетом времени на обслуживание оборудования и перерывы на отдых по формуле:

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

где a – часть времени рабочего для обслуживания оборудования на рабочих местах, $a = 2 - 3 \%$; b – часть рабочего времени для отдыха, $b = 4 - 6 \%$.

$$t_{сб. сум.} = 3,22 + 3,22 * \frac{2+5}{100}, = 3,45 \text{ мин.}$$

Тип производства определяется годовой программой выпуска ($N_{год.}$), а форма сборки выбирается по значениям общей трудоемкости ($t_{сб. сум.}$). В моем проекте $N_{год.} = 149000$ шт., $t_{сб. сум.} = 3,45$ мин. «Согласно данным значениям, выбираю крупномасштабное» [5] производство с использованием линии мобильной сборки с разделением на отдельные операции. Транспортировка агрегата осуществляется с использованием автоматических устройств.

Годовой фонд рабочего времени рассчитывается по формуле:

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

где D_p – число рабочих дней в году, шт;

n – количество рабочих смен за сутки, шт;

$t_{см.}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$\mu_{рем.}$ – коэффициент затраты времени для обслуживания и ремонта оборудования (для $n = 1$, $\mu_{рем.} = 0,98$).

$$\Phi = 248 \times 1 \times 8 \times 0,98 = 1984 \text{ ч.}$$

Такт подвижной линии:

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

$$F = 1984 \times 60 / 160000 = 0,744 \text{ мин / шт.}$$

Ритм подвижной линии:

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

$$D = 0,744 / 60 = 0,01 \text{ шт / сек.}$$

Темп подвижной линии:

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

$$T = 60 / 0,744 = 81 \text{ шт / ч.}$$

Общая трудоемкость сборки $t_{сб. сум.} = 3,22$ мин, такт подвижной линии $F = 0,78$ мин / шт. Для поддержания такта подвижной линии в процессе сборки должны участвовать параллельно четыре слесаря МСР.

4.4 Технологический маршрут сборки ведущего диска сцепления

Технологический маршрут сборки представлен в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Технологический маршрут сборки

№ операции	Наименование операции	Содержание производимых работ	Приспособления, оборудование	Время, мин
005	Сборка кожуха сцепления узловая	Осмотреть со всех сторон кожух	Гидравлический пресс с двуручным управлением	0,68
		Кожух установить в приспособление		
		Осмотреть три пружины регулировочные		
		Установить три пружины регулировочные в технологические отверстия		
		Закрепить в кожухе три пружины регулировочные		
		В приспособление установить кольцо регулировочное		
		Осмотреть пружину диафрагменную		
		В приспособление установить пружину диафрагменную		
		Пружину сенсорную осмотреть		

Продолжение таблицы 4.2

		В приспособление установить пружину сенсорную		
		Запрессовать		
		Кожух в сборе снять		
		На общую сборку переместить кожух в сборе		
010	Сборка узловая нажимного диска	Пластину нажимную осмотреть	Клепальн ый полуавто мат	0,52
		В приспособление установить пластину нажимную		
		Девять тангенциальных пружин осмотреть		
		В приспособление в три позиции установить девять тангенциальных пружин		
		В трех позициях одновременно девять тангенциальных пружин заклепать		
		Нажимной диск нажимной в сборе снять		
		Диск нажимной в сборе переместить на общую сборку		
015	Сборка ведущего диска сцепления общая	В приспособление установить кожух в сборе	Гидравли ческий пресс с двуручны м управлен ием	0,4
		В приспособление установить диск нажимной в сборе		
		Диск нажимной напрессовать нажимной на кожух		
		Ведущий диск сцепления снять		
		На следующую позицию переместить диск ведущий		

Продолжение таблицы 4.2

020	Балансировка, контрольная операция	В приспособление установить ведущий диск	Балансировочная машина, контроль ный стенд	1,62
		Ведущий диск сцепления закрепить		
		Вращающиеся элементы контролировать		
		Грузики балансировочные наклепать		
		Диск ведущий снять		
		«На следующую позицию переместить диск» [6]		
		На контрольный стенд установить ведущий диск сцепления		
		Ведущий диск сцепления закрепить на стенде		
		Контролировать выжим сцепления		
		Контролировать отжим сцепления		
Ведущий диск сцепления				

5 Анализ экономической эффективности проекта

В настоящее время автомобильная промышленность очень быстро развивается, прямопропорционально ей растут и запросы потребителей. В связи с этим заводы производители вынуждены искать пути решения, чтобы соответствовать требованиям предъявляемым потребителями, сократить расходы на производство продукта, улучшить эксплуатационные характеристики, увеличить удобство и комфорт управления автомобилем.

Данное разрабатываемое сцепление с увеличенным размером фрикционных накладок позволит:

- «уменьшить усилие применяемое для нажатия на педаль сцепления» [7];
- увеличить долговечность работы узла на 25%;
- снизить расходы на производство данного агрегата.

Также проектируемое сцепление можно будет устанавливать на автомобили Lada Granta предыдущей серии выпуска.

5.1 Расчет затрат на модернизацию проектируемого сцепления

Исходные данные для расчета отображены в таблицах 5.1, 5.2 и 5.3

Таблица 5.1 – Коэффициенты для расчета себестоимости модернизированного сцепления

Наименование показателей	Обозначение	Норма, %
Коэффициент страховых взносов	K_{CB}	26
Коэффициент общезаводских расходов	$K_{OBЗ}$	125
Коэффициент коммерческих расходов	$K_{BЦ}$	5
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	K_{OB}	200
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	K_{TP}	3
Коэффициент цеховых расходов	$K_{Ц}$	175
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{ПД}$	30

Продолжение таблицы 5.1

Наименование показателей	Обозначение	Норма, %
Коэффициент возвратных отходов	$K_{ВОТ}$	2
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$K_{И}$	3
Коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату	$K_{ВЫП}$	10

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчета заработной платы производственных рабочих

Тарифный разряд рабочего	Обозначение	Часовая тарифная ставка, руб.
3	C_p	67,03
4		71,97
5		80,12

Таблица 5.3 – Прочие данные для расчета затрат модернизированной модели сцепления

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Годовая программа выпуска	$N_{год.}$	149000
Амортизационная норма	H_A	10%
Значение рентабельности	$У_p$	30%

Расчет затрат на изделия рассчитываются по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} \right) \quad (5.1)$$

где C_i – оптовая цена для покупных полуфабрикатов и изделий i -го вида, руб.

n_i – количество покупных полуфабрикатов и изделий i -го вида, шт.

Таблица 5.4 – Затраты на покупные изделия

Наименование полуфабрикатов	Количество, шт.	Средняя цена за 1 шт, руб.	Сумма, руб.
Нажимной диск	1	951	951
Кожух	1	897	897
Болт для затяжки нажимного диска	6	3	18
Ведомый диск сцепления	1	1443	1443
Крепежный болт	3	6	18
ИТОГО:		3327	
Транспортно-заготовительные расходы		3%	
ВСЕГО:		3426,8	

$$\text{Пи1} = 951 \times 1 \times 1,03 = 979,53$$

$$\text{Пи2} = 897 \times 1 \times 1,03 = 923,91$$

$$\text{Пи3} = 3 \times 6 \times 1,03 = 18,54$$

$$\text{Пи4} = 1443 \times 1 \times 1,03 = 1486,29$$

$$\text{Пи5} = 6 \times 3 \times 1,03 = 18,54$$

$$\text{Писум} = 3426,8$$

Дополнительная зарплата рабочих рассчитывается по формуле:

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{прем}}}{100} \right) \quad (5.2)$$

где Z_T - тарифная з/п, руб., рассчитаем по формуле (4.3):

$$Z_T = C_p \cdot m \quad (5.3)$$

где C_p – часовая тарифная ставка, руб;

m – трудоемкость выполнения операции, час;

$K_{\text{пд}}$ – «коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве» [8], (берется из Таблицы 5.1).

Дифференцировано в табличной форме произведем расчет по видам работ (Таблица 5.5)

Таблица 5.5 - Основная заработная плата рабочих

Тип операции	Разряд работы	Трудоемкость, н/ч	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
Сборочная	4	0,20	71,97	14,4
Контрольная	5	0,05	80,12	4,01
ИТОГО:	18,41			
Премииальные доплаты	5,52			
Основная з/п	23,93			

Дополнительную заработную плату производственным рабочим произведем по формуле:

$$Z_{доп.} = Z_0 \cdot K_{вып.} \quad (5.4)$$

где $K_{вып.}$ - коэффициент дополнительных выплат не связанных с работой на производстве, %.

$$Z_{доп.} = 23,93 \times 0,1 = 2,39 \text{ руб.}$$

Расчет средств на отчисления в страховые фонды произведем по формуле

$$P_{с.в.} = Z_0 + Z_{доп.} \cdot K_{с.в.} \quad (5.5)$$

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

$$P_{с.в.} = (23,93 + 2,39) \times 26\% = 6,84 \text{ руб.}$$

Средства, необходимые для содержания и эксплуатации оборудования, находятся по формуле:

$$P_{оборуд.} = Z_0 \times K_{ОБ} \quad (5.6)$$

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

$$P_{оборуд.} = 23,93 \times 2 = 47,86 \text{ руб.}$$

Цеховые расходы рассчитаем по формуле:

$$P_{цех.} = Z_0 \times K_{ц.} \quad (5.7)$$

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

$$P_{цех.} = 23,93 \times 1,75 = 41,88 \text{ руб.}$$

Расходы на инструменты и оснастку определим по формуле:

$$P_{инстр.} = Z_0 \times K_{И} \quad (5.8)$$

$$P_{\text{инстр.}} = 23,93 \times 0,03 = 0,72$$

Затраты на содержание цеха рассчитаем по формуле:

$$C_{\text{цех.}} = \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здоп} + \text{Рс.в.} + \text{Роборуд.} + \text{Рце} \quad (5.9)$$

$$C_{\text{цех.}} = 3426,8 + 23,93 + 2,39 + 6,84 + 47,86 + 41,88 = 3549,70 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы определим по формуле:

$$\text{Роб. завод.} = \text{Зо} \times \text{КОБЗ}, \quad (5.10)$$

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

$$\text{Роб. завод.} = 23,93 \times 1,25 = 29,91 \text{ руб.}$$

Производственную себестоимость рассчитаем по формуле:

$$\text{Спр} = C_{\text{цех.}} + \text{Роб. завод.} \quad (5.11)$$

$$\text{Спр} = 3549,70 + 29,91 = 3579,61 \text{ руб.}$$

Внепроизводственные расходы рассчитаем по формуле:

$$\text{Рвнепр.} = \text{Спр.} \times \text{КВЦ}, \quad (5.12)$$

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

$$\text{Рвнепр.} = 3579,61 \times 5\% = 178,98 \text{ руб.}$$

Полную себестоимость находим по формуле:

$$\text{Спол.} = \text{Спр.} + \text{Рвнепр.}, \quad (5.13)$$

$$\text{Спол.} = 3579,61 + 178,98 = 3758,59 \text{ руб.}$$

Плановую прибыль определим по формуле:

$$\text{Пп} = \text{Спол.} \times \text{Ур}, \quad (5.14)$$

где U_r – уровень рентабельности, %

$$\text{Пп} = 3758,59 \times 30\% = 1127,58 \text{ руб.}$$

Цену расчетную определим по формуле:

$$\text{Црасч.} = \text{Спол.} + \text{Пп}, \quad (5.15)$$

$$\text{Црасч.} = 3758,59 + 1127,58 = 4886,17 \text{ руб.}$$

Данные для сравнения материальных затрат базового и проектного вариантов представлены в таблице 5.6

Таблица 5.6 – Сравнение материальных затрат на себестоимость базового и проектируемого сцепления

Статья затрат	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость комплектующих изделий	$\Pi_{и}$	3427	3426,8
Основная заработная плата производственных рабочих	Z_0	24	23,93
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{доп}$	2,39	2,39
Отчисления в страховые фонды	$P_{с.в.}$	6,84	6,84
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$P_{оборуд.}$	47,86	47,86
Цеховые расходы	$P_{цех}$	42	41,88
Расходы на инструмент и оснастку	$P_{инстр.}$	0,72	0,72
Цеховая себестоимость	$C_{цех.}$	3550	3549,70
Общезаводские расходы	$P_{об.завод.}$	30	29,91
Общезаводская себестоимость	$C_{пр.}$	3585	3579,61
Коммерческие расходы	$P_{внепр.}$	179	178,98
Полная себестоимость	$C_{пол.}$	3791	3758,59
Плановая прибыль	$\Pi_{п.}$	1127,58	1127,58
Расчетная цена	$C_{расч.}$	4886,17	4886,17

5.2 Определение точки безубыточности

$$C_{отп} \cdot V_{год} = Z_{пост} + Z_{пер\ уд} \cdot V_{год},$$

(5.16)

где - $C_{отп}$ - цена продукции;

$V_{год}$ - объем производства;

$Z_{пост}$ - постоянные издержки;

$Z_{пер\ уд}$ – переменные удельные издержки.

Переменные издержки рассчитаем по формулам:

Для единицы изделия:

$$Зпер.уд. = \Pi_i + З_0 + З_{доп} + Рс.в. \quad (5.16)$$

$$Зпер.уд. б = 3427 + 24 + 2,39 + 6,84 = 3460,23$$

$$Зпер.уд. (п) = 3426,8 + 23,93 + 2,39 + 6,84 = 3459,96$$

Для годовой программы выпуска:

$$Зпер.н. = Зпер.уд. \times V_{год} \quad (5.17)$$

$$Зпер.н. (б) = 3460,23 \times 149000 = 51557427$$

$$Зпер.н. (п) = 3459,96 \times 149000 = 515534040$$

Постоянные затраты:

На единицу изделия рассчитывается по формуле:

$$З_{пост.уд.} = Р_{оборуд.} \times (100 - N_A) + Р_{цех.} + Р_{об.завод.} + Р_{внепр.} + Ауд.$$

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

$$Ауд. = (Р_{оборуд.} + Р_{инстр.}) \times N_A, \quad (5.19)$$

где N_A – норма амортизационных отчислений, %.

$$A_{уд.} = (47,86 + 6,84) \times 0,10 = 5,47$$

Для базового варианта:

$$З_{пост.уд. (б)} = 47,86 \times (1 - 0,1) + 42 + 30 + 179 + 5,47 = 299,54$$

Для проектного варианта:

$$З_{пост.уд. (б)} = 47,86 \times (1 - 0,1) + 42 + 30 + 179 + 5,47 = 299,31$$

Для годовой программы производства по формуле:

$$З_{пост} = З_{пост.уд.} \times V_{год}, \quad (5.20)$$

Для базового варианта:

$$З_{пост (б)} = 299,544 \times 149000 = 44632056$$

Для проектного варианта:

$$З_{пост (п)} = 299,314 \times 149000 = 44597786$$

Полную себестоимость годовой программы выпуска изделий посчитаем по формуле:

$$C_{полн. (проект)} = C_{полн.} \times V_{год}, \quad (5.21)$$

$$C_{полн. (п)} = 3791 \times 149000 = 564859000$$

Получаемую выручку от продажи изделий посчитаем по формуле:

$$B = C_{\text{расч.}} \times V_{\text{год}}, \quad (5.22)$$

$$B = 4886,17 \times 149000 = 728039330$$

Критический объем продаж (только для проекта) произведем по формуле:

$$A_{\text{крит}} = \frac{Z_{\text{ПОСТ.н.}}}{C_{\text{ОП.н.}} - Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.н.}}} \quad (5.23)$$

$$A_{\text{крит}} = 44597786 / (4886,2 - 3460) = 31270$$

Принимаем $A_{\text{крит}} = 31300$ шт.

При помощи полученных результатов, построим график определения точки безубыточности (Рисунок 5.1)

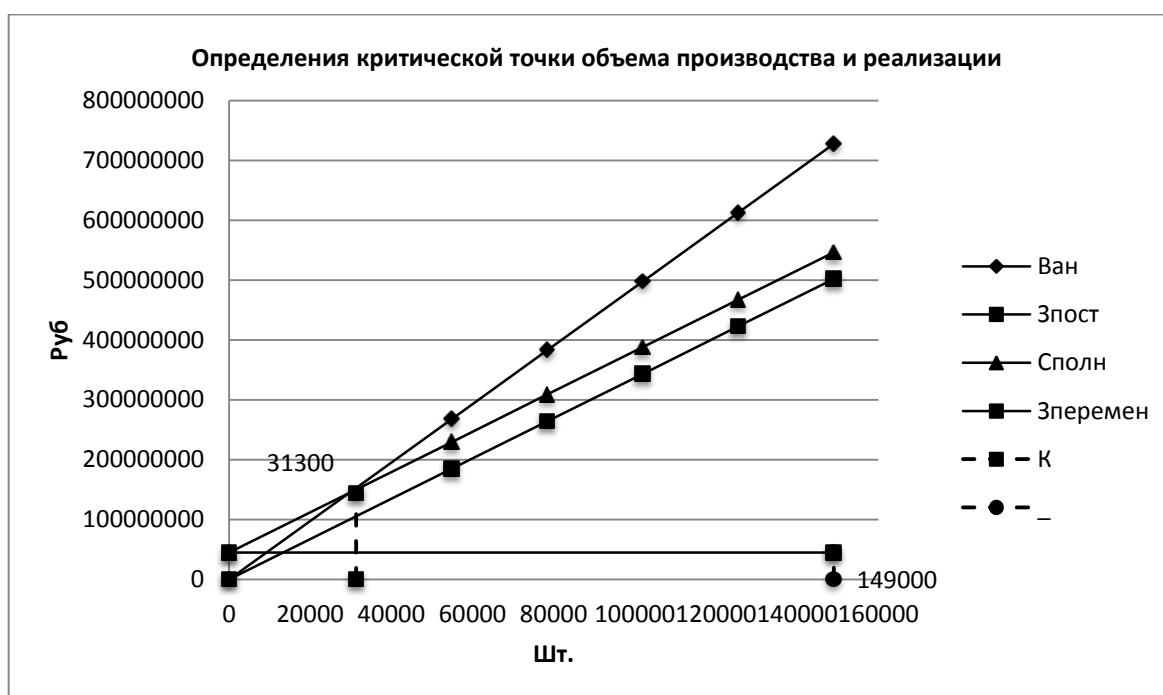


Рисунок 5.1 - Определение точки безубыточности

Каждый год «объем производства модернизированного сцепления» [9] будет увеличиваться на определенную величину, которая определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{149000 - 31300}{5} = 112$$

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

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

n – количество лет, ($n = 6$).

$\Delta = 23540$ шт.

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

Объем производства и выручку по каждому году вычислим лишь для модернизированной конструкции. В следующих расчетах получившиеся данные будут использованы для обоих вариантов.

Выручка по годам:

$$V_i = C_{\text{опт}} \cdot N_{\text{п},i}, \quad (5.24)$$

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

$$N_{\text{п},i} = A_{\text{крит}} + \Delta \quad (5.25)$$

$$N_{\text{п},1} = 31300 + 23540 = 54840$$

$$N_{\text{п},2} = 54840 + 23540 = 78380$$

$$N_{\text{п},3} = 78380 + 23540 = 101920$$

$$N_{\text{п},4} = 101920 + 23540 = 125460$$

$$N_{\text{п},5} = 125460 + 23540 = 149000$$

$$V_{\text{п}1} = 4886,17 \times 54840 = 267957562,8$$

$$V_{\text{п}2} = 4886,17 \times 78380 = 382978004,6$$

$$V_{\text{п}3} = 4886,17 \times 101920 = 497998446,4$$

$$V_{\text{п}4} = 4886,17 \times 125460 = 613018888,2$$

$$V_{\text{п}5} = 4886,17 \times 149000 = 728039330$$

Расчет переменных «затрат произведем для» [10] базового и проектного вариантов по формуле:

$$Z_{\text{пер}i} = Z_{\text{пер.уд}} \cdot V_{\text{прод},i} \quad (5.26)$$

$$Z_{\text{перем.б.1}} = 3460,23 \times 54840 = 189759013,2$$

$$Z_{\text{перем.б.2}} = 3460,23 \times 78380 = 271212827,4$$

$$Z_{\text{перем.б.3}} = 3460,23 \times 101920 = 352666641,6$$

$$Z_{\text{перем.б.4}} = 3460,23 \times 125460 = 434120455,8$$

$$\begin{aligned}
Z_{\text{перем.б.5}} &= 3460,23 \times 149000 = 515574270 \\
Z_{\text{перем.п.1}} &= 3459,96 \times 54840 = 189744206,4 \\
Z_{\text{перем.п.2}} &= 3459,96 \times 78380 = 271191664,8 \\
Z_{\text{перем.п.3}} &= 3459,96 \times 101920 = 352639123,2 \\
Z_{\text{перем.п.4}} &= 3459,96 \times 125460 = 434086581,6 \\
Z_{\text{перем.п.5}} &= 3459,96 \times 149000 = 515534040
\end{aligned}$$

Расчет амортизационных отчислений для годовой программы выпуска произведем по формуле:

$$A_{\text{полн.}} = A_{\text{уд.}} \times V_{\text{год}} \quad (5.27)$$

$$A_{\text{полн.}} = 5,47 \times 155000 = 815030,00 \text{ руб.}$$

Полную себестоимость по годам рассчитаем при помощи формулы:

$$C_{\text{полн.}i} = Z_{\text{пер.}i} + Z_{\text{пост.}} \quad (5.28)$$

$$\begin{aligned}
C_{\text{пол.б.1}} &= 189759013,2 + 44632056 = 234391069,2 \\
C_{\text{пол.б.2}} &= 271212827,4 + 44632056 = 315844883,4 \\
C_{\text{пол.б.3}} &= 352666641,6 + 44597786 = 397264427,6 \\
C_{\text{пол.б.4}} &= 434120455,8 + 44597786 = 478718241,8 \\
C_{\text{пол.б.5}} &= 515574270 + 44597786 = 560172056 \\
C_{\text{пол.п.1}} &= 189744206,4 + 44597786 = 234341992,4 \\
C_{\text{пол.п.2}} &= 271191664,8 + 44597786 = 315789450,8 \\
C_{\text{пол.п.3}} &= 352639123,2 + 44597786 = 397236909,2 \\
C_{\text{пол.п.4}} &= 434086581,6 + 44597786 = 478684367,6 \\
C_{\text{пол.п.5}} &= 515534040 + 44597786 = 560131826
\end{aligned}$$

Ежегодная прибыль, облагаемая налогом рассчитаем по формуле:

$$P_{\text{нал.}i} = B_i - C_{\text{полн.}i} \quad (5.29)$$

Для базового варианта:

$$\begin{aligned}
P_{\text{нал.1(б)}} &= 267957562,8 - 234391069 = 33566493,6 \\
P_{\text{нал.2(б)}} &= 382978004,6 - 315844883 = 67133121,2 \\
P_{\text{нал.3(б)}} &= 497998446,4 - 397264428 = 100734018,8 \\
P_{\text{нал.4(б)}} &= 613018888,2 - 478718242 = 134300646,4
\end{aligned}$$

$$П_{\text{нал.5(б)}} = 728039330 - 560172056 = 167867274$$

Для проекта:

$$П_{\text{нал.1(п)}} = 267957562,8 - 234341992 = 33615570,4$$

$$П_{\text{нал.2(п)}} = 382978004,6 - 315789451 = 67188553,8$$

$$П_{\text{нал.3(п)}} = 497998446,4 - 397236909 = 100761537,2$$

$$П_{\text{нал.4(п)}} = 613018888,2 - 478684368 = 134334520,6$$

$$П_{\text{нал.5(п)}} = 728039330 - 560131826 = 167907504$$

Величину налоговых вычетов от ежегодной прибыли принимаем 20 %

$$Н_{\text{нал.і}} = П_{\text{р.обл.і}} \times 0,2 \quad (5.30)$$

Для базового изделия:

$$Н_{\text{нал.1}} = 33566493,6 \times 0,2 = 6713298,72$$

$$Н_{\text{нал.2}} = 67133121,2 \times 0,2 = 13426624,24$$

$$Н_{\text{нал.3}} = 100734018,8 \times 0,2 = 20146803,76$$

$$Н_{\text{нал.4}} = 134300646,4 \times 0,2 = 26860129,28$$

$$Н_{\text{нал.5}} = 167867274 \times 0,2 = 33573454,8$$

Для проекта:

$$Н_{\text{нал.1}} = 33615570,4 \times 0,2 = 6723114,08$$

$$Н_{\text{нал.2}} = 67188553,8 \times 0,2 = 13437710,76$$

$$Н_{\text{нал.3}} = 100761537,2 \times 0,2 = 20152307,44$$

$$Н_{\text{нал.4}} = 134334520,6 \times 0,2 = 26866904,12$$

$$Н_{\text{нал.5}} = 167907504 \times 0,2 = 33581500,8$$

Чистая ежегодная прибыль от производства находим по формуле:

$$П_{\text{чист.і}} = П_{\text{р.обл.і}} - Н_{\text{пр.і}} \quad (5.31)$$

Для базового варианта:

$$П_{\text{чист.1(б)}} = 33566493,6 - 6713298,7 = 26853194,88$$

$$П_{\text{чист.1(б)}} = 67133121,2 - 13426624 = 53706496,96$$

$$П_{\text{чист.1(б)}} = 100734018,8 - 20146804 = 80587215,04$$

$$П_{\text{чист.1(б)}} = 134300646,4 - 26860129 = 107440517,1$$

$$П_{\text{чист.1(б)}} = 167867274 - 33573455 = 134293819,2$$

Для проекта:

$$\begin{aligned}
\Pi_{\text{чист.1(п)}} &= 33615570,4 - 6723114,1 = 26892456,32 \\
\Pi_{\text{чист.1(п)}} &= 67188553,8 - 13437711 = 53750843,04 \\
\Pi_{\text{чист.1(п)}} &= 100761537,2 - 20152307 = 80609229,76 \\
\Pi_{\text{чист.1(п)}} &= 134334520,6 - 26866904 = 107467616,5 \\
\Pi_{\text{чист.1(п)}} &= 167907504 - 33581501 = 134326003,2
\end{aligned}$$

Найдем ожидаемую «прибыль вследствие уменьшения» [11] затрат при эксплуатации проектируемого сцепления по формуле:

$$\text{Пожд. } i = (\text{Црасч.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Црасч.}) \cdot \text{Nп. } i, \quad (5.32)$$

где Д1 и Д2 – пробег до замены узла по базовому и проектируемому варианту.

$$\begin{aligned}
\Pi_{\text{ожид1}} &= (4886,17 \times 125000 / 100000 - 4886,17) \times 54840 = 66989390,7 \\
\Pi_{\text{ожид2}} &= (4886,17 \times 125000 / 100000 - 4886,17) \times 78380 = 95744501,15 \\
\Pi_{\text{ожид3}} &= (4886,17 \times 125000 / 100000 - 4886,17) \times 101920 = 124499611,6 \\
\Pi_{\text{ожид4}} &= (4886,17 \times 125000 / 100000 - 4886,17) \times 125460 = 153254722,1 \\
\Pi_{\text{ожид5}} &= (4886,17 \times 125000 / 100000 - 4886,17) \times 149000 = 182009832,5
\end{aligned}$$

Текущий чистый доход, учитывая сэкономленные средства определим по формуле:

$$\text{ЧД}_{(i)} = \Pi_{\text{чист.1(п)}} - \Pi_{\text{чист.1(б)}} + \text{Аполн.} + \Pi_{\text{ожид. } i} \quad (5.33)$$

$$\begin{aligned}
\text{ЧД}_1 &= 26892456,32 - 26853194,88 + 815030 + 66989390,7 = 67843682,14 \\
\text{ЧД}_2 &= 53750843,04 - 53706496,96 + 815030 + 95744501,2 = 96603877,23 \\
\text{ЧД}_3 &= 80609229,76 - 80587215,04 + 815030 + 124499612 = 125336656,3 \\
\text{ЧД}_4 &= 107467616,5 - 107440517,1 + 815030 + 153254722 = 154096851,4 \\
\text{ЧД}_5 &= 134326003,2 - 134293819,2 + 815030 + 182009833 = 182857046,5
\end{aligned}$$

ЧДД суммарный рассчитывается по формуле:

$$\sum \text{ЧДД} = \sum \text{ЧДД}_{(i)} \quad (5.34)$$

$$\begin{aligned}
\sum \text{ЧДД} &= 67843682,14 + 96603877,23 + 125336656,3 + 154096851,4 + 182857046,5 = \\
&= 454394913,9
\end{aligned}$$

По формуле (5.35) определим потребность в капиталобразующих инвестициях:

$$J_o = K_{инв.} \cdot \sum C_{полн.і} \quad (5.35)$$

где: $K_{инв.}$ – коэффициент капиталобразующих инвестиций

$$C_{полн.і, н.і} = 1986184546$$

$$J_o = 0,18 \times 1986184546 = 357513218,3$$

Расчет чистого дисконтированного дохода произведем по формуле:

$$ЧДД_i = \sum ЧДД - J_o ; \quad (5.36)$$

$$ЧДД = 454394913,9 - 357513218,3 = 96881695,66$$

Расчет индекса доходности инвестиций определим по формуле:

$$JD = \frac{ЧДД_1}{J_o} ; \quad (5.37)$$

$$JD = 454394913,9 / 357513218,3 = 1,27$$

Срок окупаемости проекта определяется по формуле:

$$T_{окуп.} = \frac{J_o}{ЧДД_1} ; \quad (5.38)$$

$$T_{окуп.} = 357513218,3 / 454394913,9 = 0,79$$

Расчитанные результаты заносятся в таблицу 5.7

Таблица 5.7 – Экономические показателя проектируемого сцепления

Показатель	Год					
	0	1	2	3	4	5
Объем производства, шт.		54840	78380	101920	125460	149000
Цена за единицу изделия, руб.		4886,17				

Продолжение таблицы 5.7

Показатель	Год					
	0	1	2	3	4	5
Выручка, руб.		267957563	382978005	497998446	613018888	728039330
Затраты постоянные (б), руб		44632056				
Затраты постоянные (п)		44597786				
Амортизация, руб.		815030				
Затраты переменные (б), руб		189759013	271212827	352666642	434120456	515574270
Затраты переменные (п),руб		189744206	271191665	352639123	434086582	515534040
Себестоимос ть полная(п), руб.		564859000				
Прибыль налогооблага емая(п),руб.		33615570	67188554	100761537	134334521	167907504
Налог на прибыль, руб.		6723114	13437711	20152307	26866904	33581501
Прибыль чистая, руб.		26892456	53750843	80609230	107467616	134326003
Чистый поток реальных денег, руб.		67843682	96603877	125336656	154096851	182857047
Коэффициент дисконтирова ния		0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
Чистый дисконтиров анный поток реальных денег руб.		61669907	79794803	94127829	105248150	113554226

Продолжение таблицы 5.7

Показатель	Год					
	0	1	2	3	4	5
Капиталообразующие инвестиции, руб,	357513218					
Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, руб.		454394914				
Индекс доходности		1,27				
Срок окупаемости, год.		0,79				
Чистый дисконтированный доход		96881695,7				

Рисунок 5.2 отображает зависимость между объемом продаж и прибылью

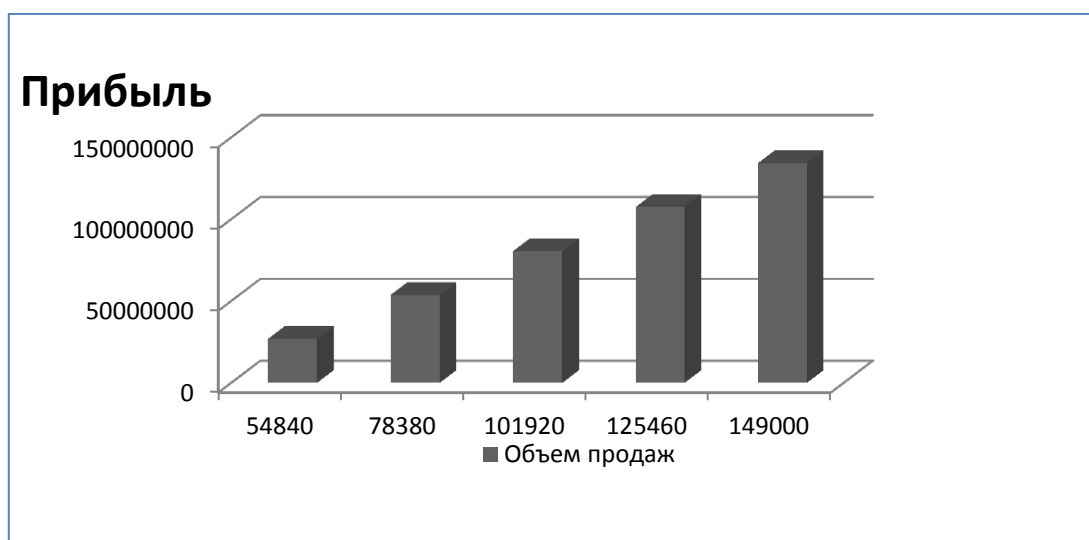


Рисунок 5.2 - График соотношения между объемом продаж и прибылью

5.4 Анализ проведенных расчетов и вывод

На основе полученных данных о материальных затратах на реализацию и производство модернизированного сцепления сделаны следующие выводы:

- 1) Показатель чистого дисконтированного дохода говорит о том, что суммарные денежные поступления превышают суммарные затраты. По расчетам видно, что ЧДД = 96881695,7 рублей, а это значит проект будет приносить прибыль в «определенный период времени» [12], независимо от влияния инфляций и разного рода изменения рынка.
- 2) Показатель индекса доходности проекта $JD = 1,27$, значит реализуемый проект целесообразен к исполнению.
- 3) Данный проект окупится за девять с половиной месяцев, это значит что реализуемый проект малорискован в условиях современного рынка.

Из данных пунктов можно сказать, что проектируемое сцепление рекомендуется ко вводу в производство. При внедрении модернизированного сцепления в производство улучшатся эксплуатационные характеристики этого агрегата и обеспечится общественная эффективность от применения узла на автомобиле LADA GRANTA.

6 Безопасность и экологичность проекта

Автомобильное производство негативно сказывается на окружающей среде и нуждается в особом устройстве работы организаций и условий труда для людей.

В этом разделе моего дипломного проекта будут рассматриваться такие вопросы, как:

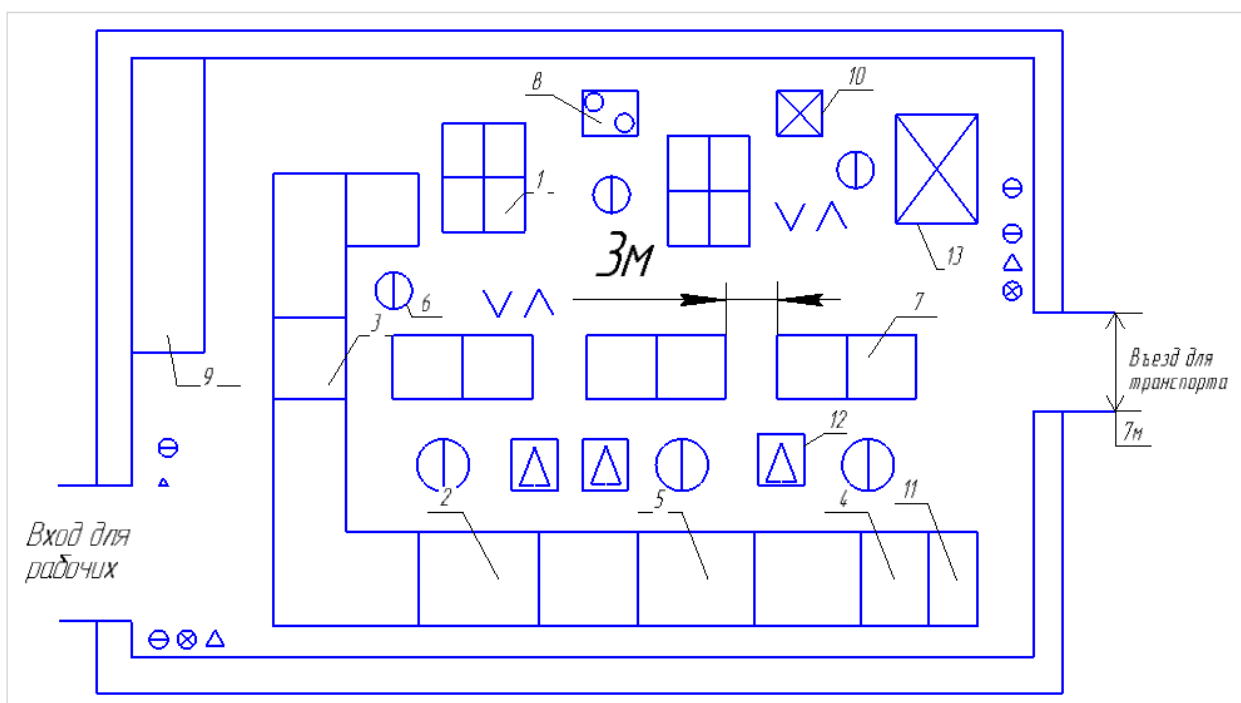
- оценка местонахождения рабочих мест сборочного цеха (расположение вспомогательного оборудования, место въезда транспортных средств, места для отдыха людей);
- характеристика используемого оборудования на рабочих местах;
- выявление опасных и вредных факторов производства, меры по их устранению
- методы обеспечения экологической безопасности объекта;
- методы, обеспечивающие техногенную и пожарную безопасность;
- мероприятия по повышению безопасности на рабочих местах.

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

«Цех сборки сцепления находится у главного входа вблизи цехов обработки» [13]. Служебные помещения, промежуточные склады, кладовые и ремонтные мастерские находятся в пристройках. Приточновытяжная вентиляция обеспечивает функцию вентиляции и отопления объекта.

Схема сборочного цеха выполнена в виде рисунка 6.1.

Стрелками указано направление движения погрузочного транспорта и сборочной линии.



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

Рисунок 6.1 – Схема участка сборки сцепления

Список работ, проводимых на участке сборки:

- сборочные;
- прессовочные ;
- заклепывательные ;
- контрольные.

Оборудование, применяемое для сборки:

- пресс гидравлический с двуручным управлением;
- полуавтомат клепальный;
- машина балансировочная;
- стенд контрольный.

Транспортировку изделий до цеха «сборки производят электропогрузчики» [14]. Ширина необходимая для проезда электропогрузчиков равна 7 м., между ящиками с заготовками ширина проезда должна быть не менее 3 м. В цехе сборки задействован ленточный конвейер чтобы обеспечить высокий темп сборки изделий. В первую очередь собирают кожух, затем его запрессовывают и отправляют на ленте конвейера на рабочее место, где происходит общая сборка механизма. Одновременно собирают нажимной диск. Работник крепит нажимную пластину в приспособлении, устанавливает тангенциальные пружины под отверстия для них и производит приклепывание деталей. Затем нажимной диск двигается дальше по конвейеру к месту общей сборки.

Согласно ГОСТ 12.3.020-80. «Отмечается, что нормы указанных Правил не противоречат постановлению Правительства РФ от 06.02.1993 N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную", т.к. указанным постановлением установлены нормы по подъему и перемещению тяжестей:

- при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): мужчинами - до 30 кг; женщинами - до 10 кг;
- постоянно в течение рабочей смены: мужчинами - до 15 кг; женщинами - до 7 кг» [15] Ведущий диск весит 3,5 кг, что отвечает требованиям ОТ.

На участке общей сборки осуществляется завершающая операция по запрессовыванию нажимного диска и кожуха. Подвижная линия идет прерывным потоком в целях соблюдения определенного интервала для сборки изделий на каждом из участков. Ведущий диск сцепления в сборе попадает с конвейерной линии на подготовленный стол для отправки на балансировочную машину.

Балансировочная машина определяет величину динамического дисбаланса вращающихся элементов сцепления, затем определяет массу балансировочных грузиков и определяет места их установки на вращающейся части диска сцепления.

Завершающей операцией в цикле сборки сцепления является контроль за качеством изделия на стенде. «Проверяется соответствие детали предъявленным требованиям, также проверяется внешность изделия на наличие изгибов и трещин» [16]. После чего, ведущий диск ожидает отправки на следующий этап сборки в контейнере готовой продукции.

Технологический паспорт ведущего диска составлен в виде таблицы 6.1

Таблица 6.1 – Технологический паспорт изделия

Наименование технологического процесса	Вид операции	Должность сотрудника	Используемое оборудование	Материал
Сборка ведущего диска сцепления	сборочная	слесарь МСР	стенд сборочный	металл
	прессовочная	слесарь МСР	пресс гидравлический	металл
	сборочная	слесарь МСР	стенд сборочный	металл
	заклепывательная	слесарь МСР	клепальный полуавтомат	металл
	сборочная	слесарь МСР	стенд сборочный	металл
	прессовочная	слесарь МСР	пресс гидравлический	металл
	контрольная	слесарь МСР	балансировочная машина, контрольный стенд	металл

6.2 Выявление профессиональных рисков

Травматизм на производстве – совокупность увечий, получаемые персоналом, при работе на производстве в результате несчастных случаев. Для уменьшения производственного травматизма «следует провести анализ» [17], показывающий наиболее слабые места, затем, исходя из полученных данных, разработать и внедрить новые предложения для того чтобы обеспечить комфортные условия труда. Существует множество причин, по которым возникает производственный травматизм. В таблице 6.2 показаны причины травматизма.

Таблица 6.2 – Профессиональные риски на производстве

Вид работ	Опасный вредный производственный фактор	Источник возникновения
сборочная	острые заусенцы и кромки	детали сборки
	высокий уровень вибрации	пресс гидравлический
	высокий уровень шума	
	напряжение постоянное физическое	загруженность ног
	однородность труда	психологическое
	нагрузка на глаза	напряжение
прессовочная	высокий уровень вибрации	пресс гидравлический
	высокий уровень шума	
	подвижные детали	
	однородность труда	утомляемость
заклепывательная	высокий уровень вибрации	пресс гидравлический
	высокий уровень шума	
	подвижные детали	
	острые заусенцы и кромки	детали сборки, полуавтомат
контрольная	подвижные детали	контрольный стенд, машина
	нагрузка на зрительные анализаторы	балансирующая

6.3 Методы и средства, направленные на снижение профессиональных рисков

Практика мер безопасности работников в каждой отрасли и, в частности, отрасли автомобильной сборки имеет первостепенное значение для поддержания оптимального здоровья. Отсюда возникает необходимость изучения того, что фактически практикуется рабочими в автомобильных сборочных компаниях.

«Руководству компаний необходимо предоставлять все необходимые инструкции по охране труда, организовывать тренинги по безопасности и гигиене труда для новых сотрудников и проводить периодические тренинги для старых сотрудников, а также применять правила безопасности» [18].

Мероприятия по обеспечению безопасности на производстве делят на два типа:

коллективные, к ним относятся мероприятия по обучению персонала применению мероприятий и использованию устройств, по электробезопасности, пожаробезопасности и т. д.;

индивидуальные мероприятия по обеспечению индивидуальной защиты;

Перед началом работы проводится инструктаж.

Инструктаж подразделяется: вводный, первичный (непосредственно на рабочем месте участка), повторный(не менее одного раза за квартал) и внеплановый(при изменении в технологическом процессе, в случае длительного отсутствия сотрудника, при нарушении сотрудником требований безопасности и т.д.)

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 (СИЗ)
Острые заусенцы, кромки.	Блокировочные устройства (электрические, механические, радиационные, фотоэлектрические, пневматические, гидравлические, комбинированные) исключают возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне.	Спецобувь, спецодежда.
Подвижные детали	Для избегания механических повреждений от движущейся части используемого оборудования стоит придерживаться определенных правил: 1) Перед началом работы следует привести в порядок рабочую форму; 2) Установка и снятие деталей производить при отведённом в начальное положение оборудовании; 3) Перед тем, как остановить станок инструмент следует отвести от обрабатываемой детали.	Спецобувь, спецодежда.
Нагрузка на зрительные рецепторы, однородность труда.	«Любые виды используемого оборудования должны быть удобны для уборки, сборки, транспортировки и управления при работе с ними. При проведении монотонных и трудоемких работ должен соблюдаться правильный отдых, так как отдых имеет огромное значение в восстановлении работоспособности. Для рабочих устраивают специальные места для отдыха, расположенные поблизости от места работы, имеющие вентиляцию, питьевую воду и т.п.» [19]	
Повышенный уровень вибрации, шума.	Виброперчатки(рисунок 6.2), наушники(рисунок 6.3)	вкладыши,

Рисунок 6.2 – Виброзащитные рукавицы фирмы Velvet Shock



Рисунок 6.3 – Наушники противозумные фирмы Stayer



6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В большинстве случаев авария возникает и развивается не на глазах персонала. О случившемся оперативный персонал узнаёт по показаниям автоматической сигнализации, сигналам измерительного оборудования, совокупности сигналов о действии релейной защиты и автоматики. Существует три группы устройств автоматической сигнализации по их назначению:

- сигнализация положения;
- предупредительная;
- аварийная сигнализация.

Предупредительная сигнализация оповещает в том случае, если от заданного режима работы оборудования есть отклонения или появление различного характера неисправностей, нуждающихся в незамедлительных принятии мер по их устранению.

Сигнализация положения - снабжает информацией о действительных положениях регулирующей аппаратуры и коммутационных аппаратов. Размещается она, обычно, на пультах и щитах на мнемосхемах. Наше помещение относится к классу «Д», и должно быть оборудовано огнетушителями, планами эвакуации, средствами оповещения персонала и пожарными выходами

Идентификация опасных факторов пожара приведена в таблице 6.4
Таблица 6.4 – Опасные факторы при пожаре

Участок	Класс пожара	Оборудование	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Сборочный цех.	Д	Сборочный стенд, пресс клепальный полуавтомат	Высокая температура окружающей среды	Замыкание 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

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

В таблице 6.6 приведены организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

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 ответственных за пожарную безопасность в цехе должностных лиц.	Обеспечивать своевременное выполнение требований пожарной безопасности, создавать и содержать в установленном порядке норм, перечней на которых создается пожарная охрана. Установление
	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 пожарнотехническому 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 мы рассмотрим технический объект с точки зрения источника отрицательных факторов окружающей среды, прямого ущерба использованию фрикционных муфт для окружающей среды не будет» [20]. Однако, сравнивая штатное сцепление с предлагаемым в варианте дипломного проекта, есть несколько аспектов, которые оказывают положительное влияние на окружающую среду:

- путем сокращения производственных мощностей сборочных цехов, уровень загрязнения воздуха от выхлопных газов тяжелых транспортных средств, доставляющих партии деталей на сборочные заводы завода, снижается. Увеличение ресурса фрикционных накладок ведомого диска приведет к уменьшению количества выпускаемой продукции этого типа, имеющей в своем составе материалы и вещества, ограниченные в использовании.
- увеличение долговечности механизма сцепления оказывает непосредственное влияние на количество компонентов, произведенных для запланированной замены изношенных дисков сцепления. Увеличение ресурсной емкости дискового в 1,5 раза прямо пропорционально сокращению производственных мощностей литейных заводов, что положительно влияет на состояние атмосферного воздуха и почвы.

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность проекта»

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» охарактеризована производственная процедура сборки сцепления, рассмотренная на сборочный участок, перечислены все технологические операции, оборудование, участвующее в этих операциях. Выявление возникающих профессиональных рисков на производственно-технологический процесс, технологические операции. Опасными и вредными факторами в процессе производства являются: повышенный шум и вибрация, острые края и заусенцы, движущиеся части оборудования, монотонность труда, перенапряжение визуальных рецепторов. Разработаны организационные и технические меры, направленные на исключение (снижение) профессиональных рисков. Выбираются конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной защиты работников, занятых производственным и технологическим процессом (таблица 6.3). Разработаны меры организационного и технического характера для обеспечения пожарной безопасности на сборочном участке. Определен класс пожарной опасности

объекта, выявлена пожароопасность при разработке технических средств пожарной безопасности объекта (таблицы 6.4 и 6.5). Организационные меры по обеспечению пожарной безопасности, соответствующие действующим нормативным требованиям (таблица 6.6). Определены положительные последствия внедрения модернизированной муфты с точки зрения требований экологической безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте была реализована модернизация серийного сцепления автомобиля Lada Granta, целью которой было снижение усилия на педали сцепления. Учитывая загруженность дорог в городах в часы пик и необходимость активно работать сцеплением автомобиля, данная модернизация позволит существенно снизить утомляемость водителя.

В ходе модернизации была произведена замена ведомого диска сцепления размерностью 200x140мм на типоразмер 215x140мм. Данная замена позволила увеличить долговечность сцепления, а также заменить диафрагменную пружину сцепления на более тонкую. В результате замены диафрагменной пружины удалось снизить усилие на педали сцепления приблизительно на 2 кг при каждом выжиме педали. Кроме того, новый ведомый диск увеличенной размерности обладает большей долговечностью по сравнению с базовым диском сцепления, что положительно сказывается на межсервисном интервале.

Кроме того, в дипломном проекте был произведен тягово-динамический расчет автомобиля, в ходе которого был произведен расчет тягового и мощностного баланса автомобиля, а также расчет топливной экономичности автомобиля.

Автомобиль Lada Granta обладает однодисковым сухим сцеплением, с центральной диафрагменной пружиной. Подобная схема сцепления достаточно хорошо себя зарекомендовала и используется на подавляющем большинстве автомобилей класса А, В, С и более высоких классов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Jim D.Dearholt Career Paths Mechanics [Электронный ресурс] / под ред. Jim D.Dearholt, - Express Publishing, 2012. – 261 с.
2. James E. Duffy Modern Automotive Technology [Электронный ресурс] / под ред. James E. Duffy, - Liberty Publishing House, 2014. – 307 с.
3. Mark Schnubel Automotive Suspension and Steering Systems [Электронный ресурс] / под ред. Mark Schnubel, - Express Publishing, 2013. – 365 с.
4. Don Knowles Automotive Technician Test Preparation [Электронный ресурс] / под ред. Don Knowles, - Liberty Publishing House, 2011. – 228 с.
5. Jack Erjavec Automotive Technology [Электронный ресурс] / под ред. Jack Erjavec, - Harper Collins, 2010. – 388 с.
6. Сцепления транспортных и тяговых машин/ И.Б. Баярский, [и др.] / Под ред. Ф.Р. Геккера и др. – М.: Машиностроение, 1989. - 344 с.
7. Конструирование и расчёт автомобиля / Лукин П.П., [и др.] – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
8. Разработка технологических процессов сборки в автостроении: Метод. Указания к технологической части дипломного проекта /Черемысин А.С – Тольятти: ТГУ, 2005. – 35 с.
9. Техничко-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение» / Капрова В.Г. – Тольятти: ТГУ, 2005. – 56 с.
10. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Справочник / Кузнецова Ю.М. – М.: Транспорт, 1986. – 272 с.
11. Письмо Минтруда России от 22.06.2016 N 15-2/ООГ-2247 «О работах, связанных с подъемом и перемещением тяжестей» [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201076/ (дата обращения: 14.03.2017)

12. ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 25 апреля 1975 г. N 1064 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007336> (дата обращения: 14.03.2017)

13. Малаховский, Я.З. Сцепления [Текст] / Я.З. Малаховский, А.А. Лапин – М. : Машиздат, 1960. – 69с.

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

15. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением (с изменениями на 20 февраля 2014 года) [Электронный ресурс]: Приказ от 11 августа 2011 года N 906н . URL: <http://docs.cntd.ru/document/902295797/> (дата обращения: 08.05.2018)

16. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 7 марта 2017 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 25.03.2017г. №116. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения: 07.05.2018)

17. "Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения" (вместе с "Программами обучения безопасности труда") (введен в действие Приказом Росстандарта от 09.06.2016 N 600-ст) [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.0.004-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072/> (дата обращения: 08.05.2018)

18. Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и

Порядка проведения предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (с изменениями на 6 февраля 2018 года) [Электронный ресурс]: Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 05.12.2014). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902275195> (дата обращения: 16.05.2018)

19. Об охране окружающей среды (с изменениями на 31.12.2017 года) (редакция, действующая с 1.01.2018 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 No 7-ФЗ (последняя редакция). URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.05.2018).

20. Пат. 2292495 Российская Федерация, МПК51 F16D 13/44. Муфта сцепления [Текст] / Баженов С.П., Новожилов Б.А., Новожилова Н.В.; заявитель и патентообладатель Липецкий государственный технический университет (ЛГТУ) – № [2005124414/11](#); заявл. 01.08.2005; опубл. [27.01.2007](#). М.: Бюл. № 3. – 7с. (дата обращения: 03.05.2018)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягового расчета

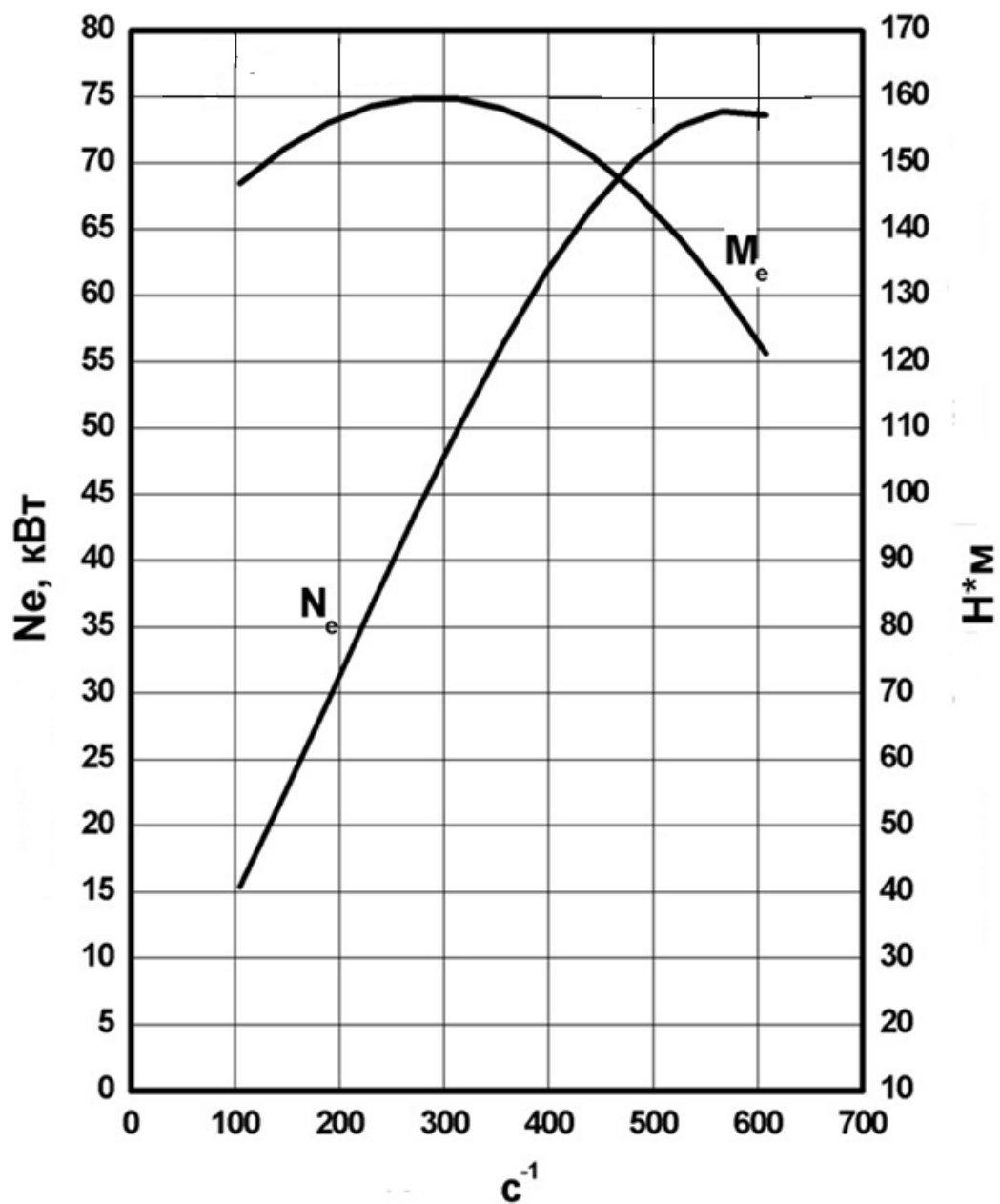


Рисунок А.1 – ВСХ двигателя

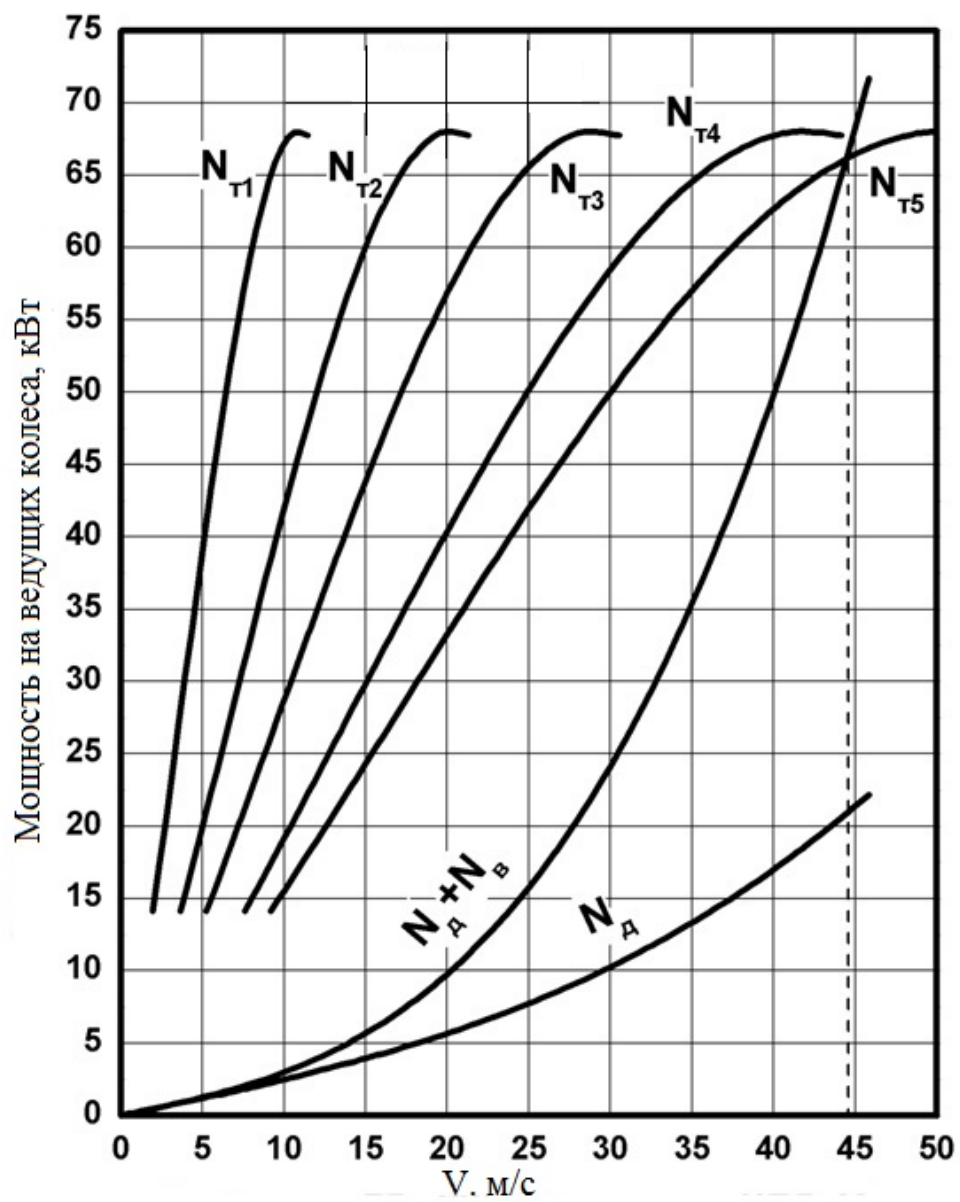


Рисунок А.2 – Мощностной баланс автомобиля на различных передачах

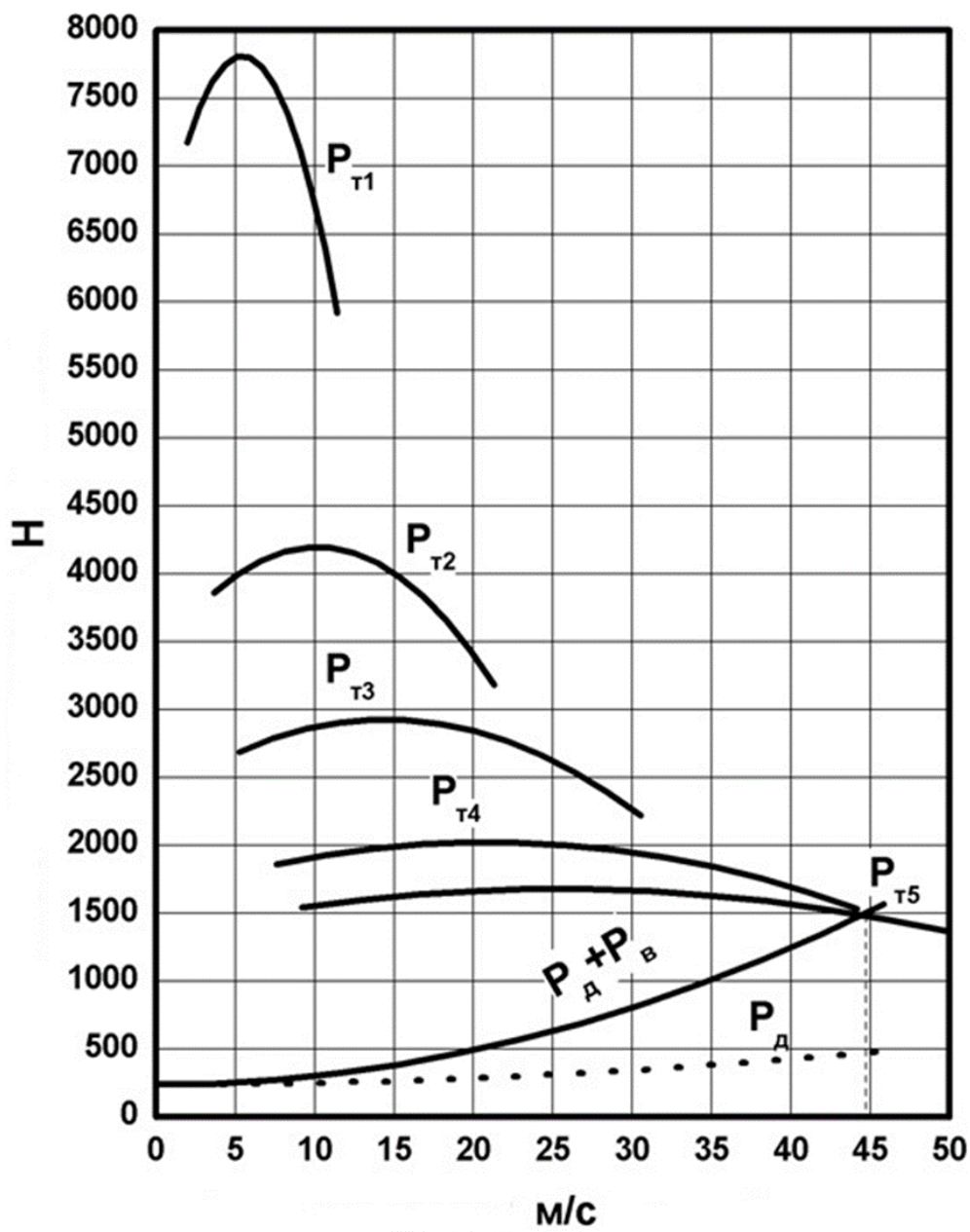


Рисунок А.3 – Тяговый баланс автомобиля на различных передачах

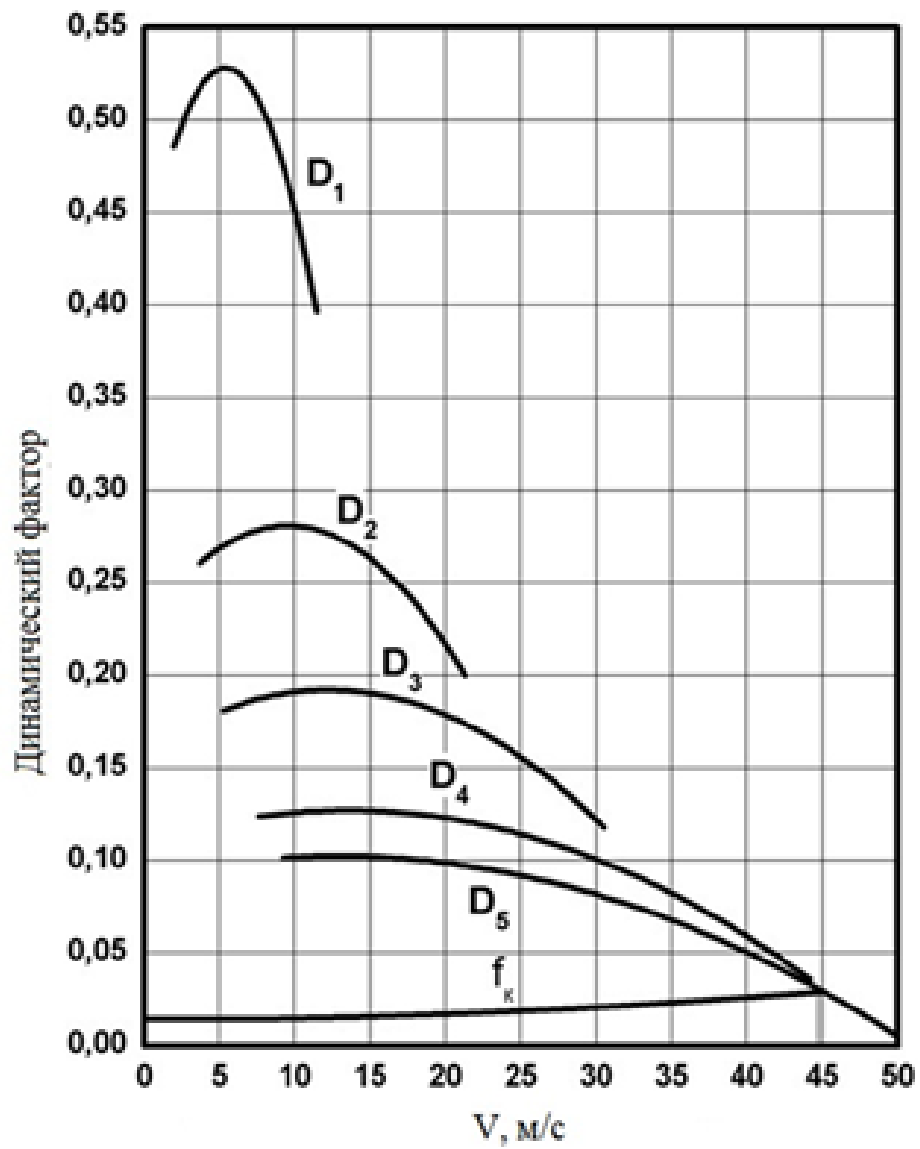


Рисунок А.4 – Динамический фактор автомобиля на различных передачах

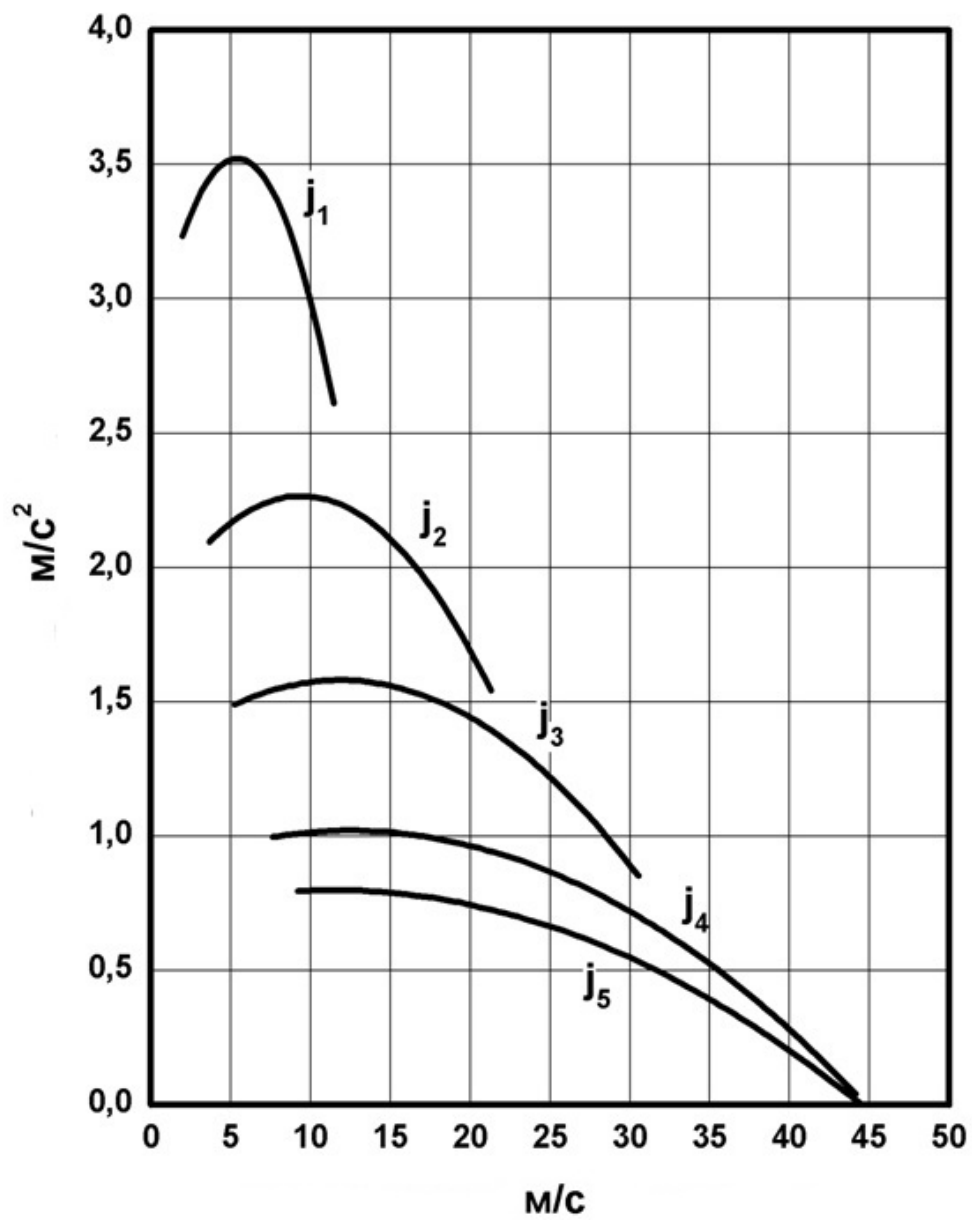


Рисунок А.5 – Ускорение автомобиля на различных передачах

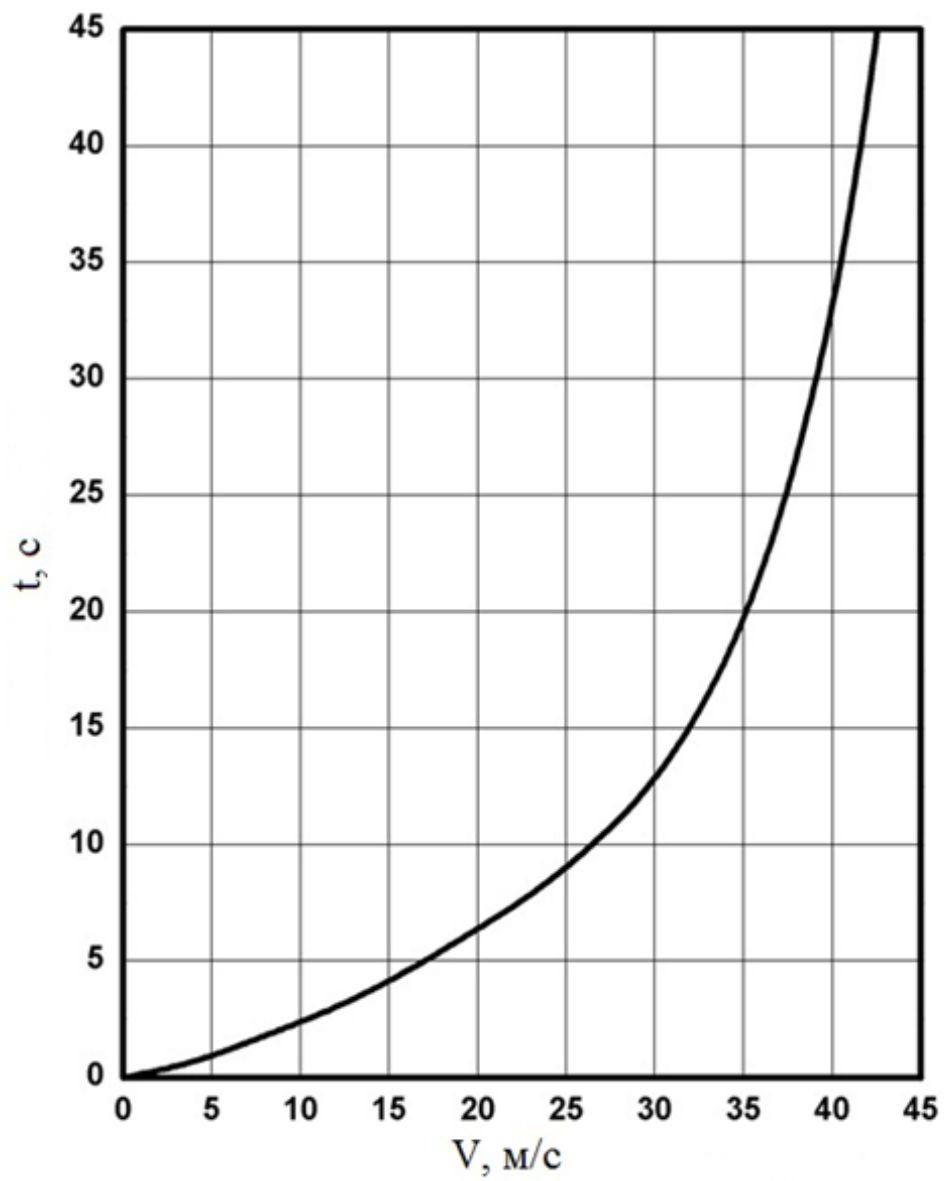


Рисунок А.6 – Время разгона

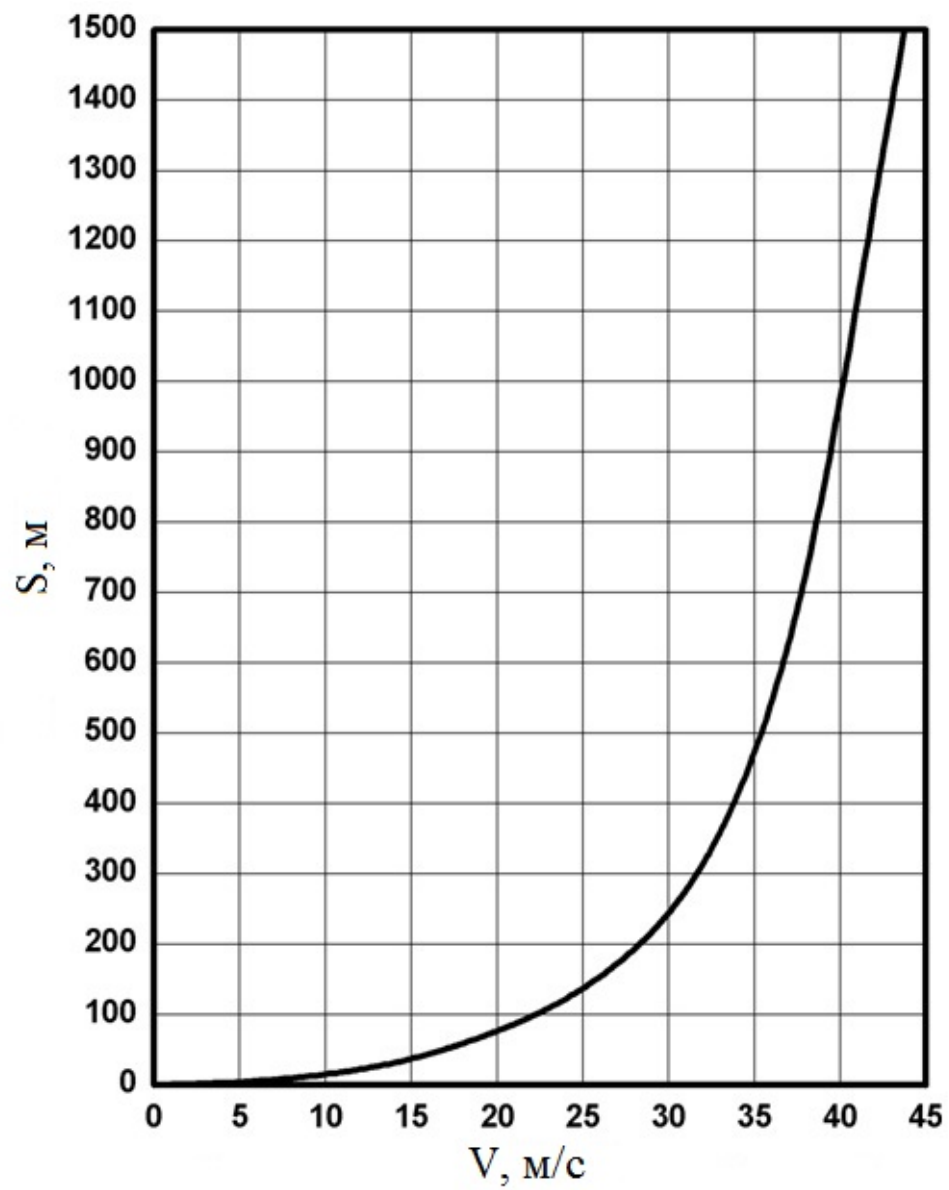


Рисунок А.7 – Путь разгона

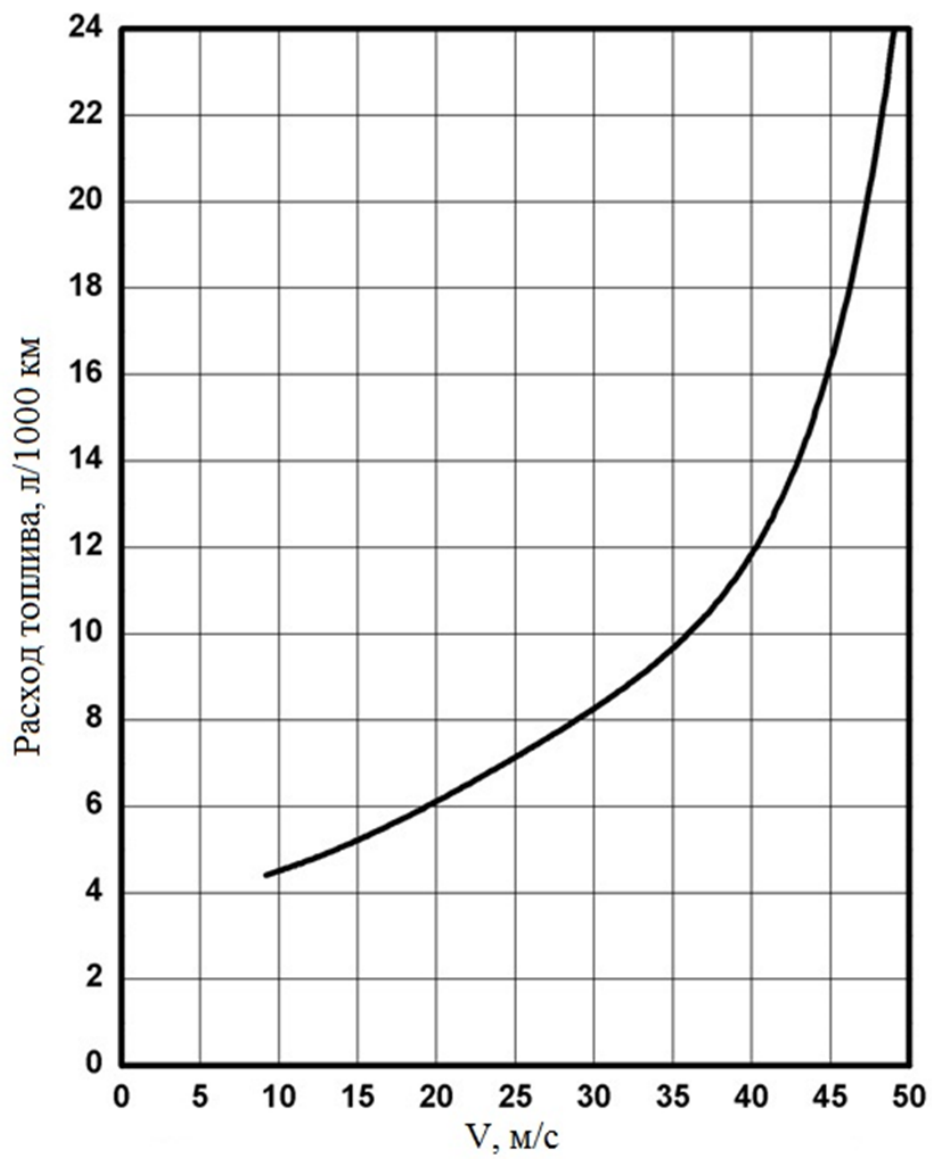


Рисунок А.8 – Топливная экономичность

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			18.ДП.П.ЭА.319.00.000-1601000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
Щ/ч	1		18.ДП.П.ЭА.319.01.000-1601085	Диск сцепления нажимной с пружиной нажимной в сборе		
Щ/ч	2		18.ДП.П.ЭА.319.02.000-1601091	Диск нажимной в сборе		
Щ/ч	3		18.ДП.П.ЭА.319.03.000-1601130	Диск ведомый в сборе		
<i>Детали</i>						
Щ/ч	4		18.ДП.П.ЭА.319.00.004-1601180	Муфта	1	
Щ/ч	5		18.ДП.П.ЭА.319.00.005-1701030	Вал первичный	1	
Щ/ч	6		18.ДП.П.ЭА.319.00.006-1601200	Вилка включения	1	
Щ/ч	7		18.ДП.П.ЭА.319.00.007-1005115	Маховик	1	
Щ/ч	8		18.ДП.П.ЭА.319.00.008-1601295	Заклепка	6	
Щ/ч	9		18.ДП.П.ЭА.319.00.009-1601015	Картер	1	
Щ/ч	10		18.ДП.П.ЭА.319.00.010-1601182	Подшипник сцепления	1	
Щ/ч	11		18.ДП.П.ЭА.319.00.011-1601207	Болт	6	
18.ДП.П.ЭА.319.00.000-1601000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Устройство сцепления ТГУ ИМ АТ-1301	
Разраб.	Бакиров ИИ					
Проб.	Прокопьев М.В.					
Ручкав.	Прокопьев М.В.					
Н.контр.	Егоров А.Г.					
Утв.	Бойровский А.В.				Лист	Лист
					Листов	1

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			18.ДП.ПчЗА.319.01.000-1601085СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
1/4	1		18.ДП.ПчЗА.319.01.001-1601125	Кожух сцепления	1	
1/4	2		18.ДП.ПчЗА.319.01.002-1601091	Диск нажимной	1	
1/4	3		18.ДП.ПчЗА.319.01.003-1601115	Пружина диафрагменная	1	
1/4	4		18.ДП.ПчЗА.319.01.004	Пружина сенсорная	1	
1/4	5		18.ДП.ПчЗА.319.01.005	Пружина регулировочная	3	
1/4	6		18.ДП.ПчЗА.319.01.006	Кольцо регулировочное	1	
1/4	7		18.ДП.ПчЗА.319.01.007	Пружина тангенциальная	9	
18.ДП.ПчЗА.319.01.000-1601085						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Бакиров ИИ				Лит.	Лист
Пров.	Прокопьев М.В.					Листов
Ручкав.	Прокопьев М.В.					1
Н.контр.	Егоров А.Г.				ТГУ, ИМ	
Утв.	Бобровский АВ				АТ-1301	
				Копировал		Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			18.ДП.ПчЗА.319.02.000-1601091 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
1/4	1		18.ДП.ПчЗА.319.02.001-1601091	Диск нажимной	1	
1/4	2		18.ДП.ПчЗА.319.02.002	Пружина тангенциальная	9	
18.ДП.ПчЗА.319.02.000-1601091						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Бакиров ИИ				
Пров.		Прокопьев М.В.				
Ручкав.		Прокопьев М.В.				
Н.контр.		Егоров А.Г.				
Стеб.		Бодровский АВ				
				Диск нажимной в сборе		
				Лит.		Лист
				Листов		1
				ТГУ, ИМ		
				АТ-1301		
				Копировал		Формат А4

