

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

**ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

190201.65 «Автомобиле- и тракторостроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобилестроение

(направленность (профиль))

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

на тему: Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация сцепления

Студент(ка)

И. А. Никулина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В. Г. Доронкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Д. Ю. Воронов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А. Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л. Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

## ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация  
автомобилей»

\_\_\_\_\_ А.В. Бобровский

«10» декабря 2015 г.

## ЗАДАНИЕ

### на выполнение дипломного проекта

Студент Никулина Ильхамия Алексеевна

1. Тема Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация сцепления

2. Срок сдачи студентом законченного проекта «01» июня 2016 г.

3. Исходные данные к дипломному проекту

собственная масса-  $M_0=1080$  кг., количество мест -  $n=5$ , максимальная  
мощность двигателя  $N_{e \max} = 66$  кВт., обороты при максимальной мощности  $n_{e \max} = 5400$  об/мин.,  
диапазон рабочих оборотов  $n_e = 800-5400$  об/мин.,  
передаточные числа трансмиссии: 1 передача- 3.636; 2 передача- 1.95; 3  
передача- 1.36; 4 передача- 0.94; 5 передача- 0.78; главная передача- 3.7, шины  
175/65R14, коэффициент аэродинамического сопротивления-  $C_x=0.39$ ,  
коэффициент сопротивления качению-  $f_0=0.012$ , площадь поперечного сечения  
-  $F=2$  (м<sup>2</sup>)

Цель проекта: проектирование более «жесткого» демпфера крутильных колебаний, рассчитанного на большой крутящий момент.

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов):

### **Аннотация**

#### **Введение**

#### **1. Состояние вопроса**

- 1.1. Назначение агрегата или системы
- 1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.
- 1.3. Классификация конструкций агрегата или системы
- 1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.
- 1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительное).

#### **2. Защита интеллектуальной собственности**

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель \_\_\_\_\_

#### **3. Конструкторская часть**

- 3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля
- 3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.
- 3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.
- 3.4. Выбор деталей, подлежащих расчету, определение нагрузочных режимов.
- 3.5. Расчет деталей (на прочность, износостойкость, нагрев и т.п.) и выбор материалов деталей.

3.6. Разработка вспомогательных механизмов (для охлаждения, обогрева, смазки, защиты от загрязнений, сигнализации предельного значения параметра и т.д.).

#### **4. Технологическая /Исследовательская часть**

Разработка технологии сборки ведомого диска сцепления в массовом производстве

#### **5. Анализ экономической эффективности объекта**

Определить затраты на изготовление ведомого диска сцепления и рассчитать безубыточный объем продаж. Рассчитать показатели коммерческой эффективности внедрения в производство модернизированного ведомого диска сцепления

#### **6. Безопасность и экологичность объекта**

Определить опасные и вредные производственные факторы на участке сборки ведомого диска сцепления, разработать ряд мероприятий для их устранения

**Заключение**

**Список литературы**

**Приложения:** - **Графики тягово-динамического расчета**  
- **Спецификации**

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи .....3..... листов формата .....А1.....

Детализовка .....3..... листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

*Технологическая /Исследовательская часть* \_\_\_\_\_ / Д.Ю.Воронов /

*Анализ экономической эффективности объекта* \_\_\_\_\_ / Л.Л.Чумаков /

*Безопасность и экологичность объекта* \_\_\_\_\_ / А.Н.Москалюк /

7. Дата выдачи задания «10» декабря 2015 г.

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_ / В.Г. Доронкин

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ / И.А. Никулина

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

**ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ**  
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой «Проектирование  
и эксплуатация автомобилей»  
\_\_\_\_\_ А.В. Бобровский  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
«10» декабря 2015г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения дипломного проекта**

Студента Никулиной Ильхамии Алексеевны  
ПО ТЕМЕ Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация сцепления

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Состояние вопроса	14.04.2016			
2. Тяговый расчет	14.04.2016			
3. Патентное исследование	20.04.2016	не предусмотрено		
4. Расчет проектируемого механизма	25.04.2016			
5. Чертежи деталей механизмов и узлов	25.04.2016			
6. Технологическая часть	25.04.2016			
7. Экономическая часть	30.04.2016			
8. Безопасность и экологичность объекта	30.04.2016			
9. Сдача готовых ВКР на предварительную проверку	04.05.2016			
10. Предварительная защита	01.06.2016			

Руководитель дипломного проекта \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.Г. Доронкин  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись)

И.А. Никулина  
(И.О. Фамилия)



## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены современные тенденции развития конструктивных направлений и требований, предъявляемых к фрикционным сцеплениям легковых автомобилей, рассмотрены конструкции современных отечественных и иностранных ведомых дисков сцепления.

В конструкторской части дипломного проекта произведен тяговый расчет автомобиля LADA «Калина 2», разработана конструкция демпфера крутильных колебаний, рассчитанного на большой крутящий момент, произведен расчет жесткостной характеристики демпфера.

В технологической части расписаны содержание и последовательность операций по сборке ведомого диска сцепления и разработана для него технологическая карта сборки.

В экономической части проведен расчет себестоимости нового ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина 2» для определения экономического эффекта от внедрения новой конструкции.

В разделе «Безопасность и экологичность» описан участок сборки ведомого диска сцепления, рассмотрены вредные и опасные факторы на рабочем месте слесаря механосборочных работ и предложены мероприятия по их устранению.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки объемом 101 стр. и графической части, включающей 10 листов формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1 Состояние вопроса</b> .....	7
1.1 Назначения сцепления.....	7
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции сцепления.....	7
1.3 Классификация конструкций сцеплений.....	8
1.4 Обзор и тенденции развития сцеплений.....	9
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	25
<b>2 Защита интеллектуальной собственности</b> .....	26
<b>3 Конструкторская часть</b> .....	27
3.1 Тяговый расчет автомобиля LADA «Калина 2».....	27
3.2 Расчет ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина2».....	39
3.3 Расчет характеристики основного демпфера .....	46
<b>4 Технологическая часть</b> .....	55
4.1. Анализ технологии изготовления и сборки .....	55
4.2.Разработка техпроцесса сборки ведомого диска сцепления.....	59
<b>5 Технико-экономическая оценка разработанного ведомого диска сцепления</b> .....	66
5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла.....	68
5.2 Расчет точки безубыточности проекта.....	73
5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта.....	76
5.4. Анализ полученных экономических показателей и выводы.....	87
<b>6 Безопасность и экологичность объекта</b> .....	88
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	100
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	101
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Значительная роль в экономическом развитии государства отведена автомобильной промышленности .

В связи с возрастающей конкуренцией от проникновения на российский рынок ведущих в мире западных фирм, большое значение приобретает разработка и создание более прогрессивных моделей автомобилей, совершенствование конструкций агрегатов автотранспортных средств, улучшение эксплуатационных качеств.

В автомобилях, тракторах и других транспортных машинах одним из агрегатов трансмиссии является фрикционное сцепление которое предназначено для плавного трогания автомобиля а, также для кратковременного разъединения двигателя и трансмиссии с целью переключения передач и последующего плавного разгона автомобиля.

На первых тяговых и транспортных машинах применялись фрикционные сцепления с барабанной и конусной формой трущихся поверхностей, но с началом массового производства они были вытеснены дисковыми фрикционными сцеплениями, у которых меньшие габариты, масса и высокая долговечность, поэтому в настоящее время и в обозримом будущем у дисковых фрикционных сцеплений нет конкурентов.

В данном курсовом проекте представлен расчёт демпфера ведомого диска сцепления с целью оптимизации его параметров, таких как виброактивность и долговечность.



## **1. Состояние вопроса**

### **1.1 Назначение сцепления.**

Сцепление предназначено для плавного трогания автомобиля, кратковременного разъединения двигателя и трансмиссии при переключении передач и предотвращения воздействия на трансмиссию больших динамических нагрузок, возникающих на переходных режимах и при движении по различным дорогам.

Основными элементами сцепления являются фрикционная муфта и привод, а во многих случаях и гаситель колебаний.

### **1.2 Требования, предъявляемые к конструкции сцепления.**

К современным автомобильным фрикционным сцеплениям предъявляются определенные требования:

- надежность действия;
- простота и технологичность конструкций;
- простота обслуживания, регулировки, смазки, смены деталей и так далее;
- длительный срок службы, согласованный со сроком службы других агрегатов силовой передачи автомобиля;
- легкость управления, характеризуемая возможно малой затратой мускульной работы со стороны водителя;
- плавность включения;
- чистота выключения;
- сравнительно низкий тепловой режим сцепления (интенсивный отвод тепла с рабочих поверхностей);
- минимальный момент инерции ведомых деталей сцепления и связанных с ними вращающихся деталей трансмиссии (для уменьшения удара между зубьями шестерен и более легкого переключения передач);

- осевая нагрузка на коленчатый вал должна действовать только во время выключения сцепления (сцепление уравновешенного типа);
- сохранения постоянства нажимного усилия (или коэффициента запаса) независимо от износа трущихся поверхностей;
- снижение динамических нагрузок в трансмиссии и устранение резонансных колебаний в диапазоне наиболее частых рабочих режимов (применение ведомых дисков с гасителем колебаний).

К неавтоматическому приводу сцепления предъявляются следующие требования:

- высокий КПД;
- наибольший ход педали сцепления 150 мм;
- ограниченное значение максимального усилия, прикладываемого водителем для выключения сцепления (не более 20 - 25 кг при отсутствии усилителя);
- возможность установки усилителя;
- отсутствие влияния перекосов рамы на работу привода.

### **1.3 Классификация конструкций сцеплений.**

По способу передачи крутящего момента сцепления подразделяются на фрикционные, гидравлические, электромагнитные. По способу управления различают сцепления с принудительным управлением, приводимым в действие водителем, с усилителем и без усилителя, а также сцепление с автоматическим управлением.

При автоматическом управлении из органов управления исключается педаль сцепления, что упрощает и облегчает управление. По способу создания давления на нажимной диск фрикционные сцепления подразделяют на пружинные (с цилиндрическими, коническими и диафрагменными пружинами), полуцентробежные (давление создается одновременно пружинами и центробежными силами) и центробежные.

В центробежных сцеплениях для создания давления на нажимной диск используется или центробежная сила, или сила пружин. В последнем случае при неработающем двигателе сцепление выключено, и центробежная сила при включении сцепления освобождает нажимные пружины. По форме поверхностей трения сцепления бывают дисковые, конусные и барабанные (колодочные). Конусные и барабанные сцепления обладают повышенным моментом инерции ведомых элементов и поэтому используются в качестве вспомогательных фрикционных устройств.

Дисковые сцепления по числу ведомых дисков классифицируются на одно-, двух- и многодисковые. Последние имеют меньшие диаметры дисков, неупругие ведомые диски и малые зазоры между дисками в выключенном сцеплении. В многодисковых сцеплениях обеспечение «чистоты» выключения является трудоемкой операцией. Многодисковые сцепления имеют значительную длину, большой ход выключения, значительные моменты инерции ведомых деталей и т. п. Поэтому многодисковые сцепления применяются в основном в автоматических трансмиссиях.

#### **1.4 Обзор и тенденции развития сцеплений.**

Современное типовое фрикционное сцепление состоит из двух групп деталей, первая из которых образует механизм сцепления, а вторая - привод сцепления.

Наиболее распространены фрикционные сцепления, у которых крутящий момент передается с ведущей части на ведомую силами трения, действующими на поверхностях соприкосновения этих частей. Ведущими частями являются маховик двигателя, кожух и нажимной диск. Ведомыми частями являются ведомый диск и вал.

##### Нажимные устройства

В настоящее время в нажимных устройствах сцепления для создания нажимного усилия могут использоваться разные способы: механический, электромеханический, гидравлический. Механический способ остается

наиболее распространенным. Благодаря своей простоте и надежности в зависимости от конструкций механических сцеплений и их нажимных устройств, обуславливающих состояние сцепления в большую часть времени, они подразделяются на постоянно и непостоянно замкнутые.

Непостоянно замкнутые сцепления применяются в основном на тракторах, экскаваторах. Рассмотрим постоянно замкнутые сцепления, как наиболее распространенные.

Наибольшее распространение получили нажимные устройства с центральным расположением пружин, в частности диафрагменные разрезные пружины. Главная особенность диафрагменной пружины заключается в нелинейности ее характеристик. Данная особенность имеет большое значения для сохранения большого момента трения, в течение заданного срока службы.

#### Ведомые диски

Включение сцепления должно происходить плавно, не вызывая повышенных нагрузок в трансмиссии и чрезмерно высоких ускорений автомобиля, оказывающих отрицательное влияние на пассажиров и транспортируемые грузы. Плавность включения сцепления и нарастание момента в трансмиссии автомобиля зависят от упругих свойств ведомого диска и деталей привода. В различных типах сцепления могут применяться упругие и неупругие ведомые диски.

Применение упругих дисков вызывает необходимость увеличения хода нажимного диска для обеспечения заданной «чистоты» выключения, что может быть получено при том же ходе педали сцепления уменьшением передаточного числа привода. Однако это приводит к увеличению усилия на педали сцепления. Поэтому в двухдисковых и многодисковых сцеплениях, а также в случаях, когда необходимо обеспечить повышенную прочность связи фрикционных колец с ведомым диском (при работе автомобиля и исключительно тяжелых условиях), обычно не применяют упругие ведомые диски.

Повышение эластичности ведомого диска достигается приданием ему

определенной формы или размещением специальных деталей типа пластинчатых пружин между ним и фрикционными кольцами. В первом случае сплошной диск делят радиальными прорезями на ряд секторов, которые через один отгибают в разные стороны. К секторам приклепывают фрикционные кольца. Недостатком таких дисков является трудность получения одинаковой жесткости секторов.

Применение ведомых дисков с приклепанными к нему пластинчатыми пружинами дает возможность получить более равномерную упругость по окружности: одну фрикционную накладку крепят непосредственно к диску, а вторую — к пластинчатым пружинам, причем последняя направлена к нажимному диску. Однако пластинчатые пружины способствуют увеличению момента инерции ведомого диска.

Более совершенной конструкции ведомый диск с прикрепленными к основному стальному диску тонкими сегментами, имеющими волнообразную форму (рис. 1.1). Фрикционные кольца приклепаны к сегментам и в свободном состоянии удерживаются на определенном расстоянии одно от другого. Таким образом, применение упругих сегментов меньшей толщины позволяет снизить массу диска, уменьшить момент инерции и получить диск с заданными упругими свойствами.

Ведомый диск изготавливают из стали, обладающей повышенной упругостью. Ступицу ведомого диска устанавливают на шлицевом конце первичного вала с сопряжением, обеспечивающим свободное перемещение по валу. Материал ступицы — сталь марки 40 или 40Х. Фрикционные кольца сцеплений изготавливают из асбофрикционных материалов в виде колец, размеры которых приведены в ГОСТ 1786—80. Асбофрикционный материал состоит из асбеста, металлических или минеральных наполнителей и связующего вещества. Асбест обладает хорошей термической и химической стойкостью. В качестве связующего вещества применяют синтетические смолы, бакелит, каучук. Правильный выбор связующего вещества оказывает существенное

влияние на работу сцепления.

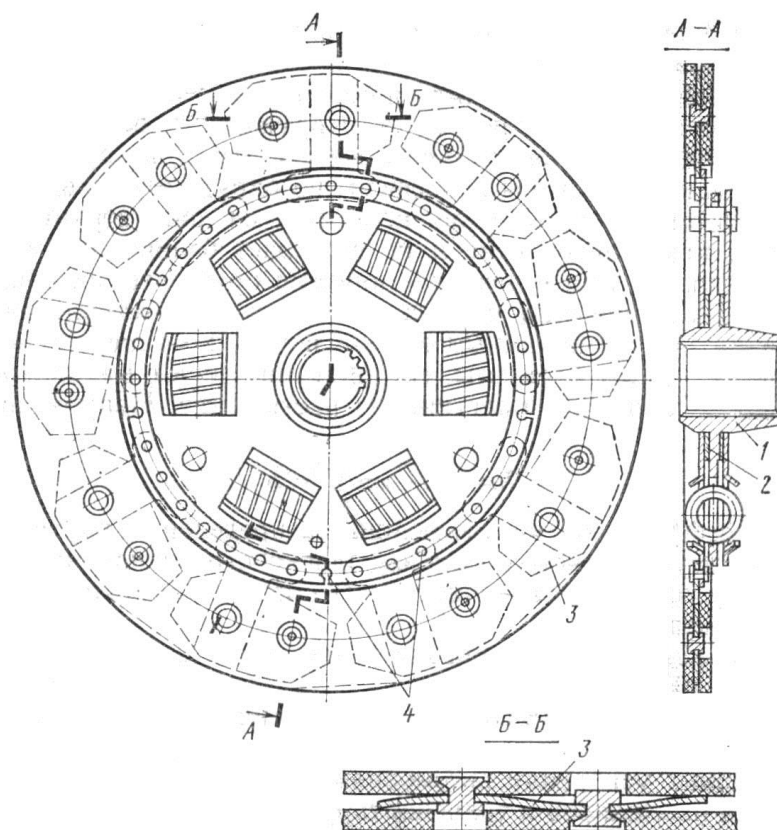


Рис. 1.1 Ведомый диск с сегментами, имеющими волнообразную форму:  
1 — ступица; 2 — стальной диск; 3 — сегмент; 4 — отверстие для установки балансирующих пластин.

Наиболее распространенными наполнителями являются медь, цинк, графит. Наполнители обеспечивают равномерное распределение температуры по поверхности трения и толщине диска, стабилизируют фрикционные свойства, повышают износостойкость накладок. Иногда на поверхности фрикционных колец наносят радиальные канавки для удаления продуктов износа с их поверхностей и улучшения охлаждения. Фрикционные кольца должны обладать заданной прочностью на разрыв, так как под действием большой окружной скорости создаются значительные центробежные силы. При выборе материала фрикционных колец необходимо обращать внимание на зависимость коэффициента трения от скорости скольжения. Изменение коэффициента трения от скорости скольжения может привести к

возникновению релаксационных колебаний при трогании автомобиля с места.

В качестве фрикционного материала применяют также спеченную керамику. Кольца из спеченной керамики обладают большей износостойкостью и допустимыми давлениями, лучшей теплопроводностью, большей прочностью. Такие кольца хорошо работают в масляной среде. Из-за большой износостойкости они имеют меньшую толщину. Значение коэффициента трения в зависимости от изменения температуры практически не изменяется. Основными недостатками колец из спеченной керамики являются сложность производства и ремонта ведомых дисков, чувствительность к ударным нагрузкам, увеличение момента инерции ведомого диска, а также большой износ сопряженных пар.

Для снижения колебаний в трансмиссии автомобиля применяют обычно включенные последовательно гасители колебаний. Они установлены, как правило, в ведомом диске сцепления. Гаситель колебаний представляют собой муфту, упругость которой суммируется с упругостью основной крутильной системой, что изменяет собственные частоты и может позволить вывести наиболее опасные резонансные режимы из зоны эксплуатационных скоростей. В реальных конструкциях трансмиссий осуществить это не удастся. Главная функция гасителей крутильных колебаний — снижение до минимальной величины инерционных моментов при возникновении резонансных режимов. Различия в конструктивных схемах гасителей колебаний зависят от типа применяемых упругих элементов (пружина, резина) и устройств, создающих момент трения.

Наибольшее распространение получили гасители с цилиндрическими пружинами и фрикционными элементами. Необходимый момент трения в гасителях создается посредством фрикционных элементов, расположенных между ступицей и ведомым диском. Давление между ними обусловлено деформацией дисков при их склепывании. Такие гасители с нерегулируемым

моментом трения более просты по своей конструкции, но не обладают стабильным моментом трения.

Сфера использования упругих ведомых дисков расширяется, так как их применение повышает долговечность поверхностей трения, улучшает комфортабельность автомобиля, увеличивает долговечность деталей трансмиссии. Демпферы крутильных колебаний устанавливают между ведомым диском и его ступицей. Основным назначением упруго фрикционных демпферов является снижение уровня крутильных колебаний в трансмиссии вызванных неравномерной работой двигателя. Кроме того, они способствуют уменьшению уровня вибрации в трансмиссии. Введение демпфера в ведомый диск позволяет частично или полностью компенсировать несоосности коленчатого вала двигателя и первичного вала коробки передач, приводящих к повышенному износу фрикционных поверхностей сцепления.

Более широкими возможностями обладают многоступенчатые демпферы, преимущественно распространенные в легковых автомобилях. Применение многоступенчатых демпферов позволяет иметь несколько ступеней на одной ветви упруго фрикционной характеристики. В последнее время для получения многоступенчатых характеристик применяют преддемперы. В этом случае ведомый диск имеет два демпфера предварительный демпфер холостого хода и главный.

Демпфер холостого хода предназначен для гашения крутильных колебаний на холостом ходу и уменьшение шума шестерен в КПП на холостом ходу. Рассматривая преимущества и недостатки механизмов и деталей ведомых дисков и деталей, вывод о том, что современные требования в наибольшей мере удовлетворяют диски с осевой податливостью, оснащенные многоступенчатыми демпферами, обладающие способностью компенсировать несоосность валов. Из характеристики демпферов «Валео» следует, что демпферы модели Н, Т, L одноступенчатые, такие демпферы (модели G, GT,



GS) применяет и фирма «Фахтель и Сакс». Демпферы моделей G12A, H12 и K21 имеют две ступени на одной ветви характеристики, соответствующей режиму торможения двигателем. Это достигается тем что, половина или треть пружин демпфера устанавливается с большим предварительным натягом.

Рассмотрим конструкции ведомых дисков сцеплений легковых автомобилей отечественного и иностранного производства.

*Сцепление автомобиля Skoda «Octavia»* представлено на рис. 1.2. В автомобиле *Skoda «Octavia»* с ручным управлением коробкой передач устанавливают сцепление сухое, однодисковое с тарельчатой (мембранной) пружиной. У ведомых дисков сцепления поверхность трения без асбеста, они имеют осевое подрессоривание в пространстве между поверхностями трения.

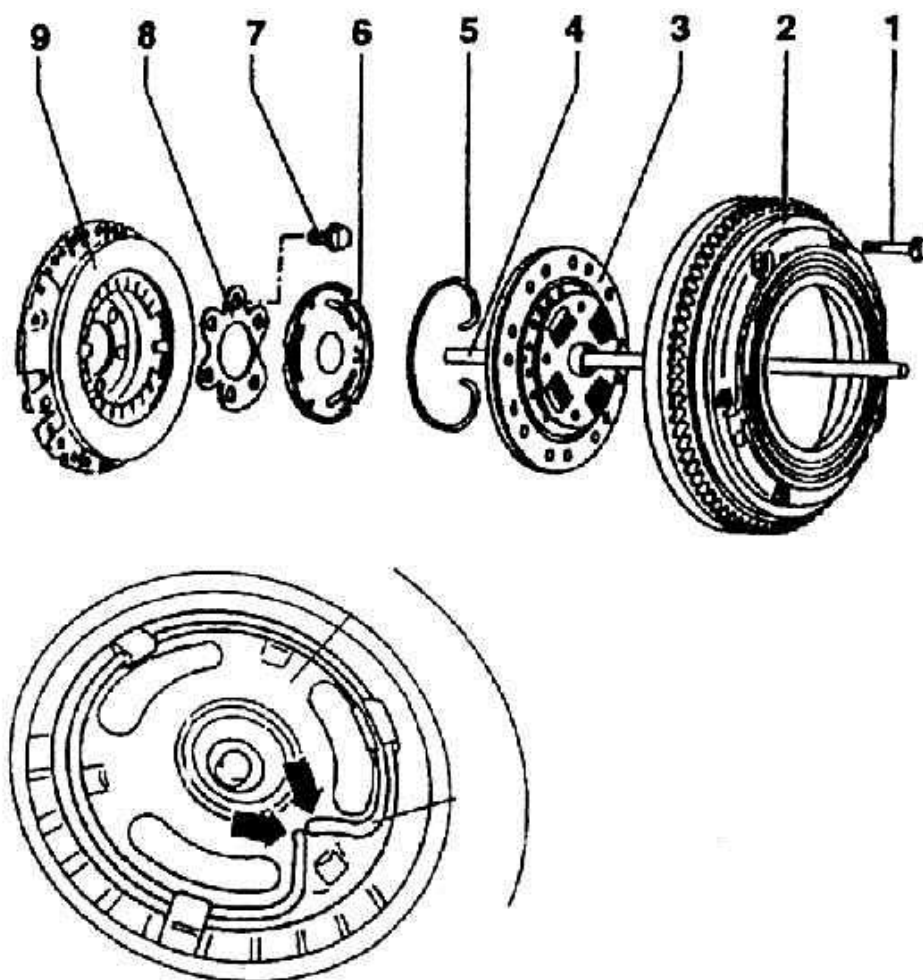


Рис. 1.2 Сцепление автомобиля *Skoda «Octavia»*.

1 – болт крепления маховика; 2 – маховик; 3 – ведомый диск 4 – отключающая тяга сцепления; 5 – зажимное кольцо; 6 – отключающая пластина; 7 – болт крепления прижимного диска к коленчатому валу; 8 – накладка; 9 – нажимной диск сцепления.

Все ведомые диски имеют также основной гаситель крутильных колебаний (четыре винтовых пружины в металлической части диска) и гаситель холостого хода. Исходя из установленного двигателя, выбирается сцепление с различным диаметром фрикционного диска, а исходя из типа коробки передач, отличаются и их механизмы отключения. Двигатель V = 1,6 л., мощностью 55 кВт, имеет сцепление с диаметром фрикционного слоя внешний/ внутренний = 200/ 143 мм и отключающей тягой, проходящей через ведущий вал коробки передач. Двигатель 1,8–92 кВт, имеет сцепление с внешним/ внутренним диаметром фрикционного слоя 216/ 155 мм и классическим отключением. Двигатель 1,9 TDI–66 кВт, имеет аналогичное сцепление с классическим типом отключения. Внешний и внутренний диаметр фрикционного слоя этого сцепления 228/ 150 мм.

*Сцепление автомобиля Daewoo «Lanos»* представлено на рис. 13. Сцепление фрикционное, сухое, однодисковое. Количество нажимных пружин: одна диафрагменная (тарельчатая), восемнадцатилепестковая. Гаситель крутильных колебаний – пружинно-фрикционный с 8 пружинами, размерность ведомого диска – 200 мм. Особенностью ведомого диска является 8 пружин в



Рис. 1.3 Сцепление автомобиля *Daewoo «Lanos»*.

гасителе крутильных колебаний, данное решение позволяет иметь большой угол закрутки, а последовательное включение в работу пружин делает упругую характеристику демпфера нелинейной, что повышает качество гашения крутильных колебаний.

*Сцепление автомобиля Audi «A8»* представлено на рис. 1.4. Сцепление фрикционное, сухое, нормально-замкнутое, однодисковое. Количество нажимных пружин: одна диафрагменная (тарельчатая), восемнадцатилепестковая. Ведомый диск имеет гаситель крутильных колебаний пружинно-фрикционный с 4 пружинами. Сцепление используется с механическими коробками и бензиновыми двигателями объемом 2,8л., 3,7 л. и 4,2л., а также дизельными объемом 2,5л. и 3,3 л.

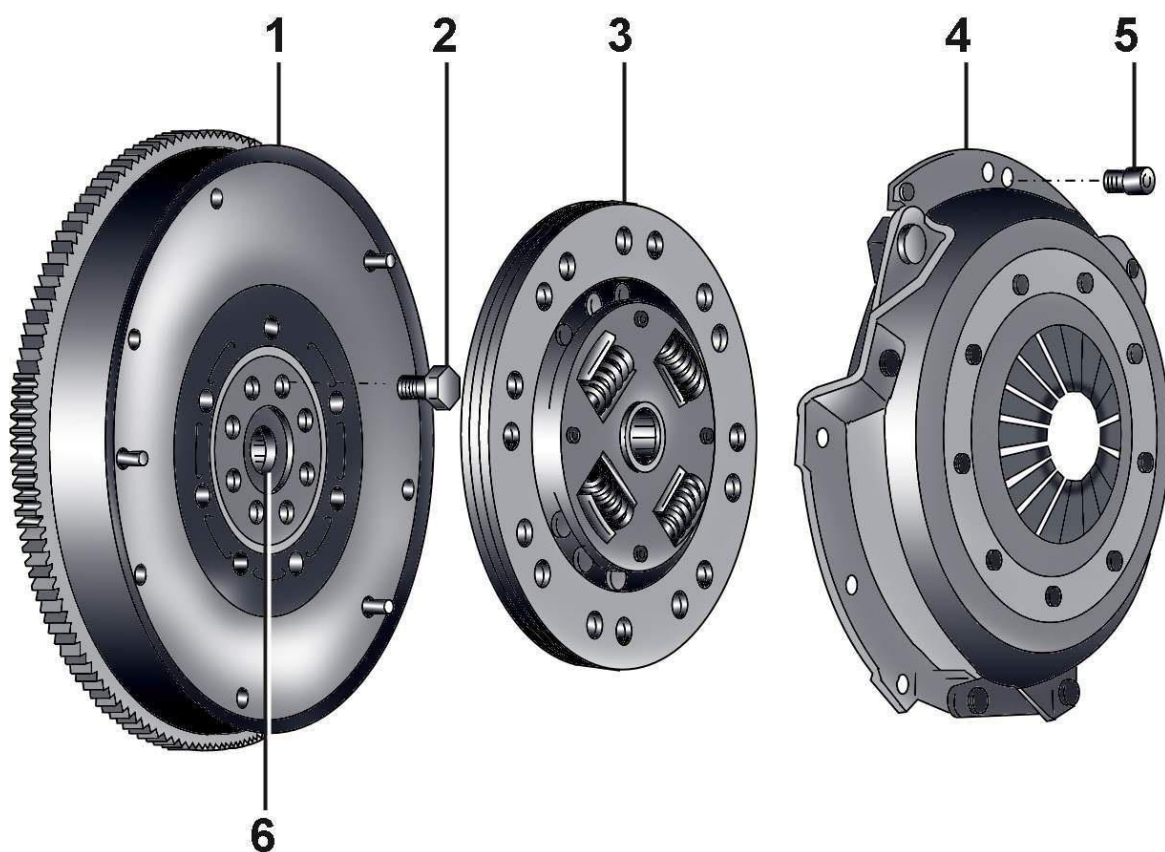


Рис. 1.4 Сцепление автомобиля *Audi «A8»*.

1 – двухмассовый маховик; 2 – болт; 3 – ведомый диск сцепления; 4 – нажимной диск сцепления; 5 – болт; 6 – игольчатый подшипник.

*Ведомый диск сцепления ф. «Carbonetic»* представлен на рис. 1.5.

Легкий, 3х лепестковый диск сцепления с карбоновыми фрикционами. Рассчитан на работу со штатным маховиком и штатной корзиной сцепления, устанавливается на автомобили Mazda RX-7, RX-8, Mitsubishi Lancer, Subaru Impreza, Nissan 350Z, Skyline, Silvia. В отличие от популярных сегодня дисков сцепления с "керамическими" и "металлизированными" фрикционами специально разработанный и запатентованный композитный состав фрикционов, применяемый в сцеплениях компании "CARBONETIC" не создаёт ударных нагрузок на деталях трансмиссии при резких стартах и переключениях передач, гораздо более стабилен при высоких температурах и практически не подвержен перегреву, а также не приводит к преждевременному износу и\или перегреву металлических деталей сцепления (т.е. не "выедает" маховик и корзину). Для потребителя установка данного ведомого диска исключает перегрев и пробуксовку сцепления, позволяет быстрее стартовать, легче переключать передачи на высоких оборотах и спокойно наращивать мощность двигателя.



Рис. 1.5 *Ведомый диск сцепления ф. «Carbonetic».*

**Ведомый диск сцепления автомобиля Hyundai «Solaris»** представлен на рис. 1.6. Ведомый диск с пружинным демпфером крутильных колебаний расположен на шлицах первичного вала коробки передач между маховиком и нажимным диском. Демпфер крутильных колебаний гасит колебания, возникающие от динамических нагрузок в трансмиссии и неравномерной работы двигателя. Две фрикционные накладки ведомого диска приклепаны с обеих сторон к прижимной пластине, которая, в свою очередь, прижимается к пластинам демпфера. Пружинная пластина имеет волнистую форму. При включении сцепления фрикционные накладки сжимают пружинную пластину, что способствует более плавному включению сцепления.

Между пластинами демпфера установлена ступица диска. В пазах ступицы и демпферных пластин установлены пружины демпфера.

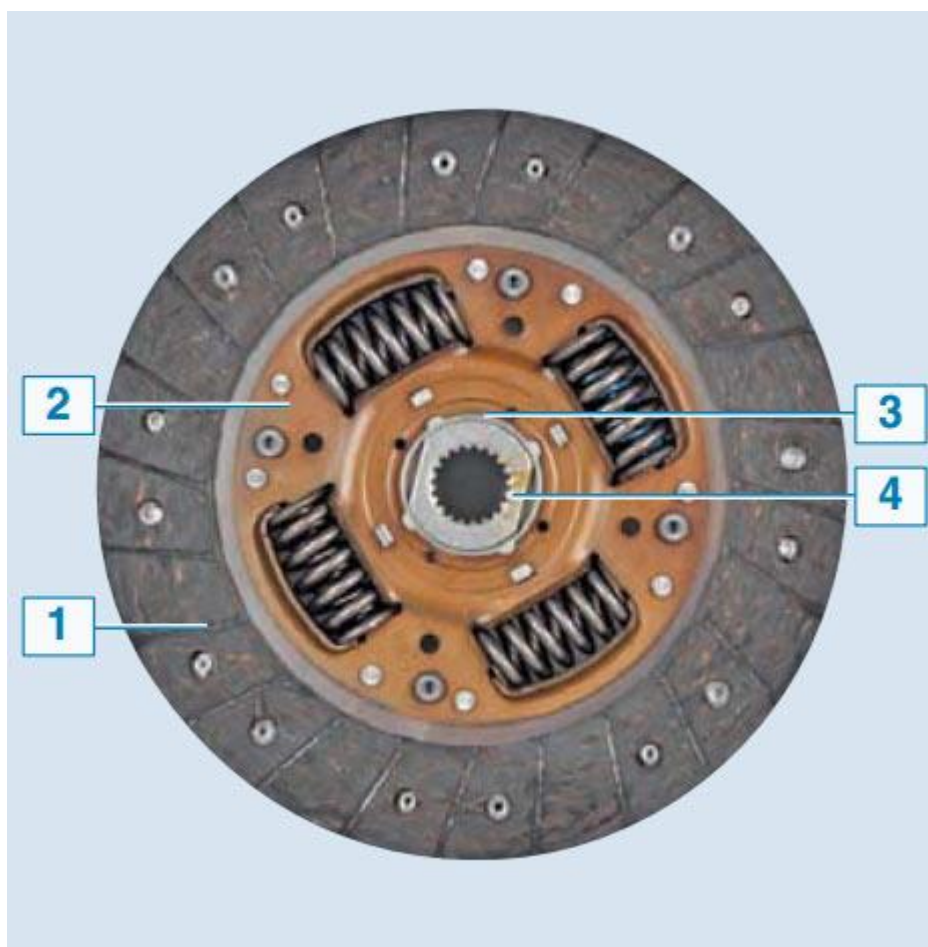


Рис. 1.6 **Ведомый диск сцепления автомобиля Hyundai «Solaris».**

1– фрикционные накладки; 2– демпфер крутильных колебаний; 3– демпфер холостого хода; 4– ступица.

Демпферные пластины соединены опорными пальцами. В ступице диска напротив опорных пальцев имеются вырезы, которые позволяют ступице поворачиваться в определенных пределах относительно пластин демпфера, сжимая при этом демпферные пружины. Это позволяет снизить динамические нагрузки в трансмиссии при трогании автомобиля и при переключении передач. На ступице ведомого диска в пластмассовом корпусе расположен демпфер холостого хода, служащий для гашения крутильных колебаний и устранения стуков в коробке передач при работе двигателя на холостом ходу.

Ведомый диск заменяют при осевом биении накладок более 0,5 мм, замасливании, растрескивании, задирах или неравномерном износе накладок, ослаблении заклепочных соединений, а также в том случае, если расстояние между рабочей поверхностью накладки и головкой заклепки составляет менее 0,3 мм.

пальцев (6). Прилагаемый крутящий момент, через ведомый (15) и сопряженный (16) диски воздействуя на винтовые пружины демпфера, передается на фланец ступицы (17) и, тем самым, на первичный вал коробки передач. Поскольку пружины сами по себе не могут поглощать колебания, для демпфирования необходимо дополнительное фрикционное устройство. Оно состоит из расположенных по обе стороны ступицы фрикционных колец (8), опорного кольца (9) и дисковой пружины (7), которые в течение всего срока службы обеспечивают неизменное трение. Дисковая пружина через опорное кольцо (9) давит на правое фрикционное кольцо и далее через жестко связанные друг с другом сопряженный (16) и ведомый (15) диски на расположенное между ведомым диском (15) и фланцем ступицы (17) левое фрикционное кольцо. Крутящий момент, вырабатываемый двигателем, сначала сжимает обе пружины с меньшим пружинением, т.е. 1-я ступень демпфирования (12), до угла скручивания в 4 градуса. В приведенном примере в этом положении на них действует крутящий момент 20 Н•м. Далее начинают работать дополнительные пружины (13) 2-й ступени демпфирования. На диаграмме это соответствует

более крутой линейной характеристике угла скручивания. В крайнем положении (упорный палец) угол скручивания соответствует 8 градусам и момент 140 Н•м. Таким образом, что момент крайнего положения значительно превышает момент двигателя. Когда двигатель работает в режиме принудительного холостого хода, 1-я ступень демпфирования (12) обеспечивает угол скручивания 7 градусов, соответствующий крутящему моменту 40 Н•м. От этого момента до крайнего положения, соответствующего углу скручивания 8 градусов и крутящему моменту 65 Н•м, работает 2-я ступень демпфирования (13).

Вышеописанные взаимосвязи действуют и для исполнения **2-х ступенчатого гасителя крутильных колебаний с отдельным демпфером холостого хода** (рис. 1.7 в середине). Здесь добавлен отдельный демпфер холостого хода (10, 11). Раньше он использовался для автомобилей с дизельным двигателем. Благодаря постоянному облегчению конструкции, этот вариант исполнения все чаще используется и для двигателей внутреннего сгорания. Как видно на иллюстрации, диаграмма гасителя крутильных колебаний существенно отличается от первого примера. Характеристика скручивания в области нулевой точки очень пологая. Благодаря этому, прежде всего в дизельных двигателях, ликвидируется эффект «стука» зубчатых колес КПП. 1-я ступень демпфирования (12) начинает работать только при угле скручивания в 10 градусов и очень маленьком моменте. Демпфер холостого хода (10, 11), обеспечивающий пологую характеристику в области нулевой точки, в данной конструкции расположен отдельно внутри ведомого диска и приклепанного к нему сопряженного диска демпфера холостого хода (20). Фланец демпфера холостого хода (18) соединен со ступицей. Таким образом демпфер холостого хода должен быть смещен до упора, прежде чем начнет работать выше описанный механизм основных ступеней гасителя крутильных колебания (12, 13). Данная конструкция ведомого диска имеет фрикционное кольцо (8), расположенное между фланцем ступицы (17) и сопряженным диском (16). Сила трения вырабатывается посредством двух пружинящих элементов, расположенных между ступицей и сопряженным диском, а также между

фланцем ступицы (17) и ведомым диском (15).

**2-х ступенчатый гаситель крутильных колебаний, интегрированный демпфер холостого хода, вариативное фрикционное устройство.** В конструкции, изображенной в правой части рис. 1.7, пружины демпфера холостого хода (10, 11), расположены не отдельно в ведомом диске, а в специальных отверстиях. Если в предыдущих конструкциях сила трения является постоянной, то здесь благодаря двум отдельным фрикционным кольцам (8) и двум соответствующим дисковым пружинам (7) сила трения является переменной для 1-й и 2-й ступени демпфирования. Они начинают работать по достижении определенного угла скручивания (5 и 8,5 градусов в тяговом режиме, 1,7 градусов в режиме принудительного хода). Характеристика скручивания и фрикционный амортизатор не могут быть рассчитаны для определенного типа автомобиля заранее. Для определения характеристики скручивания и фрикционного демпфирования необходимы многочисленные опыты, связанные с расчетами колебаний автомобиля.

### **1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.**

Конструкция ведомого диска автомобиля LADA «Калина 2» представлена на рис.1.8. Демпфер крутильных колебаний данного диска имеет 4 секции, в которые установлено по 2 пружины, пружина меньшего радиуса находится в пружине с большим радиусом. Дополнительно имеется демпфер холостого хода, рассчитанный на малый крутящий момент, но с углом закрутки до 4° в обе стороны. Характеристика данного диска показана на рис. 1.9.



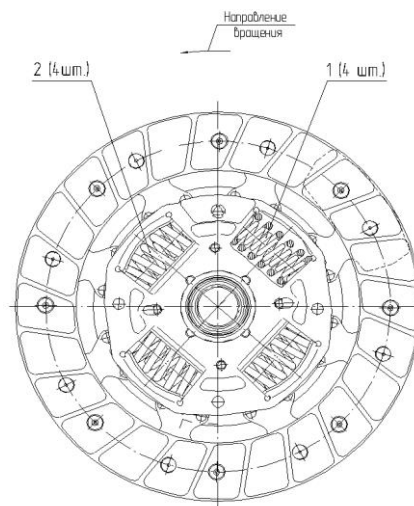


Рис. 1.8 Ведомый диск сцепления автомобиля LADA «Калина 2».

Характеристика демпфера

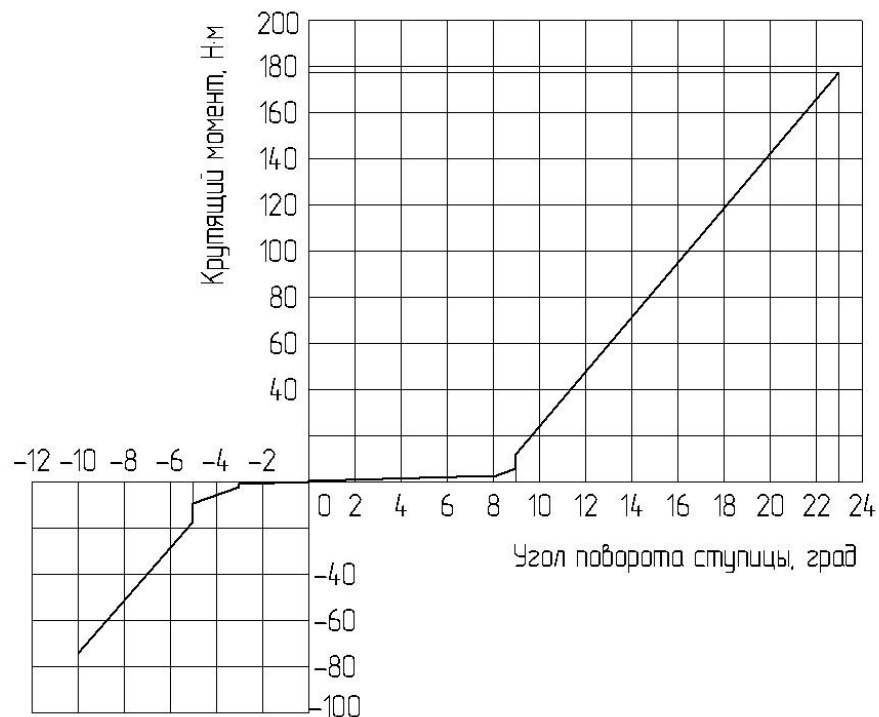


Рис. 1.9 Характеристика демпфера ведомого диска сцепления LADA «Калина 2».

Рассмотрим автомобиль LADA «Калина 2 Sport». Это спортивная модификация, на базе LADA «Калина» с кузовом седан, однако имеющая подвеску, с измененными характеристиками, усиленную коробку передач и, конечно, более мощный двигатель. Естественно такой автомобиль подразумевает и спортивный стиль вождения, а именно «броски» сцепления

при переключении передач, что естественно увеличит и нагрузку на сцепление и демпфер крутильных колебаний в частности.

Таким образом, целью дипломного проекта является проектирование более «жесткого» демпфера крутильных колебаний, рассчитанного на больший крутящий момент, вследствие перегрузок при частых, резких включениях сцепления.

## **2. Защита интеллектуальной собственности**

Не предусмотрено

## **3. Конструкторская часть**

### **3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.**

#### **3.1.1 Исходные данные**

Собственная масса-  $M_0=1080$  кг

Количество мест -  $n=5$

Максимальная мощность двигателя  $N_{e \max} = 66$  кВт

Обороты при максимальной мощности  $n_{e \max} = 5400$  об/мин

Диапазон рабочих оборотов  $n_e = 800-5400$  об/мин

Передаточные числа трансмиссии:

1 передача- 3.636

2 передача- 1.95

3 передача- 1.36

4 передача- 0.94

5 передача- 0.78

Главная передача- 3.7

Шины 175/65R14

Коэффициент аэродинамического сопротивления-  $C_x=0.39$

Коэффициент сопротивления качению-  $f_0=0.012$

Площадь поперечного сечения -  $F=2$  (м<sup>2</sup>)

### 3.1.2 Определение полной массы автомобиля

$$M_a = M_0 + M_q(n) + M_b, \quad (3.1)$$

где  $M_0$  - собственная масса автомобиля

$M_q$  - масса одного человека (75 кг.)

$M_b$  - вес багажа (50 кг.)

$n$  - количество пассажиров

$$M_a = 1080 + 75 \cdot 5 + 50 = 1505(\text{кг})$$

### 3.1.3 Определение внешней скоростной характеристики двигателя.

Рассчитываем заданную мощность двигателя 66 кВт, для чего подбираем соответствующую максимальную скорость автомобиля. При заданном дорожном и аэродинамическом сопротивлениях максимальная скорость должна быть  $V_{max}=48,2$  м/сек или около 162,7 км/час.

$$N_{v \max} = \frac{1}{\eta} \left( G_a \cdot \psi \cdot V_{\max} + \frac{C_x}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{\max}^3 \right), \quad (3.2)$$

где  $G_a$  - полный вес автомобиля

$$\psi = \psi_0 \cdot \left( 1 + \frac{V^2}{2000} \right) = 0.01 \cdot \left( 1 + \frac{45.2^2}{2000} \right) = 0.02426 - \text{коэффициент сопротивления}$$

качению

$\eta$  - КПД трансмиссии, для механической трансмиссии принимаем  $\eta_{mp}=0,98$

$\rho$  - плотность воздуха,  $\rho=1,293$  кг/м<sup>3</sup>

$$N_{V \max} = \frac{1}{0.95} \left( 14764 \cdot 0.024 \cdot 45.2 + \frac{0.39}{2} \cdot 1.293 \cdot 2 \cdot 45.2^3 \cdot \right) = 66.06 (\kappa Bm)$$

### 3.1.4 Расчет внешней скоростной характеристики

$$N_{\max} = \frac{N_{V \max}}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (3.3)$$

где  $a=b=c=1$ - коэффициенты, характеризующие тип двигателя

$N_{V \max}$ - мощность двигателя при максимальной скорости

$\lambda$ - отношение  $n_{V \max}/n_N$ .

Т.к. в задании максимальная мощность достигается при максимальных оборотах, то выбираем  $\lambda = 1$ .

$$N_{\max} = \frac{66.06}{1 \cdot 1 + 1 \cdot 1^2 - 1 \cdot 1^3} = 66.06 (\kappa Bm)$$

Внешнюю характеристику двигателя с достаточной для практических расчетов точностью можно определить по формуле Лейдермана:

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[ a \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (3.4)$$

где  $N_{\max}$ - максимальная мощность двигателя, л.с.

$\omega_e$ - число оборотов двигателя, об/мин

$\omega_N$ - число оборотов двигателя при максимальной мощности, об/мин

Рассчитываем в зависимости от числа оборотов значения  $N_e$  и заносим в табл. 3.1.

Определяем значения крутящего момента по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.8)$$

Рассчитываем в зависимости от числа оборотов значения  $M_e$  и заносим в табл.3.1.

По полученным значениям строим график зависимости мощности и момента двигателя от оборотов коленчатого вала.

Таблица 3.1.

$n_e$ , об/мин	$\omega_e$ , рад/с	$N_e$ , Вт	$M_e$ , Нм
800	83,73	11021	131,63
1600	167,47	23684	141,28
2400	281,20	36608	148,73
3100	324,47	47198	148,48
3800	397,73	86178	141,28
4800	471,00	62694	133,11
4900	812,87	64978	126,70
8200	844,27	68880	121,04
8400	868,20	66088	116,88

### 3.1.5 Подбор шин.

Обозначение 178/68R14, где

$H$  – ширина профиля шины,  $H = 175$  мм.

$S$  – высота профиля шины,  $S = 175 \cdot 0.65 = 114$  мм.

$d$  – посадочный диаметр,  $d = 14$  дюймы

$$r_{\text{коч}} = 0.9 \cdot (0.5 \cdot d + S) \cdot 10^{-3} \quad (3.6)$$

$$r_{\text{коч}} = 0.9(0.5 \cdot 14 \cdot 25.4 + 114) \cdot 10^{-3} = 0.262(\text{м})$$

### 3.1.6 Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточное число главной передачи определяется исходя из максимальной скорости автомобиля:

$$u_0 \geq \frac{\omega_{e \max} \cdot r_k}{V_{\max} \cdot u_4} = \frac{565 \cdot 0.262}{45.2 \cdot 0.941} = 3.387 \quad (3.7)$$

Действующее значение передаточного отношения главной передачи  $u_0=3,7$  удовлетворяет требованиям расчета.

Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению  $\psi_{\max}$ .

Для обеспечения возможности движения автомобиля в этих условиях тяговая сила на ведущих колёсах  $P_T$  должна быть больше силы сопротивления дороги  $P_f$ , т.е.

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0 \cdot u_1}{r_{\kappa}} \geq G_a \cdot \psi_{\max}, \text{ или } u_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_{\kappa}}{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0} \quad (3.8)$$

$$\psi_{\max} = f_0 + I$$

$$\psi_{\max} = 0.012 + 0.3 = 0.312$$

$$u_1 \geq \frac{14764 \cdot 0.312 \cdot 0.262}{146 \cdot 0.95 \cdot 3.7} = 2.32$$

Во избежание буксования ведущих колёс тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колёс с дорогой:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0 \cdot u_1}{r_{\kappa}} \leq G_{cy} \cdot \varphi, \text{ или } u_1 \leq \frac{G_{cy} \cdot \varphi \cdot r_{\kappa}}{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0} \quad (3.9)$$

$\varphi = 0,8$  – коэффициент сцепления ведущих колёс с дорогой,

$G_{cy} = m_1 G_l$  – сцепной вес автомобиля,

$m_1 = 0,9$  – коэффициент перераспределения нагрузки,

$G_l = 0,6 \cdot 9,81 \cdot 14764 = 8888$  (Н) – вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля,

$$G_{cy} = 0,9 \cdot 8888 = 7973 \text{ (Н)},$$

$$M_{\max} = 146 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$u_1 \leq \frac{7973 \cdot 0,8 \cdot 0,262}{146 \cdot 0,95 \cdot 3,7} \leq 3,26$$

$$2,32 \leq u_1 \leq 3,26$$

Принимаем  $u_1 = 3,28$ .

Остальные передаточные отношения находим по геометрическому закону

$$u_2 = \sqrt[3]{u_1^2} = \sqrt[3]{3,28^2} = 2,19$$

$$u_3 = \sqrt[3]{u_1} = \sqrt[3]{3,28} = 1,48$$

Исходя из особенностей коробки передач передаточное отношение четвертой передачи  $u_4 \neq 1$ . Исходя из аналогов принимаем  $u_4 = 0,941$ .

Передаточное отношение повышающей передачи выбирается по критериям топливной экономичности.

$$u_5 = 0.8 \cdot u_4 = 0.8 \cdot 0.941 = 0.75$$

Однако для правдоподобности и большей сходимости расчетов принимаем действующие передаточные числа на автомобиле LADA «Калина 2»– 1118: 1 передача- 3.636, 2 передача- 1.980, 3 передача- 1.387, 4 передача- 0.941, 8 передача- 0.784.

### 3.1.7 Тяговый баланс автомобиля

Определение динамической характеристики автомобиля.

Уравнение тягового баланса имеет вид:

$$P_T = P_f + P_w \quad (3.10)$$

Составляющие уравнения определяются по следующим формулам:

Тяговая сила на ведущих колесах автомобиля

$$P_T = \frac{M_e \cdot i_k \cdot i_0 \cdot \eta}{r_k} \quad (3.11)$$

Сила сопротивления качению

$$P_f = G_a \cdot \psi \quad (3.12)$$

Сила сопротивления воздуха

$$P_w = \frac{C_X \cdot F \cdot \rho \cdot (V_{\max})^2}{2} \quad (3.13)$$

Обозначение в формулах:

$i_k$  - передаточное число к-ой передачи

$i_0$  - передаточное число главной передачи

Остальные обозначения известны из ранее приведенных формул.

По полученным значениям сил сопротивления и тяговой силы для каждой передачи, занесенным в табл. 3.2 и 3.3, строим график тягового баланса.

Таблица 3.2

$V_a$ , м/с	$P_f$ , Н	$P_B$ , Н	$P_f+P_B$ , Н
2	177,82	2,02	179,84
4	178,89	8,07	186,68
8	182,84	32,27	218,11
10	186,03	80,43	236,48
18	197,10	113,46	310,86
20	212,60	201,71	414,31
30	286,89	483,84	710,74
40	318,90	806,83	1128,74
80	398,63	1260,68	1689,30

Таблица 3.3

$V_{a1}$ , м/с	$P_{T1}$ , Н	$V_{a2}$ , м/с	$P_{T2}$ , Н	$V_{a3}$ , м/с	$P_{T3}$ , Н	$V_{a4}$ , м/с	$P_{T4}$ , Н	$V_{a8}$ , м/с	$P_{T8}$ , Н
1,63	6411	3,08	3438	4,38	2393	6,31	1689	7,87	1382
3,27	6880	6,09	3690	8,78	2868	12,62	1780	18,18	1483
4,90	7098	9,14	3807	13,13	2649	18,93	1837	22,72	1831
6,33	7088	11,80	3800	16,96	2644	24,48	1834	29,38	1828
7,76	6880	14,46	3690	20,79	2868	29,97	1780	38,98	1483
9,19	6483	17,13	3477	24,61	2420	38,80	1678	42,60	1398
10,00	6171	18,68	3310	26,80	2303	38,68	1897	46,39	1331
10,62	8896	19,79	3162	28,44	2200	41,02	1826	49,23	1271
11,02	8693	20,86	3083	29,84	2128	42,60	1473	81,13	1227

Динамическая характеристика, показывающая зависимость динамического фактора от скорости автомобиля на всех передачах в коробке передач.

$$D = \frac{P_T - P_w}{G_a} \quad (3.14)$$



Используя результаты предыдущих вычислений вычисляем динамический фактор табл. 3.4, и по полученным данным строим график динамической характеристики автомобиля.

Таблица 3.4

<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D8</b>
0,434	0,233	0,161	0,111	0,092
0,466	0,249	0,171	0,118	0,093
0,480	0,288	0,174	0,112	0,086
0,478	0,283	0,169	0,104	0,074
0,464	0,243	0,189	0,090	0,086
0,436	0,228	0,143	0,071	0,033
0,418	0,212	0,131	0,087	0,017
0,398	0,201	0,121	0,046	0,003
0,381	0,192	0,114	0,038	-

Чтобы учесть влияние буксования ведущих колёс, определяют динамический фактор по сцеплению:  $D_{cy} \approx \frac{G_{cy} \cdot \varphi}{G_a} = \frac{7973 \cdot 0.8}{14764} = 0.432$

### 3.1.8 Мощностной баланс автомобиля

Мощностной баланс автомобиля определяется выражением:

$$N_{кол} = N_e \cdot \eta = N_{fл} + N_w \quad , \quad (3.18)$$

где  $N_f = P_f \cdot V$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_w = P_w \cdot V$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха.

Уравнение мощностного баланса показывает распределение мощности на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.

Значения мощностей, вычисленных по формулам приведенным выше формулам, занесены в табл. 3.8, и построен график мощностного баланса для автомобиля, движущегося на прямой передаче по горизонтальной дороге ( $\alpha=0$ ).

Точка пересечения кривой мощности  $N_{кол}$ , развиваемой на ведущих колесах автомобиля, с кривой мощности  $N_f+N_w$ , затрачиваемой на преодоление сопротивлений качению и воздуха, определяет скорость  $V_{max}$ .

Таблица 3.8

$N_T$ , Вт	$N_f$ , Вт	$N_w$ , Вт	$N_f+N_w$ , Вт
10470	388	4	389
22471	714	32	747
34778	1463	288	1721
44838	1860	804	2368
83369	2987	1702	4688
89860	4282	4034	8286
61729	7707	13618	21322
62886	12786	32273	48029
62788	19931	63034	82968

### 3.1.9 Разгон автомобиля. Ускорение при разгоне

Ускорения автомобиля вычисляют по формуле:

$$j_k = \frac{(D_k - \psi) \cdot g}{\delta_k}, \quad (3.16)$$

где  $j_k$ - ускорение на к-ой передаче коробки передач

$D_k$ - динамический фактор для каждой передачи

$\delta_k$ - коэффициент учета вращающихся масс автомобиля зависящий от моментов инерции этих масс и передаточных чисел трансмиссии:

$$\delta_k = 1.03 + 0.04 \cdot i_k^2$$

Определяем  $\delta$  для каждой передачи:

$$\delta_1 = 1.03 + 0.04 \cdot i_1^2 = 1.03 + 0.04 \cdot 3.656 = 1.559 - \text{ для первой передачи}$$

$$\delta_2 = 1.03 + 0.04 \cdot i_2^2 = 1.03 + 0.04 \cdot 1.950 = 1.182 - \text{ для второй передачи}$$

$\delta_3 = 1.03 + 0.07 \cdot i_3^2 = 1.03 + 0.04 \cdot 1.357 = 1.104$  - для третьей передачи

$\delta_4 = 1.03 + 0.04 \cdot i_4^2 = 1.03 + 0.04 \cdot 0.941 = 1.065$  - для четвертой передачи

$\delta_5 = 1.03 + 0.04 \cdot i_5^2 = 1.03 + 0.04 \cdot 0.784 = 1.054$  - для пятой передачи

Результаты вычислений заносим в табл. 3.6.

Таблица 3.6

$J_1$ , м/с <sup>2</sup>	$J_2$ , м/с <sup>2</sup>	$J_3$ , м/с <sup>2</sup>	$J_4$ , м/с <sup>2</sup>	$J_8$ , м/с <sup>2</sup>
2,687	1,830	1,327	0,910	0,738
2,884	1,962	1,412	0,941	0,737
2,944	2,012	1,427	0,903	0,660
2,934	1,990	1,383	0,812	0,829
2,842	1,908	1,288	0,668	0,340
2,667	1,787	1,134	0,470	0,091
2,830	1,648	1,023	0,333	-0,077
2,409	1,847	0,929	0,219	-0,216
2,320	1,476	0,861	0,137	-0,318

По результатам расчетов строим график ускорений.

### 3.1.10 Время и путь разгона

Ускорение автомобиля, полностью характеризует способность автомобиля к быстрому разгону, но не дает достаточного представления о динамичности, для чего определяются путь и время разгона. Время разгона вычисляется графическим интегрированием по графику величин, обратных ускорениям.

Для построения зависимости времени разгона от скорости вся площадь под кривой  $1/j=f(V_{max})$  разбивается вертикальными линиями на участки с интервалом скоростей 10км/ч, для упрощения площадь под кривой заменяется

площадью прямоугольника с высотой  $\frac{1}{j_{cp}} = \frac{1}{j_1} + \frac{1}{j_2}$ , где  $1/j_1$  и  $1/j_2$  обратные

ускорения в начале и конце участка. Время разгона определяется суммированием элементарных площадок:

$$\Delta t = \frac{1}{j_{cp}} \cdot dV ; \quad (3.17)$$

$$t = \frac{\sum \Delta t \cdot ab}{3.6} , \quad (3.18)$$

где  $a, b$ - масштабы соответственно скорости и обратных ускорений.

Результаты вычислений заносим в табл. 3.7.

Таблица 3.7

<b>V<sub>a</sub>, м/с</b>	<b>t, с</b>
0	0
6,33	1,64
11,80	3,76
17,13	6,89
19,79	8,20
26,80	13,42
29,97	16,90
38,80	26,91
42,60	83,30

По полученным данным строим график зависимости времени разгона от скорости.

Путь разгона вычисляется графическим интегрированием по графику времени разгона (аналогично времени разгона). Результаты вычислений заносим в табл. 3.8.

Таблица 3.8

<b>V<sub>a</sub>, м/с</b>	<b>S, м</b>
0	0
6,33	8,20
11,80	19,99
17,13	47,88
19,79	67,29
26,80	143,08
29,97	191,14
38,80	312,11
42,60	896,83

По полученным данным строим график зависимости пути разгона от скорости.

По результатам расчета строится график интенсивности разгона или график зависимости времени  $t$  от пути  $S$  разгона автомобиля.

### 3.1.11 Расчет топливно-экономической характеристики автомобиля

Топливо - экономическая характеристика автомобиля представляет собой зависимость расхода топлива в л/100 км (кг/100 км) от скорости автомобиля при различных дорожных сопротивлениях.

Расход топлива на 100 км пути.

1. Задаемся несколькими значениями скорости от  $V_{min}$  до  $V_{max}$  и для каждой из них находим значение  $N_f$  и  $N_w$ .
2. Для каждого значения частоты вращения коленчатого вала определяем степень использования мощности двигателя:

$$I = \frac{N_{\Sigma}}{N_m} = \frac{N_f + N_w}{N_m} \quad (3.19)$$

3. Коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам:

$$E = \frac{\omega_e}{\omega_{eN}} \quad (3.20)$$

4. Коэффициенты  $K_I$  и  $K_E$ :

$$\begin{aligned} K_I &= 1.152 \cdot I^2 - 1.728 \cdot I + 1.523 \\ K_E &= 0.53 \cdot E^2 - 0.753 \cdot E + 1.227 \end{aligned} \quad (3.21)$$

5. Определяем эффективный расход топлива:  $g_{эф} = 1.1 \cdot g_{e \min}$ ,  
(3.22)

где  $g_{e \min} = 290$  - минимальный расход топлива, гр./кВт ч

6. Определяем удельный расход топлива:  $g_e = g_{эф} \cdot K_I \cdot K_E$  (3.23)

7. Расход топлива в л/100 км: 
$$Q_s = \frac{g_e \cdot (N_f + N_w)}{3.6 \cdot V_{\max} \cdot \gamma_T \cdot \eta} ,$$

(3.24)

где  $\gamma_T=0.87$  г/см<sup>3</sup>- плотность бензина.

Все вычисленные значения занесены в табл. 3.9. По полученным данным строим график топливной характеристики автомобиля LADA «Калина2».

Таблица 3.9

<b>V<sub>a</sub>, м/с</b>	<b>q<sub>n</sub>, л/100км</b>
6,31	3,23
12,62	3,93
18,93	8,03
24,48	6,18
29,97	7,43
38,80	8,83
38,68	9,86
41,02	10,98
42,60	11,96

Все графики изображены в приложениях и графической части дипломного проекта.

### **3.2 Расчет ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина2»**

#### **3.2.1 Расчетные значения общих параметров сцепления.**

Исходные данные

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Момент инерции вращения колеса | <b>J<sub>к</sub> = 0,0707</b><br>кг·м·с <sup>2</sup> |
| 3. Радиус качения колеса          | <b>R<sub>к</sub> = 0,262, м</b>                      |
| 3. Полный вес автомобиля          | <b>Q<sub>1</sub> =1808, кг</b>                       |

4.	Передаточное отношение на 1-й передаче	$i_1 = 3,636$
8.	Передаточное отношение главной передачи	$i_{гп} = 3,7$
6.	Коэффициент сопротивления качению	$\mu = 0,018$
7.	Число оборотов двигателя при максимальной мощности	$N_N = 8400$ об/мин
8.	Число оборотов двигателя при максимальном моменте	$N_M = 2400$ об/мин
9.	Максимальный крутящий момент	$M_{e\max} = 14,78$ (148Н·м)
10.	Коэффициент запаса по сцеплению	$\beta = 1,6$
11.	Максимальная мощность двигателя	$N_{\max} = 66$ кВт (89,9 л.с.)
13.	Наружный диаметр накладок	$D_1 = 200$ мм
13.	Внутренний диаметр накладок	$D_2 = 140$ мм
14.	Диаметры отверстий под заклепки в накладке	$d_1 = 3,78$ мм $d_2 = 8,36$ мм
18.	Число пар отверстий в накладке	$n = 8$

3.2.2 Коэффициент учета вращающихся масс автомобиля.

$$K = \frac{4 \cdot J_k \cdot G}{R_k \cdot Q} \quad (3.28)$$

$$K = \frac{4 \cdot 0.0707 \cdot 9.81}{0.262 \cdot 1505} = 0.00704$$

3.2.3 Момент инерции автомобиля приведенный к оси ведущих колес.

$$J = \frac{R_k^2 \cdot Q}{G} \cdot (1 + K) \quad (3.26)$$

$$J = \frac{0.26^2 \cdot 1505}{9.81} \cdot (1 + 0.00704) = 10.61 \text{ (кгм} \cdot \text{с}^2)$$

3.2.4 Момент инерции автомобиля приведенный к валу сцепления.

$$J_{p.k} = \frac{J}{(i_1 \cdot i_{гп})^2} \quad (3.27)$$

$$J_{p.k} = \frac{10.61}{(3.636 \cdot 3.7)^2} = 0.059 \text{ (кгм} \cdot \text{с}^2\text{)}$$

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

$$M_c = \frac{Q \cdot R_k \cdot \mu_j}{i_1 \cdot i_{en} \cdot \eta_{mp}} \quad (3.28)$$

$$M_c = \frac{1505 \cdot 0.26 \cdot 0.015}{3.636 \cdot 3.7 \cdot 0.95} = 0.463 \text{ (кг} \cdot \text{м)}$$

**3.2.6** Начальное значение угловой скорости ведущей части сцепления при трогании автомобиля с места.

$$\omega_e = \frac{\pi}{30} \cdot \left( \frac{N_M}{3} + 1500 \right) \quad (3.29)$$

$$\omega_e = \frac{\pi}{30} \cdot \left( \frac{2400}{3} + 1500 \right) = 240.73 \text{ (рад/с)}$$

**3.2.7** Предельный момент трения сцепления.

$$M_{\max} = M_e \cdot \beta \quad (3.30)$$

$$M_{\max} = 14.78 \cdot 1.6 = 23.65 \text{ (кг} \cdot \text{м)}$$

**3.2.8** Коэффициенты для подсчета работы буксования сцепления для автомобиля с карбюраторным двигателем.

$$W_G = 3.2; W_R = 0.2; W_{SC} = 1.23; W_C = 1.0$$

**3.2.9** Работа буксования сцепления автомобиля при трогании с места по горизонтальной дороге.

а) для плавного включения:



$$A_{\text{букс. плавн.}} = M_{e \text{ max}} \cdot \frac{J_{p.k} \cdot \omega_e^2}{\frac{2}{3} \cdot M_{e \text{ max}} - M_c} \cdot \left( \frac{\frac{7}{3} \cdot W_G + 1}{5} - \frac{M_{e \text{ max}} - \frac{15}{8} \cdot M_c}{3 \cdot M_{e \text{ max}} - \frac{9}{2} \cdot M_c} \right) \quad (3.31)$$

$$A_{\text{букс. плавн.}} = 14.78 \cdot \frac{0.052 \cdot 240.73^2}{\frac{2}{3} \cdot 14.78 - 0.463} \cdot \left( \frac{\frac{7}{3} \cdot 2.2 + 1}{5} - \frac{14.78 - \frac{15}{8} \cdot 0.463}{3 \cdot 14.78 - \frac{9}{2} \cdot 0.463} \right) = 4796.5 \text{ (кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2)$$

б) для резкого включения:

$$A_{\text{букс. резк.}} = \frac{M_{e \text{ max}} \cdot J_{p.k} \cdot \omega_e^2 \cdot (1 - W_R)}{2 \cdot M_{e \text{ max}} - 3 \cdot M_c} \quad (3.32)$$

$$A_{\text{букс. резк.}} = \frac{14.78 \cdot 0.052 \cdot 240.73^2 \cdot (1 - 0.2)}{2 \cdot 14.78 - 3 \cdot 0.463} = 1425.2 \text{ (кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2)$$

### 3.2.10 Время буксования сцепления автомобиля при трогании с места по горизонтальной дороге.

а) для плавного включения:

$$T_{\text{букс. плавн.}} = \frac{3 \cdot J_{p.k} \cdot \omega_e}{2 \cdot M_{e \text{ max}} - 3 \cdot M_c} \quad (3.33)$$

$$T_{\text{букс. плавн.}} = \frac{3 \cdot 0.052 \cdot 240.73}{2 \cdot 14.78 - 3 \cdot 0.463} = 1.50 \text{ (с)}$$

б) для резкого включения:

$$T_{\text{букс. резк.}} = \frac{3 \cdot J_{p.k} \cdot \omega_e \cdot (1 - W_R)}{2 \cdot M_{e \text{ max}} - 3 \cdot M_c} \quad (3.34)$$

$$T_{\text{букс. резк.}} = \frac{3 \cdot 0.052 \cdot 240.73 \cdot (1 - 0.2)}{2 \cdot 14.78 - 3 \cdot 0.463} = 1.20 \text{ (с)}$$

### 3.2.11 Работа буксования сцепления для подсчета поверхности накладок:

$$A_{\text{букс. наклад.}} = M_{e \text{ max}} \cdot \frac{J_{p.k} \cdot \omega_e^2}{\frac{2}{3} \cdot M_{e \text{ max}} - M_c} \cdot W_{SC} \quad (3.38)$$

$$A_{\text{букс. наклад.}} = 14.78 \cdot \frac{0.052 \cdot 240.73^2}{\frac{2}{3} \cdot 14.78 - 0.463} \cdot 1.23 = 6573 \text{ (кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2)$$

### 3.2.12 Расчетная площадь трения накладок сцепления:

$$S_{\text{расч. наклад.}} = W_C \cdot 80 + 0.1 \cdot M_{e \text{ max}} \cdot (82.5 - M_{e \text{ max}}) + 0.003 \cdot N_{\text{max}} \cdot (443 - N_{\text{max}}) + 0.37 \cdot 10^{-3} \cdot A_{\text{букс. наклад.}} \cdot (34.6 - A_{\text{букс. наклад.}} \cdot 10^{-3}) \quad (3.36)$$

$$S_{\text{расч. наклад.}} = 1 \cdot 80 + 0.1 \cdot 14.78 \cdot (82.5 - 14.78) + 0.003 \cdot 89.9 \cdot (443 - 89.9) + 0.37 \cdot 10^{-3} \cdot 6573 \cdot (34.6 - 6573 \cdot 10^{-3}) = 343.5 \text{ (см}^2)$$

### 3.2.13 Расчетные наружный и внутренний диаметры фрикционной накладки сцепления:

$$D_{\text{расч. нар.}} = \sqrt{\frac{400 \cdot S_{\text{расч. наклад.}} + \pi \cdot (d_1^2 + d_2^2) \cdot n \cdot 2}{\pi \cdot (1 - \lambda^2) \cdot 2}} \quad (3.37)$$

$$D_{\text{расч. нар.}} = \sqrt{\frac{400 \cdot 3435 + \pi \cdot (3.78^2 + 8.36^2) \cdot 8 \cdot 2}{\pi \cdot (1 - 0.65^2) \cdot 2}} = 197.6 \text{ (мм)}$$

$$D_{\text{расч. внутр.}} = D_{\text{расч. нар.}} \cdot \lambda \quad (3.38)$$

$$D_{\text{расч. внутр.}} = 197.6 \cdot 0.65 = 128.4 \text{ (мм)}$$

Принимаем  $D_{\text{нар}} = 200$  мм.

$D_{\text{внутр}} = 140$  мм.

### 3.2.14 Средний радиус трения:

$$R_{cp} = \frac{D_{нар.} + D_{внутр.}}{4} \quad (3.39)$$

$$R_{cp} = \frac{200 + 140}{4} = 85 \text{ (мм)}$$

**3.2.15** Площадь под головки заклепок на всех накладках:

$$S_{закл.} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 + d_2^2) \cdot n \cdot 2 \quad (3.40)$$

$$S_{закл.} = \frac{\pi}{4} \cdot (3.78^2 + 8.36^2) \cdot 8 \cdot 2 = 1057 \text{ (мм}^2\text{)}$$

**3.2.16** Рабочая площадь трения одной накладки:

$$S_{тр} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{нар}^2 + D_{внутр}^2) - \frac{S_{закл}}{2} \quad (3.41)$$

$$S_{тр} = \frac{\pi}{4} \cdot (200^2 - 140^2) - \frac{1057}{2} = 15485 \text{ (мм}^2\text{)}$$

**3.2.17** Полная рабочая площадь всех накладок сцепления:

$$S_{тр.полн} = S_{тр.} \cdot i_{нов.} = 15485 \cdot 2 = 30970 \text{ (мм}^2\text{)} \quad (3.42)$$

**3.2.18** Необходимое нажимное усилие на накладку:

$$P = \frac{1000 \cdot M_{max}}{i_{нов.} \cdot f \cdot R_{cp}} \quad (3.43)$$

$$P = \frac{1000 \cdot 253.648}{2 \cdot 0.3 \cdot 85} = 463.69 \text{ (кг)}$$

**3.2.19** Удельное давление на накладку:

$$P_{уд.} = 100 \cdot \frac{P}{S_{тр}} \quad (3.44)$$

$$P_{уд.} = 100 \cdot \frac{463.69}{15485} = 2.99 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

**3.2.20** Прирост объемной температуры нажимного диска за одно включение при трогании с места на горизонтальной дороге:

а) для плавного включения

$$T_{\text{плавн. н.д.}} = \frac{0.5 \cdot A_{\text{плавн. букс.}}}{427 \cdot C_t \cdot Q_{\text{н.д.}}}, \quad (3.48)$$

где  $C_t$  – теплоемкость нажимного диска

$Q_{\text{н.д.}}$  – масса нажимного диска

$$T_{\text{плавн. н.д.}} = \frac{0.5 \cdot 4796.5}{427 \cdot 0.115 \cdot 2.3} = 21.23 (^{\circ}\text{C})$$

б) для резкого включения

$$T_{\text{резк. н.д.}} = \frac{0.5 \cdot A_{\text{резк. букс.}}}{427 \cdot C_t \cdot Q_{\text{н.д.}}}, \quad (3.46)$$

$$T_{\text{плавн. н.д.}} = \frac{0.5 \cdot 1425.24}{427 \cdot 0.115 \cdot 2.3} = 6.31 (^{\circ}\text{C})$$

**3.2.21** Статические критерии нагруженности:

а) нагруженность пары трения инерционными моментами

$$K_1 \cdot 10^4 = \frac{J_{\text{р.к.}}}{S_{\text{тр. полн.}}} \cdot 10^6 \quad (3.47)$$

$$K_1 \cdot 10^4 = \frac{0.0585}{30970} \cdot 10^6$$

$$K_1 \cdot 10^4 = 1.89 (\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{см}^2)$$

Для автомобилей этого класса в Европе и Японии

$$K_1 \cdot 10^4 = 2.35 \pm 1.5 (\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{см}^2)$$

б) соответствие площади трения сцепления максимальному крутящему моменту двигателя:

$$K_2 \cdot 10^2 = \frac{M_{e \text{ max}}}{S_{\text{тр. полн.}}} \cdot 10^4 \quad (3.48)$$

$$K_2 \cdot 10^2 = \frac{14.78}{30970} \cdot 10^4$$

$$K_2 \cdot 10^2 = 4.77 \text{ (кг} \cdot \text{м/см}^2\text{)}$$

Для автомобилей этого класса в Европе и Японии

$$K_2 \cdot 10^2 = 4.5 \pm 1.5 \text{ (кг} \cdot \text{м/см}^2\text{)}$$

в) соответствие площади трения сцепления максимальной мощности двигателя:

$$K_2 \cdot 10^2 = \frac{N_{e \max}}{S_{\text{тр. полн.}}} \cdot 10^4 \quad (3.49)$$

$$K_3 \cdot 10 = \frac{89.9}{30970} \cdot 10^3$$

$$K_3 \cdot 10 = 2.9 \text{ (л.с./см}^2\text{)}$$

Для автомобилей этого класса в Европе и Японии

$$K_3 \cdot 10 = 3 \pm 1.2 \text{ (л.с./см}^2\text{)}$$

г) удельная работа буксования сцепления за одно включение при трогании с места:

$$K_4 = \frac{A_{\text{букс. плавн.}}}{S_{\text{тр. полн.}}} \cdot 10^2 \quad (3.80)$$

$$K_4 = \frac{4796.5}{30970} \cdot 10^2$$

$$K_4 = 15.48 \text{ (кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2 / \text{см}^2\text{)}$$

Для автомобилей этого класса в Европе и Японии

$$K_4 = 31.8 \pm 18 \text{ (кг} \cdot \text{м} \cdot \text{рад}^2 / \text{см}^2\text{)}$$

**3.2.22** Максимально преодолеваемый подъем:

$$\alpha = \arcsin \frac{0.95 \cdot M_{e \max} \cdot i_1 \cdot i_{z.n.} - Q \cdot R_k \cdot \mu_j}{Q \cdot R_k} \quad (3.81)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{0.95 \cdot 14.78 \cdot 3.636 \cdot 3.7 - 1505 \cdot 0.26 \cdot 0.015}{1505 \cdot 0.26} = 27.66^\circ$$

### 3.3 Расчет характеристики демпфера.

Одним из наиболее простых путей изменения жесткостной характеристики демпфера в сторону её повышения будет повышение жесткости пружин, путем увеличения толщины проволоки и увеличение радиуса расположения. В действующем сцеплении они располагаются на расстоянии 39 мм от центра ведомого диска. Предлагается расположить пружины на расстоянии 43 мм.

Пружины вступают в работу не все сразу, из-за конструкции фланца ступицы ведомого диска сначала включаются пружины в двух, диаметрально расположенных окнах, а через несколько градусов остальные. Углы работы ступеней демпфера представлены в таблице 3.10:

Таблица 3.10

	Ступень	Угол вступления в работу	Угол работы
Прямой ход	1	0	13
	2	1	12
Обратный ход	1	0	8
	2	3	8

Пружина 16.ДП.01.034-1601181

Исходные данные

- |                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Число пружин               | $N = 2$                   |
| 3. Жесткость пружины          | $Z = 84,61$               |
| 3. Радиус расположения пружин | $R_1^0 = 43 \text{ мм}$   |
| 4. Ширина окна в пластинах    | $H_1^0 = 42.6 \text{ мм}$ |
| 8. Натяг пружины в окне       | $F_1^0 = 0,3 \text{ мм}$  |

Угол  $\gamma$

$$\gamma = \arctg\left(\frac{H_1^0}{2 \cdot R_1^0}\right) \quad (3.82)$$

$$\gamma = \arctg\left(\frac{42.6}{2 \cdot 43}\right) = 26.35^\circ$$

Угол  $\alpha_0 = 0^\circ$

1. Натяг пружины в окне  $F_1^0 = 0,3 \text{ мм}$

2. Усилие пружины

$$\begin{aligned} P_1^0 &= z \cdot F_1^0 \\ P_1^0 &= 84,61 \cdot 0,3 = 25,38 \text{ Н} \end{aligned} \quad (3.83)$$

3. Крутящий момент

$$\begin{aligned} M_1^0 &= N \cdot P_1^0 \cdot R_1^0 \\ M_1^0 &= 2 \cdot 25,38 \cdot 43 = 2183,077 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 2,18 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.84)$$

Угол  $\alpha = 1^\circ$

1. Угол  $\delta$

$$\begin{aligned} \delta &= \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} \\ \delta &= 26,35 - \frac{1 - 0}{2} = 25,85^\circ \end{aligned} \quad (3.88)$$

2. Высота пружины

$$\begin{aligned} H_1^1 &= 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} \\ H_1^1 &= 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(25,85)}{\cos(26,35)} = 41,84 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.86)$$

3. Радиус расположения пружины

$$\begin{aligned} R_1^1 &= \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} \\ R_1^1 &= \frac{43 \cdot \cos(25,85)}{\cos(26,34)} = 43,18 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.87)$$

4. Усилие пружины

$$\begin{aligned} P_1^1 &= z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^1) \\ P_1^1 &= 84,61 \cdot (0,3 + 41,84 - 43,18) = 89,02 \text{ Н} \end{aligned} \quad (3.88)$$

5. Крутящий момент

$$\begin{aligned} M_1^1 &= N \cdot P_1^1 \cdot R_1^1 \\ M_1^1 &= 2 \cdot 217,1 \cdot 43,54 = 18906,96 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 18,9 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.89)$$

Угол  $\alpha=3^0$

1. Угол  $\delta$

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$$

$$\delta = 26,35 - \frac{3 - 0}{2} = 24,85^0$$

2. Высота пружины

$$H_1^3 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$H_1^3 = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(24,85)}{\cos(26,35)} = 40,33 \text{ мм}$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^3 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$R_1^3 = \frac{43 \cdot \cos(24,85)}{\cos(26,34)} = 43,54 \text{ мм}$$

4. Усилие пружины

$$P_1^3 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^3)$$

$$P_1^3 = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 40,33) = 217,1 \text{ Н}$$

5. Крутящий момент

$$M_1^3 = N \cdot P_1^3 \cdot R_1^3$$

$$M_1^3 = 2 \cdot 217,1 \cdot 43,54 = 18906,96 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 18,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол  $\alpha=8^0$

1. Угол  $\delta$

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$$

$$\delta = 26,35 - \frac{5 - 0}{2} = 23,85^0$$

2. Высота пружины



$$H_1^5 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$H_1^5 = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(23,85)}{\cos(26,35)} = 38,81 \text{ мм}$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^5 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$R_1^5 = \frac{43 \cdot \cos(23,85)}{\cos(26,34)} = 43,89 \text{ мм}$$

4. Усилие пружины

$$P_1^5 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^5)$$

$$P_1^5 = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 3,81) = 346,23 \text{ Н}$$

5. Крутящий момент

$$M_1^5 = N \cdot P_1^5 \cdot R_1^5$$

$$M_1^5 = 2 \cdot 346,23 \cdot 43,89 = 30390,3 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 30,39 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол  $\alpha = 8^\circ$

1. Угол  $\delta$

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$$

$$\delta = 26,35 - \frac{8 - 0}{2} = 22,35^\circ$$

2. Высота пружины

$$H_1^8 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$H_1^8 = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(22,35)}{\cos(26,35)} = 36,5 \text{ мм}$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^8 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$R_1^8 = \frac{43 \cdot \cos(22,35)}{\cos(26,34)} = 44,38 \text{ мм}$$

#### 4. Усилие пружины

$$P_1^8 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^8)$$

$$P_1^8 = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 36,5) = 541,77 \text{ Н}$$

#### 5. Крутящий момент

$$M_1^8 = N \cdot P_1^8 \cdot R_1^8$$

$$M_1^8 = 2 \cdot 541,77 \cdot 44,38 = 48089,35 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 48,09 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол  $\alpha = 12^\circ$

##### 1. Угол $\delta$

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$$

$$\delta = 26,35 - \frac{12 - 0}{2} = 20,35^\circ$$

##### 2. Высота пружины

$$H_1^{12} = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$H_1^{12} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(20,35)}{\cos(26,35)} = 33,37 \text{ мм}$$

##### 3. Радиус расположения пружины

$$R_1^{12} = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$R_1^{12} = \frac{43 \cdot \cos(20,35)}{\cos(26,34)} = 44,99 \text{ мм}$$

#### 4. Усилие пружины

$$P_1^{12} = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^{12})$$

$$P_1^{12} = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 33,37) = 805,77 \text{ Н}$$

#### 5. Крутящий момент

$$M_1^{12} = N \cdot P_1^{12} \cdot R_1^{12}$$

$$M_1^{12} = 2 \cdot 805,77 \cdot 44,99 = 72505,23 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 72,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол  $\alpha = 13^\circ$

##### 1. Угол $\delta$

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$$

$$\delta = 26,35 - \frac{13 - 0}{2} = 19,85^\circ$$

2. Высота пружины

$$H_1^{13} = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$H_1^{13} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(19,85)}{\cos(26,35)} = 32,59 \text{ мм}$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^{13} = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)}$$

$$R_1^{13} = \frac{43 \cdot \cos(19,85)}{\cos(26,34)} = 45,13 \text{ мм}$$

4. Усилие пружины

$$P_1^{13} = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^{13})$$

$$P_1^{13} = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 32,59) = 872,33 \text{ Н}$$

5. Крутящий момент

$$M_1^{13} = N \cdot P_1^{13} \cdot R_1^{13}$$

$$M_1^{13} = 2 \cdot 872,33 \cdot 45,13 = 78744,61 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 78,74 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Пружина 16.ДП.01.034-1601182

Исходные данные

1. Число пружин	$N = 2$
3. Жесткость пружины	$Z = 40,38$
3. Радиус расположения пружин	$R_1^0 = 43 \text{ мм}$
4. Ширина окна в пластинах	$H_1^0 = 42,6 \text{ мм}$
8. Натяг пружины в окне	$F_1^0 = 0,3 \text{ мм}$

Расчет пружины 16.ДП.01.034-1601182 аналогичен расчету пружины 16.ДП.01.034-1601181.

Расчетные данные представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11

	Угол, град	Момент, Н·м
16.ДП.01.034- 1601182	0	1,04
	1	3,67
	3	9,02
	8	14,8
	8	22,98
	12	34,6
	13	37,88

Новая характеристика основного демпфера представлена на рис. 3.1, численные значения показаны в таблице 3.13.

Таблица 3.12

	Угол, град	Момент, Нм		
		1 ступень	2 ступень	Суммарный
<b>Состав ступени</b>		<b>2 шт. 16.ДП.01.034-1601181</b> <b>2 шт. 16.ДП.01.034-1601182</b>	<b>2 шт. 16.ДП.01.034-1601181</b> <b>2 шт. 16.ДП.01.034-1601182</b>	
Прямой ход	0	2,18 +1,04		3,22
	1	7,69 +3,67		11,36
	1	7,69 +3,67	2,18 +1,04	14,88
	13	78,84+37,88	72,8+34,6	223,82
Обратный ход	0	2,18 +1,04		3,22
	3	18,9+9,02		27,92
	3	18,9 +9,02	2,18 +1,04	31,14
	8	48,09+22,98	30,39+14,8	118,93

Ведомый диск автомобиля LADA «Калина 2» имеет демпфер крутильных колебаний холостого хода, его параметры приведены в таблице 3.13, с учетом его нагрузки новая характеристика демпфера ведомого диска сцепления принимает вид, представленный на рис. 3.1.

Таблица 3.12

	Угол, град		Момент, Нм
Прямой ход	Демпфер холостого хода	0	0,22
		8	2,34
	Основной демпфер	8	8,86
		9	13,7
		9	16,92
		21	228,86
	Обратный ход	Демпфер холостого хода	0
3			1
Основной демпфер		3	4,22
		6	23,92
		6	32,14
		11	116,93

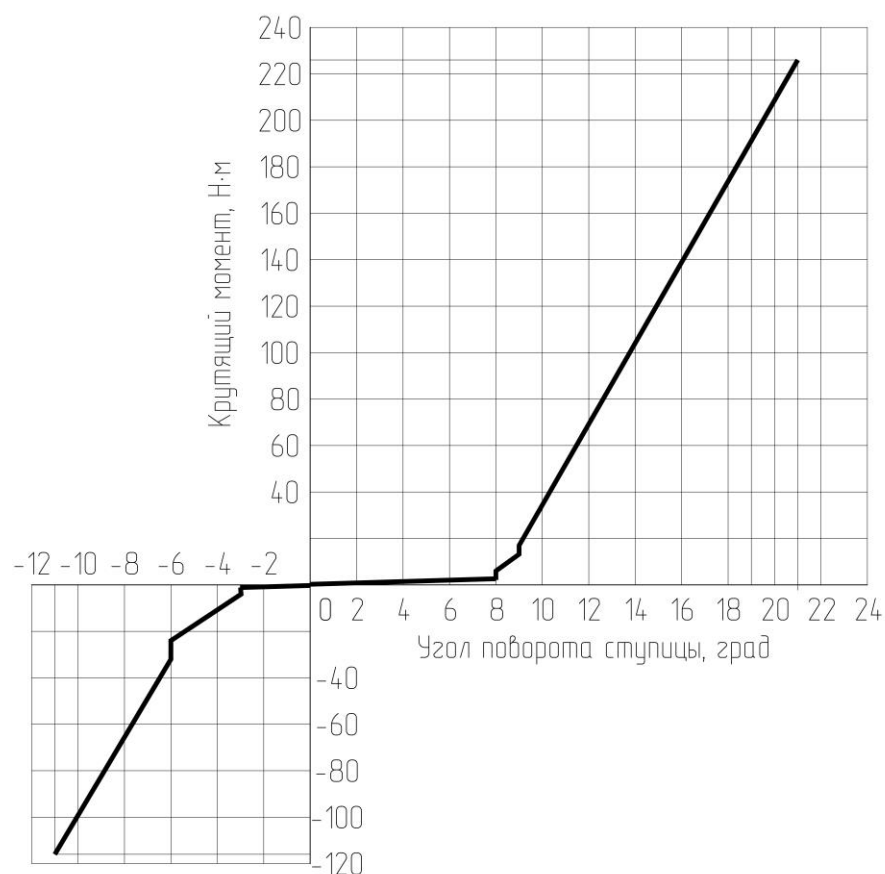


Рис. 3.1 Характеристика демпфера.

Выводы: В конструкторской части дипломного проекта произведен тяговый расчет автомобиля LADA «Калина2», произведен расчет основных параметров ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина2». Разработана конструкция демпфера крутильных колебаний, рассчитанного на крутящий момент  $M=220\text{Нм}$  (действующий  $M=160\text{Нм}$ ), произведен расчет жесткостной характеристики демпфера.

## 4. Технологический процесс сборки ведомого диска сцепления

### 4.1 Выбор и обоснование техпроцесса сборки ведомого диска сцепления

Технология машиностроения – наука, изучающая и устанавливающая закономерности протекания процессов обработки и параметры, воздействие на которые наиболее эффективно сказывается на интенсификации процессов и повышении их точности. Предметом изучения в технологии машиностроения является изготовление изделий заданного качества в установленном программой выпуске количестве при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости и высокой производительности труда. Процесс изготовления машин и механизмов состоит из комплекса работ, необходимых для производства заготовок, их обработки, сборки из готовых деталей составных частей и, наконец, сборки из сборочных единиц и отдельных деталей готовых машин.

Совокупность всех действий людей и орудий производства, связанных с переработкой сырья и полуфабрикатов в заготовки, готовые детали, сборочные единицы и готовые изделия на данном предприятии, называется производственным процессом.

Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства. Технологический процесс непосредственно связан с изменением размеров, формы или свойств материала обрабатываемой заготовки, выполняемым в определённой последовательности.

Технология производства складывается из ряда процессов, каждый из которых характеризуется определёнными методами обработки и сборки. В структуру технологического процесса входят операции, состоящие в свою очередь из нескольких элементов. Так, для технологического процесса механической обработки основными элементами операции является переход, рабочий ход, установ и позиция.

Технологический процесс сборки представляет собой часть производственного процесса, характеризующуюся последовательным

соединением и фиксацией всех деталей, составляющих ту или иную сборочную единицу в целях получения изделия, полностью отвечающего установленным для него техническим требованиям.

В современном машиностроении сборка изделий расчленяется на сборки составных частей – сборочных единиц и общую. Под сборкой составных частей понимают последовательную сборку сборочных единиц различных порядков в сборочные единицы первого порядка, а под общей – сборку из них готового изделия.

Технологический процесс сборки состоит из ряда отдельных операций, среди которых основными являются операции соединения сопрягаемых элементов изделия, т.е. те, которые приводят в соприкосновение их основные и вспомогательные базовые поверхности. Кроме этого, в процессе сборки проверяют или контролируют требуемую точность взаимного положения элементов изделия, вносят, если необходимо, соответствующие исправления путём регулирования, пригонки или подбора и, наконец, фиксируют правильное положение.

К технологическому процессу сборки относят также операции, связанные с контролем (проверкой) правильности действия всего изделия или его отдельных узлов.

Сборочные операции часто перемежаются с другими необходимыми по ходу работ операциями, связанными с очисткой, промывкой, пропиткой, окраской и отделкой деталей, сборочных единиц или всего изделия в целом. В сборочном цехе выполняют также комплектовочные работы, имеющие весьма важное значение для бесперебойной работы цеха, и некоторые несложные заготовительные операции.

В зависимости от типа производства (единичного, серийного и массового) изменяется и организация процесса сборки. При единичном производстве изготовление одного или нескольких изделий не повторяется или повторяются через неопределённые промежутки времени.

К характерным принципам сборки в условиях единичного производства относятся: ограниченное применение принципа взаимозаменяемости и широкое применение слесарно-пригоночных работ, выполняемых



высококвалифицированными слесарями-сборщиками, способными собирать разнообразные сложнейшие машины.

Серийное производство характеризуется выпуском машин партиями (сериями) через определённые промежутки времени. Выпуск машин сериями позволяет в большей степени оснастить технологический процесс сборки. В условиях серийного производства технологический процесс сборки построен по принципу параллельно-последовательного выполнения операций. Сложные операции разбивают на более простые, общую сборку разделяют на сборку сборочных единиц. При таком построении процесса машины можно собирать развёрнутым фронтом и, кроме того, в некоторых работах могут участвовать менее квалифицированные слесари-сборщики. При крупных сериях можно провести специализацию, т.е. некоторые виды работ выполняются одним рабочим, что значительно повышает производительность труда.

В связи с насыщенностью серийного производства различного рода оснасткой пригоночные работы занимают меньшее место; этому способствует также высокая обработка чертежей машин, что в целом облегчает их сборку.

В зависимости от размера серии и периодичности чередования серий организационные формы серийного производства могут быть различными. Иногда они приближаются к организационным формам единичного производства, однако в большинстве случаев в нём широко применяют организационные формы массового производства при ограниченной номенклатуре и большом объёме выпуска изделий.

При серийном производстве в зависимости от номенклатуры выпускаемых изделий и их количества применяют различное оборудование, инструмент и приспособления универсального, специализированного, а в отдельных случаях и специального назначения; широко применяют принцип взаимозаменяемости, но наряду с этим могут иметь место и некоторые пригоночные работы.

Номенклатура изделий заводов массового производства весьма однородна и ограничена. Изделия изготавливают в больших количествах, причем их конструкцию меняют сравнительно редко. Сборка в массовом производстве отличается возможностью закрепления за каждым рабочим

местом, за каждым рабочим постоянной повторяющейся операции и применения специальной оснастки, специального оборудования (транспортёров, рольганов, конвейеров), позволяющего наиболее производительно организовать процесс сборки отдельных сборочных единиц и машины в целом; расчленением технологического процесса сборки на простейшие операции, что позволяет выполнить работу широким фронтом рабочими низкой квалификации (операционниками, выполняющими только одну операцию).

В условиях массового производства технологический процесс строят по принципу параллельного выполнения операций, что резко сокращает цикл сборки машин. Высокая специализация работ способствует достижению большой производительности труда. Для массового производства характерны наибольший съём продукции с одного квадратного метра производственной площади, минимальная трудоёмкость сборочных работ, наиболее короткий цикл сборки машин и механизмов.

Выбор организационной формы сборки определяется заданной программой выпуска изделий. В случае массового и серийного производства передней подвески применяют поточную сборку. Выбираем подвижную поточную сборку путем последовательной передачи собираемых объектов по операциям с помощью механических устройств.

При поточной сборке в результате дифференциации процесса достигается лучшая специализация рабочих, повышается производительность труда вследствие механизации сборочных операций, сокращается длительность процесса, снижается себестоимость сборочных работ. Основные факторы, характеризующие поточную сборку:

закрепление за каждым рабочим местом определенной сборочной операции;

передача собираемого объекта для выполнения следующей операции немедленно после окончания предыдущей;

ритмичная синхронная работа на всех собираемых объектах сборочной линии;

слаженная и четкая работа всех смежных участков и обслуживающих поток участников производства;

возможность широкого внедрения средств механизации.

При организации поточной подвижной сборки требуется четкая и слаженная работа всех смежных и обслуживающих поточную линию участков (снабжение заготовками, инструментом, техническое обслуживание оборудования и т.д.).

Характеристика организационной формы сборки:

1. Годовой фонд рабочего времени:

$$\Phi = D_p \cdot c \cdot T_{см} \cdot \eta_p ;$$

где  $D_p$  – число рабочих дней в году;

$c$  – число рабочих смен за день;

$T_{см}$  – длительность рабочей смены;

$\eta_p$  – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования ( $\eta_p=0,98$  – при односменной работе и  $\eta_p=0,97$  при двухсменной работе).

$$\Phi = 289 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,97 = 2266 \text{ ч.}$$

2. Такт линии:

$$r = \Phi \cdot 60 / N_{год} ,$$

где  $N_{год}$  – годовая программа выпуска ( $N_{год} = 20000$  шт.).

$$r = 2266 \cdot 60 / 20000 = 6,8 \text{ мин/шт.}$$

3. Ритм линии:

$$R = r / 60 ,$$

$$R = 6,8 / 60 = 0,11 \text{ шт./сек}$$

4. Темп линии:

$$T_l = 60 / r$$

$$T_l = 60 / 6,8 = 8,82 \text{ шт./ч.}$$

4.2 Технология сборки ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина» Sport.

Сборка ведомого диска сцепления осуществляется на специальном сборочном комплексе, состоящего из подвижного конвейера, с расположенными на нем спутниками и пресса гидравлического, для расклейки заклепок. Сборка производится в две операции, данные, по нормированию всех видов работ, сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1.

№ п/п	Содержание основных и вспомогательных работ	Время, мин
<b>Сборка передней пластины демпфера и ведомого диска с фрикционными накладками</b>		
1	Осмотреть первую фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138	0,07
2	Установить фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138 приспособление	0,04
3	Осмотреть переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска в сборе	0,07
4	Установить переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска в сборе в приспособление	0,04
8	Осмотреть вторую фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138	0,07
6	Установить фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138 в приспособление	0,04
7	Заклепать 16 заклёпок 16.ДП.01.034-1601298 на двух позициях одновременно	0,33
8	Снять переднюю пластину ведомого диска с фрикционными накладками в сборе	0,03
9	Переместить переднюю пластину ведомого диска с фрикционными накладками в сборе на общую сборку	0,02
$t_{\text{опер}}$		0,71
<b>Общая сборка ведомого диска</b>		
1	Осмотреть заднюю пластину демпфера 16.ДП.01.034-1601144	0,07
2	Установить заднюю пластину 16.ДП.01.034-1601144 демпфера в приспособление	0,04
3	Осмотреть пружинную шайбу 16.ДП.01.034-1601146 демпфера	0,07
4	Установить пружинную шайбу 16.ДП.01.034-1601146 демпфера в приспособление	0,04
8	Осмотреть фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601148 демпфера	0,07

6	Установить фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601148 демпфера в приспособление	0,04
7	Осмотреть волнистую шайбу 16.ДП.01.034-1601186 демпфера	0,07
8	Установить волнистую шайбу 16.ДП.01.034-1601186 в приспособление	0,04
9	Осмотреть кольцо фрикционное 16.ДП.01.034-1601188 демпфера	0,07
10	Установить кольцо фрикционное 16.ДП.01.034-1601188 демпфера в приспособление	0,04
11	Осмотреть две пружины 16.ДП.01.034-1601181 и 16.ДП.01.034-1601182	0,08
12	Установить "пружину в пружине" в зажимное устройство	0,09
13	Осмотреть две пружины 16.ДП.01.034-1601181 и 16.ДП.01.034-1601182	0,08
14	Установить "пружину в пружине" в зажимное устройство	0,09
18	Осмотреть две пружины 16.ДП.01.034-1601181 и 16.ДП.01.034-1601182	0,08
16	Установить "пружину в пружине" в зажимное устройство	0,09
17	Осмотреть две пружины 16.ДП.01.034-1601181 и 16.ДП.01.034-1601182	0,08
18	Установить "пружину в пружине" в зажимное устройство	0,09
19	Ввести пружины в окна	0,13
20	Осмотреть ступицу в сборе 16.ДП.01.034-1601142 со всех сторон	0,07
21	Установить ступицу в сборе 16.ДП.01.034-1601142 в приспособление	0,04
22	Осмотреть фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601187 демпфера	0,07
23	Установить фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601187 демпфера на ступицу	0,04
24	Осмотреть фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601147 демпфера	0,07
28	Установить фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601147 демпфера на ступицу	0,04
26	Осмотреть четыре стойки 16.ДП.01.034-1601188 ведомого диска	0,08
27	Установить четыре стойки 16.ДП.01.034-1601188 в пазы	0,08
28	Осмотреть переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска с фрикционными накладками в сборе со всех сторон	0,1
29	Установить переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска с фрикционными накладками в сборе на	0,08

	ступицу	
30	Расклепать стойки с двух сторон	0,9
31	Снять ведомый диск в сборе 16.ДП.01.034-1601130	0,03
		$t_{\text{опер}}$ 2,93
		Всего $\Sigma t_{\text{опер}}$ 3,64

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{он}} + t_{\text{он}} \cdot \frac{(\alpha + \beta)}{100} = 3,64 + 3,64 \cdot \frac{3 + 5}{100} = 3,93 \text{ мин}$$

где  $\alpha$  - часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места,  $\alpha = 2 - 3\%$  ;

$\beta$  - часть оперативного времени на перерывы для отдыха,  $\beta = 4-6\%$  ;

Примем  $\alpha = 3\%$  ;  $\beta = 8\%$  .

Общее время на операции  $\Sigma t_{\text{опер}} = 3,93$  мин, для выдерживания такта линии  $r = 2,69$  мин/шт сборку необходимо проводить параллельно двумя слесарями МСР.

Технологический процесс сборки в виде сборочной карты представлен в таблице 4.2. Сборочную карту составляем с учетом выполнения операций приближенным суммарно к такту линии.

Таблица 4.2

	Содержание операции	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, Тшт, мин
	<b>Операция 008</b>		
1	Осмотреть первую фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138	Приспособление технологическое, пресс гидравлический, приспособление технологическое, зажимное устройство	2,89
2	Установить фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138 приспособление		
3	Осмотреть переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска в сборе		
4	Установить переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска в сборе в приспособление		
8	Осмотреть вторую фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138		
6	Установить фрикционную накладку 16.ДП.01.034-1601138 в приспособление		
7	Заклепать 16 заклёпок 16.ДП.01.034-1601298 на двух позициях одновременно		
8	Снять переднюю пластину ведомого диска с фрикционными накладками в сборе		
9	Переместить переднюю пластину ведомого диска с фрикционными накладками в сборе на общую сборку		
10	Осмотреть заднюю пластину демпфера 16.ДП.01.034-1601144		
11	Установить заднюю пластину 16.ДП.01.034-1601144 демпфера в		

	приспособление
12	Осмотреть пружинную шайбу 16.ДП.01.034-1601146 демпфера
13	Установить пружинную шайбу 16.ДП.01.034-1601146 демпфера в приспособление
14	Осмотреть фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601148 демпфера
18	Установить фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601148 демпфера в приспособление
16	Осмотреть волнистую шайбу 16.ДП.01.034-1601186 демпфера
17	Установить волнистую шайбу 16.ДП.01.034-1601186 в приспособление
18	Осмотреть кольцо фрикционное 16.ДП.01.034-1601188 демпфера
19	Установить кольцо фрикционное 16.ДП.01.034-1601188 демпфера в приспособление
20	Осмотреть две пружины 16.ДП.01.034-1601181 и 16.ДП.01.034-1601182
21	Установить "пружину в пружине" в зажимное устройство
22	Осмотреть две пружины 16.ДП.01.034-1601181 и 16.ДП.01.034-1601182
23	Установить "пружину в пружине" в зажимное устройство
24	Осмотреть пружину 16.ДП.01.034-1601162
28	Установить пружину 16.ДП.01.034-1601162 в зажимное устройство
26	Осмотреть пружину 16.ДП.01.034-1601162
27	Установить пружину 16.ДП.01.034-1601162 в зажимное устройство
28	Ввести пружины в окна
29	Осмотреть ступицу в сборе 16.ДП.01.034-1601142 со всех сторон
30	Установить ступицу в сборе 16.ДП.01.034-1601142 в приспособление
31	Осмотреть фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601187 демпфера
32	Установить фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601187 демпфера на ступицу
33	Осмотреть фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601147 демпфера



34	Установить фрикционное кольцо 16.ДП.01.034-1601147 демпфера на ступицу		
<b>Операция 010</b>			
1	Осмотреть четыре стойки 16.ДП.01.034-1601188 ведомого диска		
2	Установить четыре стойки 16.ДП.01.034-1601188 в пазы		
3	Осмотреть переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска с фрикционными накладками в сборе со всех сторон		
4	Установить переднюю пластину 16.ДП.01.034-1601131 ведомого диска с фрикционными накладками в сборе на ступицу		
8	Расклепать стойки с двух сторон		
6	Снять ведомый диск в сборе 16.ДП.01.034-1601130		1,38

Выводы: расписано содержание и последовательность операций по сборке ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина 2». На основании полученных данных разработана технологическая карта ведомого диска сцепления.

## 5 Экономическая часть

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время у автопроизводителей наблюдается тенденция к увеличению надежности и долговечности автомобиля и, соответственно, его узлов и агрегатов. Это продиктовано с одной стороны возрастающими требованиями потребителей и ростом конкуренции на рынке автомобилей, а с другой стороны выпуская автомобиль с большей долговечностью агрегатов автомобилепроизводители экономят на гарантийном обслуживании и повышают престижность марки.

Ведомый диск производится на сборочном предприятии из комплектующих изделий. Производство новой конструкции обойдется производителю более дорогими пружинами демпфера (меняется их длина и толщина) и передней и задней пластиной демпфера (корректируется размер отверстий при штамповке). Но в связи с тем, что спроектированный ведомый диск обладает более высокими прочностными свойствами можно рассчитывать на снижение количества поломок в гарантийный период приблизительно на 20%, из этого и будет складываться общественный эффект.

Расчет себестоимости базового ведомого диска сцепления.

Исходные данные для расчета получены в Управлении Организации Труда и Зарплаты ОАО «АВТОВАЗ» за 1-й квартал 2016г и сведены в таблицу.

№ п/п		Обозначение	Ед. изм.	Значение
A	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска изделия	Vгод.	шт.	20000
2	Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.в.	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов.	Еобзав.	%	218
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.	Еком.	%	8

8	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.	Еобор.	%	194
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов.	Ктзр.	%	1,48
7	Коэффициент цеховых расходов.	Ецех	%	183
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	Еинс.	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений.	Крент.	%	30
10	Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	Квып.	%	12
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	Кпрем.	%	23
12	Коэффициент возвратных отходов.	Квот	%	1
13	Коэффициент дисконтирования	Е	%	10
14	Часовая тарифная ставка слесаря МСР 3–го разряда	Срi	руб	48,41
	Часовая тарифная ставка слесаря МСР 4–го разряда			81,70
	Часовая тарифная ставка слесаря МСР 8–го разряда			87,38

### 5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла

#### 1. Расчет статьи затрат “Сырье и материалы”

В разрабатываемом сцеплении изменение по статье “Сырье и материалы” не проектируется.

#### 2. Расчет статьи затрат “Покупные изделия и полуфабрикаты”

Используемая формула:

$$P_{и} = C_{i} \cdot n_{i} (1 + K_{тзр} / 100),$$

Где -  $C_{i}$  – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, руб.

$n_{i}$  – количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт.

Расчет сводим в таблицу.

Расчет затрат на покупные изделия

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество, шт.	Средняя цена за 1шт, руб.	Сумма, руб.
1	Ступица ведомого диска с фланцем в сборе	1	94,00р.	94,00р.
2	Накладка фрикционная	2	188,00р.	310,00р.
3	Пластина демпфера ведомого диска передняя в сборе	1	94,00р.	94,00р.
4	Пластина демпфера ведомого диска задняя	1	77,00р.	77,00р.
8	Кольца фрикционные демпфера ведомого диска	3	12,00р.	36,00р.
6	Шайба пружинная демпфера ведомого диска	1	9,00р.	9,00р.
7	Кольцо опорное пружинной шайбы	1	14,00р.	14,00р.
8	Пружина демпфера	2	14,00р.	28,00р.
9	Пружина демпфера	2	18,00р.	36,00р.
10	Стойка ведомого диска	4	1,36р.	8,44р.
11	Заклепка фрикционной накладки	18	0,32р.	8,76р.
<b>ИТОГО:</b>				709,20р.
Транспортно-заготовительные расходы Ктер, %			1,48%	10,28р.
<b>ВСЕГО:</b>				<b>719,48р.</b>

**Расчет статьи затрат “Основная заработная плата производственных рабочих”**

$$Z_o = Z_t(1 + K_{\text{прем}}/100), \text{ руб.} \quad (8.1.)$$

Где –  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_t = C_p \cdot i \cdot T_i, \text{ руб.} \quad (8.2.)$$

где -  $C_p \cdot i$  – часовая тарифная ставка, руб.,

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{\text{прем}}$  – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Расчет выполняем дифференцированно по видам работ в табличной форме.

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1.	Литейные				

2.	Обрабатывающие				
3.	Штамповочные	4	0,01	61,14р.	0,61р.
4.	Сварочные				
8.	Сборочные	3	0,06	87,26р.	3,44р.
<b>ИТОГО:</b>					4,08р.
Премияльные доплаты			23%		0,93р.
<b>Основная з/п</b>					<b>4,98р.</b>

### 3. Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

$$З_{\text{доп.}} = З_0 \cdot K_{\text{вып}} \quad (5.3)$$

где  $K_{\text{вып}}$  – коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

$$З_{\text{доп.}} = 4,98 \times 0,12 = 0,60 \text{ руб.}$$

### 4. Расчет статьи затрат «Отчисления в страховые взносы»

$$C_{\text{с.в.}} = (З_0 + З_{\text{доп.}}) \cdot E_{\text{с.в.}} / 100, \quad (5.4)$$

где  $E_{\text{с.в.}}$  – коэффициент отчислений в страховые взносы

$$C_{\text{с.в.}} = (4,98 + 0,60) \times 0,30 = 1,67 \text{ руб.}$$

### 5. Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»

$$C_{\text{сод.обор.}} = З_0 \cdot E_{\text{обор.}} / 100 \quad (5.5)$$

где  $E_{\text{обор.}}$  – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

$$C_{\text{сод.обор.}} = 4,98 \times 1,94 = 9,66 \text{ руб.}$$

### 6. Расчет статьи затрат «Цеховые расходы»

$$C_{\text{цех}} = З_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (5.6)$$

где  $E_{\text{цех}}$  – коэффициент цеховых расходов, %;

$$C_{\text{цех}} = 4,98 \times 1,83 = 9,11 \text{ руб.}$$

### 7. Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку»

$$C_{\text{инстр}} = З_0 \cdot E_{\text{инстр}} / 100 \quad (5.7)$$

где  $E_{\text{инстр}}$  – коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %;

$$C_{\text{инстр}} = 4,98 \times 0,03 = 0,18 \text{ руб.}$$

## 8. Расчет цеховой себестоимости

$$C_{\text{ЦЕХ С/С}} = M + \Pi + Z_O + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{с.в.}} + C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ИНСТР}} \quad (5.8)$$

$$C_{\text{Цех.с/с}} = 719,48 + 4,98 + 0,60 + 1,67 + 9,66 + 9,11 + 0,18 = 748,68 \text{ руб.}$$

## 9. Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы»

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = Z_O \cdot E_{\text{ОБ.ЗАВОД}} / 100 \quad (5.9)$$

где  $E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}$  – коэффициент общезаводских расходов, %;

$$\text{Соб.завод} = 4,98 \times 2,18 = 10,71 \text{ руб.}$$

## 10. Расчет общезаводской себестоимости

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД С/С}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{ЦЕХ С/С}} \quad (5.10)$$

$$\text{Соб.завод.с/с} = 748,68 + 10,71 = 786,36 \text{ руб.}$$

## 11. Расчет статьи «Коммерческие расходы»

$$C_{\text{ком.}} = \text{Соб.завод с/с} \cdot E_{\text{ком}} / 100$$

Где  $E_{\text{ком}}$  – коэффициент коммерческих расходов, %

$$C_{\text{ком}} = 786,36 \times 0,08 = 37,82 \text{ руб.}$$

## 12. Расчет полной себестоимости

$$C_{\text{пол}} = \text{Соб.завод с/с} + C_{\text{ком}}$$

$$C_{\text{пол}} = 786,36 + 37,82 = 794,18 \text{ руб.}$$

## 13. Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$C_{\text{отп.б.}} = C_{\text{ПОЛ Б}} \cdot (1 + K_{\text{РЕНТ}} / 100) \quad (5.11)$$

где  $K_{\text{РЕНТ}}$  – коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

$$C_{\text{отп.п.}} = C_{\text{отп.б.}} \quad (5.12)$$

$$C_{\text{отп.б.}} = 794,18 \times (1 + 0,30) = 1032,43 \text{ руб.} = C_{\text{отп.п.}}$$

Затраты на производство базового и проектируемого изделия сведены в таблицу.

**Сравнительная  
калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия**

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затрат на единицу изделия (база)	Затрат на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Стоимость основных материалов	М	0,00р.	0,00р.
2	Стоимость комплектующих изделий	Пи	719,48р.	726,88р.
3	Основная заработная плата производственных рабочих	Зо	4,98р.	4,98р.
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	Здоп.	0,60р.	0,60р.
8	Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.в.	1,67р.	1,67р.
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Ссод.обор.	9,66р.	9,66р.
7	Цеховые расходы	Сцех.	9,11р.	9,11р.
8	Расходы на инструмент и оснастку	Синстр.	0,18р.	0,18р.
9	Цеховая себестоимость	Сцех.с/с	748,68р.	782,78р.
10	Общезаводские расходы	Соб.завод.	10,71р.	10,71р.
11	Общезаводская себестоимость	Соб.завод.с/с	786,36р.	763,46р.
12	Коммерческие расходы	Ском.	37,82р.	38,17р.
13	Полная себестоимость	Спол.	794,18р.	801,63р.
14	Отпускная цена	Цотп.	<b>1 032,43р.</b>	<b>1 032,43р.</b>



## 5.2 Расчет точки безубыточности проекта

В качестве исходных данных для определения порога прибыли (точка безубыточности) используем таблицу со сравнительной калькуляцией.

Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

### 14. Переменные затраты

– на единицу изделия (для базы и для проекта)

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.б.н.}} = M + \Pi u + Z_o + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{с.в.}} \quad (5.13)$$

$$Z_{\text{перем.уд.б}} = 719,48 + 4,98 + 0,60 + 1,67 = 726,73 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.уд.н}} = 726,88 + 4,98 + 0,60 + 1,67 = 733,83 \text{ руб.}$$

– на годовую программу выпуска изделия

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н.}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.14)$$

$$Z_{\text{перем.б}} = 726,73 \times 20000 = 14\,834\,600 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.н}} = 733,83 \times 20000 = 14\,676\,600 \text{ руб.}$$

### 15. Постоянные затраты

– на единицу изделия (для базы и для проекта)

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.б.н.}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot (100 - H_A) / 100 + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{КОМ}} + A_{\text{М.УД}} \quad (5.15)$$

где  $A_{\text{М.УД}}$  – амортизационные отчисления, руб.;

$$A_{\text{М.УД}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot H_A / 100$$

здесь  $H_A$  – доля амортизационных отчислений, %.

$$H_A = 13\%$$

$$A_{\text{м.уд.б}} = (9,66 + 0,18) \times 0,13 = 1,28 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{м.уд.н}} = (9,66 + 0,18) \times 0,13 = 1,28 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пост.уд.б}} = (9,66 + 0,18) \times (100 - 13) / 100 + 9,11 + 10,71 + 37,82 + 1,28 = 67,48 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пост.уд.н}} = (9,66 + 0,18) \times (100 - 13) / 100 + 9,11 + 10,71 + 38,17 + 1,28 = 67,80 \text{ руб.}$$

– на годовую программу выпуска изделия

$$З_{\text{ПОСТ.б.н}} = З_{\text{ПОСТ.уд}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.16)$$

$$З_{\text{ПОСТ.б}} = 67,48 \times 20000 = 1\,349\,000 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПОСТ.н}} = 67,80 \times 20000 = 1\,386\,000 \text{ руб.}$$

**16. Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия**

$$C_{\text{ПОЛ.Г.н.}} = C_{\text{ПОЛ.н.}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.17)$$

$$C_{\text{ПОЛ.н}} = 801,63 \times 20000 = 16\,032\,600 \text{ руб.}$$

**17. Расчет выручки от реализации изделия**

$$\text{Выручка.н.} = Ц_{\text{ОП.н.}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.18)$$

$$\text{Выручка.н.} = 1032,43 \times 20000 = 20\,648\,600 \text{ руб.}$$

**18. Расчет маржинального дохода**

$$D_{\text{МАРЖ}} = \text{Выручка} - З_{\text{ПЕРЕМ.н.}} \quad (5.19)$$

$$D_{\text{МАРЖ}} = 20\,648\,600 - 14\,676\,600 = 8\,972\,000 \text{ руб.}$$

**19. Расчет критического объема продаж (рассчитываем только для проекта)**

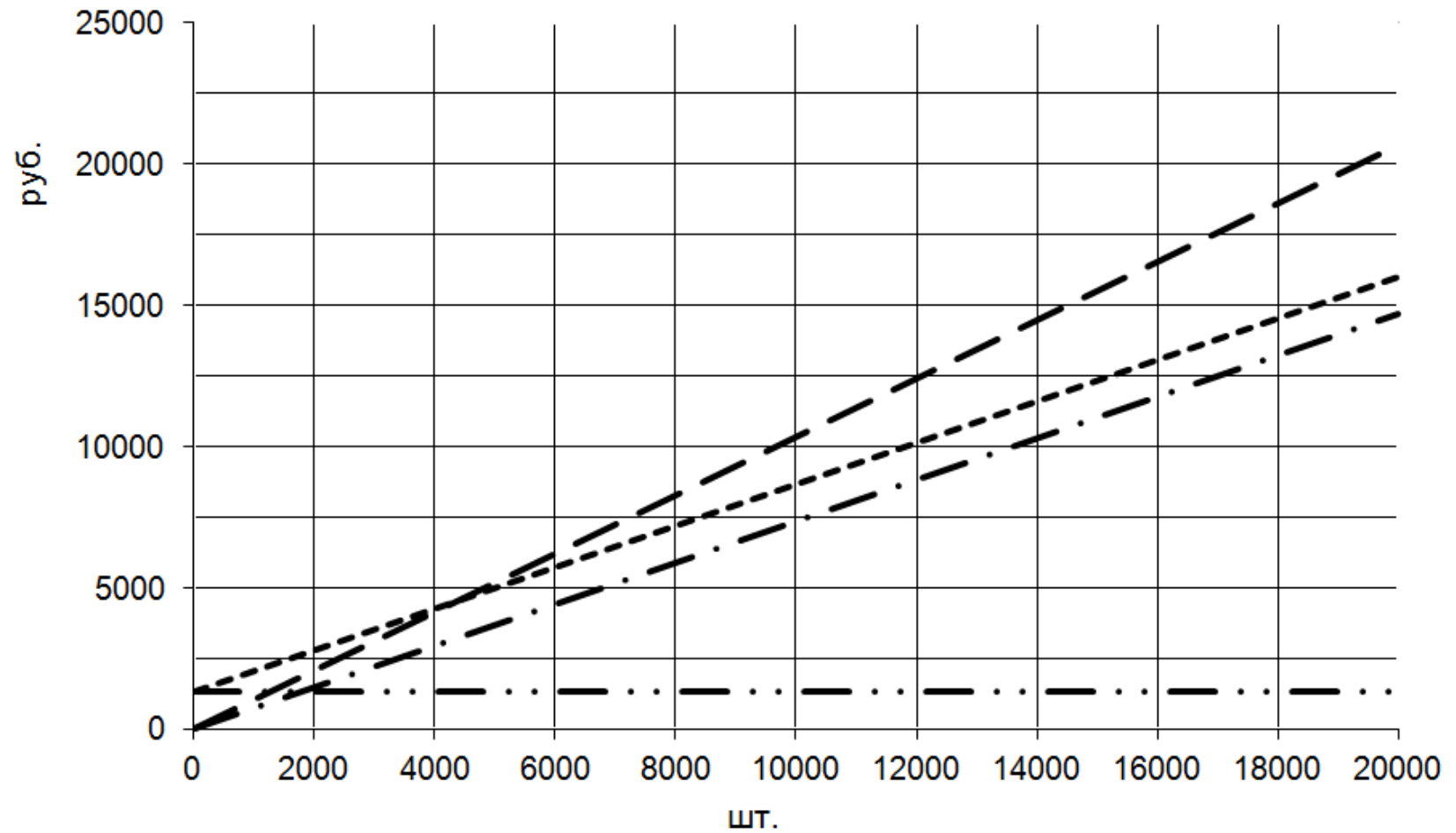
$$A_{\text{КРИТ}} = \frac{З_{\text{ПОСТ.н.}}}{Ц_{\text{ОП.н.}} - З_{\text{ПЕРЕМ.уд.н.}}} \quad (5.20)$$

$$A_{\text{КРИТ}} = 1\,386\,000 / (1032,43 - 733,83) = 4\,841,19 \text{ шт.}$$

Округляем до 4600 шт.

По полученным данным строим график безубыточности производства.

## Определение точки безубыточности графическим методом



## 5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

### 20. Ежегодный объем продаж

Предполагаемый период производства нового изделия *8 лет*. Ежегодное увеличение объема производства:

$$\Delta = \frac{V_{год} - A_{кр}}{n - 1}, \text{ шт.} \quad (5.21)$$

где  $n$  – количество лет производства нового изделия с учетом предпроизводственной подготовки,  $n = 6 \text{ лет}$ .

Тогда:

$$\Delta = (20000 - 4600) / (6 - 1) = 3080$$

Объем продаж изделия в первый год производства составит:

$$V_{ппрo1} = A_{кр} + \Delta, \text{ шт.} \quad (5.22)$$

$$V_{ппрo1} = 4600 + 3080 = 7680 \text{ шт.}$$

Объем продаж изделия в последующие годы определяется как

$$V_{ппрo_i} = V_{ппрo_{i-1}} + \Delta, \text{ шт.} \quad (5.23)$$

Таким образом:

$$V_{ппрo2} = 7680 + 3080 = 10760 \text{ шт.}$$

$$V_{ппрo3} = 10760 + 3080 = 13840 \text{ шт.}$$

$$V_{ппрo4} = 13840 + 3080 = 16920 \text{ шт.}$$

$$V_{ппрo8} = 16920 + 3080 = 20000 \text{ шт.}$$

### 21. Выручка по годам

$$Выручка_i = Ц_{отп} \cdot V_{ппрo_i}, \text{ руб.} \quad (5.24)$$

$$Выручка_1 = 1032,43 \times 7680 = 7929062,40 \text{ руб.}$$

$$Выручка_2 = 1032,43 \times 10760 = 11108946,80 \text{ руб.}$$

$$Выручка_3 = 1032,43 \times 13840 = 14288831,20 \text{ руб.}$$

$$Выручка_4 = 1032,43 \times 16920 = 17468718,60 \text{ руб.}$$

$$Выручка_8 = 1032,43 \times 20000 = 20648600 \text{ руб.}$$

## 22. Переменные затраты по годам

$$Зпер_i = Зпер.уд. \cdot Vпрод_i, \text{ руб.} \quad (5.28)$$

$$Зпер1.б = 726,83 \times 7680 = 8881286,40 \text{ руб.}$$

$$Зпер2.б = 726,83 \times 10760 = 7819614,80 \text{ руб.}$$

$$Зпер3.б = 726,83 \times 13840 = 10087943,20 \text{ руб.}$$

$$Зпер4.б = 726,83 \times 16920 = 12296271,60 \text{ руб.}$$

$$Зпер8.б = 726,83 \times 20000 = 14834600 \text{ руб.}$$

$$Зпер1.н = 733,83 \times 7680 = 8638814,40 \text{ руб.}$$

$$Зпер2.н = 733,83 \times 10760 = 7896010,80 \text{ руб.}$$

$$Зпер3.н = 733,83 \times 13840 = 10186207,20 \text{ руб.}$$

$$Зпер4.н = 733,83 \times 16920 = 12416403,60 \text{ руб.}$$

$$Зпер8.н = 733,83 \times 20000 = 14676600 \text{ руб.}$$

## 23. Амортизация

Расчетная формула:

$$Ам = Ам.уд \times Vгод \quad (5.26)$$

$$Ам = 1,28 \times 20000 = 28600 \text{ руб.}$$

## 24. Полная себестоимость по годам

$$Сполн_i = Зпер_i + Зпост., \text{ руб.} \quad (5.27)$$

$$Сполн1.б = 8881286,40 + 1349000 = 6930286,40 \text{ руб.}$$

$$Сполн2.б = 7819614,80 + 1349000 = 9168614,80 \text{ руб.}$$

$$Сполн3.б = 10087943,20 + 1349000 = 11406943,20 \text{ руб.}$$

$$Сполн4.б = 12296271,60 + 1349000 = 13648271,60 \text{ руб.}$$

$$Сполн8.б = 14834600 + 1349000 = 18883600 \text{ руб.}$$

$$Сполн1.н = 8638814,40 + 1386000 = 6991814,40 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн}_{2.н} = 7896010,80 + 1386000 = 9282010,80 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн}_{3.н} = 10186207,20 + 1386000 = 11812207,20 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн}_{4.н} = 12416403,60 + 1386000 = 13772403,60 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн}_{8.н} = 14676600 + 1386000 = 16032600 \text{ руб.}$$

## 25. Суммарная полная себестоимость за период производства

$$\sum \text{Сполн} = \sum_{i=1}^5 \text{Сполн}_i \quad (5.28)$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{С}_{\text{полн.б}} &= 6930286,40 + 9168614,80 + 11406943,20 + 13648271,60 + 18883600 = \\ &= 87\,034\,716 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{С}_{\text{полн.н}} &= 6991814,40 + 9282010,80 + 11812207,20 + 13772403,60 + 16032600 = \\ &= 87861036 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Как видим, изготовление модернизированного ведомого диска дороже, чем производство базового, поэтому ЧД<sub>і</sub> находим с учетом общественного эффекта.

## 26. Налогооблагаемая прибыль по годам

$$\text{Пр.обл}_i = \text{Выручка}_i - \text{Сполн}_i, \text{ руб.} \quad (5.29)$$

$$\text{Пр.обл.1.б} = 7929062,40 - 6930286,40 = 998776 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2.б} = 11108946,80 - 9168614,80 = 1940332 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3.б} = 14288831,20 - 11406943,20 = 2881888 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4.б} = 17468718,60 - 13648271,60 = 3823444 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.8.б} = 17468718,60 - 18883600 = 4768000 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.1.н} = 7929062,40 - 6991814,40 = 937248 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2.н} = 11108946,80 - 9282010,80 = 1886936 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3.н} = 14288831,20 - 11812207,20 = 2776624 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4.н} = 17468718,60 - 13772403,60 = 3696312 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.8.н} = 17468718,60 - 16032600 = 4616000 \text{ руб.}$$

## 27. Налог на прибыль

$$Нпр_i = Пр.обл_i \cdot 0,20, \text{ руб.} \quad (5.30)$$

$$Нпр1.б = 998776 \times 0,20 = 199788,20 \text{ руб.}$$

$$Нпр2.б = 1940332 \times 0,20 = 388066,40 \text{ руб.}$$

$$Нпр3.б = 2881888 \times 0,20 = 876377,60 \text{ руб.}$$

$$Нпр4.б = 3823444 \times 0,20 = 764688,80 \text{ руб.}$$

$$Нпр8.б = 4768000 \times 0,20 = 983000 \text{ руб.}$$

$$Нпр1.н = 937248 \times 0,20 = 187449,60 \text{ руб.}$$

$$Нпр2.н = 1886936 \times 0,20 = 371387,20 \text{ руб.}$$

$$Нпр3.н = 2776624 \times 0,20 = 888324,80 \text{ руб.}$$

$$Нпр4.н = 3696312 \times 0,20 = 739262,40 \text{ руб.}$$

$$Нпр8.н = 4616000 \times 0,20 = 923200 \text{ руб.}$$

## 28. Прибыль чистая по годам

$$Пр.ч_i = Пр.обл_i - Нпр_i, \text{ руб.} \quad (8.31)$$

$$Пр.ч1.б = 998776 - 199788,20 = 799020,80 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч2.б = 1940332 - 388066,40 = 1882268,60 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч3.б = 2881888 - 876377,60 = 2308810,40 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч4.б = 3823444 - 764688,80 = 3088788,20 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч8.б = 4616000 - 983000 = 3812000 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч1.н = 937248 - 187449,60 = 749798,40 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч2.н = 1886936 - 371387,20 = 1488848,80 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч3.н = 2776624 - 888324,80 = 2221299,20 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч4.н = 3696312 - 739262,40 = 2987049,60 \text{ руб.}$$

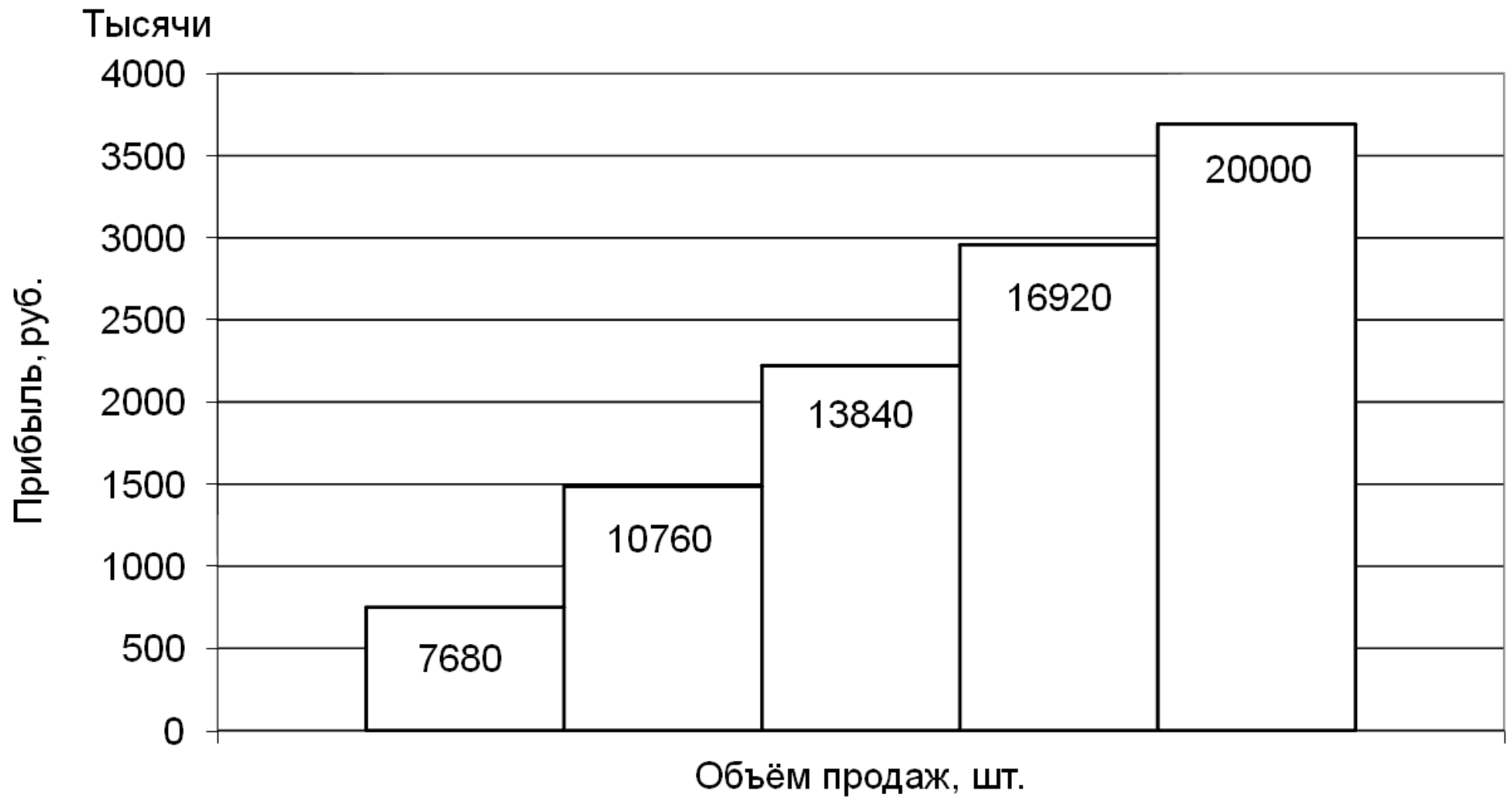
$$Пр.ч8.н = 4616000 - 923200 = 3692800 \text{ руб.}$$

Диаграмма роста прибыли имеет следующий вид:





## Полученная прибыль



## 29. Текущий чистый доход (накопленное сальдо)

$$ЧД_i = Пр.ч_i.н. - Пр.ч_i.б. + A_M + Эобщ. \quad (5.32)$$

где *Эобщ.* – общественнозначимая экономия. Так как долговечности ведомых дисков сцепления базового и проектируемого одинаковы, то общественнозначимая экономия определяется прибылью от повышения надежности проектируемой коробки передач:  $Эобщ. = Пр.ож.н.$

$$\begin{aligned} Пр.ож.н. = & (Нрем.баз \times Зрем.пр. - Нрем.пр \times Зрем.пр) + \\ & + (Тпрост.баз - Тпрост.пр) \times Пчас.пр \times Цотп.б., \end{aligned} \quad (5.33)$$

где - *Нрем.баз* и *Нрем.пр* - количество отказов за год соответственно по базовому и проектируемому вариантам,  $Нрем.баз = 120 шт.$ ,  $Нрем.пр = 102 шт.$

*Зрем.баз* и *Зрем.пр.* - затраты на устранение одного отказа по базовому и проектируемому вариантам;  $Зрем.баз = 1480 руб.$ ,  $Зрем.пр = 1480 руб.$

*Тпрост.баз* и *Тпрост.пр* - количество часов простоя техники в ремонтах за год соответственно по старому и новому вариантам;  $Тпрост.баз = 228 час$ ,  $Тпрост.пр = 182 час$ .

*Пчас.пр* - часовая производительность техники по новому варианту (и по старому),  $Пчас = 9 шт.$

В результате расчетов получаем  $Пр.ож.н. = 484066,02 руб.$

Тогда:

$$ЧД_1 = 749798,40 - 799020,80 + 28600 + 484066,02 = 430443,62 руб.$$

$$ЧД_2 = 1488848,80 - 1882268,60 + 28600 + 484066,02 = 412949,22 руб.$$

$$ЧД_3 = 2221299,20 - 2308810,40 + 28600 + 484066,02 = 398484,82 руб.$$

$$ЧД_4 = 2987049,60 - 3088788,20 + 28600 + 484066,02 = 377960,42 руб.$$

$$ЧД_8 = 3692800 - 3812000 + 28600 + 484066,02 = 360466,02 руб.$$

### 30. Текущий чистый дисконтированный доход

$$ЧПД_i = ЧД_i \cdot \alpha_i, \text{ руб.}, \quad (5.34)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент дисконтирования  $I$ -го года выпуска нового изделия.

Норма дисконта:  $E = 10 \%$ . Соответствующие значения коэффициента дисконтирования таковы:

$$\alpha_1 = 0,909;$$

$$\alpha_2 = 0,826;$$

$$\alpha_3 = 0,751;$$

$$\alpha_4 = 0,683;$$

$$\alpha_5 = 0,621.$$

В результате получаем следующие значения текущего чистого дисконтированного дохода:

$$ЧПД_1 = 430443,62 \times 0,909 = 391273,28 \text{ руб.}$$

$$ЧПД_2 = 412949,22 \times 0,826 = 341096,06 \text{ руб.}$$

$$ЧПД_3 = 398484,82 \times 0,781 = 296986,87 \text{ руб.}$$

$$ЧПД_4 = 377960,42 \times 0,683 = 288146,97 \text{ руб.}$$

$$ЧПД_8 = 360466,02 \times 0,621 = 223849,40 \text{ руб.}$$

### 31. Суммарный ЧДД

$$\sum ЧПД = \sum_{i=1}^5 ЧПД_i, \text{ руб.} \quad (5.38)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ЧПД &= 391273,28 + 341096,06 + 296986,87 + 288146,97 + 223849,40 = \\ &= 1811382,28 \text{ руб.} \end{aligned}$$

### 32. Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

Расчетная формула:

$$J_o = K_{инв} \cdot \sum C_{полн.}, \text{ руб.}, \quad (5.36)$$

где  $K_{инв}$  – коэффициент капиталобразующих инвестиций. Его величина составляет  $K_{инв} = 1,2 \%$ .

Тогда:

$J_0 = 0,012 \times 87\,861\,036 = 690\,732,43$  руб.

**Чистый дисконтированный доход**

$$ЧДД = \sum ЧПД - J_0, \text{ руб.} \quad (5.37)$$

$ЧДД = 1\,811\,382,28 - 690\,732,43 = 820\,619,82$  руб.

**Индекс доходности**

Определяется по формуле:

$$JD = \frac{ЧДД}{J_0} \quad (5.38)$$

$JD = 1\,811\,382,28 / 690\,732,43 = 1,19$

**Срок окупаемости проекта**

$$\text{Токуп.} = \frac{J_0}{ЧДД}, \text{ год.} \quad (5.39)$$

$\text{Токуп.} = 690\,732,43 / 1\,811\,382,28 = 0,84$  года

Все полученные экономические показатели сводим в таблицу.

№п/п	Наименование показателей	Условное обозначение	Единицы измерения	ГО ДЫ					
				0	1	2	3	4	8
А	1		2	3	4	8	6	7	8
1	Объем продаж	Впрод	шт.	0	7680	10760	13840	16920	20000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб.) Цотп.б	Цотп.	руб.		1032,43				
3	Выручка от продаж	Выручка	руб.		7929062,40	11108946,80	14288831,20	17468718,60	20648600
4	Переменные затраты	Зпер.б	руб.		8881286,40	7819614,80	10087943,20	12296271,60	14834600
		Зпер.н	руб.		8638814,40	7896010,80	10186207,20	12416403,60	14676600
8	Амортизация	Ам.н	руб.		28600				
6	Постоянные затраты	Зпост.б	руб.		1349000				
		Зпост.н	руб.		1386000				
7	Полная себестоимость	Сполн.б	руб.		6930286,40	9168614,80	11406943,20	13648271,60	18883600
		Сполн.н	руб.		6991814,40	9282010,80	11812207,20	13772403,60	16032600
8	Суммарная полная себестоимость за период производства	ΣСполн.н	руб.		87861036,00				
9	Налогооблагаемая прибыль	Пр.обл.б	руб.		998776	1940332	2881888	3823444	4768000
		Пр.обл.н	руб.		937248	1886936	2776624	3696312	4616000
10	Налог на прибыль	Нпр.б	руб.		199788,20	388066,40	876377,60	764688,80	983000
		Нпр.н	руб.		187449,60	371387,20	888324,80	739262,40	923200
11	Прибыль чистая	Пр.ч.б	руб.		799020,80	1882268,60	2308810,40	3088788,20	3812000

		Пр.ч.н	руб.		749798,40	1488848,80	2221299,20	2987049,60	3692800
12	Общественнозначимая экономия	Эобщ.	руб.		484066,02				
13	Текущий чистый доход	ЧДі	руб.		430443,62	412949,22	398484,82	377960,42	360466,02
14	Норма дисконта	Е	%		0,1				
18	Коэффициент дисконтирования	$\alpha$			0,909	0,826	0,781	0,683	0,621
16	Текущий чистый дисконтированный доход	ЧДДі	руб.		391273,28	341096,06	296986,87	288146,97	223849,40
17	Суммарный чистый текущий дисконтированный доход	$\Sigma$ ЧДД	руб.		1811382,28				
18	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	<i>1,20%</i>						
19	Капиталообразующие инвестиции	<i>Jo</i>		690 732,43					
20	Индекс доходности	JD	руб.		1,19				
21	Срок окупаемости проекта	Токуп	год		0,84				
22	Чистый дисконтированный доход	ЧДД	руб.		820619,82				

## 5.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы

Общезаводская себестоимость проектируемого ведомого диска сцепления составляет 801,63, что дороже производства базового на 7,48 руб. Но проектируемый ведомый диск имеет ресурс, больший на 18-20%, (снижаются рекламации в гарантии по дефекту «поломка пружин демпфера ведомого диска сцепления»). Также планируется устанавливать новый ведомый диск на автомобиль LADA «Калина Sport». В связи с этим получен общественный эффект.

Точка безубыточности проекта  $T_6 = 20000$  штук. Это значит, что для получения желаемой прибыли минимальный объем производства проектируемого привода управления коробки передач не должен быть ниже данного количества выпускаемых изделий.

Рассчитанное значение индекса доходности составляет  $JD = 1,19$  Это значит, что на каждый вложенный в производство рубль отдача составит 1,19 рубля, то есть 19 копеек прибыли.

В результате проведенного расчета также получено положительное значение чистого дисконтированного дохода ЧДД, что свидетельствует об эффективности рассматриваемого проекта.

Срок окупаемости проекта составляет  $T_{\text{окуп.}} = 0,84$  года. Другими словами, все первоначальные вложения в проект покроются результатами его осуществления в течение этого периода времени.

Таким образом, из выполненного расчета показателей экономической эффективности и приведенного анализа коэффициентов следует вывод, что предлагаемый инвестиционный проект – изготовление ведомого диска сцепления с более «жестким» демпфером крутильных колебаний и установка его на автомобиль LADA «Калина Sport» – целесообразен.

## 6 Безопасность и экологичность объекта.

### 6.1 Описание рабочего места.

В данной работе рассматривается участок сборки ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина 2». Разработанный тех. процесс сборки ведомого диска сцепления содержит две операции. Участок сборки представляет собой часть механосборочного цеха, где расположены четыре основных рабочих места, гидравлический пресс для расклепки заклепок и стоек, контейнеры с деталями и подвесной конвейер, по которому перемещаются готовые изделия.

### 6.2 Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте.

Опасные и вредные производственные факторы представленные на участке сборки ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина 2» сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

	<b>Опасные и вредные производственные факторы</b>	<b>Источники ОВПФ</b>
физические	Движущиеся машины и механизмы.	- к данным ОВПФ относятся автопогрузчик, который осуществляет перевозки контейнеров с комплектующими готовой продукцией
	Подвижные части производственного оборудования	- к ним относятся прессы, на которых расклепываются заклепки, сам конвейер, на котором осуществляется сборка узла
	Повышенный уровень шума (90 дБ)	-наблюдается на операциях, связанных с работой на прессовом оборудовании



	Недостаток естественного света (менее 300лк)	- наблюдается на всем рабочем участке
	Острые кромки, заусенцы, шероховатость	- комплектующие и части рассматриваемого узла, которые как передвигаются по конвейеру, так и находятся в контейнерах
	Электрический ток под напряжением (380В)	к ним относятся прессы, сам конвейер, а так же трансформатор, находящийся на территории цеха
Психофизиологические	а) Перенапряжение анализаторов (зрительных и слуховых)	- весь рассматриваемый рабочий участок, т.е. конвейер, является источником данных ОВПФ.
	б) Монотонность труда	Однозначная технология сборки ведомого вала сцепления
	в) Статические перегрузки	Длительная работа в положении «стоя»

### **6.3 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на рабочих**

**Движущиеся машины и механизмы.** Автопогрузчики, осуществляющие перевозки контейнеров с комплектующими, готовой продукцией, автомобили, перевозящие СОЖ и другие вещества могут быть причиной ДТП.

**Подвижные части производственного оборудования.** Одним из главных ОВПФ является подвижные части прессового оборудования, которые могут привести к серьезным физическим увечьям.

**Повышенный уровень шума.** При работе на прессовом оборудовании уровень шума достигает 90 дБ (1,6·10 Па). Шум, даже когда он невелик, создает

значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие.

Шумы высоких уровней могут явиться хорошей почвой для развития стойкой бессонницы, неврозов и атеросклероза.

Под воздействием шума от 88-90 дБ снижается слуховая чувствительность на высоких частотах. Симптомы — головная боль, головокружение, тошнота, чрезмерная раздражительность.

При высоких уровнях шума слуховая чувствительность падает уже через 1-2 года, при средних - обнаруживается гораздо позже, через 8-10 лет, то есть снижение слуха происходит медленно, болезнь развивается постепенно.

**Недостаток естественного света** – данный фактор может являться причиной быстрой усталости рабочего, опасности ошибочных действий и несчастных случаев, проф. заболеваний (близорукость). В соответствии со СНИП 23-08-98 «Естественное и искусственное освещение» данная работа относится к разряду зрительных работ IVa (работа средней точности), установленная наименьшая освещённость должна быть не менее 300лк.

**Электрический ток.** Оборудование данного участка работает от промышленной сети напряжением 380В, могут возникнуть последствия поражения электрическим током. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает следующее воздействие:

- 1) электролитическое – разложение крови и плазмы;
- 2) термическое – нагрев тканей сосудов человека, возникновение ожогов;
- 3) биологическое – сокращение мышц, что может привести к прекращению деятельности органов дыхания, кровообращения.

По степени физиологического воздействия выделим следующие токи:

- 0,6-1,8 мА – пороговый осязаемый ток;
- 10-18 мА (переменный) – пороговый неотпускающий ток;
- 100 мА – пороговый фибрилляционный ток.

## **6.4 Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности условий труда.**

### **4.4.1 Требования к вентиляции**

Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях помимо местных отсасывающих устройств, обеспечивающих удаление вредных веществ из рабочей зоны установлена приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

### **4.4.2 Требования к освещению.**

Естественное и искусственное освещение производственных помещений соответствует четвертому разряду зрительной работы, по СНиП 23–08–98 установленная наименьшая освещённость должна быть не менее 300лк. Для местного освещения используются светильники с непросвечиваемыми отражателями с защитным углом не менее 30°. Кроме того, должны быть предусмотрены меры по снижению отражённой блёсткости.

### **4.4.3 Мероприятия по защите от производственного шума**

Для защиты рабочих от шума на данном сборочном участке можно использовать следующие методы:

- размещение рабочих мест с учетом направленности излучения звуковой энергии (при размещении установок с направленным излучением необходима соответствующая ориентация этих установок по отношению к рабочим и населенным местам, поскольку величина направленности может достигать 10-18 дБ);
- акустическая обработка помещений (мероприятия, снижающие интенсивность отраженного звука от стен, потолка, пола помещения, путем облицовки поверхностей помещения звукопоглощающими материалами (ультратонкое стекловолокно, капроновое волокно, минераловатные плиты, пористый поливинилхлорид и др.), и применением штучных (объемных) поглотителей различных конструкций, подвешиваемых к потолку помещения);

- звукоизоляция (уменьшение интенсивности прямого звука путем установки перегородок, кабин, кожухов, экранов, а так же облицовки станков изнутри звукопоглощающим материалом. Для защиты работающих от непосредственного (прямого) воздействия шума используют экраны, устанавливаемые между источником шума и рабочим местом);
- применение средств индивидуальной защиты (к ним относят противошумные вкладыши и наушники);

Предельные величины шума на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

#### **4.4.4 Организационные мероприятия.**

Каждый вновь поступающий на завод рабочий обязан пройти вводный инструктаж по технике безопасности и получить личную карточку инструктажа. Также раз в год проводится повторный инструктаж и после отпуска продлившегося более 30 рабочих дней – внеплановый инструктаж.

Работа на сборочном конвейере подразумевает повторяющийся процесс сборки изделия. Для снижения воздействий монотонного труда предусмотрен график работы, заключающийся в перестановке рабочих с одной операции на другую через одну неделю.

#### **4.4.5 Средства индивидуальной защиты**

Рабочие и служащие цехов и участков для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, специальной обувью и предохранительными приспособлениями.

*Специальная одежда* для защиты от механических повреждений устанавливается ГОСТ 12.4.038 – 78.

*Средства защиты рук* – специальные рукавицы ГОСТ 12.4.010 – 78, защитные дерматологические средства ГОСТ 12.4.068 – 79.

*Средства защиты от шума* – противошумные вкладыши (беруши) ГОСТ 12.4.011-89.

#### **4.4.6 Инструкции по охране труда**

##### **Общие требования безопасности**

- 1) Данная инструкция содержит основные требования для слесарей механосборочных работ, работающих на сборке узлов и механизмов.
- 2) Без разрешения мастера запрещается выполнять работу, не входящую в круг обязанностей рабочего.
- 3) При выполнении работ нужно быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и не отвлекать других рабочих.

На территории завода и цеха (во дворе, в здании, на подъездных путях) во избежании травмирования необходимо выполнять следующие правила:

- 1) Не передвигаться бегом. При движении по лестницам вставок, площадкам обслуживания, рампам, переходным мостикам и т.д. держаться за перила, проявлять осторожность и внимательность.
- 2) Не проходить в местах не предназначенных для прохода, не перебегать путь перед движущимся транспортом.
- 3) Курить только в определённых для этого местах.
- 4) Не подходить и не прикасаться к оголённым проводам и токоведущим частям оборудования.
- 5) Строго соблюдать правила пожарной безопасности.
- 6) Если с вами произошёл несчастный случай, прекратите работу, обратитесь в медицинский пункт и одновременно сообщите о случившемся мастеру или бригадиру, а при необходимости обращения в медсанчасть получите от них письменное направление.

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

- 1) Привести в порядок рабочую одежду (костюм х/б, халат, и т.д.) Спецодежда должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты (СИЗ)
- 2) При работе с применением СОЖ (масло, эмульсия и т.п.) обувь должна быть закрытой, руки смазаны защитным кремом или пастой.
- 3) Рабочее место необходимо держать в чистоте.

- 4) Детали, поступившие для сборки на данный участок, необходимо держать в предусмотренных технологическим процессом контейнерах, на стеллажах или другой таре.

### **Требования безопасности во время работы**

- 1) Приступая к выполнению подготовительных операций, проверить сборочные установки. Отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, но свет не слепил глаза.
- 2) При работе с ударными инструментами защитным экраном ГОСТ 12003-76, масками ГОСТ 12.4.013-97 и принять меры, исключающие травмирование рядом работающих.
- 3) Не допускается:
  - 1) допуск посторонних лиц на своё рабочее место;
  - 2) работа при самопроизвольном включении испытательного оборудования;
  - 3) работа при неисправных сигнальных устройствах;
  - 4) выполнение работ, не предусмотренных технологическим процессом.

При переходе через транспортные линии необходимо пользоваться переходными мостиками.

Обязательно выключить электропитание:

- 1) при уходе от рабочего места на короткое время;
- 2) при временном прекращении работы;
- 3) при перерыве в подаче электроэнергии;
- 4) при обнаружении неисправности оборудования;
- 5) при уборке, смазке, чистке рабочего места;

Для удаления заземлённых деталей и узлов необходимо:

- 1) отключить оборудование;
- 2) открыть защитное ограждение;
- 3) освободить деталь крючком или рычагом;

- 4) убрать освободившуюся деталь;
- 5) закрыть защитное ограждение и застопорить его.

Если освободить заземлённую деталь освободить не удалось вызвать на помощь наладчика или бригадира.

### **6.5 Обеспечение пожарной безопасности.**

По взрывопожарной и пожарной безопасности сборочному цеху присвоена категория Д- производство, где обрабатываются не горючие вещества в холодном состоянии.

Согласно СНиП 21-01-97 (строительные нормы и правила) при возгорании в таких помещениях для тушения огня предпочтительно использовать порошковые огнетушители, емкостью 8 и 10 литров (ОП-8 или ОП-10). Рассматриваемое помещение площадью до 200м<sup>2</sup>, поэтому достаточно наличие двух огнетушителей объемом 8 литров. Помещение должно быть оборудовано датчиками дыма и повышенной температуры.

Эвакуация должна осуществляться по путям эвакуации через эвакуационные выходы. Пути показаны на планах эвакуации, размещенных на стенах помещения.

### **6.6 Меры безопасности от поражения электрическим током**

Помещению присвоен первый класс электробезопасности – без повышенной опасности: сухое, без пыли, нормальная температура воздуха 20°С.

- а) За пять минут до начала рабочего дня мастер обязан визуально проверить состояние электроприборов питающихся от сети;
- б) К работе с электроинструментом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение, аттестацию, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже 1-й и прошедшие инструктаж.
- в) При обнаружении повреждения изоляции, замыкания, обрыва электропроводов работу необходимо прекратить и сообщить об этом мастеру.

г) Не допускается подключения электроинструмента в штепсельную розетку без указания на ней требуемого напряжения.

д) Запрещается переносить включенные в электросеть нагревательные приборы и инструмент.

е) Запрещается открывать электрошкафы, подключать к розеткам оборудования нагревательные приборы, ремонтировать электроинструмент, заменять сгоревшие электролампы, предохранители и т.п.

ж) За пять минут до окончания рабочего дня каждый, кто использует электрические устройства, обязан их выключить из сети.

## **6.7 Инженерные расчёты по охране труда**

### **6.7.1 Расчёт искусственного освещения**

1) Выбор типа источника света: так как температура в помещении не падает ниже 10<sup>0</sup>С, а напряжение в сети не падает ниже 90%, то отдаём предпочтение электрическим газоразрядным лампам.

Количество светильников:  $N = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \eta \cdot Pl}$ , где

$E$  – минимальная нормируемая освещённость, лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников;

$z$  – отношение средней освещённости к минимальной;

$\Phi$  – световой поток одной лампы, лм;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока;

$Pl$  – количество ламп в светильнике.

2) Минимальная освещённость помещения для разряда зрительных работ IVa должна быть не менее  $E=300$ лк, при системе общего освещения.

3) Коэффициент запаса для светильников:  $k=1,8$  – для производственного помещения с небольшим содержанием пыли и оборудованного газоразрядными лампами.



- 4) Коэффициент неравномерности освещения примем:  $z=1.3$ .
- 5) Тип лампы: газоразрядная люминесцентная ЛХБ-40-4.  $\Phi=2600\text{лм}$ , мощность 40Вт, продолжительность горения 10000ч.

6) Индекс помещения:  $i = \frac{b \cdot l}{h \cdot (b + l)}$ , где

$b$  - ширина помещения, м;

$l$  - длина помещения, м;

$h$  - высота помещения, м.

$$b = 4, l = 8, h = 3, \text{ тогда } i = \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot (4 + 8)} = 0,9$$

- 7) Выбираем тип светильника с учётом состава среды в помещении: ВЛО – для сухих, нормальных помещений.

8) Коэффициент использования светового потока:  $\eta = 30\%$ .

- 9) Окончательно рассчитаем необходимое количество светильников с учётом количества ламп в светильнике  $Пл = 3$ .

$$N = \frac{300 \cdot 32 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{2600 \cdot 0,3 \cdot 3} = 8$$

- 10) Сделаем проектировочную схему расположения светильников. Примем:  $L = 2\text{м}$  – расстояние между соседними светильниками,  $l = 0,5 \cdot L = 1\text{м}$  – расстояние от крайних светильников до стен.

### 6.7.2 Расчёт местной вытяжной вентиляции

Для улавливания вредностей в месте их образования применяется местная вытяжная вентиляция, выполненная в виде местного вытяжного зонта. Объём воздуха, удаляемого вытяжными зонтами, определяется по формуле:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \text{ где}$$

$F = 1$  - площадь проёма,  $\text{м}^2$ ;

$V$  - скорость воздуха в приемочном сечении зонта, м/с.

для нетоксичных выделений  $V=0.18 \dots 0.28$  м/с

Объём воздуха, удаляемого вытяжным зонтом равен:

$$L = 3600 \cdot 1 \cdot 0.2 = 720 \text{ м}^3/\text{ч}$$

## **6.8 Экологическая экспертиза участка сборки сцепления**

С целью определения воздействия участка на внешнюю среду была выполнена экологическая экспертиза.

Анализ возможных факторов вредного воздействия на окружающую среду показал, что вещества, образующиеся при работе участка находятся в пределах ПДК (предельно допустимая концентрация. Таким образом проектируемый участок соответствует норм требованиям экологичности (ГОСТ 17.2.3.02-78 ССБТ)

## **6.9 Защита работников при чрезвычайных и аварийных ситуациях**

При возникновении чрезвычайной или аварийной ситуации внутри здания каждый из сотрудников обязан согласно плану эвакуации проследовать к аварийному выходу. Руководители подразделений обязаны проследить за каждым подчиненным, последовав за последним к эвакуационному выходу, не давать развиться панике при эвакуации. Работники службы безопасности здания обязаны:

- 1) оповестить служащих посредством радио, или с помощью других средств связи о возникновении аварийной ситуации;
- 2) оповестить соответствующие аварийные службы о возникновении чрезвычайной или аварийной ситуации;
- 3) организовать по возможности безопасный выход работников здания;
- 4) контролировать процесс эвакуации;
- 5) проследовать к эвакуационному выходу;
- 6) обеспечить по возможности защиту здания от проникновения сотрудников обратно внутрь, до того как угроза для жизни работающих будет устранена работниками аварийных спецслужб.

В случае бедствия метеорологического характера каждый работник обязан: отойти от оконных проемов (вглубь здания), мастер или бригадир обязан плотно закрыть все окна в цехе, работники службы безопасности здания обязаны оповестить служащих посредством радио, или с помощью других средств связи о бедствии.

Вывод: в результате проведенных мною исследований были выявлены опасные и вредные производственные факторы на участке сборки ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина 2» на основе разработаны мероприятия для их устранения и обеспечения безопасных условий труда слесарей механосборочных работ, а так же соответствия помещения для сборки всем санитарным нормам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над проектом можно сделать следующие выводы:

1. Проведен обзор мировых тенденций развития, конструктивных направлений и требований, предъявляемых к автомобильным сцеплениям, сформулировано направление модернизации.
2. Произведен тягово – динамический расчет автомобиля LADA «Калина».
3. Произведен расчет основных параметров ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина».
4. Разработана конструкция демпфера крутильных колебаний, рассчитанного на крутящий момент  $M=220\text{Нм}$  (действующий  $M=160\text{Нм}$ ), произведен расчет жесткостной характеристики демпфера.
5. Расписано содержание и последовательность операций по сборке ведомого диска сцепления и разработана для него технологическая карта сборки.
6. Просчитана себестоимость нового ведомого диска сцепления автомобиля LADA «Калина» по статьям затрат и удельный вес каждой статьи, получен положительный экономический эффект.
7. Описан участок сборки ведомого диска сцепления, рассмотрены вредные и опасные факторы на рабочем месте слесаря механосборочных работ и предложены мероприятия по их устранению.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сцепления транспортных и тяговых машин [Текст] / Барский И. Б., Борисов С. Г., Галягин В. А. и др. — М.: Машиностроение, 1989. — 344 с: ил
2. Устройство и ремонт [Текст] / В.А. Вершигора, А.П. Игнатов, К.В. Новокшенов, К.Б. Пятков. — М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1989. - 335 с.: ил
3. Волжское объединение по производству легковых автомобилей [Текст] / Руководство по ремонту автомобилей ВАЗ. Тольятти, 1984.
4. Справочник [Текст] / Под общ. ред. А. И. Гришкевича. — М.: Машиностроение, 1984. — 272 с.
5. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и тракторы" [Текст] / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. — Машиностроение, 1984. — 376 с., ил.
6. Сцепления [Текст] / Малаховский ЯЗ., Лапин А.А. — М.: Машиздат, 1960.
7. Тяговой расчет автомобиля [Текст] / Л.А. Черепанов — КуАИ, 1977 — 39 с.
8. Трансмиссии автомобилей [Текст] / Цитович И.С, Каноник И.В., Вавуло В.А. — Мн.:Наука и техника. 1979. – 256 с.
8. Капрова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 – «Автомобиле –и тракторостроение» всех форм обучения [Текст]. Тольятти: ТГУ, 2007. – 63 с.
9. Соломатин, Н.С. Конструирование и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобилия и тракторы». -ТГУ.-Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. М:Автополюс плюс, 2005 -557 с.
10. Щипанов, А.В. Разработка технологических процессов сборки узлов и изделий: Учебно-методическое пособие для выполнения курсовых проектов, работ и технологической части дипломных проектов по дисциплине «Технология автотракторостроения». [Текст] /Тольятти: ТГУ, 2008. – 56 с.
11. УДК 629.33 Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчёта

- автомобиля: учеб. Пособие [Текст] / В.М. Скутнев. - Тольятти: Изд. ТГУ, 2012.- 295 с.
12. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: П79 В 3 т. Т. 2 [Текст] / Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.528 с.: ил.
13. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. ТЗ. / Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров– М.: Автополис-плюс, 2005.-560 с.
14. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления. Курс лекций.-125 с.
15. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили / В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1973.-490 с.
16. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
17. Вахламов, В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475.
18. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
19. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33.
20. Вахламов, В. К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учеб. пособие / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2007. - 557 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 551.
21. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля [Текст] / А.М.Иванов -М: ООО «Изд. «За рулем», 2012.-336с.