

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Переднеприводный легковой автомобиль 2-го класса. Модернизация привода ведущих колес

Студент(ка)

В.А. Дашков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Турбин

(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)

А.Г.Егоров

(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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей»
А.В. Бобровский
«10» декабря 2015 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Дашков Вадим Анатольевич

1. Тема Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация привода ведущих колес

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

3. Исходные данные

Собственная масса - $M_0=1088$ кг. Количество мест - $n=5$. Максимальная скорость - $V_{max}=52,8$ м/с. Максимальная частота вращения коленвала - $w=560$ рад/с. Величина максимально преодолеваемого подъема - $\alpha=0,34$. Число передач в коробке передач - 5. Передаточное число высшей передачи - $U_5=0,784$. КПД трансмиссии - $\eta_{пр}=0,92$. Коэффициент аэродинамического сопротивления - $C_x=0,34$. Коэффициент сопротивления качению - $f_0=0,012$. Площадь поперечного сечения - $F=1,936$ (м²). Момент инерции колеса - $M_c=0,73$ кг*м². Момент инерции вращающихся частей двигателя - $M_d=0,75$ кг*м².

Цель проекта: модернизация привода передних колёс для автомобиля Лада Приора, максимальная скорость которого – 190 км/ч.

4. Содержание (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, обзора, смазки, защиты от загрязнений, сигнализации предельного значения параметра и т.д.).

4. Технологическая /Исследовательская часть

Разработка технологии сборки привода передних колес в массовом производстве

5. Анализ экономической эффективности объекта

Определить затраты на изготовление привода передних колес и рассчитать безубыточный объем продаж. Рассчитать показатели коммерческой эффективности внедрения в производство модернизированного привода передних колес.

6. Безопасность и экологичность объекта

Определить опасные и вредные производственные факторы на участке сборки привода передних колес, 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 1 лист формата А1
Детализовка 1 лист 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.Воронев /

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

И.В. Турбин

Задание принял к исполнению

В.А. Дашков

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 бакалаврской работы

Студента Дашкова Вадима Анатольевича

по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация привода ведущих колес.

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 выпускной
квалификационной работы

(подпись)

И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

В.А. Дашков

(И.О. Фамилия)

Аннотация

В данной работе были рассмотрены современные тенденции развития конструктивных направлений и требований, предъявляемых к приводам передних колес легковых и автомобилей. Выбран аналог автомобиля и намечены пути модернизации привода передних колес .

В конструкторской части произведен тяговый расчет автомобиля Лада Приора. Проведен расчет карданной передачи для движения автомобиля с максимальной скоростью 190 км/ч. Разработана конструкция модернизированного привода передних колес.

В технологической части расписано содержание и последовательность операций по сборке привода передних колес (карданной передачи) и разработана для него технологическая карта сборки.

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

В экономической части проведен расчет себестоимости спроектированного привода передних колес автомобиля Лада Приора.

Работа состоит из пояснительной записки и графической части, включающей 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. Состояние вопроса.....	8
1.1 Назначение карданной передачи.....	8
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции карданных передач.....	8
1.3 Классификация конструкций карданных передач.....	9
1.4 Обзор и тенденции развития конструкции приводов передних колёс автомобиля.....	21
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	26
2. Защита интеллектуальной собственности.....	28
3. Конструкторская часть.....	29
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	29
3.2 Расчет карданной передачи.....	37
4. Технологический процесс сборки карданной передачи.....	45
4.1. Исходные данные для проектирования.....	45
4.2. Разработка технологической схемы сборки.....	45
4.3 Определение типа производства.....	47
4.4 Выбор организационной формы сборки.....	48
5. Техничко-экономическая оценка разработанной карданной передачи.....	49
5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла.....	52
5.2 Расчет точки безубыточности проекта.....	57
5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта.....	60
5.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы... ..	65
6. Безопасность и экологичность объекта... ..	66
6.1. Влияние приводов колес на безопасность автомобиля.....	66
6.2. Рабочее место, оборудование и выполняемые операции.....	67
Заключение.....	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	84
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	85

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная промышленность – одна из ведущих отраслей в мировой экономике. Успехи, достигнутые в фундаментальных и прикладных науках, открывают новые возможности для развития автомобильной техники.

Общими требованиями для агрегатов трансмиссии являются: высокий КПД, минимальная металлоемкость и трудоемкость изготовления, минимальная стоимость обслуживания при обеспечении заданной долговечности. Кроме того, к каждому агрегату предъявляется ряд особых, характерных требований. Степень точности выполнения требований, предъявляемых к трансмиссии в целом и к отдельным агрегатам, определяет их качество.

Для обеспечения высокого качества конструктор должен знать функциональное назначение изделия, предъявляемые к ним специальные требования, особенности конструкций современных изделий, свойства применяемых материалов, способы термообработки и особенности расчетов.

Общим для всех агрегатов трансмиссии является то, что все они предназначены для передачи мощности двигателя к ведущим колесам и преобразования ее параметров крутящего момента и частоты вращения.

Задачей является проектирование карданной передачи для переднеприводного автомобиля Лада Приора максимальная скорость которого – 190 км/ч. Рассматривается случай когда на автомобиле устанавливается более мощный двигатель, для комплектации с улучшенными скоростными характеристиками. Карданная передача представляет собой элемент трансмиссии, состоящий из карданного вала и двух шарниров равных угловых скоростей. На автомобиле Лада Приора карданный шарнир служит для передачи крутящего момента от коробки передач к ведущим колесам.

1. Состояние вопроса

1.1 Назначение карданной передачи

Карданные передачи применяются в трансмиссиях автомобилей для силовой связи механизмов, валы которых не соосны, или находятся под углом, причем их взаимное положение может меняться во время движения.

Карданные передачи могут иметь один или несколько карданных шарниров, соединенных карданными валами и промежуточные опоры. Карданные передачи применяются для привода вспомогательных механизмов, лебедки и т.д.

В ряде случаев связь рулевого колеса с рулевым механизмом осуществляется при помощи карданной передачи. Условия работы карданных передач определяется в первую очередь углами наклона их валов, чем больше углы наклона, тем тяжелее условия работы.

Угол между валами больше всего зависит от того, между какими механизмами передает крутящий момент карданная передача.

Кроме того, работа карданной передачи сопровождается изменением расстояния между агрегатами. Это необходимо учитывать при конструировании и применять подвижные шлицевые соединения.

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции карданных передач

К карданным передачам предъявляются следующие требования:

- 1) передача крутящего момента без создания дополнительных нагрузок в трансмиссии (изгибающих, скручивающих),
- 2) возможность передачи крутящего момента с обеспечением равенства угловых скоростей ведущего и ведомого вала независимо от угла,
- 3) высокий КПД (за счет малого трения в соединениях),
- 4) бесшумность,
- 5) обеспечение отсутствия резонансных явлений в зоне

эксплуатационных скоростей,

б) создание условия для надежной работы передачи с большим периодом технического обслуживания.

1.3. Классификация конструкций карданных передач

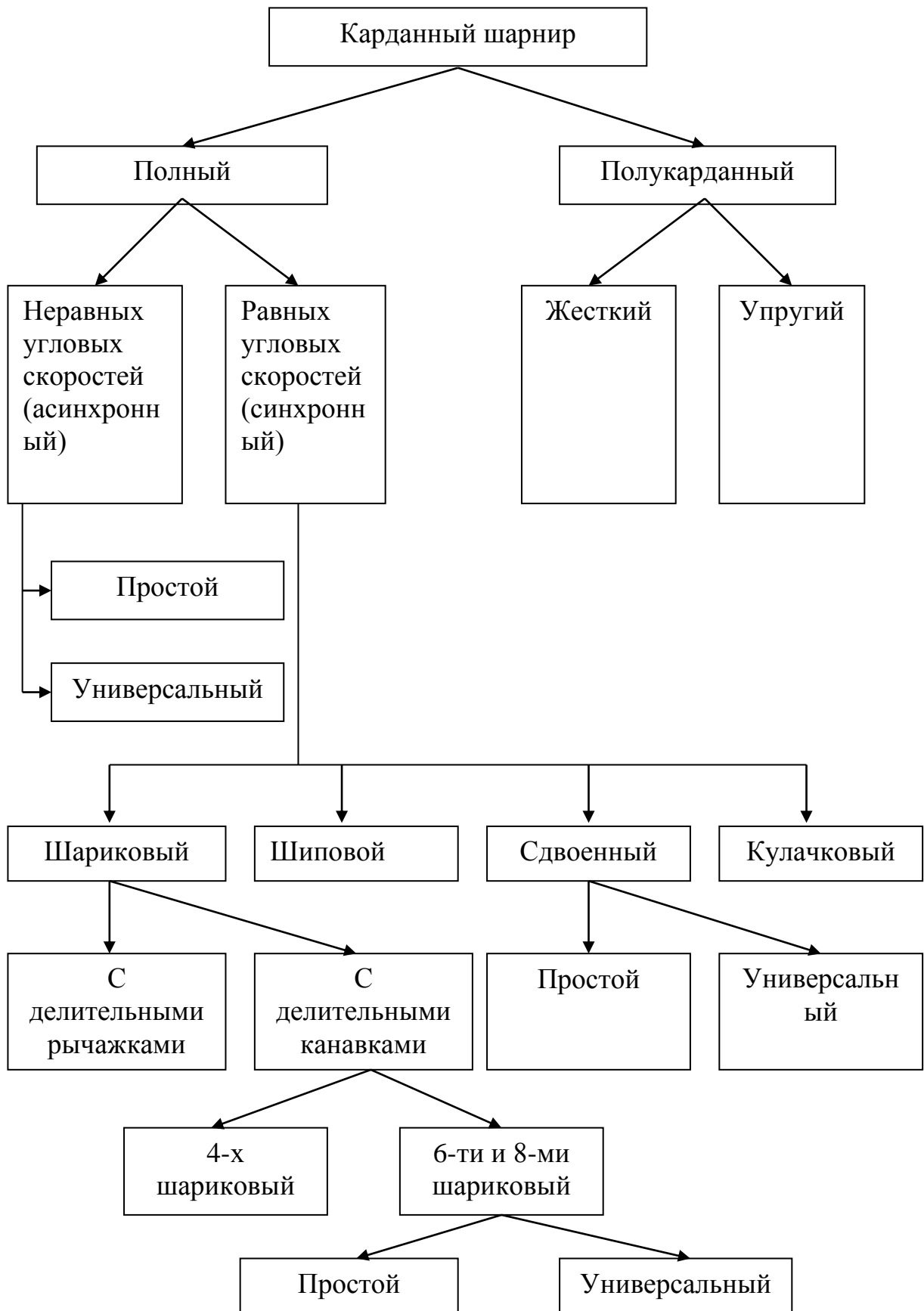
В зависимости от того, как воспринимается реактивный момент на заднем мосту, различают открытые и закрытые карданные передачи:

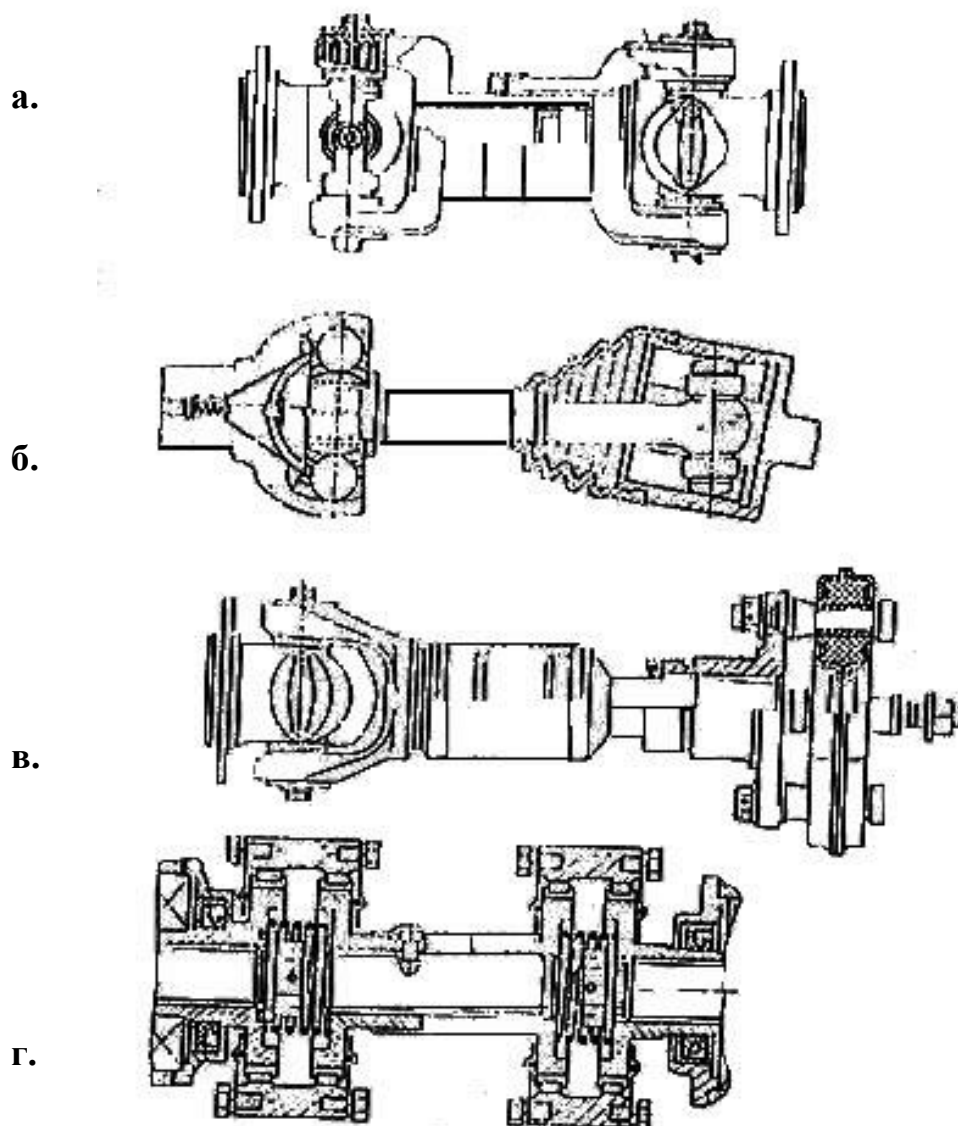
а) закрытые карданные передачи. Для легковых и грузовых автомобилей, в которых реактивный момент на заднем мосту воспринимается трубой. Карданная передача размещается внутри трубы. Поскольку длина карданного вала в такой конструкции не изменяется при относительных перемещениях кузова и заднего моста, компенсирующие соединения в передачах такого типа отсутствуют, и используют только один карданный шарнир. При этом неравномерность вращения карданного вала в некоторой степени компенсируется его упругостью.

б) открытые карданные передачи. Для автомобилей, в которых реактивный момент воспринимается рессорами и реактивными тягами, карданная передача должна иметь не менее двух шарниров и компенсирующие соединения, так как расстояние между шарнирами в процессе движения изменяется. На длиннобазовых автомобилях часто карданная передача состоит из двух валов, промежуточного и главного (переднего и заднего). Это необходимо в тех случаях, когда применение длинного вала может привести к опасным поперечным колебаниям в результате совпадения его кинетической скорости с эксплуатационной. Короткий вал обладает более высокой критической частотой.

Основным классификационным фактором является тип карданного

шарнира (рис. 1.3.1).





- а) С шарнирами, имеющими крестовину.
- б) двухшарнирная передача привода ведущего управляемого колеса.
- в) с шарниром, имеющим крестовину и с упругим полунагруженным шарниром.
- г) с жестким полунагруженным шарниром.

Рис. 1.3.2. Карданные передачи.

Полным называется карданный шарнир, имеющий фиксированные оси качения, а полукарданный шарнир - не имеющий осей качения. Карданные шарниры неравных угловых скоростей, имеющие две фиксированные оси качения, используют в карданной передаче при наклоне ведомого вала на угол обычно не более 20° . Универсальные карданные шарниры отличаются по конструкции от простых тем, что в них осевая компенсация осуществляется в самом механизме шарнира, а не в шлицевом соединении.

Карданные шарниры равных угловых скоростей (синхронные) применяют в приводе ведущих колес и одновременно управляемых. Угол наклона ведомого вала, в зависимости от конструкции шарнира может достигать 45° . Некоторые конструкции синхронных шарниров выполняются с компенсирующим устройством внутри механизма, т.е. универсальными.

Упругие полукарданные шарниры устанавливаются, главным образом, в карданных передачах легковых автомобилей и, в зависимости от конструкции, угол наклона вала может достигать $8-10^\circ$.

Жесткие полукарданные шарниры используют для компенсации неточности места соединения детали в случае установки соединяемых механизмов на недостаточно жестком основании. Они допускают угол наклона вала не более 2° .

Основным признаком, по которому делятся карданные передачи, является тип карданного шарнира. Карданным шарниром неравных угловых скоростей называется шарнир, у которого при равномерной скорости вращения ведущего вала, угловая скорость ведомого вала неравномерна. А карданным шарниром равных угловых скоростей называется такой, у которого угловые скорости ведущего и ведомого валов равны.

Полный карданный шарнир - это шарнир, имеющий фрикционные оси качения.

Полукарданные упругие шарниры допускают угловые отклонения осей до 5° , а жесткие - до 2° .

В последнее время в карданных передачах преобладают передачи, имеющие полные карданные шарниры, промежуточные и основной карданный вал.

Шарниры равных угловых скоростей.

Рассмотрим некоторые конструкции карданных шарниров равных угловых скоростей.

На рис. 1.3.3 изображен шариковый карданный шарнир с делительным рычажком. Основными элементами шарнира являются: сферический кулак 4, закрепленный на шлицах вала 5 и сферическая чашка 3, связанная с другим валом 1. На кулаке и на внутренней стороне чашки выфрезеровано по 6 шариков, которые связаны сепаратором 6.

При наклоне валов шарики устанавливаются в биссекторной плоскости при помощи удлинительного рычажка 2, который поворачивает направляющую гайку 7, а вместе с ней и сепаратор. Пружина 8 служит для поджатия делительного рычажка к гнезду в торце вала 5 при изменении положения рычажка в результате наклона валов. Такой шарнир устанавливают в приводе переднего колеса.

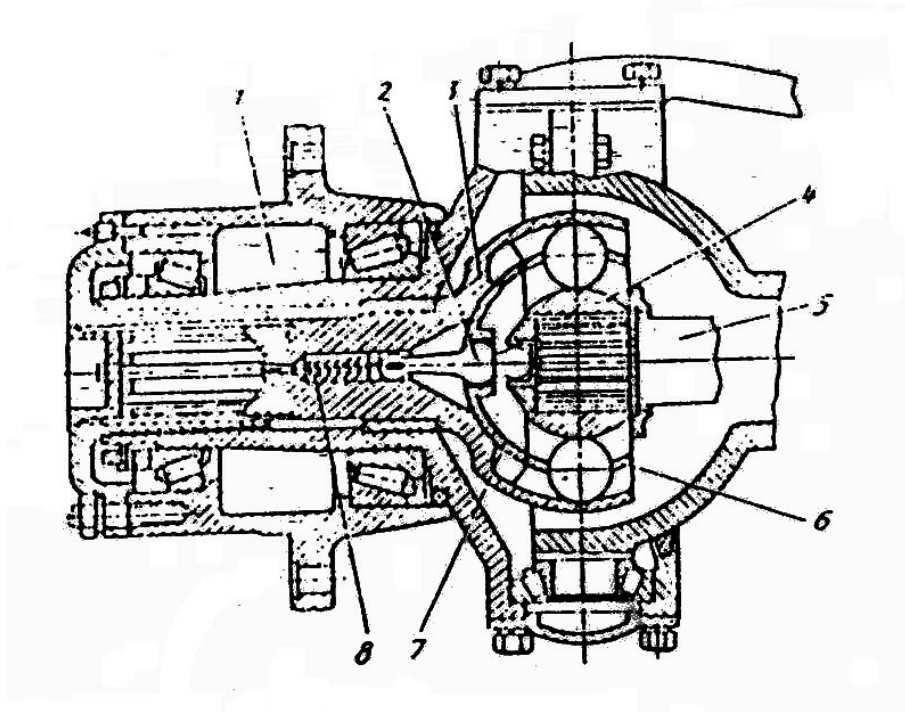


Рис.1.3.3. Шариковый карданный шарнир с делительным механизмом.

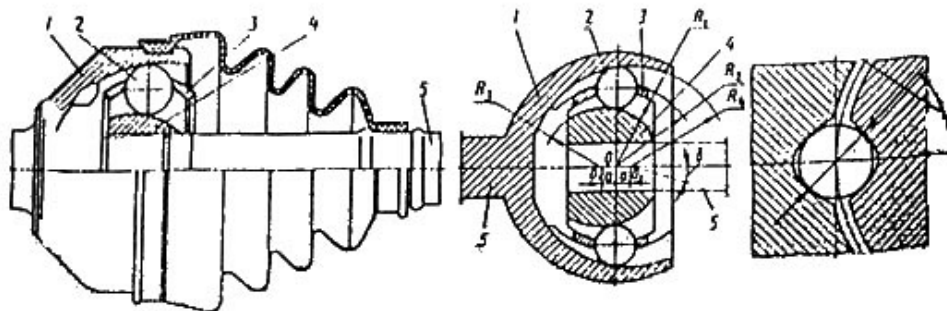


Рис. 1.3.4. Шариковый карданный шарнир (типа "Бирфильд").

На рис. 1.3.4 показан шестишариковый карданный шарнир с делительными канавками (типа "Бирфильд"). На кулаке 4, поверхность которого выполнена по сфере радиуса R_1 (центр O), выфрезеровано 6 канавок. Канавка кулака имеет переменную глубину. Сепаратор 3, в котором размещены шарики 2, имеет наружную и внутреннюю поверхности, выполненные по сфере радиусов, соответственно R_1 и R_2 . В положении, когда валы соосны, шарики находятся в плоскости перпендикулярной осям валов, проходящим через центр шарнира. При наклоне одного из валов 5 на угол γ , верхний шарик выталкивается из сужающегося пространства канавок вправо, а лишний шарик перемещается сепаратором в расширяющееся пространство канавок влево. Центры шариков всегда находятся на пересечении осей канавок. Это обеспечивает их расположение в биссекторной плоскости, что является условием синхронного вращения валов. В отличие от карданного шарнира с делительным рычажком, в данном шарнире профиль сечения канавок выполнен не по дуге окружности, а по эллипсу. Благодаря этому, силы взаимодействия стенки канавки и шарика составляют с вертикалью угол 45° . КПД шарнира при малых углах выше 0,99, а при $\gamma = 30^\circ$ - 0,97. Сравнительно большие потери в шарнире объясняются тем, что наряду с трением качения для него характерно трение скольжения.

Такой шарнир устанавливается в карданной передаче переднеприводных и управляемых колес некоторых автомобилей.

На рис. 1.3.5 показан универсальный шестишариковый карданный шарнир. Так выполнен внутренний шарнир переднеприводных автомобилей ВАЗ. При передаче больших крутящих моментов используют восьмишариковый шарнир этого типа.

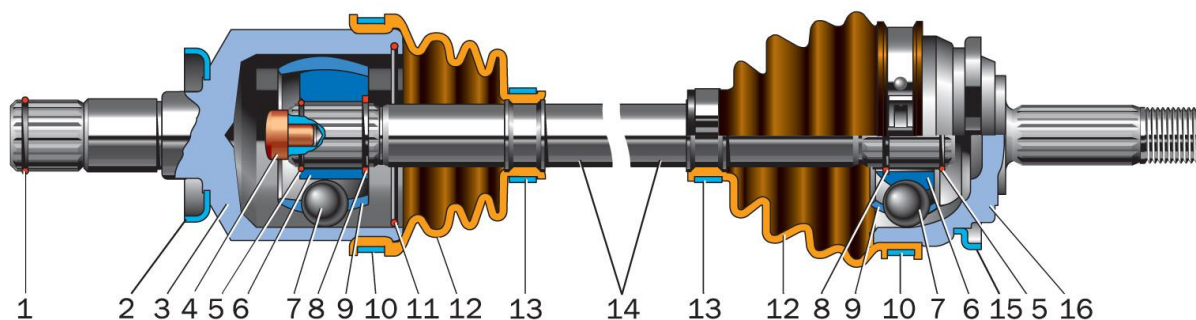


Рис. 1.3.5 Шариковый универсальный шарнир .

1 — стопорное кольцо корпуса внутреннего шарнира; 2 — защитное кольцо внутреннего шарнира; 3 — корпус внутреннего шарнира; 4 — упор вала; 5 — стопорное кольцо; 6 — обойма; 7 — шарик; 8 — упорное кольцо; 9 — сепаратор; 10 — наружный хомут; 11 — фиксатор внутреннего шарнира; 12 — защитный чехол; 13 — внутренний хомут; 14 — вал привода колеса; 15 — защитное кольцо наружного шарнира; 16 — корпус наружного шарнира

Так же широкое распространение получили сдвоенные карданные шарниры (рис.1.3.6). Они представляют собой карданную передачу с двумя шарнирами неравных угловых скоростей, у которых длина карданных валов равна 0. Вилки расположены в одной плоскости с центрирующим устройством, обеспечивают равенство углов наклона валов.

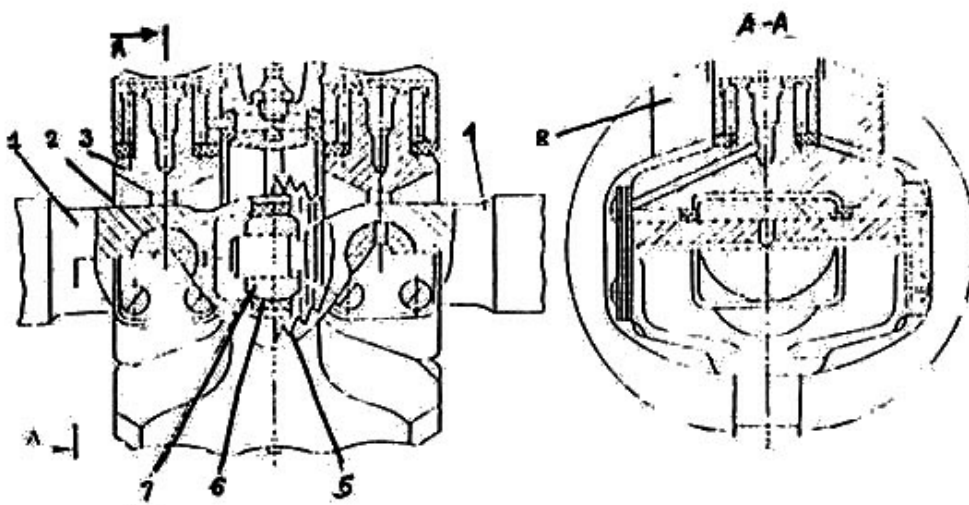


Рис. 1.3.6 Сдвоенный карданный шарнир.

Устройство состоит из: сферической обоймы 6, вставленной в вал 1, сферического сухаря 7, установленного на конце вала 4, и резинового защитного чехла 5. Валы 1 и 4 имеют проушины. Втулки 2 соединяют валы с составными крестовинами 3. Крестовины установлены в корпусе шарнира 8. Недостатком сдвоенного шарнира является его конструктивная сложность, не может передавать большие крутящие моменты из-за ограничения давления шпонок на палец крестовины.

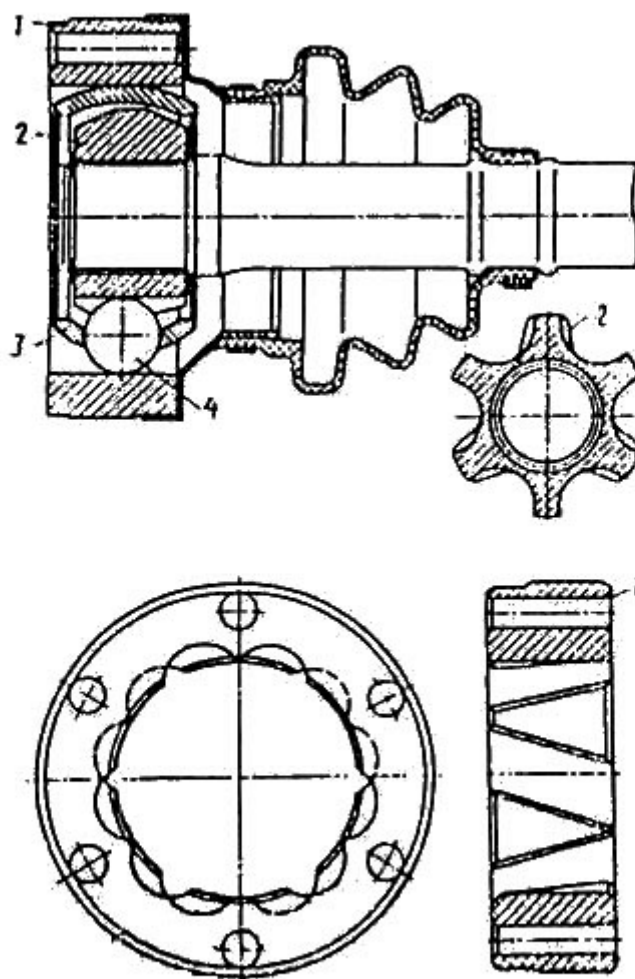


Рис. 1.3.7 Шариковый универсальный шарнир (типа "Либро")
 1-цилиндрический корпус, 2-сферический кулак, 3- сепаратор, 4- шарик.

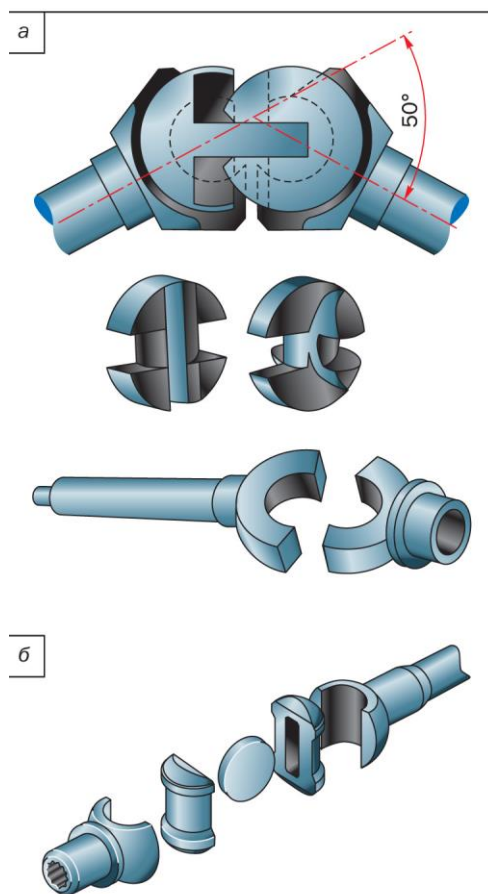


Рис. 1.3.8 Кулачковые шарниры.

На рис. 1.3.8(а) представлен шарнир «Тракта», состоящий из четырех штампованных деталей: двух втулок и двух фасонных кулачков, трущиеся поверхности которых подвергаются шлифованию. Если разделить по оси симметрии кулачковый карданный шарнир, то каждая часть будет представлять собой карданный шарнир неравных угловых скоростей с фиксированными осями качания (так же, как у сдвоенного карданного шарнира). Дискový шарнир на рис. 1.3.8(б) состоит из пяти простых по конфигурации деталей: двух вилок, двух кулачков и диска.

Кулачковые шарниры, благодаря наличию развитых поверхностей взаимодействующих деталей, способны передавать значительный по величине крутящий момент при обеспечении угла между валами до 45° . Но трение скольжения между контактирующими поверхностями приводит к тому, что этот шарнир имеет самый низкий КПД из всех шарниров равных угловых

скоростей. Следствием этого является значительный нагрев и задиры на деталях шарнира.

Таким образом, мы рассмотрели различные виды шарниров.

Типы приводных валов транспортных средств

Наиболее распространены на автотранспорте передние и задние приводные валы. Типичные приводные валы показаны на рис 1.3.9

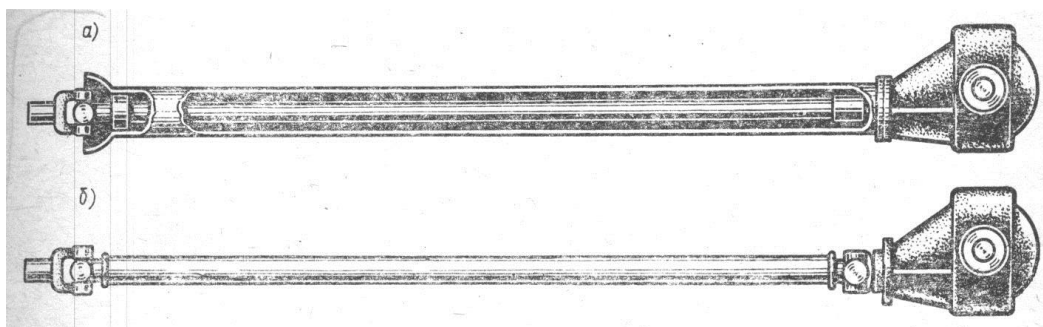


Рис. 1.3.9 Приводные валы: а – с вращающейся трубой; б – открытый вал.

Передние приводные валы с вращающейся трубой, широко применявшиеся в легковых автомобилях, в настоящее время почти вышли из употребления. Кроме передачи вращающегося момента от двигателя и коробки передач к жесткозакрепленному заднему дифференциалу ведущего моста, такой вал должен предохранять от действия вращающего момента и передавать усилия вращения и торможения колес непосредственно транспортному средству. Для этого на его конце помещалась специальная шаровая пята, включающая внутренний универсальный шарнир.

К числу основных недостатков приводных валов этого типа следует отнести их высокую стоимость, увеличение неподрессоренной массы при использовании ведущего моста с жесткозакрепленными колесами и, наконец, усиление полой трубой нежелательных шумов и вибраций. Расходы на их обслуживани.

Открытый приводной вал, который состоит из двух или более универсальных шарниров, в настоящее время является самым распространенным механизмом передачи энергии от двигателя и коробки

передач к конечным элементам ведущего моста. При таком конструктивном решении вал передает только вращающий момент. Основные преимущества открытого приводного вала следующие: низкая себестоимость, простота изготовления, снижение общей массы транспортного средства и, наконец, удобство установки и обслуживания.

Разнообразие эксплуатационных требований к приводным валам привело к созданию большого числа их конструкций. В основном они представляют собой двух- либо многошарнирные валы. На рис. 1.3.10 показан вал легкового автомобиля, в котором, как правило, используются два или три универсальных шарнира.

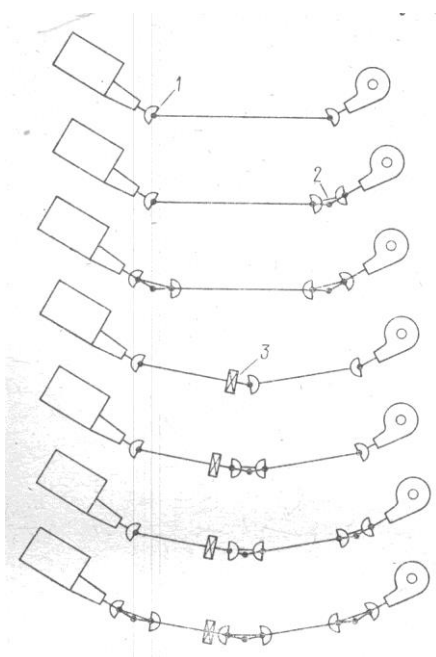


Рис. 1.3.10 Конструкция приводного вала легкового автомобиля. 1 – универсальный карданный шарнир; 2 – двойной универсальный карданный шарнир; 3 – опорный подшипник вала.

На рис. 1.3.11 показана компоновка привода переднего колеса легкового автомобиля. На нем изображен вал системы управления с универсальным шарниром, широко используемый в таких машинах.

При изготовлении трубчатых валов обычно используют сталь. Однако в зависимости от ранее рассмотренных конструктивных параметров соединительные трубы могут выполнены из других материалов. Типичный круглый стальной трубчатый вал изготавливают из листовой или полосовой

холоднокатаной низкоуглеродистой стали толщиной 1,85 –2,50 мм, пригодной для последующей сварки.

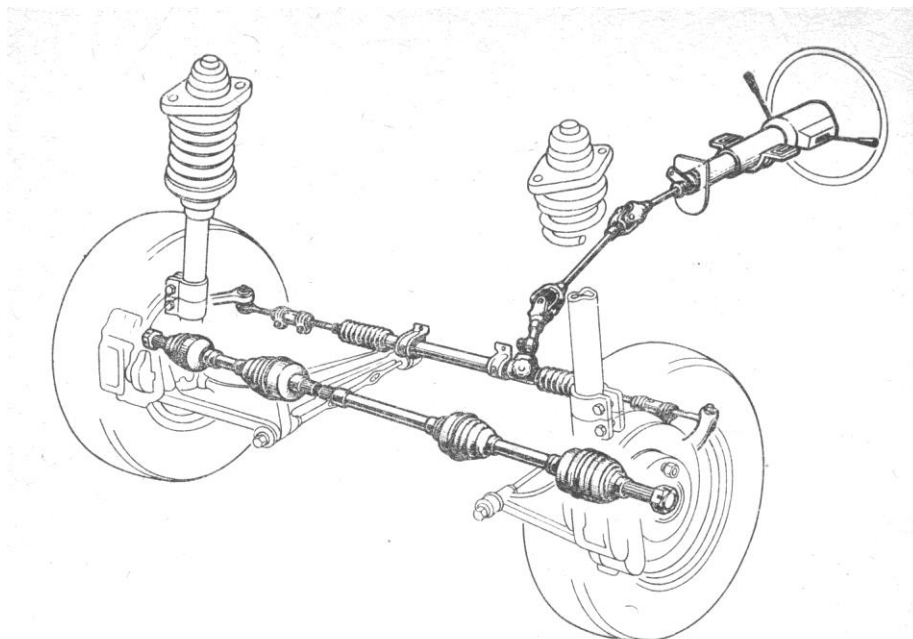


Рис. 1.3.11 Привод передних колес легкового автомобиля с рулевым валом.

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции карданных шарниров равных угловых скоростей.

Рассмотрим примеры действующих конструкций привода передних колёс. На рис 1.4.1 показаны приводы колёс автомобиля Форд Фьюжн (Ford Fusion) в сборе.

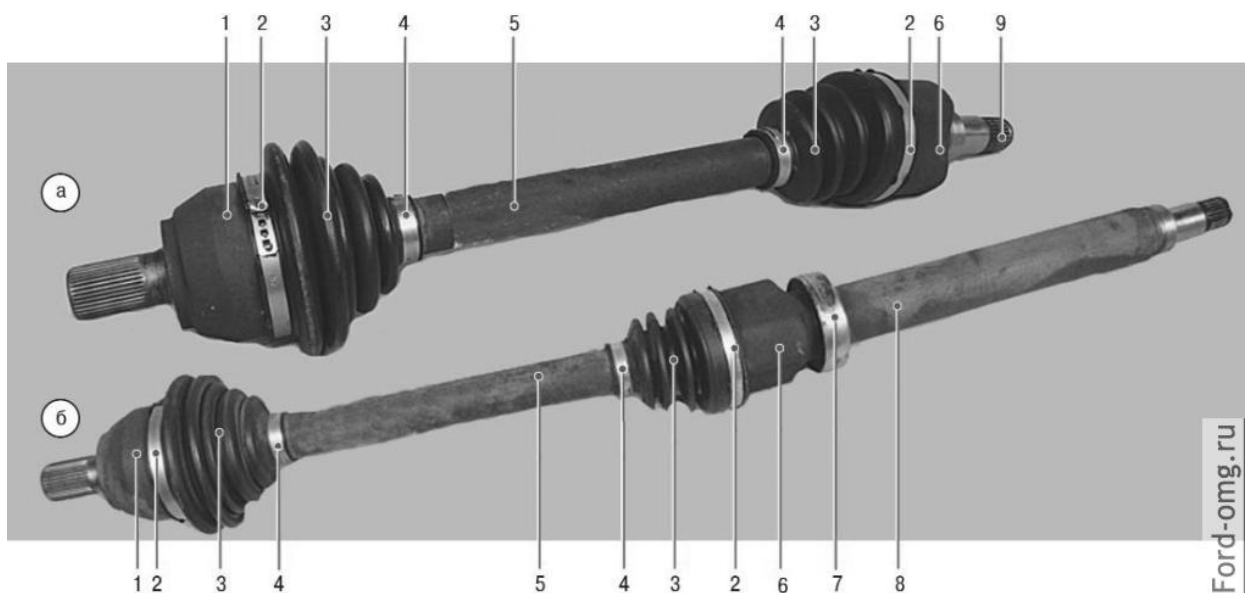


Рис. 1.4.1 Приводы передних колес автомобиля Ford Fusion.

а – привод левого переднего колеса; б – привод правого переднего колеса; 1 – наружные шарниры равных угловых скоростей; 2 – большие хомуты крепления чехлов шарниров; 3 – чехлы шарниров; 4 – малые хомуты крепления чехлов шарниров; 5 – валы приводов; 6 – внутренние шарниры равных угловых скоростей; 7 – подшипник промежуточной опоры; 8 – промежуточный вал; 9 – стопорное кольцо

Наружный шарнир типа Бирфильд состоит из корпуса, сепаратора, обоймы и шести шариков. В корпусе шарнира и в обойме выполнены канавки для размещения шариков. Канавки в продольной плоскости выполнены по радиусу, что обеспечивает требуемый угол поворота наружного шарнира. Шлицевый наконечник корпуса наружного шарнира установлен в ступицу переднего колеса и прикреплен к ней болтом.

Обойма наружного шарнира установлена на шлицах вала 5 и зафиксирована на валу стопорным кольцом.

Внутренний шарнир типа Трипод состоит из корпуса и трех роликов на игольчатых подшипниках, надетых на цапфы трехшиповой ступицы. В корпусе шарнира выполнены пазы для роликов. Трехшиповая ступица зафиксирована на валу стопорным кольцом, ролики позволяют ступице перемещаться в пазах корпуса шарнира в осевом направлении, благодаря чему привод может удлиняться или укорачиваться для компенсации взаимных перемещений подвески и силового агрегата. Шлицевый наконечник корпуса внутреннего шарнира привода а левого переднего колеса закреплен в полуосевой шестерне дифференциала пружинным стопорным кольцом 9, а шлицевый наконечник корпуса внутреннего шарнира привода б правого переднего колеса установлен в полуосевой шестерне без фиксации, так как корпус зафиксирован от осевого перемещения промежуточной опорой на двигателе, подшипник 7 которой напрессован на промежуточный вал 8, выполненный за одно целое с корпусом внутреннего шарнира.

Аналогичную конструкцию имеют приводы автомобиля Хёндэ Солярис (Hyundai Solaris) (Рис. 1.4.2).

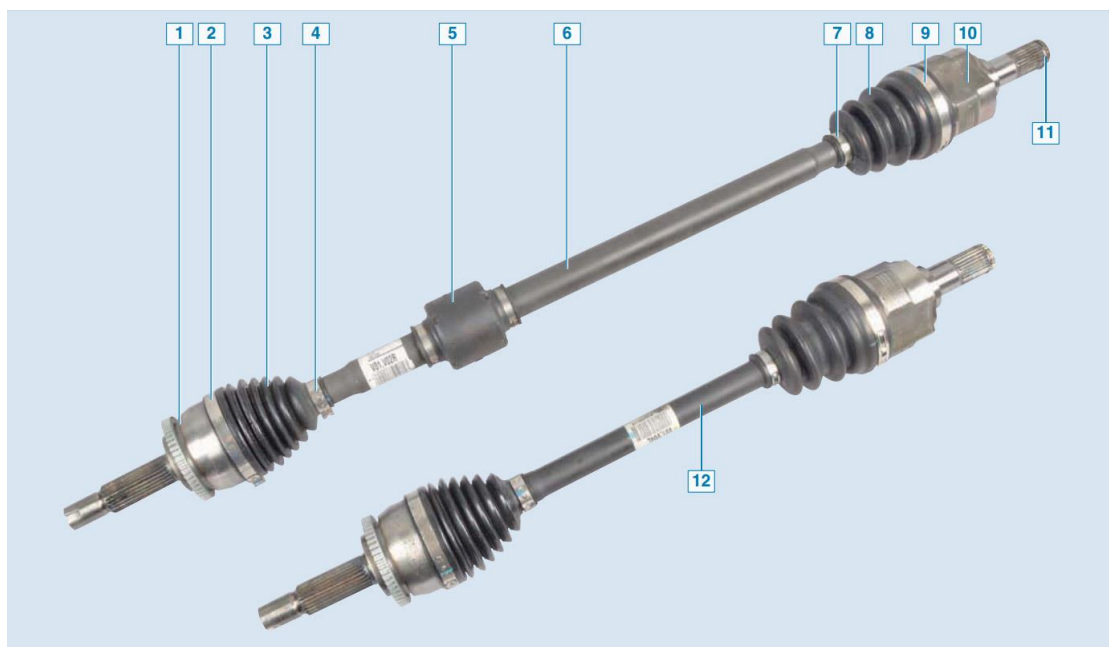


Рис. 1.4.2 Приводы передних колес Hyundai Solaris:

1– корпус наружного шарнира; 2– большой хомут крепления чехла наружного шарнира; 3– чехол наружного шарнира; 4– малый хомут крепления чехла наружного шарнира; 5– демпфер; 6– вал привода правого колеса; 7– малый хомут крепления чехла внутреннего шарнира; 8– чехол внутреннего шарнира; 9– большой хомут крепления чехла внутреннего шарнира; 10– корпус внутреннего шарнира; 11– стопорное кольцо; 12– вал привода левого колеса

В отличие от приводных валов Ford Fusion, валы Hyundai Solaris имеют разную длину и диаметр и не являются взаимозаменяемыми. Это характерно для конструкции приводов большинства переднеприводных автомобилей с поперечным расположением двигателя.

На рис. 1.4.3 показаны приводы передних колёс автомобиля Lada Largus.

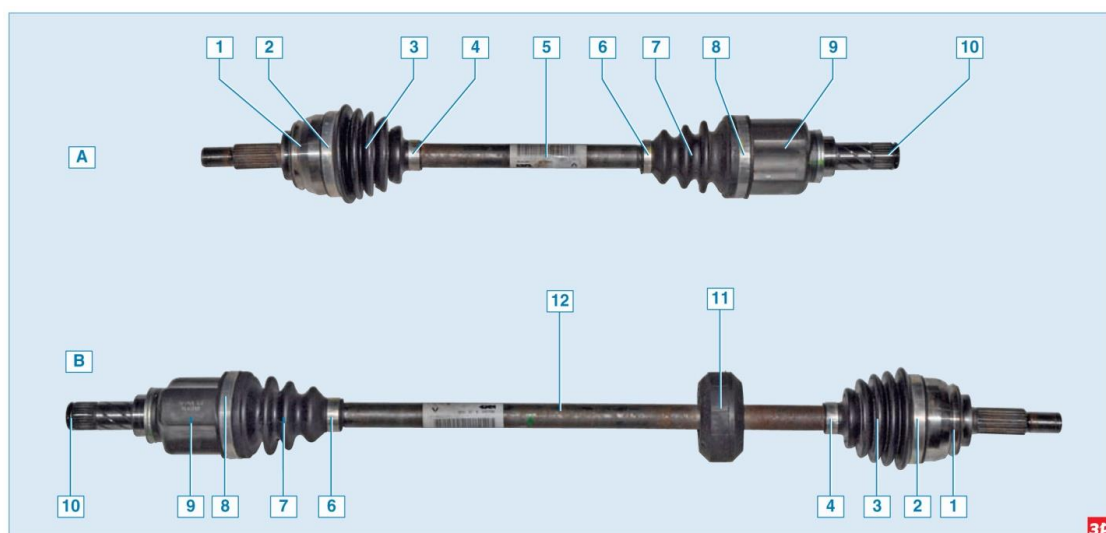


Рис. 1.4.3 Приводы передних колес Lada Largus:

1 – корпус наружного шарнира; 2 – большой хомут крепления чехла наружного шарнира; 3 – чехол наружного шарнира; 4 – малый хомут крепления чехла наружного шарнира; 5 – вал привода левого колеса; 6 – малый хомут крепления чехла внутреннего шарнира; 7 – чехол внутреннего шарнира; 8 – большой хомут крепления чехла внутреннего шарнира; 9 – корпус внутреннего шарнира; 10 – стопорное кольцо; 11 – резиновый демпфер; 12 – вал привода правого колеса

На валу привода правого колеса, также как и в предыдущем примере, расположен демпфер, снижающий вибрации.



Рис. 1.4.3 Наружный шарнир привода передних колес автомобиля Lada Largus с валом и чехлом:

1 – чехол; 2 – наружный шарнир в сборе; 3 – стопорное кольцо; 4 – вал.

Аналогичную конструкцию имеет привод передних колёс полноприводного автомобиля Шевроле Нива (Рис. 1.4.5) с продольным расположением двигателя.

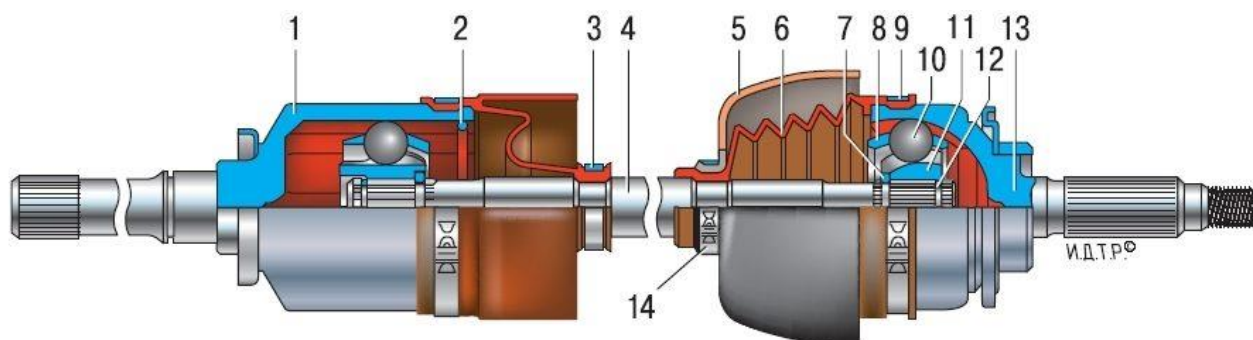


Рис. 1.4.5 Привод переднего колеса Шеви Нива

1 – корпус внутреннего шарнира; 2 – фиксатор; 3 – хомут крепления чехла; 4 – вал привода колеса; 5 – защитный кожух чехла; 6 – защитный чехол; 7 – упорное кольцо обоймы; 8 – сепаратор; 9 – хомут; 10 – шарик; 11 – обойма наружного шарнира; 12 – стопорное кольцо; 13 – корпус наружного шарнира; 14 – хомут крепления кожуха.

На рис. 1.4.6 представлен привод переднего колеса автомобиля Volkswagen Passat (Фольксваген Пассат)

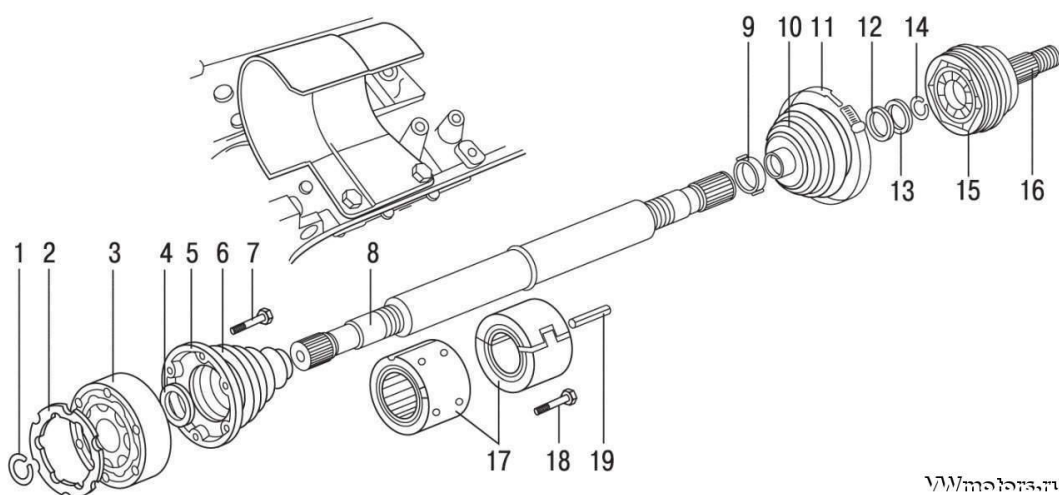


Рис. 1.4.6 Привод переднего колеса Фольксваген Пассат Б3-Б4

1 – стопорное кольцо; 2 – специальная прокладка; 3 – внутренний шарнир; 4 – шайба; 5 – защитный чехол; 6 – защитный кожух; 7 – болт; 8 – приводной вал; 9 – малый хомут; 10 – защитный чехол; 11 – большой хомут; 12 – тарельчатая шайба; 13 – шайба; 14 – стопорное кольцо; 15 – внешний шарнир; 16 – цилиндрический штифт; 17 – гаситель крутильных колебаний (из двух частей); 18 – болт; 19 – пластина

На рис. 1.4.7 представлен привод переднего колеса автомобиля Mazda 626 (Mazda 626 / MX-6)

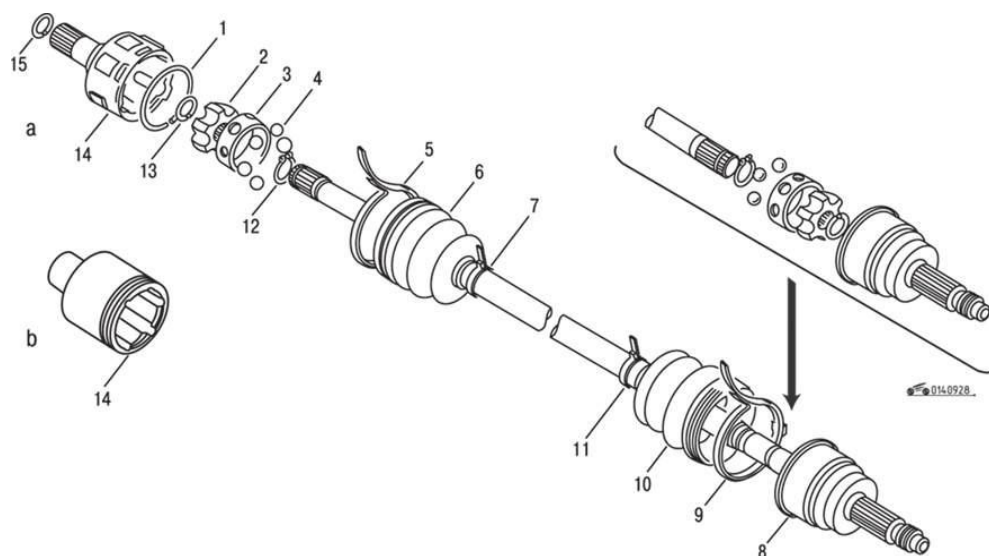


Рис. 1.4.7 Привод переднего колеса Mazda 626 / MX-6
 Приводной вал: а – левая сторона; б – правая сторона; 1, 12, 15 – стопорные кольца; 2 – обойма шарнира; 3 – сепаратор; 4 – шарик; 5, 7, 9, 11 – хомуты; 6 – защитный чехол; 8 – внутренний ШРУС; 10 – защитный чехол; 13 – упорное кольцо; 14 – корпус наружного ШРУСа

Привод переднего колеса Nissan Almera (Ниссан Альмера) на рис. 1.4.8:

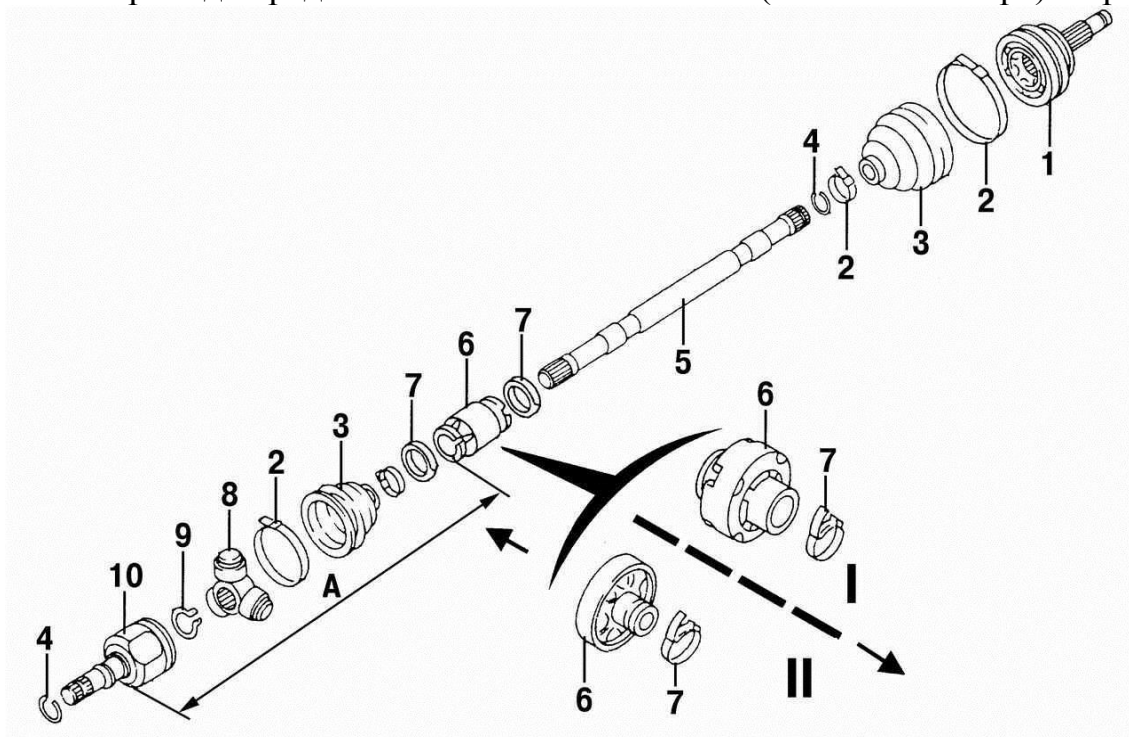


Рис. 1.4.8 Привод переднего колеса Nissan Almera
 I — бензиновый двигатель; II — дизельный двигатель; 1 — наружный шарнир равных угловых скоростей; 2 — хомут крепления защитного чехла; 3 — защитный чехол; 4, 9 — стопорные кольца; 5 — вал; 6 — антивибрационный груз; 7 — хомут антивибрационного груза; 8 — шарнир типа «трипод»; 10 — корпус внутреннего шарнира равных угловых скоростей; А — расстояние между наружной кромкой груза и наружной поверхностью наружного шарнира

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

На автомобиле Лада Приора привод каждого колеса состоит из двух шарниров равных угловых скоростей (рис 1.5.1) и вала, который у привода левого колеса выполнен из прутка, а у правого из трубы.

Наружный шарнир состоит из корпуса, сепаратора, внутренней обоймы и шести шариков. В корпусе шарнира и в обойме выполнены канавки для размещения шариков. Канавки в продольной плоскости выполнены по радиусу, что обеспечивает угол поворота наружного шарнира до 42° . Шлицевой наконечник корпуса шарнира устанавливается в ступицу переднего колеса и крепится к ней гайкой. Обойма шарнира устанавливается на шлицах вала между упорным кольцом и стопорным кольцом.

Внутренний шарнир отличается от наружного тем, что дорожки корпуса и обоймы выполнены прямыми, а не радиальными, что позволяет деталям шарнира перемещаться в продольном направлении. Это необходимо для компенсации перемещений, вызванных колебаниями передней подвески и силового агрегата.

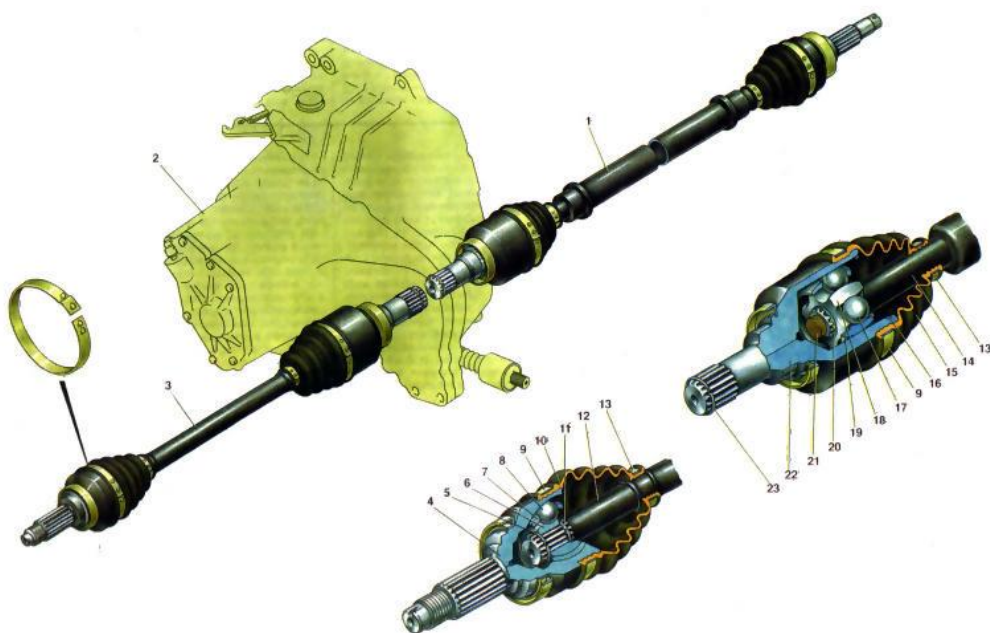


Рис 1.5.1: 1. Привод правого переднего колеса; 2. Коробка передач; 3. Привод

левого переднего колеса; 4. Корпус наружного шарнира; 5. Стопорное кольцо обоймы шарнира; 6. 18.Обойма шарнира; 7. 19.Сепаратор шарнира; 8. 17.Шарик шарнира; 9. Наружный хомут чехла; 10. 15.Защитный чехол шарнира; 11. Упорное кольцо; 12. 14.Вал привода левого колеса; 13. Внутренний хомут чехла; 14. Фиксатор внутреннего шарнира; 15. 20.Сторное кольцо обоймы внутреннего шарнира; 16. 21.Буфер вала; 17. 22.Корпус внутреннего шарнира; 18. 23.Сторное кольцо полуосевой шестерни.

2. Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрена.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1. Исходные данные

Колесная формула	4x2
Собственная масса, кг	1088
Количество мест	5
Максимальная скорость, м/с	$V_{\max}=52,8$
Максимальная частота вращения коленвала, рад/с	$\omega=560$
Коэффициент аэродинамического сопротивления	$C_x=0,34$
Величина максимально преодолеваемого подъема	$\alpha=0,34$
КПД трансмиссии	$\eta_{\text{тр}}=0,92$
Площадь поперечного сечения, м ²	$F=1,936$
Коэффициент сопротивления качению	$f_{k0}=0,012$
Число передач в коробке передач	5
Передаточное число высшей передачи	$U_5=0,784$
Момент инерции колеса, кг·м ²	$M_k=0,73$
Момент инерции вращающихся частей двигателя, кг·м ²	$M_{\text{и}}=0,75$

3.1.2. Определение полной массы автомобиля

$$m_a = m_a^0 + Nm_{\text{п}} + Nm_{\text{т}}$$

где m_a^0 – собственная масса

$m_{\text{п}}$ – масса одного человека, 75 кг

$m_{\text{т}}$ – багаж на одного человека, 10 кг

$$m_a = 1088 + 5 \cdot 75 + 5 \cdot 10 = 1454 \text{ кг}$$

$$G_a = m_a \cdot g = 1454 \cdot 9,81 = 14263,74 \text{ Н}$$

3.1.3. Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью "Краткого автомобильного справочника".

Размер шин – 8,9-15

$$r_{cm} = 0,5d + \Delta\lambda B = 0,5 \cdot 343 + 0,8 \cdot 0,825 \cdot 180,075 = 260,34 \text{ мм}$$

$$\text{где } \Delta = \frac{H}{B} = 0,8$$

где d – посадочный диаметр, $d = 14'' = 343 \text{ мм}$

H – высота

B – ширина, $B = 7,35'' = 180,075 \text{ мм}$

λ – коэффициент, учитывающий деформацию шины.

3.1.4. Определение внешне-скоростной характеристики двигателя.

Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.

$$N_V = (G_a \cdot \psi_V \cdot V_{\max} + 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V_{\max}^3) / \eta_{\text{тр}} \quad (3.1.1)$$

где:

ψ_V – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля,

$$\psi_V = f = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-5} V_a^2) \quad (3.1.2)$$

$$\psi_V = 0,012(1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot 52,8^2) = 0,0359$$

$C_x = 0,34$ - коэффициент аэродинамического сопротивления,

$\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха

$F = 1,936 \text{ м}^2$ - площадь поперечного сечения,

$\eta_{\text{тр}} = 0,92$ – КПД трансмиссии

$$N_V = (14263,74 \cdot 0,0395 \cdot 52,8 + 0,5 \cdot 0,34 \cdot 1,293 \cdot 1,936 \cdot 52,8^3) / 0,92 = 81,42 \text{ кВт}$$

Определим максимальную мощность двигателя:

$$N_{\max} = N_V / (a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3) \quad (3.1.3)$$

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

$$\lambda = \omega_{\max} / \omega_N = 1,1$$

$$N_{\max} = 81,42 / (1,1 + 1,1^2 - 1,1^3) = 83,17 \text{ кВт}$$

Рассчитываем в зависимости от числа оборотов значение N_e и рассчитанные значения заносим в табл. 2.1.1. (см. Приложения).

$$N_e(\omega_e) = N_{\max} ((\omega_e/\omega_N) + (\omega_e/\omega_N)^2 - (\omega_e/\omega_N)^3) \quad (3.1.4)$$

Определяем значения крутящего момента по формуле:

$$M_e(\omega_e) = N_e(\omega_e) / \omega_e \quad (3.1.5)$$

и рассчитанные значения заносим в табл. 2.1.1. (см. Приложения).

По полученным значениям N_e и M_e строим график зависимости мощности и момента от оборотов коленчатого вала рис. 2.1.1. (см. Приложения).

3.1.5. Определение передаточного числа главной передачи

С уменьшением передаточного числа главной передачи U_0 снижается запас мощности двигателя, однако до определенных пределов повышается максимальная скорость. Лишь для скоростных легковых автомобилей максимальная скорость соответствует максимальной мощности. Для обычных автомобилей наиболее важной является характеристика разгона. Поэтому передаточное число главной передачи подбирается так, чтобы соответствовало максимуму мощности.

$$U_0 = (\omega_N \cdot r_K) / V_{\max} \quad (3.1.6)$$

где ω_N – число оборотов двигателя при максимальной скорости

r_K – радиус качения колеса

$$U_0 = 2,565$$

3.1.6. Подбор передаточных чисел коробки передач

Передаточные числа КП должны обеспечить автомобилю способность

преодолевать повышенные дорожные сопротивления и быстро разгоняться.

$$U_1 = (G_{\text{сц}} \cdot \psi_{\text{max}} \cdot r_k) / (M_{\text{max}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0) \quad (3.1.7)$$

где $U_0 = 2,565$ – передаточное число главной передачи,

$G_{\text{сц}}$ – сцепной вес автомобиля,

$\eta_{\text{тр}} = 0,92$ – КПД трансмиссии,

$$U_2 = \sqrt[4]{U_1^3} \quad (3.1.8)$$

$$U_3 = \sqrt[4]{U_1^2} \quad (3.1.9)$$

$$U_4 = \sqrt[4]{U_1} \quad (3.1.10)$$

$$U_5 < 1, \text{ так как передача является повышающей} \quad (3.1.11)$$

$$U_1 = 3,636$$

$$U_2 = 1,950$$

$$U_3 = 1,357$$

$$U_4 = 1,141$$

$$U_5 = 0,9$$

3.1.7. Определение текущих значений скорости

Определяем скорость на каждой передаче и в зависимости от оборотов коленвала.

$$V_a(\omega_e) = (\omega_e \cdot r_k) / (U_0 \cdot U_i) \quad (3.1.12)$$

Рассчитанные значения заносим в табл. 2.1.2. (см. Приложения).

Определим силу тяги:

$$P_T(\omega_e) = [M_e(\omega_e) \cdot U_1 \cdot U_0 \cdot \eta_{\text{тр}}] / r_k \quad (3.1.13)$$

Рассчитанные значения заносим в табл. 2.1.3. (см. Приложения).

Определяем силу сопротивления воздуха.

$$P_{\text{В}}(\omega_e) = 0,5 C_x \cdot \rho \cdot 1,9 \cdot (V_a(\omega_e) / U_i)^2 \quad (3.1.14)$$

Рассчитанные значения заносим в табл. 2.1.3. (см. Приложения).

Определяем силу сопротивления качению.

$$P_f = G_a f \cos \alpha = 1454 \cdot 0,013 \cdot 1 = 18,902 \text{ Н} \quad (3.1.15)$$

По полученным данным строим график зависимости P_T от V рис 2.1.2. (см. Приложения)

3.1.8. Определение динамического фактора

Динамическая характеристика, показывающая зависимость динамического фактора от скорости автомобиля на всех передачах:

$$D = \frac{P_T - P_w}{G_a} \quad (3.1.15)$$

$$D_\varphi = \frac{z \cdot \varphi}{G_a} \quad (3.1.16)$$

где $z = G_a = 1255$ – реакция на ведущих колесах автомобиля.

$$D_\varphi = \varphi = 0,85$$

$$\text{Передний } z = G_a m_1 = 0,85 G_a$$

$$\text{Задний } z = G_a m_2 = 1,12 G_a$$

Рассчитанные значения заносим в табл. 2.1.4. (см. Приложения). По полученным данным строится график динамической характеристики автомобиля рис 2.1.3. (см. Приложения).

3.1.9. Определение мощностного баланса автомобиля

Для решения ряда вопросов, как например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением:

$$N_\Sigma = N_e \eta_{тр} = N_f + N_n + N_w + N_j \quad (3.1.17)$$

где N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_n – мощность, затрачиваемая на преодоление подъема;

N_w - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_j - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля.

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.

Определим мощности, затрачиваемые на преодоление сопротивления движению:

$$N_f = \frac{G_a f V_a \cos \alpha}{270} \quad (3.1.18)$$

$$N_n = \frac{G_a V_a \sin \alpha}{270} \quad (3.1.19)$$

$$N_w = \frac{KF \cdot V_a^3}{3500} \quad (3.1.20)$$

$$N_j = \frac{G_a \cdot j \cdot V_a}{g \cdot 270} \quad (3.1.21)$$

Результаты в табл. 2.1.5. (см. Приложения). По подсчитанным значениям строим график мощностного баланса для автомобиля, движущегося на прямой передаче по горизонтальной дороге ($\alpha=0$) рис 2.1.4. (см. Приложения).

Точка пересечения кривой мощности N_Σ , развиваемой на ведущих колесах автомобиля, с кривой мощности N_f+N_w , затрачиваемой на преодоление сопротивлений качению и воздуха, определяется скоростью V_{\max} .

3.1.10. Определение ускорения автомобиля

Ускорение автомобиля вычисляется по формуле:

$$j = \frac{(P_T - P_C)g}{\delta G_a} \quad \text{или} \quad j = \frac{(D - \psi)g}{\delta} \quad (3.1.22)$$

$P_C = P_\psi + P_B$ – суммарная сила сопротивления.

δ - коэффициент учета вращающихся масс;

g – ускорение силы тяжести.

$$\delta = 1,05 + 0,07U_i^2 \quad (3.1.23)$$

Определяем δ для каждой передачи:

$$\delta_1 = 1,184$$

$$\delta_2 = 1,063$$

$$\delta_3 = 1,038$$

$$\delta_4 = 1,026$$

$$\delta_5 = 1,019$$

По результатам расчета строим график ускорений табл.2.1.6 график 2.1.5 (см. Приложения).

3.1.11. Определение времени, пути разгона автомобиля

Ускорение не дает достаточно ясного представления о динамичности, для чего определяется время и путь разгона. Время разгона вычисляется графическим интегрированием по графику величин обратных ускорений.

Для построения зависимости времени разгона от скорости вся площадь под кривой $f=f(V_a)$ разбивается вертикальными линиями на участки с интервалом скоростей 10 км/ч, для упрощения площадь каждого участка заменяется площадью прямоугольника с высотой $\frac{1}{j_{cp}} = \left(\frac{1}{j_1} - \frac{1}{j_2}\right) / 2$, где $\frac{1}{j_1}$ и $\frac{1}{j_2}$ обратные ускорения в начале и в конце участка.

Время разгона определяется суммированием элементарных площадей:

$$\Delta t = \frac{1}{j_{cp}} dV ; t = \frac{\sum \Delta t \cdot a \cdot b}{3,6}$$

где a и b – масштабы соответственно скорости и обратных ускорений.

Результаты расчета приведены в табл. 2.1.7. (см. Приложения). По полученным данным строится график 2.1.6. (см. Приложения) зависимости времени разгона от скорости .

Путь разгона вычисляется графическим интегрированием по графику времени разгона.

Площадь под кривой $f=f(V_a)$ разбивается на участки. Площадь каждого участка вычисляется как площадь прямоугольника с высотой $V_{cp} = \frac{V_1+V_2}{2}$, где v_1 и v_2 - скорости в начале и в конце участка.

Суммируя элементарные площади $\Delta S = V_{cp} dt$ определяем путь разгона в заданном диапазоне.

$$S = \frac{\sum \Delta S}{3,6} \cdot a \cdot l, \text{ где } l - \text{ масштаб времени.}$$

По полученным данным табл. 2.1.8. строим график 2.1.7. (см. Приложения).

3.12. Определение топливной экономичности автомобиля

$$g_{e\text{эф}} = 310;$$

$$Y_r = 0,75;$$

$$e(\omega_e) = \omega_e / 4666 \quad (3.1.23)$$

$$k_e(\omega_e) = 0,625 (e(\omega_e))^2 - 0,9e(\omega_e) + 1,275 \quad (3.1.24)$$

$$N_\psi(\omega_e) = G_a (0.012 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot (V_{a5} / 3.6)^2) \cdot (V_{a5} / 3.6)) \quad (3.1.25)$$

$$N_\Sigma(\omega_e) = N_\psi(\omega_e) + C_x \cdot \rho / 2 \cdot 1.9 (V_{a5} / 3.6)^3 \quad (3.1.26)$$

$$U(\omega_e) = N_\Sigma(\omega_e) / N_{k5}(\omega_e) \quad (3.1.27)$$

$$k_u(\omega_e) = 2,5 (U(\omega_e))^2 - 4 U(\omega_e) + 2,5 \quad (3.1.28)$$

$$g_e = k_u(\omega_e) \cdot k_e(\omega_e) \cdot g_{e\text{эф}} \quad (3.1.29)$$

$$Q_3(\omega_e) = (g_e(\omega_e) N_\Sigma(\omega_e) 10^{-3} \cdot 3,6) / (36 \cdot V_{a5}(\omega_e) \cdot Y_r \cdot \eta_{тр}) \quad (3.1.30)$$

По полученным данным табл. 2.1.9. строим график 2.1.8. (см. Приложения).

3.2. Расчет карданной передачи

3.2.1. Расчет допустимой длины вала

а) Определим расчетный крутящий момент на карданном валу на низшей передаче коробки передач:

$$M_p = 0,5 \cdot M_{\text{emax}} \cdot U_1 \cdot U_{\text{ГП}} \text{ [Н}\cdot\text{м]} \quad (3.2.1)$$

где

$M_{\text{emax}} = 150$ – максимальный крутящий момент двигателя.

$U_1 = 3,636$ – передаточное число первой передачи.

$U_{\text{ГП}} = 3,006$ - передаточное число главной передачи.

$M_{\text{кр}} = 818,1$ Н·м

б) определим максимальную частоту вращения вала:

$$n_{\text{max}} = 2,65 \cdot V_{\text{amax}} / r_{\text{к0}} \quad (3.2.2)$$

где:

$V_{\text{amax}} = 52,8$ м/с – максимальная скорость автомобиля

$r_{\text{к0}} = 0,266$ м – радиус качения колеса

$n_{\text{max}} = 526$ рад/с.

в) выбираем диаметр трубы вала из ряда стандартных размеров сечений труб по ГОСТ 5005-65, в зависимости от передаваемого крутящего момента, соответствующего статическим уровням напряжений кручения в карданных валах легковых автомобилей:

$$\tau_{\text{к}} = 25\text{-}55 \text{ МПа};$$

$D = 42$ мм – наружный диаметр;

$d = 33,6$ мм – внутренний диаметр.

3.2.2 Определим критическое число оборотов карданного шарнира

Карданный вал имеет трубчатую часть. Основные конструктивные расчеты и размеры выбираются из предыдущих расчетов:

$L = 636$ мм – длина вала

$D = 42$ мм, $d = 33,6$ мм – наружный и внутренний диаметры вала.

Определим массу трубчатого вала по формуле:

$$m = 0,25/\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot L \cdot J_v \quad (3.2.3)$$

$$m = 1,82 \text{ кг}$$

Момент инерции сечения:

$$J = \pi(D^2 - d^2)/64 \quad (3.2.4)$$

$$J = 7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4 \quad (3.2.5)$$

Критическая угловая скорость вращения:

$$\omega_{кр} = \sqrt{(K \cdot E \cdot J)/(L^3 \cdot m)} \quad (3.2.6)$$

Где:

$E = 2,15 \cdot 10^5$ МПа – модуль упругости 1-го рода

$K = 77$ – коэффициент, характеризующий жесткость опор

$$\omega_{кр} = 1,573 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$$

Критическое число оборотов карданного вала:

$$n_{кр} = 10 \cdot 10^4 (\sqrt{D^2 + d^2})/L^2 \quad (3.2.7)$$

$$n_{кр} = 1716,71 \text{ рад/с}$$

Проверка на соответствие требованиям ОСТ 37.001.053-74:

$$n_{max}/n_{кр} = 526/1716,71 = 0,31 < 0,7 \quad (3.2.8)$$

Условия соблюдены.

3.2.3. Расчет валов на прочность и эластичность

а) расчет трубы на прочность предполагает определение напряжения под действием расчетного момента и максимального динамического момента.

Напряжение кручения под действием расчетного момента:

$$\tau_{кр} = M_p/W_{кр} < [\tau_{кр}] \quad (3.2.9)$$

Где:

$M_{кр} = 818,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – расчетный крутящий момент

$W_{кр} = 13,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ – момент сопротивления кручению (определяется по таблице, для стандартной трубы).

$[\tau_{кр}] = 200 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение (по справочному для данной конструкции).

$$\tau_{крj} = 818,1 / 13,6 \cdot 10^{-6} = 60,15 \text{ МПа} < 200 \text{ МПа} \quad (3.2.10)$$

Напряжение кручения под действием максимального динамического момента:

$$\tau_{крj} = M_{крj} / W_{кр} < [\tau_{кр}] \quad (3.2.11)$$

Где:

$M_{крj}$ – максимальный динамический момент на валу.

$$M_{крj} = 1,5 \cdot M_{емax} \cdot U_1 \cdot U_{ГП} \quad (3.2.12)$$

$$M_{крj} = 1,5 \cdot 150 \cdot 3,636 \cdot 3,006 = 2454,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\tau_{крj} = 2454,2 / 13,6 \cdot 10^{-6} = 180 \text{ МПа} < 200 \text{ МПа} \quad (3.2.13)$$

б) Расчет трубы на жесткость предполагает определение угловой скорости вала, критического числа оборотов и угла закручивания вала.

Критическое число оборотов карданного вала: $n_{кр} = 1716,71 \text{ рад/с}$

Угол закручивания трубы карданного вала под действием расчетного момента:

$$\theta = (M_{кр} \cdot L_{пр} \cdot 180) / (\sigma_{\tau} \cdot J_p \cdot \pi) \quad (3.2.14)$$

Где:

$M_{кр} = 818,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – расчетный крутящий момент;

$L_{пр} = 0,636 \text{ м}$ – длина вала;

$\sigma_{\tau} = 8 \cdot 10^{10} \text{ МПа}$ - модуль упругости 2-го рода;

$J_p = 49,43 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$ – полярный момент сопротивления.;

$$\theta = (818,1 \cdot 0,636 \cdot 180) / (8 \cdot 10^{10} \cdot 49,43 \cdot 10^{-8} \cdot 3,14) = 0,43^{\circ}$$

Условие жесткости вала при кручении для стали: $\theta = 3 - 9^{\circ}$ на 1 м длины вала. Условие выполняется.

3.2.4. Выбор размерности наружного шарнира

Исходные данные для расчета

Вес автомобиля, приходящийся на переднюю ось:

$$G = 7980,924 \text{ Н.}$$

Максимальный крутящий момент:

$$M_{\text{дв}} = 150 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Радиус колеса: $r_k = 0,266 \text{ м}$

Передаточное число первой передачи: $U_1 = 3,9$

Передаточное число главной пары: $U_{\text{ГП}} = 3,0$

Крутящий момент по сцепному весу на передней полуоси:

$$M_{\text{сцв}} = 0,5 \cdot G \cdot \varphi \cdot r_k \tag{3.2.15}$$

$$M_{\text{сцв}} = 0,5 \cdot 7980,924 \cdot 1 \cdot 0,266 = 1061,46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$\varphi = 1$ – коэффициент сцепления колеса с дорогой.

Максимальный крутящий момент по двигателю на передней оси:

$$M_{\text{дв}}^{\text{п.ось}} = 0,5 \cdot M_{\text{дв}} \cdot U_1 \cdot U_{\text{ГП}} = 810 \text{ Н} \cdot \text{м} \tag{3.2.16}$$

Так как момент по двигателю меньше момента по сцепному весу при нормальных режимах работы, то расчет ведем по моменту двигателя.

Определим размерность шарнира:

$$S = \sqrt[3]{(M_{\text{дв}}^{\text{п.ось}} k) / 0.00872} \tag{3.2.17}$$

Где:

$k = 1,2$ – коэффициент запаса

$$S = 21,935$$

Данная величина находится в интервале величин $S = 19,1$ (шарнир 75АС) и $S = 22,2$ (шарнир 87АС). Для дальнейшего расчета принимаем размерность шарнира 82АС и шарик $\varnothing = 15,875$.

3.2.5. Расчет геометрических параметров

Геометрические параметры шарнира можно определить в зависимости от диаметра шарика с использованием коэффициента подобия.

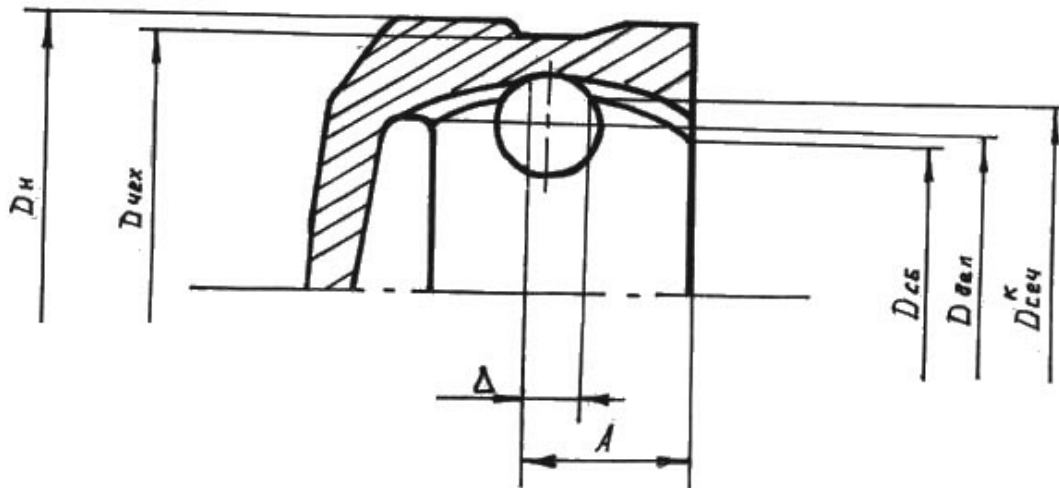


Рис. 3.2.1

Для предварительного выбора принимают следующие коэффициенты:

$$D_{\text{н}}/d = k_1 = 4,85$$

$$D_{\text{чех}}/d = k_2 = 4,8$$

$$D_{\text{сб}}^k/d = k_3 = 3,69$$

$$D_{\text{дел}}/d = k_4 = 3,3$$

$$D_{\text{сб}}^k/d = k_5 = 3,42$$

$$A/d = k_6 = 0,88$$

$$\Delta/d = k_7 = 0,233$$

где d – диаметр шарика.

Используя данные размеры определим размеры, соответствующие полю допуска:

$$D_H = 76,99 \text{ мм принимаем } D_H = 77,0 \text{ мм}$$

$$D_{\text{чех}} = 76,2 \text{ мм принимаем } D_{\text{чех}} = 76,0 \text{ мм}$$

$$D_{\text{сеч}}^K = 58,578 \text{ мм принимаем } D_{\text{сеч}}^K = 58,5 \text{ мм}$$

$$D_{\text{дел}} = 52,387 \text{ мм принимаем } D_{\text{дел}} = 52,4 \text{ мм}$$

$$D_{\text{сб}}^K = 54,29 \text{ мм принимаем } D_{\text{сб}}^K = 54,3 \text{ мм}$$

$$\Delta = 3,67 \text{ мм принимаем } \Delta = 3,7 \text{ мм}$$

3.2.6. Расчет нагруженности наружного шарнира

а) Расчет контактных нагрузок и параметров пятна контакта в соединении шарик – обойма.

Расчет нагрузок в пятне контакта ведем по максимальному моменту по двигателю. Нагрузки действуют в точке F под действием крутящего момента, через плечо l . Примем условно, что нагрузки на всех 6-ти дорожках равны.

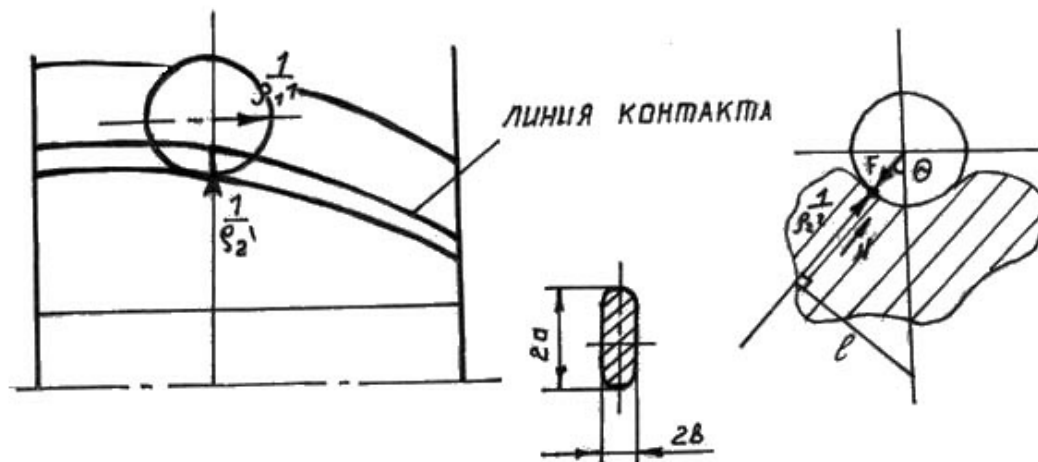


Рис. 3.2.2

$$N = M_{\text{дв}}^{\text{ДВ}} / (n \cdot \sin\theta \cdot 0.5 \cdot D_{\text{дел}}) \quad (3.2.18)$$

где

$n = 6$ – число шариков

$D_{\text{дел}} = 52,327$ мм – средний делительный диаметр

$N = 690,381$ кг

Максимальные контактные нагрузки определяются по теории Герца:

$$P_{\text{max}} = 186.6 / (v \cdot \mu) \cdot \sqrt[3]{N(\sum \rho)^2} \quad (3.2.19)$$

где

v и μ - эмперические коэффициенты форма контактирующих поверхностей.

Для определения данных коэффициентов рассчитаем кривизну контактирующих поверхностей.

$$\rho_{11} = \rho_{12} = 1/R \quad (3.2.20)$$

где $R = 7,937$ – радиус шарика

$$\rho_{11} = \rho_{12} = 0,1259 \text{ мм}^{-1}$$

$$1/\rho_{21} = D_{\text{дел}}/2\cos\theta - R = 29.138 \text{ мм} \quad (3.2.21)$$

$$\rho_{22} = -1/(R \cdot \psi) = -0.1211 \text{ мм}^{-1} \quad (3.2.22)$$

где $\psi = 1,04$

$$\sum \rho = \rho_{11} + \rho_{12} + \rho_{21} + \rho_{22} = 0,1651 \text{ мм}^{-1} \quad (3.2.23)$$

Определим функцию \cos вспомогательного участка τ :

$$\cos\tau = \sqrt{((\rho_{11} - \rho_{12})^2 + (\rho_{21} - \rho_{22})^2 + 2(\rho_{11} - \rho_{22}) \cos 2\omega) / \sum \rho} \quad (3.2.24)$$

где $\omega = 90^\circ$ – угол между ρ_{11} и ρ_{12} , учитывая, что $\rho_{11} = \rho_{12}$

$$\cos\tau = (\rho_{21} - \rho_{22}) / \sum \rho \quad (3.2.25)$$

Данное выражения справедливо для различных нагруженных шарниров.

$$\cos\tau = 0,9411$$

Из стандартных таблиц определим v и μ :

$$\mu = 3,859$$

$$v = 0,41$$

Тогда:

$$P_{\max} = 313,699 \text{ кг/мм}^2$$

Определим полуоси эллипса контакта:

$$a = 0,0506 \cdot \mu \cdot \sqrt[3]{N / \Sigma \rho} = 3,14 \text{ мм} \quad (3.2.26)$$

$$b = 0,0506 \cdot v \cdot \sqrt[3]{N / \Sigma \rho} = 0,334 \text{ м} \quad (3.2.27)$$

б) Расчет усилия действующего на сепаратор.

В связи с имеющимся углом схождения дорожек в наружном шарнире под действием крутящего момента, на сепаратор через шарики действует осевое усилие, направленное в сторону открытого торца корпуса.

Тогда:

$$T = 2N \cdot \sin \alpha \quad (3.2.28)$$

$$T = 136,41 \text{ кг}$$

Данная нагрузка действует при нулевом угле в шарнире. Данные значения контактного напряжения и усилия на сепаратор совпадают с рекомендациями таблиц «Харди Спайар» и соответствуют ГОСТ 5000-74.

3.2.7. Выбор внутреннего шарнира

Наружный шарнир взаимосвязан с внутренним, поэтому размерность внутреннего шарнира выбирается из условия обеспечения равномерности с наружным шарниром. Из этого составляем ряд размерностей шарниров. За определяющий признак принят диаметр шарика.

Таким образом наружному шарниру 82АС с шариком $\varnothing 15,875$ соответствует внутренний шарнир с шариком $\varnothing 16,669$.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ КАРДАНОЙ ПЕРЕДАЧИ

4.1 Исходные данные для проектирования

- а) Сборочный чертеж привода
- б) При сборке шарниров недопустимы трещины на перемычках сепаратора, глубокие вмятины на дорожках обоймы, значительные задиры и коррозия на рабочих поверхностях всех деталей.
- в) Годовой объем выпуска: 20 000

4.2 Разработка технологической схемы сборки

4.2.1 Составление перечня сборочных работ

Таблица 4.1.

№	Содержание основных и вспомогательных переходов.	Время, $t_{оп}$, мин.
1. Узловая сборка наружного шарнира		
1	<i>Осмотреть корпус со всех сторон</i>	0,08
2	Установить корпус в приспособление	0,04
3	Смазать корпус	0,10
4	Осмотреть обойму	0,07
5	Смазать обойму	0,10
6	Осмотреть сепаратор	0,07
7	Смазать сепаратор	0,10
8	Вставить обойму в сепаратор	0,04
9	Вставить сепаратор в сборе с обоймой в корпус	0,04

10	Запрессовать шарики в сепаратор	0,18
11	Заполнить шарнир смазкой	0,10
12	Переместить шарнир в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		0,94
2. Узловая сборка внутреннего шарнира		
1	<i>Осмотреть корпус со всех сторон</i>	0,08
2	Установить корпус в приспособление	0,04
3	Смазать корпус	0,10
4	Осмотреть обойму	0,07
5	Смазать обойму	0,10
6	Осмотреть сепаратор	0,07
7	Смазать сепаратор	0,10
8	Вставить обойму в сепаратор	0,04
9	Вставить сепаратор в сборе с обоймой в корпус	0,04
10	Вставить шарик в сепаратор	0,18
11	Установить фиксатор	0,04
12	Заполнить шарнир смазкой	0,10
13	Переместить шарнир в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		0,98
3. Общая сборка привода		
1	Осмотреть вал	0,08
2	Установить вал в приспособление	0,07
3	Смазать канавку вала машинным маслом	0,09
4	Осмотреть стопорное кольцо	-
5	Установить стопорное кольцо в канавку вала	0,04
6	Осмотреть технологическое кольцо	-
7	Установить технологическое кольцо	0,04
8	Установить чехол наружного шарнира	0,04
9	Установить чехол внутреннего шарнира	0,04

10	Установит хомут наружного шарнира	0,04
11	Установит хомут внутреннего шарнира	0,04
12	Установить наружный шарнир	0,09
13	Установить хомут наружного шарнира	0,04
14	Установить внутренний шарнир	0,09
15	Установить хомут внутреннего шарнира	0,04
Итого:		0,74
Всего $\sum t_{оп}$:		2,70

4.2.2. Определение трудоемкости сборки.

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 2,7 \text{ мин}$$

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} (\alpha + \beta/100) \quad (4.1)$$

$$\alpha = 3\%$$

$$\beta = 5\%$$

$$t_{шт}^{общ} = 2,916 \text{ мин.}$$

4.3. Определение типа производства

Тип производства – массовое.

Определим такт выпуска изделия:

$$T_B = (F_d 60 \text{ м}) / N \quad (4.2)$$

где $F_d = 4015$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену

4.4. Выбор организационной формы сборки

В массовом производстве следует применять подвижную поточную сборку с расчленением процесса операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортных устройств; такт сборки строго регламентирован.

Сборка привода происходит в одну операцию.

5. Техничко-экономическая оценка разработанной карданной передачи

Общими требованиями для агрегатов трансмиссии являются: высокий КПД, минимальная металлоемкость и трудоемкость изготовления, минимальная стоимость обслуживания при обеспечении заданной долговечности. Кроме того, к каждому агрегату предъявляется ряд особых, характерных требований. Степень точности выполнения требований, предъявляемых к трансмиссии в целом и к отдельным агрегатам, определяет их качество.

Для обеспечения высокого качества конструктор должен знать функциональное назначение изделия, предъявляемые к ним специальные требования, особенности конструкций современных изделий, свойства применяемых материалов, способы термообработки и особенности расчетов.

Общим для всех агрегатов трансмиссии является то, что все они предназначены для передачи мощности двигателя к ведущим колесам и преобразования ее параметров крутящего момента и частоты вращения.

Задачей является проектирование карданной передачи для переднеприводного автомобиля Лада Приора максимальная скорость которого – 190 км/ч. Рассматривается случай когда на автомобиле устанавливается более мощный двигатель, для комплектации с улучшенными скоростными характеристиками. Карданная передача представляет собой элемент трансмиссии, состоящий из карданного вала и двух шарниров равных угловых скоростей. На автомобиле Лада Приора карданный шарнир служит для передачи крутящего момента от коробки передач к ведущим колесам.

В данном разделе рассматривается технико-экономическое обоснование замены приводов колес автомобиля Лада Приора на привода колес под определенные характеристики двигателя.

Базовый вариант конструкции обладает меньшим запасом прочности и не предназначен для двигателя мощностью 83 кВт и максимальным моментом в 150

Нм. В проектируемом приводе используется труба большего сечения.

5.1. Расчет себестоимости проектируемого узла

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
А	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.	%	215
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.	Еком.	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.	Еобор.	%	194
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов.	Ктзр.	%	1,45
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			51,70
	Часовая тарифная ставка слесаря МСР 5–го разряда			57,38

Статья «Сырье и материалы»:

$$M = C_m \times Q_m (1 + K_{tzp}/100 - K_{vot}/100), \quad (5.1)$$

где C_m – оптовая цена материала i -го вида, руб.;

Q_m – норма расхода материала i -го вида, кг., м.;

K_{tzp} – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %;

K_{vot} – коэффициент возвратных отходов, %;

Таблица 5.2.

№	Наименование материалов	Норма расхода	Цена за кг	Сумма, руб.
1.	Качественная сталь	5	20	100
2.	Химикаты	0,4	32,4	12,96
3.	Прочие материалы	3	2	6
			Итого:	118,96
<i>Транспортно-заготовительные расходы</i>			1,45 %	1,725
Возвратные отходы			1 %	1,19
			Всего:	121,87

$$M = 121,87 \text{ руб.}$$

Статья «Покупные изделия и полуфабрикаты»:

$$P_i = C_i \times n_i (1 + K_{tzp}/100) \quad (5.2.)$$

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

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

Таблица 5.3.

№	Наименование изделий	Кол-во	Цена	Сумма, руб.
1.	Подшипник	4	24	96
2.	Наружный хомут	4	1	4
3.	Защитный чехол	4	4,5	18
4.	Крепежные элементы,	1 (копл.)	18	18
			Итого:	136
<i>Транспортно-заготовительные расходы</i>			1,45 %	1,97
			Всего:	137,97

$$P_i = 137,97 \text{ руб.}$$

Статья «Основная заработная плата»:

$$Z_0 = Z_T \cdot (1 + K_U + K_{ПФ} + K_{ЛР}) = Z_T \cdot (1 + 0,12 + 0,16 + 0,12) = 1,40 \cdot Z_T \quad (5.3.)$$

Таблица 5.4.

Операции	Разряд	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка	Тарифная зарплата
1. Заготовительные	3	0,4	48,41	19,36
2. Мехобработка	5	0,7	57,38	40,17
3. Слесарноборочные	4	0,5	51,70	25,85
Премииальные доплаты				23%
Основная з/п				85,38
Всего:				105,02

$$Z_0 = 105,02 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»:

$$Z_{доп} = Z_0 \cdot K_{вып} = 105,02 \cdot 0,12 = 12,602 \text{ руб.} \quad (5.4)$$

Расчет статьи затрат «Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС»:

$$C_{соц.н.} = (Z_0 + Z_{доп}) \cdot E_{с.в.} = (105,02 + 12,602) \cdot 0,30 = 35,287 \text{ руб.} \quad (5.5)$$

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»:

$$C_{сод.обор.} = Z_0 \cdot E_{обор.} = 105,02 \cdot 1,94 = 203,74 \text{ руб.} \quad (5.6)$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы»:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} = 105,02 \cdot 1,83 = 192,19 \text{ руб.} \quad (5.7)$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку»:

$$C_{инстр} = Z_0 \cdot E_{инстр} = 105,02 \cdot 0,03 = 3,15 \text{ руб.} \quad (5.8)$$

Расчет цеховой себестоимости:

$$C_{цех с/с} = M + ПИ + Z_0 + Z_{доп} + C_{соц.н.} + C_{сод.обор.} + C_{цех} + C_{инстр} = \quad (5.9)$$

$$= 121,87 + 137,97 + 105,02 + 12,602 + 35,287 + 203,74 + 192,19 + 3,15 = 811,829 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы»:

$$C_{обзав} = Z_0 \cdot E_{обзав} = 105,02 \cdot 2,15 = 225,79 \text{ руб.} \quad (5.10)$$

Расчет общезаводской себестоимости:

$$C_{обзав\ c/c} = C_{обзав} + C_{цех\ c/c} = 225,79 + 811,829 = 1037,62 \text{ руб.} \quad (5.11)$$

Расчет статьи «Коммерческие расходы»:

$$C_{ком} = C_{обзав\ c/c} \cdot E_{ком} = 1037,62 \cdot 0,05 = 51,88 \text{ руб.} \quad (5.12)$$

Расчет полной себестоимости:

$$C_{пол} = C_{обзав\ c/c} + C_{ком} = 1037,62 + 51,88 = 1089,50 \text{ руб.} \quad (5.13)$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия:

$$Ц_{отп.} = C_{пол.} \cdot (1 + K_{рент.}) \quad (5.14)$$

$$Ц_{отп.б.} = Ц_{отп.} = 1089,50 \cdot (1 + 0,3) = 1416,35 \text{ руб.}$$

Сравнительная
калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

По данным ПЭО ВАЗа составляем калькуляцию базового изделия по ценам на
1-й квартал 2016г.

№	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на ед. изделия (проект)	Затраты на ед. изделия (база)
1.	Стоимость основных материалов	М	121,87	115
2.	Стоимость комплектующих изделий	Пи	137,97	137,97
3.	Основная заработная плата производственных рабочих	З _о	105,02	105,02
4.	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	З _{доп}	12,602	12,602
5.	Отчисления на социальные нужды	С _{соц.н.}	35,287	35,287
6.	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	С _{сод.обор.}	203,74	203,74
7.	Цеховые расходы	С _{цех}	192,19	192,19
8.	Расходы на инструмент и оснастку	С _{инстр}	3,15	3,15
9.	Цеховая себестоимость	С _{цех с/с}	811,829	804,959
10.	Общезаводские расходы	С _{обзав}	225,79	225,79
11.	Общезаводская себестоимость	С _{обзав с/с}	1037,62	1030,75
12.	Коммерческие расходы	С _{ком}	51,88	51,88
13.	Полная себестоимость	С _{пол}	1089,50	1082,65
14.	Отпускная цена	Ц _{отп}	1416,35	1409,5

5.2. Расчет точки безубыточности проекта

Математическая формула безубыточности:

$$Ц_{отп} \times V_{год} = Z_{пост.} + Z_{пер.уд.} \times V_{год}, \quad (5.14)$$

Где : $Ц_{отп}$ - цена продукции;

$V_{год}$ - объем производства;

$Z_{пост.}$ - постоянные издержки;

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

Определение постоянных затрат (проект)

- на единицу изделия

$$Z_{пост.уд.} = (C_{сод.обор.} + C_{инстр}) + C_{цех} + C_{обзав} + C_{ком}. \quad (5.15)$$

$$Z_{пост.уд(б)} = 203,74 + 3,15 + 192,19 + 225,79 + 51,88 = 676,75 \text{ руб.}$$

$$Z_{пост.уд(п)} = 203,74 + 3,15 + 192,19 + 225,79 + 51,88 = 676,75 \text{ руб.}$$

- на максимальную годовую программу выпуска изделия

$$Z_{пост.пр.} = Z_{пост.уд.} \cdot V_{max} \quad (5.16)$$

$$Z_{пост.пр(б)} = 676,75 \cdot 20\,000 = 13\,535\,000 \text{ руб.}$$

$$Z_{пост.пр(п)} = 676,75 \cdot 20\,000 = 13\,535\,000 \text{ руб.}$$

Определение переменных затрат (проект)

- на единицу изделия

$$Z_{перем.уд пр.} = M + П_{и} + Z_0 + Z_{дон} + C_{соц.н}. \quad (5.17)$$

$$Z_{перем.уд(б)} = 115 + 137,97 + 105,02 + 12,602 + 35,287 = 405,879 \text{ руб.}$$

$$Z_{перем.уд(п)} = 121,87 + 137,97 + 105,02 + 12,602 + 35,287 = 412,749 \text{ руб.}$$

Амортизация

$$A_{M_{уд.}} = (C_{сод.обор.} + C_{инстр}) \cdot H_A = (203,74 + 3,15) \cdot 0,10 = 20,69 \text{ руб.} \quad (5.18)$$

$$A_M = A_{M_{уд.}} \cdot V_{max} = 20,69 \cdot 20\,000 = 413\,800 \text{ руб.} \quad (5.19)$$

Расчет критического объема продаж :

$$A_{крит(б)} = Z_{пост.пр(б)} / (Ц_{отп.б.} - Z_{перем.уд(б)}) \quad (5.20)$$

$$A_{крит(n)} = Z_{пост.пр(n)} / (Ц_{отп.п.} - Z_{перем.уд(n)})$$

$$A_{крит(б)} = 13\,535\,000 / (1409,5 - 405,879) = 13486,167 \approx 13\,500$$

$$A_{крит(n)} = 13\,535\,000 / (1416,35 - 412,749) = 13\,486,435 \approx 13\,500$$

Объем продукции увеличивается нарастающим итогом равномерно с каждым годом на

$$\Delta = V_{max} - A_{крит} / (n - 1) = 20\,000 - 13\,500 / (6-1) = 1300 \text{ шт.} \quad (5.21)$$

где $V_{МАК} = V_{год}$ – максимальный объем продукции, шт.;

$A_{КРИТ}$ – критический объем продаж, шт.;

n – количество лет, с учетом предпроектировочной подготовки.

Выручка по годам (для базы и проекта)

$$Выручка_i = Ц_{отп.} \cdot V_{прод_i}$$

$$где V_{прод_i} = A_{крит} + \Delta \text{ – объем продаж в } i \text{ – году} \quad (5.22)$$

$$Выручка_{1б} = 1409,5 \cdot 14\,800 = 20\,860\,600 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{2б} = 22\,692\,950 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{3б} = 24\,525\,300 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{4б} = 26\,357\,650 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{5б} = 28\,190\,000 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{1n} = 1416,35 \cdot 14\,800 = 20\,961\,980 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{2n} = 22\,803\,235 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{3n} = 24\,644\,490 \text{ руб.}$$

$$Выручка_{4n} = 26\,485\,745 \text{ руб.}$$

Выручка_{5n} = 28 327 000 руб.

Определение точки безубыточности графическим методом.

Графический метод определения критической точки объема производства

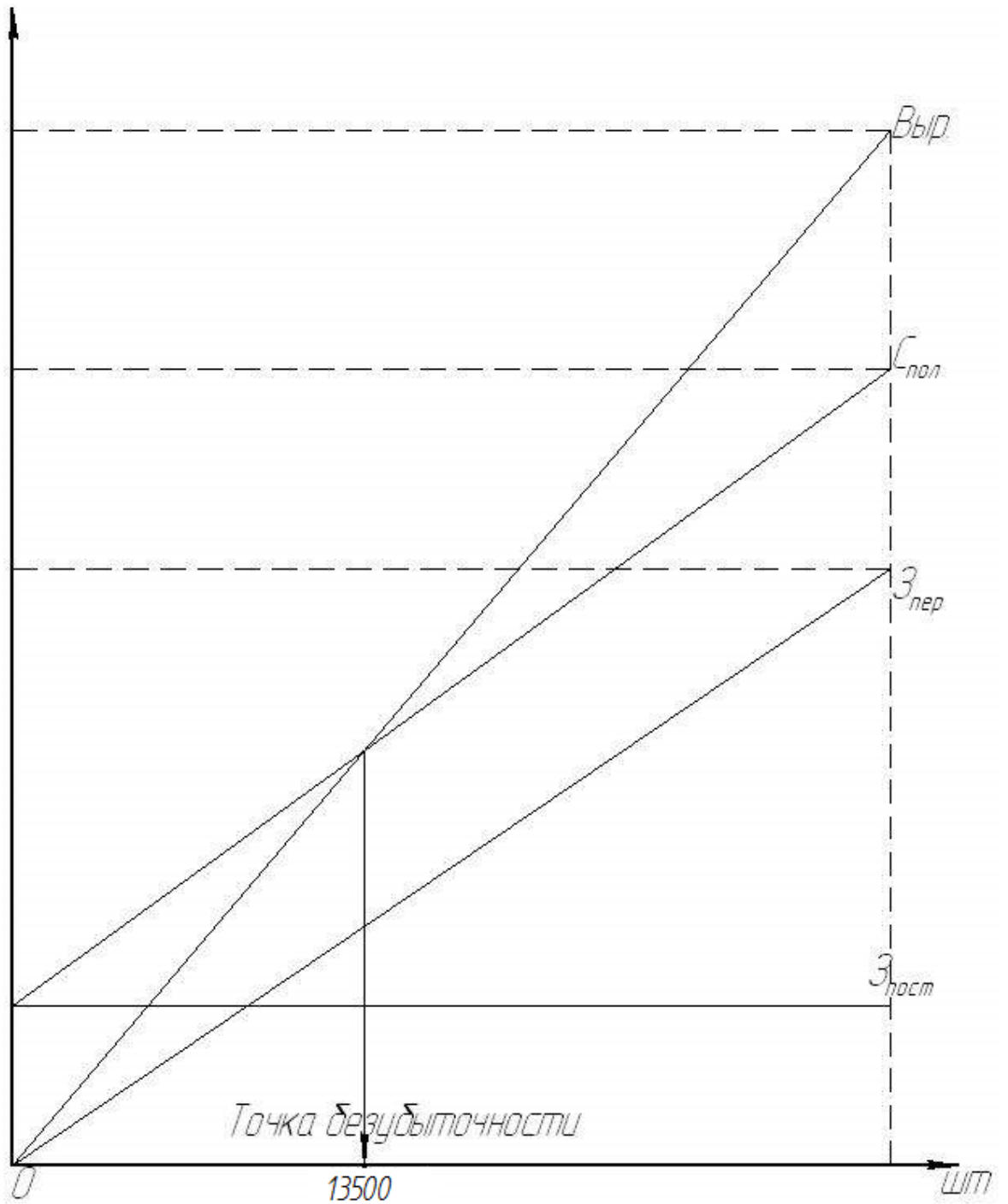


Рис. 5.1

5.3. Расчет коммерческой эффективности проекта

Определение переменных затрат

- на программу выпуска по годам

$$Z_{\text{ПЕРЕМ } i} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ПРОД } i} \quad (5.24)$$

$$Z_{\text{перем.1(б)}} = 405,879 \cdot 14\,800 = 6\,007\,009 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.2(б)}} = 6\,534\,652 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.3(б)}} = 7\,062\,295 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.4(б)}} = 7\,589\,937 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.5(б)}} = 8\,117\,580 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.1(н)}} = 412,749 \cdot 14\,800 = 6\,108\,685 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.2(н)}} = 6\,645\,259 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.3(н)}} = 7\,181\,833 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.4(н)}} = 7\,718\,406 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.5(н)}} = 8\,254\,980 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам

$$C_{\text{ПОЛ. } i} = Z_{\text{ПЕРЕМ } i} + Z_{\text{ПОСТ}} \quad (5.25)$$

$$C_{пол1(б)} = 6\,007\,009 + 13\,535\,000 = 19\,542\,009 \text{ руб.}$$

$$C_{пол2(б)} = 20\,069\,652 \text{ руб.}$$

$$C_{пол3(б)} = 20\,597\,295 \text{ руб.}$$

$$C_{пол4(б)} = 21\,124\,937 \text{ руб.}$$

$$C_{пол5(б)} = 21\,652\,580 \text{ руб.}$$

$$C_{пол1(н)} = 6\,108\,685 + 13\,535\,000 = 19\,643\,685 \text{ руб.}$$

$$C_{пол2(н)} = 20\,180\,259 \text{ руб.}$$

$$C_{пол3(н)} = 20\,716\,833 \text{ руб.}$$

$$C_{пол4(н)} = 21\,253\,406 \text{ руб.}$$

$$C_{пол5(н)} = 21\,789\,980 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

$$Пр.обл.i = (Выручка.i. - Спол.i) \quad (5.26)$$

$$Пр.обл.1(б) = 20\,860\,600 - 19\,542\,009 = 1\,318\,591 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.2(б) = 2\,623\,298 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.3(б) = 3\,928\,005 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.4(б) = 5\,232\,713 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.5(б) = 6\,537\,420 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.1(н) = 20\,961\,980 - 19\,643\,685 = 1\,318\,295 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.2(н) = 2\,622\,976 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.3(н) = 3\,927\,657 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.4(н) = 5\,232\,339 \text{ руб.}$$

$$Пр.обл.5(н) = 6\,537\,020 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 24% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$Нпр.i = Пр.обл.i \times 0,24 \quad (5.27)$$

$$Нпр.1(б) = 1\,318\,591 \cdot 0,24 = 316\,461,79 \text{ руб.}$$

$$Нпр.2(б) = 629\,591,54 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3(б) = 942\,721,30 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4(б) = 1\,255\,851,05 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5(б) = 1\,568\,980,80 \text{ руб.}$$

$$H_{np.1(n)} = 1\,318\,295 \cdot 0,24 = 316\,390,75 \text{ руб.}$$

$$H_{np.2(n)} = 629\,514,26 \text{ руб.}$$

$$H_{np.3(n)} = 942\,637,78 \text{ руб.}$$

$$H_{np.4(n)} = 1\,255\,761,29 \text{ руб.}$$

$$H_{np.5(n)} = 1\,568\,884,80 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$Pr_{ч.i} = Pr_{обл.i} - H_{np.i} \quad (5.28)$$

$$Pr_{ч1(б)} = 1\,318\,591 - 316\,461,79 = 1\,002\,129,01 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч2(б)} = 1\,993\,706,56 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч3(б)} = 2\,985\,284,10 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч4(б)} = 3\,976\,861,65 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч5(б)} = 4\,968\,439,20 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч1(n)} = 1\,318\,295 - 316\,390,75 = 1\,001\,904,05 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч2(n)} = 1\,993\,461,84 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч3(n)} = 2\,985\,019,62 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч4(n)} = 3\,976\,577,41 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ч5(n)} = 4\,968\,135,20 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции

При проектировании новой техники или новых технологических процессов, повышающих долговечность изделия, ожидаемая прибыль от снижения затрат в эксплуатации определяется по формуле:

$$Pr_{ож.дi} = (C_{отп.б} \cdot \frac{Д1}{Д2} - C_{отп.н}) \cdot V_{годi} \quad (5.29)$$

$$Pr_{ож.д1} = (1409,5 \cdot 2,2/2 - 1416,35) \cdot 14\,800 = 1\,984\,680 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ож.д2} = 2\,159\,010 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ож.д3} = 2\,333\,340 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ож.д4} = 2\,507\,670 \text{ руб.}$$

$$Pr_{ож.д5} = 2\,682\,000 \text{ руб.}$$

Текущий чистый доход (накопленное сальдо)

$$Чд_i = Пр\ ч.in - Пр\ ч.иб + Ам + Пр.ож.д_i. \quad (5.30)$$

$$ЧД_1 = 1\ 001\ 904,05 - 1\ 002\ 129,01 + 413\ 800 + 1\ 984\ 680 = 2\ 398\ 255,04 \text{ руб.}$$

$$ЧД_2 = 2\ 572\ 565,28 \text{ руб.}$$

$$ЧД_3 = 2\ 746\ 875,52 \text{ руб.}$$

$$ЧД_4 = 2\ 921\ 185,76 \text{ руб.}$$

$$ЧД_5 = 3\ 095\ 496,00 \text{ руб.}$$

Суммарный ЧДД

$$ЧДД_1 = 2\ 398\ 255,04 \cdot 0,870 = 2\ 086\ 481,89 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_2 = 2\ 572\ 565,28 \cdot 0,756 = 1\ 944\ 859,35 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_3 = 2\ 746\ 875,52 \cdot 0,658 = 1\ 807\ 444,09 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_4 = 2\ 921\ 185,76 \cdot 0,552 = 1\ 612\ 494,54 \text{ руб.}$$

$$ЧДД_5 = 3\ 095\ 496,00 \cdot 0,497 = 1\ 538\ 461,51 \text{ руб.}$$

$$E = 15\%$$

$$\Sigma ЧДД = \Sigma ЧД_i \cdot \alpha_i(E) = \Sigma ЧДД_i \quad (5.31)$$

$$\Sigma ЧДД = 8\ 989\ 741,38 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma C_{пол.н.i} \quad (5.32)$$

$$J_0 = 0,038 \cdot 103\ 584\ 163 = 3\ 936\ 198,19 \text{ руб.}$$

Чистый дисконтированный доход

$$ЧДД = \sum_{i=0}^T ЧДД - J_0 \quad (5.33)$$

$$ЧДД = 8\ 989\ 741,38 - 3\ 936\ 198,19 = 5\ 053\ 543,19 \text{ руб.}$$

Индекс доходности

$$JD = \frac{ЧДД}{J_0} \quad (5.34)$$

где J_0 – капиталовложения
(5.34)

$$JD = 1,28$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования

$$T_{\text{окуп}} = \frac{J_0}{ЧДД} \quad (5.35)$$

$$T_{\text{окуп}} = 0,78 \text{ года}$$

Показатели коммерческой эффективности

№ П/ п	Наименование		ГОДЫ						
			0	1	2	3	4	5	
1	Объем продаж - Vпрод.,(шт.)			14 800	16 100	17 400	18 700	20 000	
2	Отпускная цена за единицу продукции - Цотп., (руб.)			1 416,35					
3	Выручка _i , (руб.)			20 961 980	22 803 235	24 644 490	26 485 745	28 327 000	
4	Переменные затраты Зперем. _i , (руб.)	база		6 007 009	6 534 652	7 062 295	7 589 937	8 117 580	
		проект		6 108 685	6 645 259	7 181 833	7 718 406	8 254 980	
5	Постоянные затраты Зпост.(руб.)	база		13 535 000					
		проект		13 535 000					
6	Амортизация Ам, (руб.)			413 800					
7	Полная себестоимость, Спол., (руб.)	база		19 542 009	20 069 652	20 597 295	21 124 937	21 652 580	
		проект		19 643 685	20 180 259	20 716 833	21 253 406	21 789 980	
8	Налогооблагаемая прибыль, (руб.)			1 318 295	2 622 976	3 927 657	5 232 339	6 537 020	
9	Налог на прибыль, (руб.)			316 390,75	629 514,26	942 637,78	1 255 761,29	1 568 884,80	
10	Прибыль чистая, (руб.)			1 001 904,05	1 993 461,84	2 985 019,62	3 976 577,41	4 968 135,20	
11	Чистый поток реальных денег, ЧД, (руб.)			2 398 255,04	2 572 565,28	2 746 875,52	2 921 185,76	3 095 496,00	
12	Коэффициент дисконтирования α_i (для 15 %)			0,870	0,756	0,658	0,552	0,497	
13	Чистый дисконтированный поток реальных денег ЧД* α_i			2 086 481,89	1 944 859,35	1 807 444,09	1 612 494,54	1 538 461,51	
14	Капиталообразующие инвестиции J_0		3 936 198						
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег - $\Sigma ЧД$			8 989 741,38					
16	Индекс доходности, JD			1,28					
17	Срок окупаемости проекта, Токуп., (год.)			0,78					
18	Чистый дисконтированный доход, ЧДД, (руб.)			5 053 543,19					

5.4. Анализ полученных экономических показателей и выводы

В рыночной экономике, когда цены на товары и объемы производства диктуются рынком, предприятие всегда стоит перед выбором сколько продукции производить при сложившейся на рынке цене, чтобы получить желаемую прибыль.

Решение этой проблемы вытекает из ответа на вопрос, может ли предприятие достигнуть безубыточности при продаже определенного объема своей продукции по данной цене. Проектируемый узел имеет большую себестоимость, но в тоже время обладает общественным эффектом.

Как видно, расчеты показали, что при критическом объеме продаж Акрит. = 13500 шт., организация способна покрыть все свои расходы без получения прибыли.

Из всех рассмотренных коэффициентов наиболее приемлемым для принятия решения инвестиционного характера, является абсолютный показатель ЧДД.

Чистый приведенный эффект (чистый дисконтированный доход ЧДД) положительный, следовательно проект является эффективным (при данной норме дисконта) и рассматривается вопрос о его принятии.

Чем больше ЧДД, тем эффективней проект.

Индекс доходности тесно связан с ЧДД. Так как, ЧДД положителен, то $ID > 1$ и следовательно, проект эффективен.

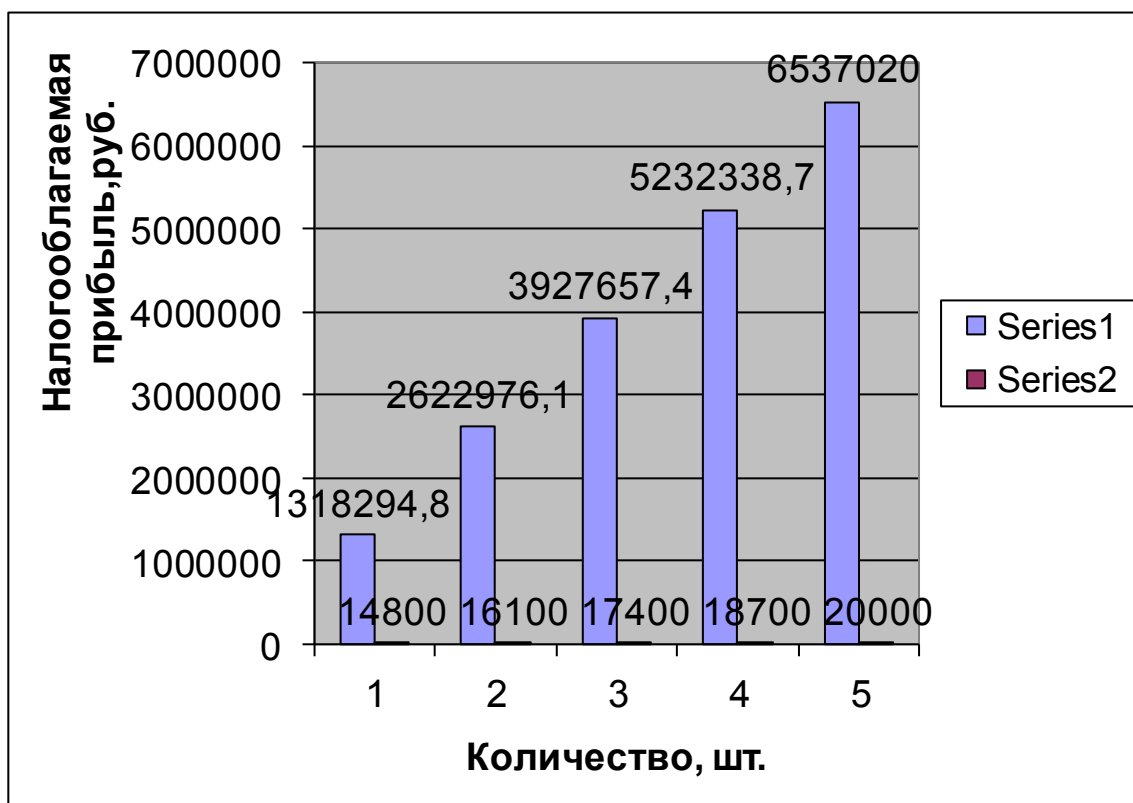
Срок окупаемости $То_{куп.} = 0,78$ год – период, начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления.

Чем короче срок окупаемости, тем менее рискованным является проект.

Из рассмотренного альтернативного варианта привода передних колес, в котором увеличено сечение трубки с целью повышения долговечности для проекта очевидные преимущества по потребительским, эксплуатационным качествам имеет проектируемый привод.

Эти повышенные потребительские свойства, должны служить основанием для повышения цены автомобиля.

Таким образом, с учетом всех рассмотренных выше аспектов с несколько большими затратами на производство и очевидными преимуществами в потребительских и эксплуатационных свойствах для автомобилей Лада Приора может быть рекомендован проектируемый привод передних колес.



6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Влияние приводов колес на безопасность автомобиля.

Конструктивная безопасность автомобиля представляет собой сложное его свойство. Для удобства изучения отдельных аспектов ее делят на активную, пассивную и экологическую.

Рассмотрим влияние приводов колес на указанные аспекты безопасности автомобиля, в каждом из которых влияние различно.

Из активной безопасности следует обратить внимание на:

компоновочные параметры автомобиля (габаритные и весовые);

- тяговая динамичность;
- тормозные свойства;
- устойчивость;
- управляемость;
- информативность;
- защищенность его от вибраций и шума.

Предложенная конструкция привода колес в полной мере удовлетворяет данные параметры активной безопасности. Применение в приводе колес ШРУСов гарантирует передачу крутящего момента без изменения угловой скорости, тем самым обеспечить тяговую динамичность, управляемость, устойчивость и информативность. Конструктивно ШРУСы имеют гораздо меньшую вибрацию при работе (передача $M_{кр}$ через шарики), чем другие варианты карданных шарниров и при должном качестве изготовления позволяет обеспечить оставшиеся требования по активной и пассивной безопасности.

В качестве экологической составляющей привода колес могут косвенно влиять на расход топлива автомобиля, в следствии низкого качества изготовления и увеличенного дисбаланса снижая к.п.д. трансмиссии и добавляя сопротивление движению. Но в данном случае увеличение расхода топлива и, как следствие, выброса вредных веществ в воздух очень мало.

6.2 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции.

Сборка привода передних колес осуществляется на площадях ОАО "АВТОВАЗ" г.Тольятти. Сборочный участок представляет собой поточную линию с ленточным конвейером и сборочными стендами. План сборочного участка представлен на рис. 6.1.

К месту сборки детали планируется доставлять в контейнерах тележками с электродвигателями (электрокарами).

Таблица 6.1 - Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

№ позиции на эскизе участка, рабочего места	Наименование оборудования , инструмента.	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом.
1.	Пресс пневматический	1. Запрессовка шариков в корпус шарнира
2.	Верстак	1. Установка обоймы и сепаратора в корпус шарнира.
4.	Сборочный стенд для сборки привода передних колес, Устройство для заполнения шарнира смазкой (дозатор). Отвертка плоская. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77. Клещи для надевания хомутов.	1.Заполнение шарнира смазкой. 2.Одевание стопорных колец. 3. Одевание чехлов. 4.Установка шарниров на вал. 5.Выпуск «избытка» воздуха из чехлов. 6.Надевание хомутов.

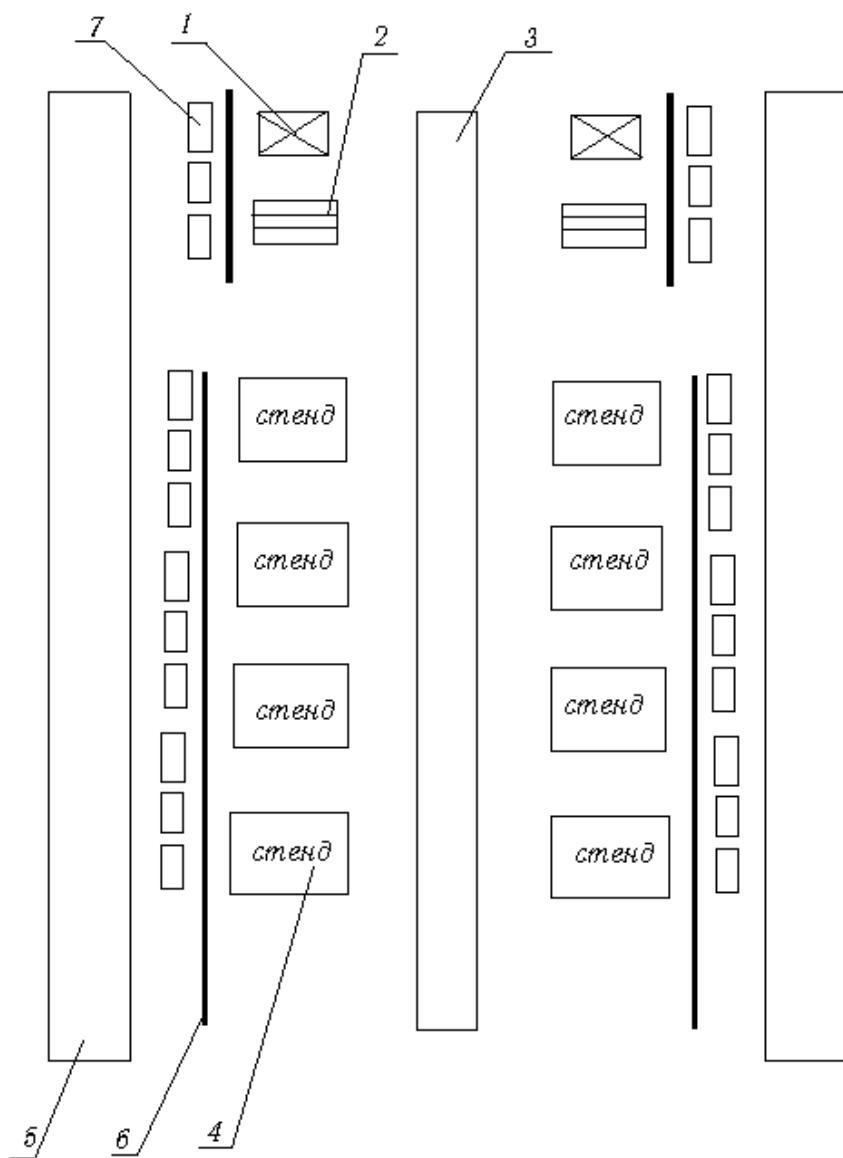


Рисунок 6.1 - План участка по сборке привода передних колес.

1. Пресс пневматический
2. Верстак
3. Конвейер ленточный
4. Сборочный стенд
5. Путь доставки контейнеров с запчастями
6. Ограждающий брус
7. Контейнеры с запчастями

6.3 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки привода передних колес.

6.3.1. Механические травмы

Источниками механических травм на описываемом рабочем месте являются:

а) травмы при контакте руки с рабочим органом клещей для установки хомутов. Исключена при соблюдении техники безопасности при работе на исправном станке;

б) травмы при падении деталей. Исключены при соблюдении техники безопасности. Для уменьшения вероятности такой травмы рекомендуется одновременно работать только с одним узлом; собранный узел укладывать в контейнер; детали и узлы, подлежащие сборке, должны находиться в отдельных контейнерах;

в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки шариков. Для избежания таких травм рекомендуется либо оснащать приспособление защитным кожухом или использовать двухкнопочную систему управления, отключающей приспособление при отпускании хотя бы одной кнопки;

г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. Для их избежания рекомендуется закрыть механизмы привода конвейера защитными кожухами.

6.3.2. Шум

Источники шума:

а) работающее приспособление для запрессовки шариков; шум тональный, прерывистый;

б) молоток; шум прерывистый;

в) шум механизмов привода конвейера. Его рекомендуется заглушать использованием шумоизоляции.

Уровни звукового давления должны удовлетворять требованиям "Санитарных норм допустимых уровней шума на рабочих местах" (ГОСТ 12.1.003-83), допустимые уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2.

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Уровень шума на рабочем месте подлежит проверять не реже одного раза в год.

Защита от шума:

- изменять направленность излучения шума;
- рационально планировать рабочие места;
- производить акустическую обработку помещения (обработка звукопоглощающим материалом, установка штучных звукопоглотителей);
- уменьшать шум на пути его распространения (звукоизолирующие ограждения, глушители).

6.3.3. Вибрация

Источник вибрации - работающие механизмы. Столы с закрепленными приспособлениями должны быть установлены на резиновых демпфирующих подушках; механизмы привода конвейера должны быть виброизолированы от пола помещения.

6.3.4. Ионизирующие излучения

Источники ионизирующих излучений отсутствуют.

6.3.5. Климатические условия

Температура, относительная влажность и скорость ветра в помещении должны поддерживаться:

а) в теплый сезон (со среднесуточной температурой выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$): температура $+20\text{...}22\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха $40\text{...}60\%$, скорость движения воздуха не более $0,4\text{ м/с}$;

б) в холодный сезон (со среднесуточной температурой ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$): температура $+17\text{...}19\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха $40\text{...}60\%$, скорость движения воздуха не более $0,3\text{ м/с}$.

Рабочее производственное освещение в помещении совмещенное - естественное верхнее (через окна в крыше) и искусственное: общее (лампы дневного света) и местное. Плафоны общего освещения расположены вдвоенными рядами - по две лампы в каждом; расстояние между плафонами одного ряда порядка $1,3\text{ м}$, между рядами около 5 м , высота подвеса плафона около 5 метров .

6.3.6. Поражение электрическим током

Получение электротравмы возможно при неисправности проводки освещения или механизмов и приспособлений. По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу - помещение с повышенной опасностью, т.к. не исключена вероятность одновременного контакта с имеющими соединение с землей металлическими элементами технологического оборудования (металлоконструкциями здания) и металлическим корпусом электрооборудования. С целью предотвращения поражения электрическим током необходимо предусмотреть заземление электроустановок, находящихся под напряжением. С точки зрения мер, принимаемых для обеспечения электробезопасности, электроустановки относятся к группе с напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. Технические мероприятия по предотвращению поражения электрическим током описаны ниже.

Таблица 6.3 - Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор.
1.	Движущиеся детали машин и механизмов	а) травмы при контакте руки с рабочим органом клещей для установки хомутов; б) травмы при падении деталей; в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки шариков. г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. д) травмы при столкновении с погрузчиком
2.	Повышенный уровень шума, 99 дБ.	а) работающее приспособление для запрессовки шариков; б) молоток, на операции когда устанавливаются шарниры на вал; в) шум механизмов привода конвейера
3.	Повышенный уровень напряжения в электрической сети, 380 В.	Проводка освещения или механизмов и приспособлений.
4.	Напряжение зрительных анализаторов	Все виды ручного труда при сборке привода передних колес.
5.	Повышенная запыленность и загазованность	На производстве используются погрузчики
6.	Монотонность труда	Использования ручного труда на операциях общей сборки привода передних колес.

6.3.7. Токсичные вещества

Используемые вещества (смазка Литол-24 и ШРУС-4) не являются токсичными.

6.3.8. Взрыво- и пожароопасность

По взрыво- и пожароопасности помещение относится к категории "Д".

6.3.9 Возможность использования грузоподъемных машин и механизмов

Для доставки запчастей на основную сборку используются погрузчики электрокары. Дорога, по которой перемещаются погрузчики, отделена от

рабочих мест ограждающим брусом.

6.4 Воздействие производственного фактора на организм работающих.

Источники механических травм вызывают у человека поражения кожи, мягких тканей, костей, внутренних органов, что приводит к потере работоспособности, инвалидности и даже смерти. Незначительные травмы и царапины без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия.

Повышенный шум вызывает у человека головные боли, усталость, постепенную потерю слуха.

Ненормальные микроклиматические условия могут вызвать простуду, повышенную утомляемость и потерю производительности у работников.

Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, падению качества выполняемых работ и повышенной утомляемости.

Воздействие электрического тока на организм человека оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови.

Электролитическое действие проявляется в разложении крови и других органических жидкостей и вызывает различные нарушения их физико-химического состава.

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе легких и сердца человека. В результате могут возникнуть нарушения, и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания. Эти действия тока на организм человека могут привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическому удару.

6.5 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

6.5.1. Организационные мероприятия

На рабочем месте охраной труда управляет мастер производственного участка.

Организационно-методическую работу по управлению охраной труда осуществляет служба охраны труда, непосредственно подчиненная главному инженеру производства.

Обучение по охране труда новых рабочих проводится при их профессионально-техническом обучении. Администрация предприятия должна обеспечить следующие виды инструктажа:

а) вводный. Проводится инженером по охране труда для всех поступающих на работу. Личная карточка инструктажа по технике безопасности, промсанитарии и пожарной безопасности хранится у мастера. В этой карточке записаны дата проведения, вид и объем инструктажа, подпись инструктируемого, сведения о прохождении обучения по охране труда, учет несчастных случаев, микротравм и нарушений правил техники безопасности.

В ходе вводного инструктажа освещаются общие вопросы безопасности на производстве, правила ношения спецодежды, правила перемещения по производственному помещению, правила пожарной безопасности, местонахождение средств пожаротушения, правила пользования ими, порядок вызова пожарных бригад и скорой помощи. Также инструктируемый должен быть осведомлен о своих правах при получении травм;

б) первичный. Проводится руководителем работ для рабочих, впервые приступивших к этому виду работ.

В ходе первичного инструктажа инструктируемому объясняют правила работы на его рабочем месте, распорядок рабочего времени, местонахождение средств пожаротушения. После инструктажа рабочие в течении 2...5 смен выполняют работу под наблюдением мастера или бригадира, затем оформляется допуск к самостоятельной работе;

- в) повторный. Проводят не реже чем раз в полгода со всеми работающими. Рекомендуется проводить один раз в квартал;
- г) внеплановый. Проводят при изменении технологии или нарушениях рабочими инструкций по охране труда;
- д) текущий. Проводится перед выполнением работ, на которые должен быть оформлен наряд-допуск.

В ходе этого инструктажа освещаются особенности работы и техники безопасности при ее выполнении.

Контроль за состоянием охраны труда должен осуществляться службой охраны труда с целью проверки соответствия условий труда работающих требованиям законодательства о труде, а также проверки выполнения службами и подразделениями своих обязанностей по охране труда. Виды контроля:

- а) оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;
- б) трехступенчатый административно-общественный контроль;
- в) контроль, осуществляемый службой охраны труда на предприятии;
- г) ведомственный контроль вышестоящих органов;
- д) контроль, осуществляемый органами государственного надзора и технической инспекцией труда профсоюзов.

6.5.2. Планировочные мероприятия

К планировочным мероприятиям можно отнести рациональное размещение рабочих мест в помещении, обеспечивающее:

- а) нормальный доступ рабочего к рабочему месту, контейнерам с запчастями;
- б) быстрые и безопасные для работающих подвоз запасных частей и отгрузку готовой продукции;
- в) возможность быстрой эвакуации рабочих в случае необходимости;
- г) удаленность источников шума, вибрации, токсичных веществ (при отсутствии в их использовании на этом рабочем месте).

6.5.3. Технические мероприятия

Должен быть произведен выбор систем освещения, приточной и вытяжной вентиляции, поддержания климатических условий, а также заземления, обеспечивающие стабильное соответствие условий труда требованиям нормативных документов. В частности, электрооборудование должно обеспечивать невозможность соприкосновения персонала с частями, находящимися под напряжением или движущимися частями. Рекомендуется в электроцепях кроме защитного заземления использовать электрическое разделение сетей с защитным отключением и дополнительной изоляцией. Помещение сборочного цеха должно быть снабжено табличками и указателями, информирующими о местонахождении эвакуационного выхода, оборудовании под напряжением, ограничении скорости движения транспортных средств (по территории цеха не более 5 км/ч).

6.5.4 Разработка и подбор средств индивидуальной защиты

При сборке привода передних колес используются следующие средства индивидуальной защиты: Спецодежда и спецобувь для промышленных предприятий, для защиты рук используют перчатки вязанные, для защиты кожи рабочим выдаются крема предназначенные для защиты рук от воды, растворов солей, кислот и щелочей.

6.6 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, рабочем месте.

По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу. 2 класс - это помещения с повышенной опасностью, т.к. не исключена вероятность одновременного контакта с имеющими соединения с землей металлическими элементами технологического оборудования (металлоконструкциями здания) и металлическим корпусом электрооборудо-

вания.

Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты; организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ Р 12.1.019-2009 и ГОСТ 12.1.030-81).

В качестве средств защиты от поражения электрическим током необходимо использовать:

1. Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитному заземлению подлежат металлические части электроустановок, доступные для соприкосновения с ними человека и не имеющие других видов защиты.

2. Защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение установки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током.

3. Двойная изоляция - это электрическая изоляция состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Рабочую изоляцию используют для защиты токоведущих частей электроустановки, дополнительную для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

4. Оградительные устройства – щиты, клетки, изолирующие накладки, колпаки.

5. Предупредительная сигнализация бывает световая и звуковая: лампочки, светодиоды, индикаторы, вольтметры, амперметры.

6. Блокировка – совокупность методов и средств, обеспечивающих закрепление рабочих органов аппаратов, машин или элементов электрических схем в определенном состоянии, которое сохраняется и после снятия

блокирующего воздействия. Решается установкой конечных выключателей.

7. Знаки безопасности – Цвета сигнальные и знаки безопасности регламентированы ГОСТ Р 12.4.026-2001.

6.7 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте.

По взрыво- и пожароопасности помещение относится к категории "Д".

В цеху необходимо наличие гидрантов, щитов оборудованных переносными огнетушителями, лопатами, ведрами. Возможно установление пожарной сигнализации с сигнальными кнопками для вызова пожарного наряда. Каждый противопожарный объект должен быть закреплен за ответственным лицом, фамилия которого указывается на объекте. Ответственное лицо обязано следить за работоспособностью закрепленного за ним объекта. Необходимо оборудовать проходы и выходы для эвакуации людей в случае пожара. План эвакуации должен быть вывешен на стенах в доступных местах.

При приеме на работу каждый работник должен быть проинструктирован о правилах пожарной безопасности на производстве и на своем участке, о средствах пожаротушения, автоматических и ручных сигнализациях, местах расположения эвакуационных выходов.

6.8 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта

Разрабатываемый объект входит в общезаводскую структуру, поэтому возможно использование заводских очистных сооружений для воды.

Вредные выбросы в атмосферу отсутствуют, т. к. нет ни каких продуктов горения и токсичных веществ.

Утилизация отработанных веществ осуществляется в общезаводских

масштабах с максимальным использованием отходов во вторсырье.

Тепловое и электромагнитное излучение является не значительным, а шум не распространяется за пределы производственного помещения.

6.9 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

6.9.1. Мероприятия по предупреждению аварий и стихийных бедствий

а) предупреждение пожаров.

Для предупреждения пожаров следует обеспечить проведение инструктажа по правилам пожарной безопасности; помещение должно быть оснащено средствами пожаротушения (огнетушители, брандспойты, багры, песок). Места для курения должны быть вынесены за пределы опасной зоны и в достаточной степени оснащены пожаробезопасными урнами. Своевременный и регулярный контроль работы электрооборудования также необходим для предупреждения пожаров.

б) предупреждение стихийных бедствий.

В случае наводнения или другого стихийного бедствия работники должны быть заблаговременно оповещены о надвигающемся бедствии и вывезены в безопасное место. Все электрооборудование в этом случае должно быть отключено, незакрепленное дорогостоящее или массивное оборудование закреплено.

6.9.2. Мероприятия по ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий

а) ликвидация локальных пожаров должна начинаться самими рабочими с использованием подручных огнетушащих средств, сразу после обнаружения пожаров следует вызывать пожарную команду и эвакуировать незанятых в пожаротушении рабочих. По прибытии пожарной команды все рабочие должны быть эвакуированы.

б) ликвидация завалов и последствий затоплений должна осуществляться службами МЧС с возможным подключением добровольных помощников и

муниципальных служб.

6.10 Выводы

В разделе безопасность и экология объекта рассмотрен процесс сборки привода передних колес. Представлена схема участка и перечень используемого оборудования с выполняемыми на нем операциями. Определены опасные и вредные производственные факторы, мероприятия по организации безопасных условий труда. Проведены инженерные расчеты по освещению и местной вытяжной вентиляции. Данный объект является безопасным и экологичным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В данной работе были рассмотрены возможные пути модернизации привода передних колес автомобиля Лада Приора. Определены и обоснованы причины, вызывающие необходимость модернизации.

Рассмотрены требования предъявляемые к карданным шарнирам легковых автомобилей, возможность применения различных типов шарниров равных угловых скоростей в легковых автомобилях второго класса. Указаны преимущества и недостатки основных типов применяемых на сегодняшний день шарниров равных угловых скоростей.

- 1) предложены требования к конструкции карданной передачи;
- 2) проведен обзор и анализ известных конструкций карданных передач;
- 3) проведен тягово-динамический расчет автомобиля Лада Приора;
- 4) проведен расчет карданной передачи;
- 5) разработан технологический процесс сборки привода передних колес (карданной передачи);
- 6) разработаны меры по обеспечению экологической безопасности работ по сборке привода передних колес (карданной передачи);
- 7) проведен экономический расчет производства привода передних колес.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1984г.
2. «Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Мн.: «Вышэйшая школа», 1987г.
3. Вахламов В.К., Шатров М.Г., Юрчевский А.А.: «Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя»; М.: ИЦ «Академия», 2003г.
4. Тур Е.Я., Серебряков К.Б., Жолобов Л.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1991г.
5. «Конструкция автомобиля. Шасси»; под общ. ред. Карунина А.Л.; М: МАМИ, 2000г.
6. Передерий В.П.: «Устройство автомобиля»; М. : ИД «ФОРУМ»: «ИНФРА-М», 2008г.
7. Богатырев А.В., Есеновский-Лашков Ю.К., Насоновский М.Л., Чернышев В.А.: «Автомобили»; М. : «КолосС», 2004г.
8. Вахламов В.К.: «Автомобили: Эксплуатационные свойства»; М. : ИЦ «Академия», 2006г.
9. Вахламов В.К.: «Автомобили: Основы конструкции»; М. : ИЦ «Академия», 2008г.
10. Вахламов В.К.: «Автомобили: Конструкция и элементы расчета»; М.: ИЦ «Академия», 2006г.
11. Боровских Ю.И., Кленников М.В., Сабинин А.А.: «Устройство автомобиля»; М. : «Высшая школа», 1983г.
12. Иванов А.М., Солнцев А.Н.; Гаевский В.В.: «Основы конструкции автомобиля»; М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005г.
13. «Конструкция автомобиля. Шасси»; под общ. ред. Карунина А.Л.; М : МАМИ, 2000г.
14. Вишняков Н.Н., Вахламов В.К., Нарбут А.Н., Шлиппе И.С., Островцев А.Н.: «Автомобиль. Основы конструкции»; М. : «Машиностроение», 1986г.

15. Дэниэлс Дж.: «Современные автомобильные технологии»; М. : ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2003г.
16. «BOSCH. Автомобильный справочник»; М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004г.
17. Тур Е.Я., Серебряков К.Б., Жолобов Л.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1991г.
18. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К.: «Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета»; М. : «Машиностроение», 1989г.
19. Черемисин А.С.: «Разработка технологических процессов сборки в автостроении. Методические указания к технологической части дипломного проекта для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г.
20. Горина Л.Н.: «Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. пособие.»; Тольятти: Толпи, 2000г.
21. Капова В.Г.: «Технико-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г.