

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Полноприводный легковой автомобиль 2-го кл.

Модернизация рулевого управления

Студент

В.С.Белобородов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Н.Лата

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопецева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.М. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А.Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Целью дипломного проекта есть модернизация рулевого управления, а именно, уменьшение стоимости усилителя рулевого управления, а также улучшение эксплуатационных и технологических факторов связанных с данным узлом автомобиля Шевроле-Нива, при сохранении всех технических характеристиках. С этой целью предложено использовать электрический усилитель рулевого управления, взамен гидроусилителя, который устанавливается на заводе в настоящее время. Использование этого усилителя рулевого управления позволило снизить стоимость рулевого управления и автомобиля в целом. Электрический усилитель имеет еще ряд преимуществ, например, меньшие габариты и возможность изменения момента компенсации от большего количества факторов. В дипломном проекте проведена компоновка усилителя в рулевое управление Шевроле- Нива. Также в дипломном проекте разработаны технология сборки редуктора электрического управления и предложены мероприятия по экологической безопасности рабочего места по сборке рулевой колонки с электрическим усилителем рулевого управления.

ABSTRACT

The title of the graduation work is “All-wheel drive car of the 2nd class Steering modernization”. The aim of the diploma project is to decrease effort on the steering wheel of VAZ 2123 Chevrolet Niva. For this purpose, we propose to use an electric power steering instead hydraulic power steering which is installed now.

The use of the electric power steering reduces the most effort on the steering wheel when turning in place from 33 NM to about 4.6 nm. The cost of the car is reduced, because the hydraulic power steering is much more expensive than the electric power the comfort of the car handling reduces the driver's fatigue and the likelihood of a traffic accident, as well as increases the prestige of cars VAZ in the domestic and, especially, in the external market. It should be noted that the electric power has a number of advantages, for example, smaller dimensions and the possibility of changing the moment of compensation from more factors, also the electric power does not have liquids, hoses, pump that need periodic inspection and maintenance.

In the diploma project, the layout of the amplifier in the steering of VAZ 2123 is conducted. Also in the project, the technology of assembly of reducer the electric control gear is developed measures for environmental safety of the workplace for the assembly of the steering column with an electric power steering are proposed.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. Состояние вопроса	9
1.1 Назначение усилителя рулевого управления	9
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции усилителя рулевого управления	9
1.3 Классификация усилителей рулевого управления	14
1.4 Обзор и тенденции развития конструкции электроусилителя	20
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта электроусилителя	28
2. Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)	29
3. Конструкторская часть.....	29
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	29
3.2 Расчет элементов усилителя и рулевой колонки	48
4. Технологическая часть.....	62
5. Безопасность и экологичность проекта.....	70
6. Экономическая часть.....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	111
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	113

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время российский автомобильный рынок достаточно плотно насыщен автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили иностранных производителей. Расширение иностранных производителей удерживают таможенные сборы. Однако многие производители решают данную проблему, размещая производство или монтаж автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Другие производители, которые снижают цену своей продукции, также отнимают покупателей АвтоВАЗа.

Жесткая конкуренция на рынке Европы привела к тому, что оборудование, устанавливавшееся ранее на автомобиль в качестве опции за дополнительную плату, устанавливаются на большинстве автомобилей стандартно без заметного увеличения их стоимости. Это относится в первую очередь к подушкам безопасности и усилителям рулевого управления.

Для успешной конкуренции на ВАЗе проводится ряд мероприятий для повышения конкурентоспособности продукции предприятия.

Одно из направлений работ - возможность более широкого оснащения продукции ВАЗа дополнительным оборудованием, в том числе и усилителями рулевого управления. Это относится и к автомобилю Шевроле-Нива.

И из эргономических, и из экономических соображений следует оснастить автомобиль Шевроле-Нива усилителем рулевого управления.

Из опроса дилеров, проведенного Российской Ассоциацией Маркетинга, следует, что интерес к усилителям рулевого управления на автомобилях российского производства при условии некоторого удорожания автомобилей существует и его следует поддерживать.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение усилителя рулевого управления

«Усилитель рулевого управления предназначен для увеличения усилия, передаваемого от водителя к управляемым колесам с целью повышения комфорта и снижения утомляемости водителя, а также повышения активной безопасности». [1]

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции усилителя рулевого управления.

Технические требования к рулевой колонке с установленным электрическим усилителем рулевого управления

1) Рулевая колонка, установленная на автомобиль и укомплектованная согласно спецификации на автомобиль, должна обеспечивать выполнение требований безопасности директивы 91/662 ЕЭК ООН (R12-03 ЕЭК ООН) (удар в куб, удар макетом туловища).

2) Прочность элементов рулевой колонки должна обеспечивать двухкратное приложение крутящего момента не менее 200 Нм к верхнему валу (с закрепленным промежуточным) без разрушения элементов рулевой колонки и с сохранением работоспособности.

3) Электроусилитель должен обеспечивать усилие на ободе рулевого колеса при парковании (без движения) на горизонтальной площадке с сухим асфальтовым покрытием не более 50...60 Н при температуре окружающего воздуха +20...25°C.

4) Конструкция электроусилителя должна обеспечивать величину усилия на ободе рулевого колеса не более 60...70 Н при скорости вращения рулевого колеса не менее 600 °/сек.

5) В случае неисправности или выхода усилителя из строя рулевое управление должно обеспечивать управляемость и безопасность движения (ГОСТ 21398-75).

6) Конструкция электроусилителя должна обеспечивать соответствие

усилия на ободе рулевого колеса скорости движения автомобиля.

7) Конструкция, материалы элементов электроусилителя должны обеспечивать надежную эксплуатацию автомобиля в диапазоне температур окружающего воздуха от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 90% при $+20^{\circ}\text{C}$.

8) Конструкция и материалы элементов рулевой колонки должны обеспечивать ресурс работы не менее 140 000 км пробега автомобиля.

9) Усилие на рукоятке узла стопорения рулевой колонки при регулировке ее положения по углу наклона не должны превышать 25 Н.

Кроме технических требований специалистами ВАЗа был подготовлен перечень рекомендаций к электрическому усилителю рулевого управления. Ниже приведены выдержки из них.

1) «Электромеханический усилитель рулевого управления (здесь и далее ЭМУ) обязан обеспечить плавное, без провала характер управления рулевого колеса исходя из угла руля и какая скорость передвижения автотранспортного средства». [2]

2) Активный возврат рулевого колеса в центральное положение должен происходить плавно, без заброса и только для движущегося автомобиля. На стоящем на месте автомобиле активный возврат рулевого колеса в центральное положение недопустим.

3) ЭМУ должен осуществлять активное управляемое гашение поступающих на его ведомый вал ударов и пульсаций, вызванных взаимодействием колес автомобиля с дорогой.

4) ЭМУ должен функционировать:

- а) при движении автомобиля с работающим двигателем;
- б) при стоящем на месте автомобиле с работающим двигателем;
- в) в течении 3...5 минут при неработающем двигателе и включенном зажигании.

5) ЭМУ должен сохранять работоспособность после пребывания в неработающем состоянии при температуре -60°C .

6) При работе ЭМУ в салоне автомобиля не должно быть ощутимых шумов и вибраций, связанных с его функционированием. Уровень шума работающего ЭМУ не должен превышать 35 Дб на расстоянии 300 ± 10 мм.

7) При всех допустимых техническими требованиями климатических факторов внешней среды ЭМУ должен быть готов к работе не позднее чем через 0,2...0,5 секунд после включения зажигания.

8) ЭМУ должен относиться к необслуживаемым неремонтируемым изделиям общего назначения вида 1 ГОСТ 27.003-90.

9) Девяностошестипроцентная наработка на отказ в рабочих условиях должна соответствовать не менее 8500 часов или не менее 200 000 километров.

10) ЭМУ должен обеспечивать надежное функционирование без изменения характеристик при непрерывной работе в течении 10 полных поворотов руля от упора до упора на стоящем на месте автомобиле и 10 парковок.

Требования к характеристикам компенсации и возврата рулевого колеса, обеспечиваемым усилителем рулевого управления.

Специалистами ВАЗа для автомобилей семейства ШЕВРОЛЕ-НИВА рекомендуется зависимость компенсационного момента усилителя от момента на рулевом колесе в зависимости от скорости движения автомобиля (см. Рисунок 1.1). Эта зависимость составлена путем анализа рекомендаций к гидроусилителям на автомобиле класса ШЕВРОЛЕ-НИВА с учетом следующих условий:

1) Закон компенсации в определенном диапазоне значений момента на рулевом колесе может быть описан в первом приближении полиномом шестого порядка вида

$$M_{ком} = B_1 \cdot M_{рк} + B_2 \cdot (M_{рк})^2 + B_3 \cdot (M_{рк})^3 + B_4 \cdot (M_{рк})^4 + B_5 \cdot (M_{рк})^5 + B_6 \cdot (M_{рк})^6 \quad (1.1)$$

Значения коэффициентов B_i приведены в таблице 1.1.

2) В диапазоне $M_{рк} = 7,2...7,6$ Нм должен обеспечиваться рост $M_{ком}$ со скоростью не ниже 65 Нм/Нм.

3) Должен быть плавный переход от закона компенсации 1) к 2).

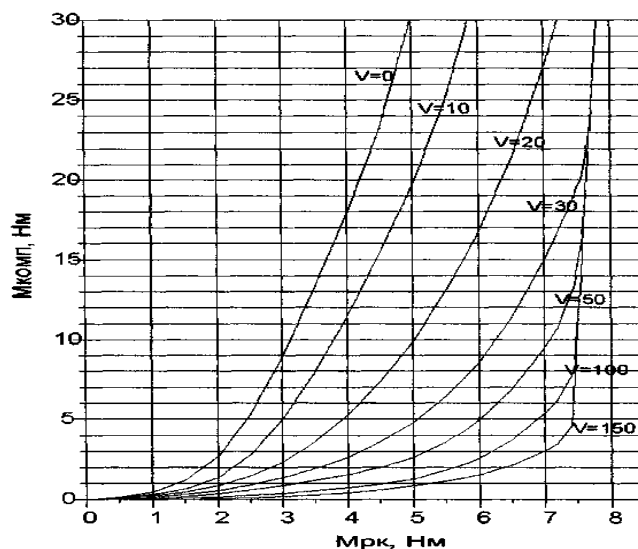


Рисунок 1.1 - Рекомендуемый закон компенсации усилия на рулевом колесе для автомобилей ВАЗ 2110, 2123, 1119.

Таблица 1.1 - Значения коэффициентов полинома, определяющего зависимость компенсационного момента от момента на рулевом колесе

Скорость автомобил я, км/ч	Диапазо н M _{рк} ,	Коэффициенты полинома					
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
0	0...5	0,0347	1,132	-1,499	1,039	-0,2428	0,0191
10	0...5,9	0,0106	0,867	-1,042	0,585	-0,114	0,00759
20	0...7.3	0,025	0,324	-0,21	0,0948	-0,014	0,00076
30	0...7,5	0,0258	0,0615	0,0685	-0,0239	0,00383	-0,00016
50	0...7,4	0,00326	-0,0463	0,147	-0,0521	0,00731	-0,00031
100	0...7,3	-0,00739	0,0145	0,0339	-0,0116	0,00139	-0,000017
150	0...7,15	0,00354	0,0504	-0,0461	0,0199	-0,00326	0,0002

При этом по рекомендации Общества германских автопромышленников должна соблюдаться закономерность изменения компенсационного момента, отраженная на рисунке 1.2.

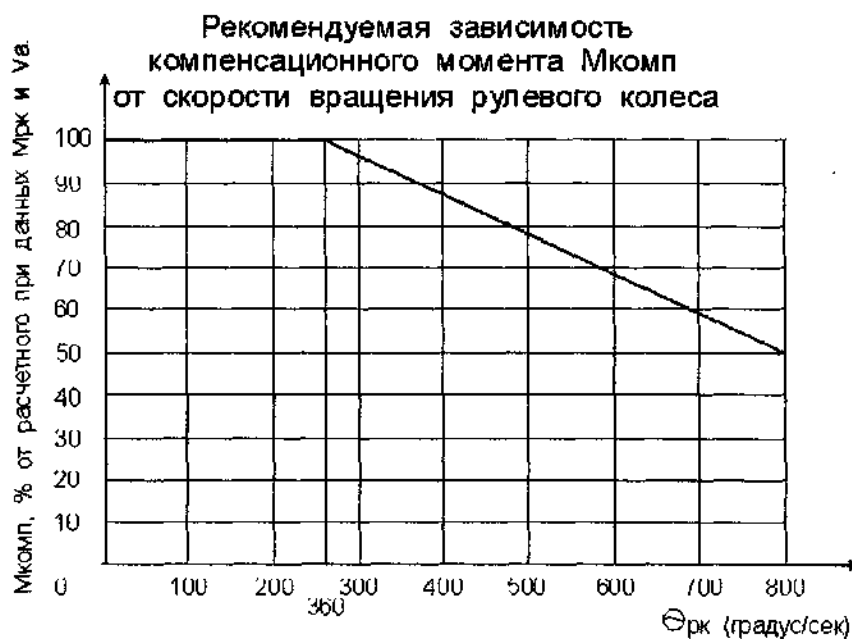


Рисунок 1.2 - Рекомендуемая зависимость компенсационного момента $M_{\text{комп}}$ от скорости вращения рулевого колеса.

Рекомендуемые зависимости скорости возврата рулевого колеса и возвратного момента соответственно от скорости движения автомобиля и угла поворота рулевого колеса приведены на Рисунок 1.3 - 1.4.

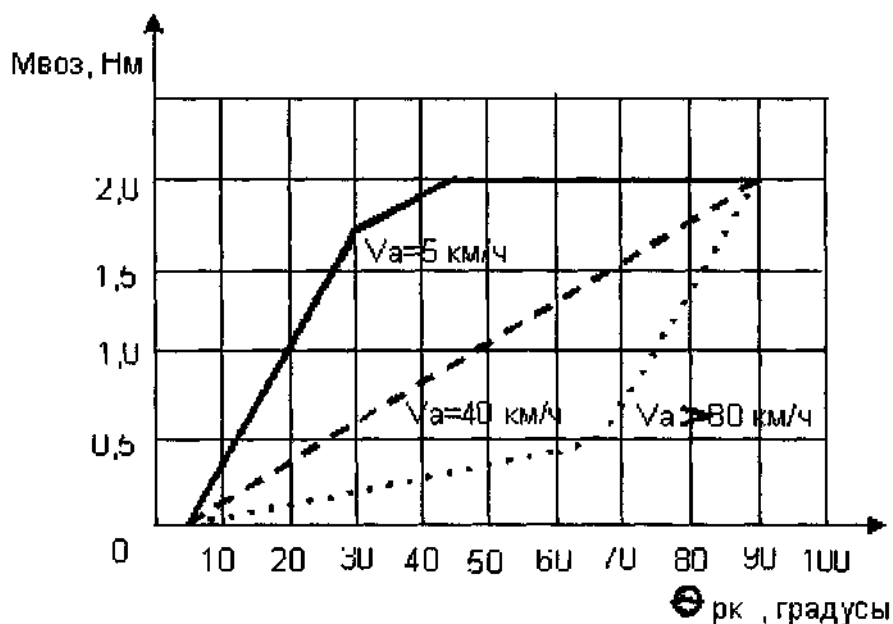


Рисунок 1.3 - Зависимость возвратного момента от угла поворота рулевого колеса.

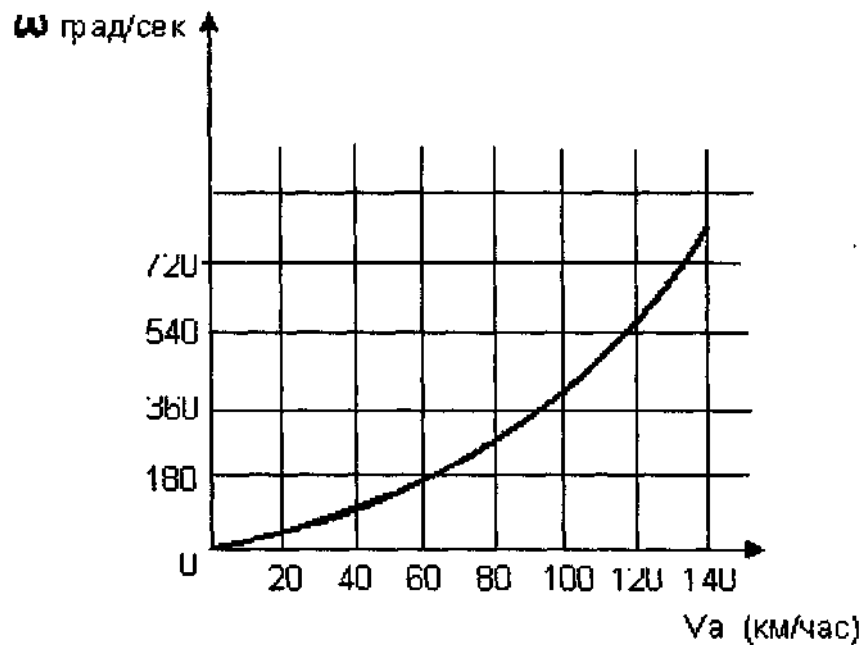


Рисунок 1.4 - Зависимость скорости возврата рулевого колеса от скорости движения автомобиля.

1.3 Классификация усилителей рулевого управления.

Конструктивно усилители рулевого управления подразделяются на следующие категории:

- 1) пневматический усилитель рулевого управления;
- 2) гидравлический усилитель рулевого управления;
- 3) электрический усилитель рулевого управления;
- 4) комбинированный усилитель рулевого управления.

Рассмотрим каждый из них более подробно.

«Пневматический усилитель рулевого управления представляет собой силовой цилиндр, распределительный орган, компрессор и ресивер. При повороте рулевого колеса распределитель подает воздух из ресивера в силовой цилиндр; при достижении в цилиндре определенного давления поршень поворачивает связанные с ним управляемые колеса. Компрессор (как правило, поршневого типа) поддерживает в ресивере необходимое давление и обычно приводится в действие от коленчатого вала двигателя. Преимущества пневматического усилителя рулевого управления:

- 1) относительная простота конструкции;
- 2) невысокая стоимость конструкции;

3) на автомобилях с пневматическим приводом тормозных механизмов используется штатная пневмоаппаратура».[3]

Недостатки пневматического усилителя рулевого управления:

1) большое время срабатывания (при давлении воздуха в пневмосистеме 0,6 - 0,8 МПа время срабатывания составляет 0,3 - 0,45 секунды);

2) крупные габариты и масса аппаратуры;

3) трудоемкость обслуживания;

4) высокий уровень шума при работе;

5) высокий расход топлива.

Вследствие указанных недостатков пневмоусилители рулевого управления на легковых автомобилях не применяются.

Гидравлический усилитель рулевого управления состоит из силового цилиндра, распределителя и насоса. Основные параметры этих устройств предусмотрены ОСТ 37.001.083-76. Насос приводится в действие непосредственно, тяговым двигателем автомобиля.

Существует следующая классификация гидравлических усилителей рулевого управления:

1) По компоновочной схеме.

2) По способу обеспечения кинематического слежения:

2.1) с обратной связью по перемещению управляемых колес или звеньев;

2.2) с дозированием объема жидкости, поступающей в гидроцилиндр;

2.3) с шаговыми гидроприводами,

3) По виду соединения полостей гидроцилиндра с распределителем:

3.1) прямого действия;

3.2) дифференциального действия.

4) По числу независимых контуров:

4.1) одноконтурные;

4.2) многоконтурные.

В гидравлических усилителях рулевого управления используются различные типы распределителей. Их можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) по перекрытию дросселей в нейтральном положении:
 - 1.1) проточные (наиболее распространены);
 - 1.2) непроточные. Эти распределители позволяют повысить экономичность работы усилителей, но требуют повышенной точности изготовления пары золотник - гильза и тщательной фильтрации рабочей жидкости для обеспечения герметичности при нейтральном положении золотника.
- 2) По направлению относительного потока жидкости и рабочей кромки дросселя:
 - 2.1) золотниковые распределители, в которых кромка дросселя движется перпендикулярно потоку жидкости;
 - 2.2) клапанные распределители, в которых кромка дросселя движется вдоль потока жидкости.
- 3) По виду движения золотника:
 - 3.1) осевые распределители (с поступательным движением золотника);
 - 3.2) роторные распределители (с вращательным движением золотника).
- 4) По конструкции центрирующих и реактивных устройств:
 - 4.1) с механическими (пружинными, торсионными) устройствами;

4.2) с гидравлическими (реактивными камерами, плунжерами или поршнями);

5) По конструкции привода золотника или гильзы:

5.1) с механическим приводом (обычно от рулевого вала);

5.2) с гидравлическим приводом;

5.3) с электрическим приводом;

5.4) с комбинированным приводом.

В качестве исполнительных устройств в усилителях используются цилиндры с односторонними или двухсторонними штоками, из которых односторонние обеспечивают лучшую компенсацию несимметричности нагрузок при повороте вправо или влево, обладают большей компактностью, простотой и надежностью.

«Насосы используются только объемные: лопастные, шестеренные, роликовые или поршневые с приводом от двигателя или трансмиссии.

Преимущество данного вида усилителя:

1) отработанная конструкция с достаточно высокой надежностью;

2) высокое быстродействие: время срабатывания 0,02 - 0,05 секунды.

Недостатки:

1) дорог (цена порядка 1500-2000 германских марок за один комплект);

2) не обеспечивает достаточное усилие при малой частоте работы двигателя вследствие малой частоты вращения насоса ("тяжелый руль" при парковке);

3) высокий дополнительный расход топлива (по сравнению с автомобилем без усилителя рулевого управления на 6...8% больше) вследствие постоянной жесткой связи с двигателем;

4) большой вес и габариты (для автомобиля Fiat Pimto масса агрегатов гидроусилителя составляет 13,14 кг);

5) использование рабочей жидкости означает необходимость контроля ее уровня, а также возможность течи». [4]

Усилители рулевого управления этого типа наиболее распространены в настоящее время.

Электрический усилитель рулевого управления начал устанавливаться на автомобили сравнительно недавно (до этого препятствием служила его высокая цена). Конструктивно состоит из электродвигателя, редуктора, блока управления и датчиков.

Электроусилители рулевого управления можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) по компоновочной схеме. Различают:
 - 1.1) встроенный рулевой усилитель с совместным размещением блока управления, электродвигателя, редуктора и рулевого механизма (привода рулевого управления);
 - 1.2) отдельный рулевой усилитель, электродвигатель и блок управления у которого расположены отдельно от рулевого механизма с редуктором;
 - 1.3) усилитель с размещением блока управления отдельно от рулевого механизма с редуктором и электродвигателем.
- 2) По размещению редуктора:
 - 2.1) на приводе рулевого управления;
 - 2.2) на рулевом механизме; при реечном рулевом механизме - на шестерне или на рейке.
- 3) По параметрам, контролируемым блоком управления:
 - 3.1) контролируется только усилие на рулевом колесе;
 - 3.2) контролируется усилие на рулевом колесе и скорость автомобиля;
 - 3.3) контролируется усилие на рулевом колесе, скорость автомобиля и положение рулевого колеса.
- 4) По типу электродвигателя:
 - 4.1) постоянного тока;
 - 4.2) переменного тока.
- 5) По соединению редуктора с ротором электродвигателя:
 - 5.1) с расцепляющей муфтой;

5.2) ротор является ведущей шестерней (червяком) редуктора.

б) По типу редуктора:

б.1) червячный;

б.2) планетарный;

б.3) винт-гайка с шариками (при размещении редуктора на зубчатой рейке рулевого механизма).

Из комбинированных усилителей рулевого управления наибольшее распространение получил электрогидравлический усилитель рулевого управления. Конструктивно он отличается от гидравлического тем, что насос приводится в действие электродвигателем, частота вращения ротора которого регулируется в зависимости от момента на рулевом валу (чем больше момент - тем больше частота вращения) и скорости движения автомобиля (чем выше скорость, тем ниже частота вращения ротора). Усилитель обладает следующими преимуществами: эффективная работа при малых оборотах двигателя;

1) снижение расхода топлива по сравнению с гидравлическим (на 1,5-2% больше, чем у автомобиля без усилителя).

В то же время электрогидравлическому усилителю присущи следующие недостатки:

1) высокая цена (на 25-30% дороже гидроусилителя);

2) большие масса и габариты (больше гидравлического);

3) не отпадает вероятность утечки рабочей жидкости.

Из вышеперечисленных конструкций усилителей рулевого управления наибольшее распространение на автомобилях второго класса получили гидравлические усилители. Однако за последние 3-5 лет наметилась тенденция к оснащению легковых автомобилей электрическими (электромеханическими)

Преимущества такого усилителя:

1) невысокая цена;

2) малые габариты и масса (масса электроусилителя рулевого управления для FIAT Punto составляет 10,3 кг, конструкция фирмы ZF для

автомобилей среднего класса весит около 7 кг);

3) снижение дополнительного расхода топлива (на 0,5-1,0 % больше, чем при отсутствии усилителя).

Относительным недостатком является сложность контрольного блока, задающего зависимость момента на выходе (компенсационного момента) от параметров на входе усилителями рулевого управления.

Для установки на автомобиль Шевроле-Нива выбрали электрический усилитель рулевого управления как наиболее перспективный и обеспечивающий изменение компенсационного момента в зависимости от различных факторов.

1.4 Обзор и тенденции развития конструкции электроусилителя

Наиболее известные модели электроусилителей рулевого управления

Работы по разработке электроусилителей рулевого управления ведут многие фирмы, в том числе:

1) Delphi Corporation

Усилитель представлен компанией осенью 1999 года и описан в периодической литературе. Общий вид этого усилителя представлен на Рисунок 1.5.

Рабочая схема рулевого управления с электрическим усилителем производства компании Delphi.

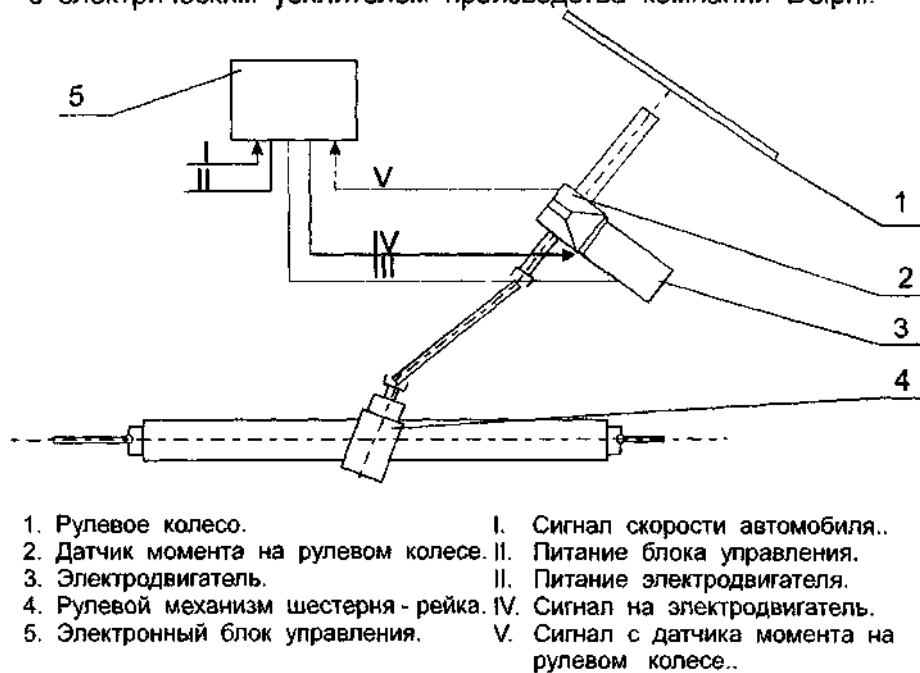


Рисунок 1.5 - Рабочая схема рулевого управления с электрическим усилителем производства компании Delphi Corporation

«Блок управления размещен отдельно от редуктора с электродвигателем, которые размещены на верхнем рулевом валу. График изменения компенсационного момента от момента на рулевом колесе представлен на Рисунок 1.6.» [5]

Этот усилитель спроектирован для автомобилей среднего класса сухой массой порядка 1500-1800 килограммов, для которых максимальный момент на шестерне (при реечном рулевом механизме) достигает 51 Н*м.

Усилие на руле ограничило 6 Н*м, что свидетельствует о том, что усилитель предназначен для легковых комфортных, а не для полноприводных или спортивных автомобилей. График изменения возвратного момента на рулевом управлении с таким усилителем от положения рулевого колеса представлен на Рисунок 1.7.

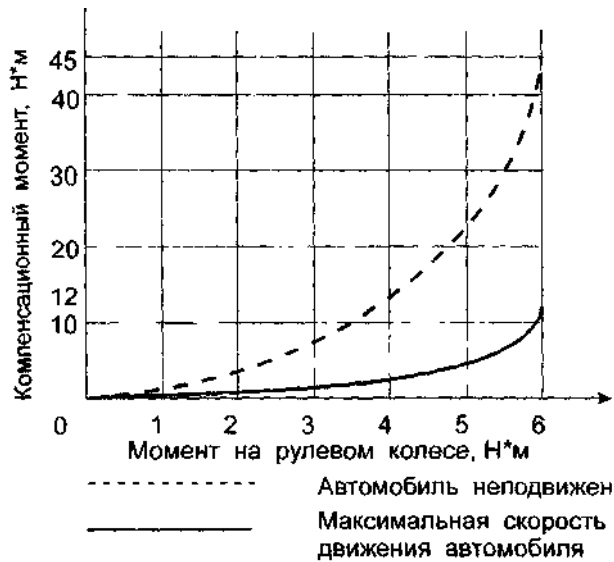


Рисунок 1.6 - Зависимость компенсационного момента для электроусилителя рулевого управления компании Delphi Corporation от момента на рулевом колесе с учетом скорости движения автомобиля

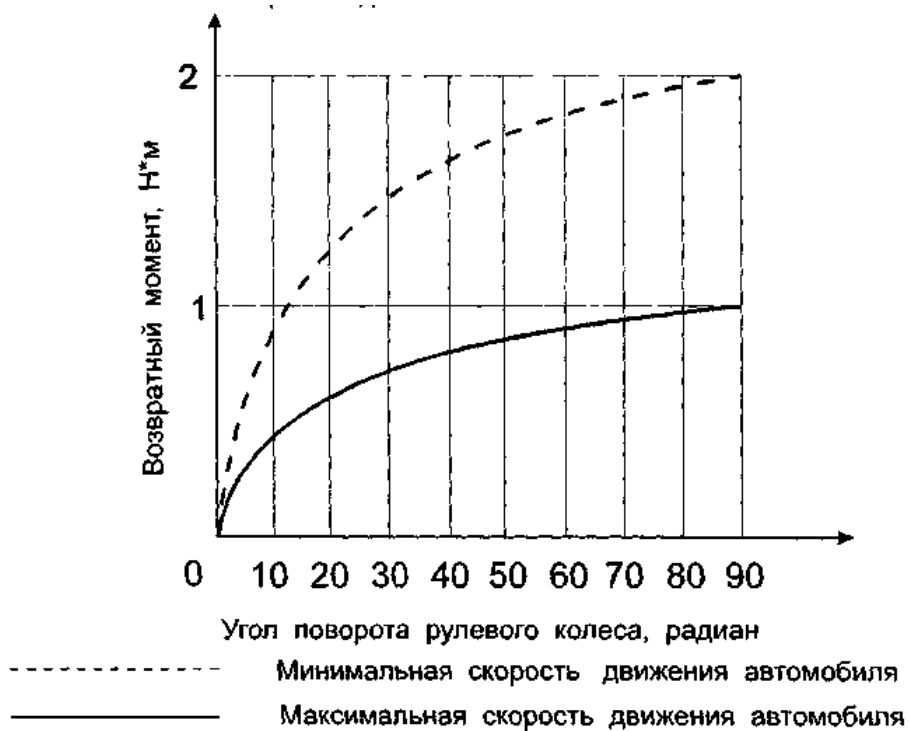


Рисунок 1.7 - Зависимость возвратного момента для электроусилителя рулевого управления компании Delphi Corporation от положения рулевого колеса с учетом скорости движения автомобиля.

3)ZF.

Эта компания специализируется на рулевом управлении. Последний из предложенных этой фирмой усилителей имеет максимальный

компенсационный момент 50 Нм. Усилитель - электродвигатель с червячным редуктором (передаточное число 17:1), червяк которого является ротором электродвигателя постоянного тока, и датчики момента на рулевом колесе и положения рулевого колеса.

«Отличительной чертой является очень компактный блок управления, присоединенный к корпусу усилителя. При этом длина электродвигателя от продольной оси редуктора составляет всего 171 мм, а с учетом блока управления - 210,5 мм. Компенсационная характеристика этого усилителя показана на Рисунок 1.8.» [6]

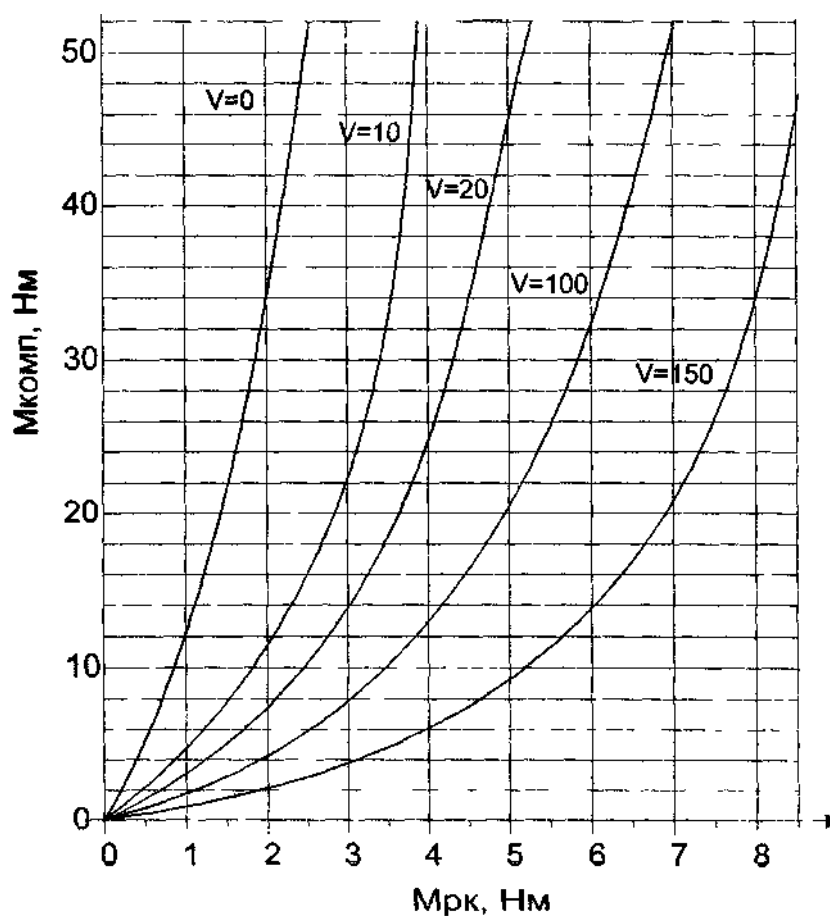


Рисунок 1.8 - Закон компенсации усилия на рулевом колесе усилителя фирмы ZF

4) Коуо.

Французское отделение японской компании Коуо разработало наиболее широкую гамму электрических усилителей рулевого управления для автомобилей сухой массой от 700 до 1800 кг. Представляются три базовые конструкции:

а) Column type, размещаемый на верхнем рулевом валу (см. Рисунок 1.9), представляет собой червячный редуктор с передаточным числом 1:16.5, червяк которого через расцепляющее устройство связан с ротором электродвигателя. Блок управления размещается отдельно. Конструкция разработана для легких автомобилей. В частности, такой усилитель был

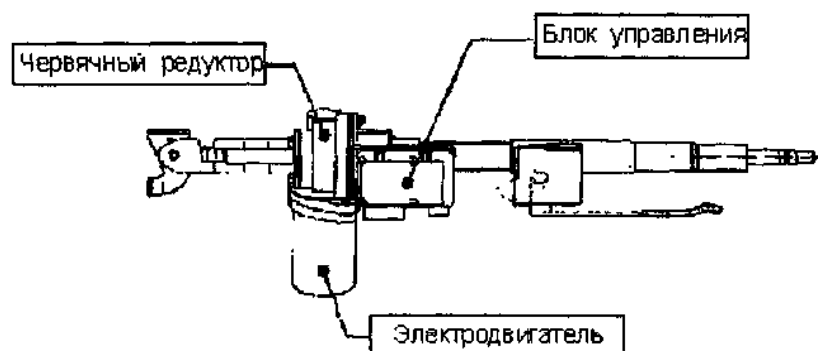


Рисунок 1.9 - Электрический усилитель рулевого управления компании Коюо серии Column EPS.

установлен на автомобиль Renault Twingo, поступивший в свободную продажу.

Недостатки такой конструкции: наличие расцепляющего устройства и большие габариты у электродвигателя, что объясняется унификацией редукторов и использованием сменных электродвигателей. На последних вариантах расцепляющее устройство отсутствует.

б) Pinion type, размещаемый на шестерне реечного рулевого механизма (см. Рисунок 1.10), представляет собой планетарный редуктор (передаточное число 1:5), соединенный с червячным (передаточное число 1:2.6), через который передается добавочный момент на шестерню от ротора электродвигателя через расцепляющее устройство. Конструкция разработана для автомобилей среднего класса, серийно устанавливается на полноприводный автомобиль Toyota RAV4.

в) Усилитель, устанавливаемый на автомобиль Honda NSX. Усилитель рулевого управления размещается на рулевом механизме (реечном) и представляет собой редуктор типа винт-гайка с шариками, передающее

дополнительное усилие на рейку от электродвигателя при подаче сигнала (Рисунок 1.11). Компенсационное усилие зависит от усилия на шестерне и скорости движения автомобиля.

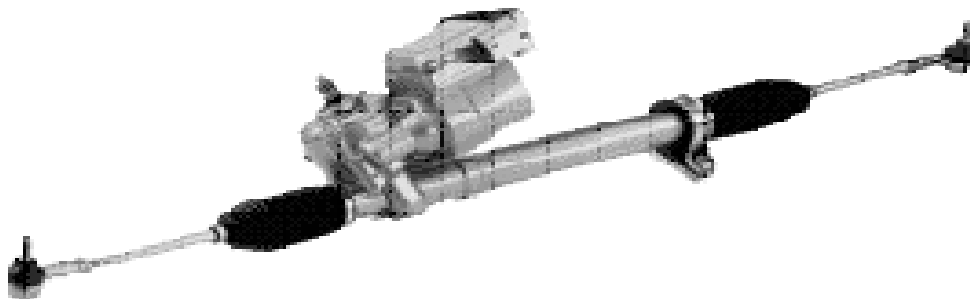


Рисунок 1.10 - Электрический усилитель рулевого управления компании Коуо серии Pinion type.

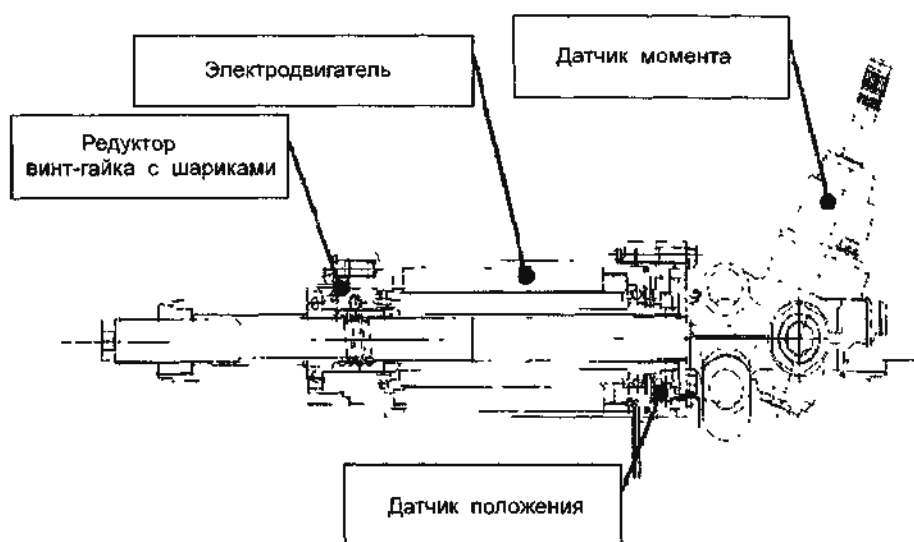


Рисунок 1.11 - Электрический усилитель рулевого управления компании Коуо, устанавливаемый на зубчатой рейке.

Для электроусилителей типов а) и б) возможна установка одного из нескольких электродвигателей силой тока 25, 35, 45, 55 и 65А мощностью от 167 до 425 Вт. Диапазон рабочих температур блока управления от -30 до + 80 °С.

5) NSK Group.

«Усилитель, производимый этой компанией, размещается на верхнем рулевом валу; червячный редуктор собран вместе с электродвигателем с расцепляющим устройством, контрольный блок расположен отдельно. Компенсационный момент изменяется в зависимости от момента на рулевом колесе и скорости транспортного средства. Этот усилитель рулевого управления устанавливается на автомобиль MGF компании Rover. По утверждению представителей компании, масса этого усилителя на 5 кило граммов меньше массы гидравлического усилителя с аналогичными характеристиками. Усилитель описан в периодическом издании». [7]

6) TRW.

Электроусилитель этой компании находится на зубчатой рейке рулевого механизма, дополнительное усилие на которую передается с электродвигателя (его ротор связан с рейкой через редуктор типа винт-гайка с шариками). Блок управления также находится на трубе рейки рулевого механизма (Рисунок 1.12). Данная система представлена весной 1997 года и описана в периодическом издании, техническая информация об усилителе отсутствует.

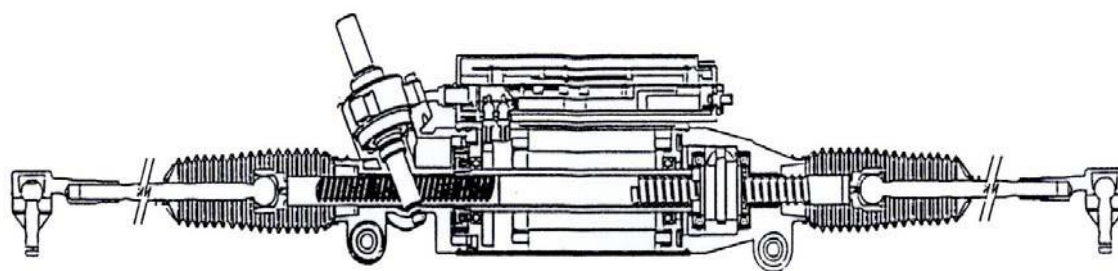


Рисунок 1.12 - Электрический усилитель рулевого управления компании TRW

7) А/О "Авиаагрегат" (г. Махачкала).

Электроусилитель, предложенный АО "Авиаагрегат" (Рисунок 1.13), представляет собой червячный редуктор с передаточным числом 1: 24, червяк которого 8 одновременно является ротором электродвигателя 7. Контроль момента на рулевом колесе осуществляется датчиком момента

токовихревого типа 5. Датчик контролирует угол закручивания торсиона 2, оба конца которого закреплены на входном 1 и выходном 11 валах усилителя, по углу относительного поворота детекторных колец 4 и 6, причем кольцо 4 жестко связано с ведущим валом усилителя, а кольцо 6 - с ведомым. Торсион изготавливается из стали 60С2А-5-2 ГОСТ 14959-79.

Электроусилитель изменяет компенсационный момент в зависимости от следующих факторов:

1. от величины момента на входящем рулевом валу (на рулевом колесе). Чем больше прикладываемый водителем к рулевому колесу крутящий момент, тем больший компенсационный момент передается на выходной вал усилителя;

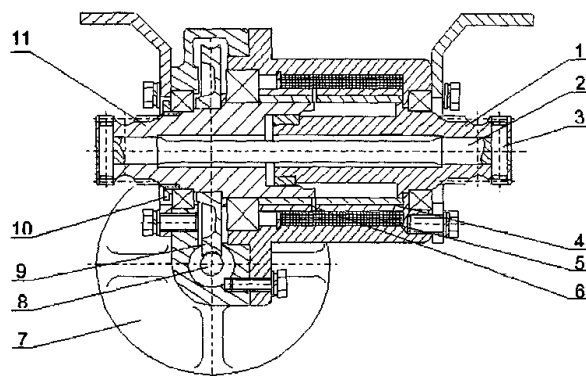


Рисунок 1.13 - Продольный разрез электроусилителя рулевого управления АО«Авиаагрегат»

2. от скорости автомобиля. Чем выше скорость движения автомобиля, тем меньше компенсационный момент. Это сделано с целью повышения активной безопасности автомобиля, т.к. при движении на высокой скорости небольшой момент на рулевом колесе, который может быть вызван случайным движением руки, приводит к большому поперечному смещению автомобиля; при снижении компенсационного усилия уменьшается поперечное смещение от того же момента на входе. При скорости порядка 90 км/ч усилитель рулевого управления отключается;

Преимуществами данного усилителя являются:

- 1) высокая компактность;
- 2) прогрессивная конструкция электродвигателя - без расцепляющего

узла, что позволяет получить высокую надежность и стабильность работы при высоких оборотах и увеличивает компактность;

2) возможность быстрой адаптации конструкции, т.к. предприятие заинтересовано в сотрудничестве с АвтоВАЗом. В настоящее время в АО "Авиаагрегат" ведутся работы по установке менее мощного электродвигателя, с которым усилитель обеспечит характеристики, затребованные АО "АвтоВАЗ". Недостатки:

1) двигатель переменного тока обладает большим временем срабатывания по сравнению с электродвигателем постоянного тока (время срабатывания около 0,03 секунд);

2) высокое передаточное число редуктора повышает инерционное влияние редуктора на работу усилителя (паразитный доворот рулевого колеса при прекращении приложения усилия к рулевому колесу).

Данный усилитель рулевого управления находится в разработке и в его конструкцию возможно внесение изменений.

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта электроусилителя.

«Для установки на автомобиль Шевроле-Нива был принят усилитель рулевого управления на базе усилителя, предложенного АО "Авиаагрегат" (г. Махачкала). Использование этого усилителя рулевого управления позволило снизить наибольшее усилие на рулевом колесе при повороте на месте. Значительное возрастание стоимости автомобиля компенсируется повышением комфорта управления автомобилем, снижением утомляемости водителя и вероятности совершения дорожно-транспортного происшествия, а также повышением престижа автомобилей ВАЗ на внутреннем и, особенно, на внешнем рынке. Следует заметить, что возрастание стоимости автомобиля, оснащенного электрическим усилителем рулевого управления, ниже соответствующего автомобиля с гидравлическим усилителем». [8]

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено в задании для выполнения дипломного проекта

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Кол-во приводных колес.....	$nk = 4$
Собст-й вес, кг.....	$m_0 = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Макс-я ск-ть, м/с.....	$V_{max} = 40,28$
Макс-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{max} = 600$
Мин-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{min} = 95$
Коэфф-т аэродин-го сопр-я.....	$C_x = 0,46$
Величина макс-й преод-й подъем.....	$\alpha_{max} = 0,32$
Коэфф-т полезного действ. трансм.....	$\eta_{TP} = 0,93$
Площ. попер-го сеч-я, м ²	$H = 2,34$
Коэфф-т сопр-я кач-ю.....	$f_{k0} = 0,014$
Кол-во пер. в КПП.....	5
Распр-е массы авто-ля, % :	
Передн. ось.....	45
Задн. ось.....	55
Плотн-ть возд, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотн-ть топл, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_n + G_b, \quad (3.1)$$

где G_0 – собств-й вес авто-ля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н} \quad (3.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (3.7)$$

б) Подбор шин 205/75 R15.

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.8)$$

где r_k – рад. кач-я кол.;

r_{CT} – стат-й рад. кол.;

$B = 205$ – шир. проф., мм;

$\kappa = 0,75$ – отн-е выс. про. к шир. проф.;

$d = 381$ – посад-й диам., мм;

$\lambda = 0,85$ – коэфф-т типа шины

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м} \quad (3.9)$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.10)$$

где U_K – пер-ое число высш. пер. в КПП, на кот. обесп-я макс-я скор-ть.

Число высшей передачи КП равным 0,800;

U_{PK} – пер-е число разд-й КП, примем равным 1,2

$$U_0 = (0,321 \cdot 600) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 4,885 \quad (3.11)$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (3.12)$$

где: ψ_v - коэфф-т сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (3.13)$$

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 40,28^2 / 2000) = 0,025 \quad (3.14)$$

$$N_v = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,46 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,93 = 68549 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (3.15)$$

где: a, b, c – эмпирические коэфф-ты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$).

$$N_{MAX} = 68549 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 68902 \text{ Вт} \quad (3.16)$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.17)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ - коэфф-ты характеризующие тип двигателя.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.18)$$

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
907	95	13,0	137,3
1300	136	19,4	142,5
1650	173	25,2	146,0
2000	209	31,1	148,6
2350	246	36,9	150,1
2700	283	42,6	150,7
3050	319	48,0	150,3
3400	356	53,0	148,9
3750	393	57,5	146,5
4100	429	61,4	143,1
4450	466	64,6	138,7
4800	503	67,0	133,3
5150	539	68,5	127,0
5500	576	68,9	119,6

5730	600	68,5	114,2
------	-----	------	-------

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (3.19)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (3.20)$$

где ψ_{MAX} - коэфф-т сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма

$$(\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}); \quad (3.21)$$

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1).

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,32 = 0,345 \quad (3.22)$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,345 \cdot 0,321 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 1,353 \quad (3.23)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{СИ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}, \quad (3.24)$$

где $G_{СИ}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{СИ} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н, m_1 - коэфф-т перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэфф-т сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,315 / (150,7 \cdot 0,93 \cdot 4,885 \cdot 2,1) = 3,135 \quad (3.25)$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,100$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,100 / 0,800)^{1/4} = 1,403 \quad (3.26)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,100 / 1,403 = 2,209; \quad (3.27)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,209 / 1,403 = 1,575; \quad (3.28)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,575 / 1,403 = 1,122; \quad (3.29)$$

$$U_5 = 0,800. \quad (3.30)$$

Дальнейшие расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (3.31)$$

Таблица 3.2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
907	1,6	2,3	3,2	4,5	6,4
1300	2,4	3,3	4,6	6,5	9,1
1650	3,0	4,2	5,9	8,3	11,6
2000	3,6	5,1	7,1	10,0	14,1
2350	4,3	6,0	8,4	11,8	16,5
2700	4,9	6,9	9,6	13,5	19,0
3050	5,5	7,8	10,9	15,3	21,4
3400	6,2	8,7	12,1	17,0	23,9
3750	6,8	9,5	13,4	18,8	26,4
4100	7,4	10,4	14,6	20,5	28,8
4450	8,1	11,3	15,9	22,3	31,3
4800	8,7	12,2	17,1	24,1	33,7
5150	9,3	13,1	18,4	25,8	36,2
5500	10,0	14,0	19,6	27,6	38,7
5730	10,4	14,6	20,5	28,7	40,3

3.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (3.32)$$

Таблица 3.3 - Тяговый баланс

Обор. дв-ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
907	7370	5253	3744	2669	1902
1300	7648	5451	3885	2769	1974
1650	7839	5587	3982	2838	2023
2000	7976	5685	4052	2888	2058
2350	8060	5745	4095	2918	2080
2700	8091	5767	4110	2930	2088
3050	8069	5751	4099	2922	2082
3400	7993	5697	4061	2894	2063
3750	7864	5605	3995	2847	2030
4100	7682	5476	3903	2782	1983
4450	7447	5308	3783	2696	1922
4800	7158	5102	3636	2592	1847
5150	6816	4858	3463	2468	1759
5500	6421	4577	3262	2325	1657
5730	6133	4371	3116	2221	1583

3.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.33)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (3.34)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (3.35)$$

Таблица 3.4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	∑F сопр. движ-ю, Н
0	0	251	251
5	17	254	271
10	70	263	333
15	157	279	435
20	278	301	579
25	435	329	764
30	626	363	990
35	852	404	1257
40	1113	451	1564
45	1409	504	1913
50	1740	564	2304
55	2105	630	2735
60	2505	702	3207
65	2940	780	3720

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (3.36)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сш} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (3.37)$$

Таблица 3.5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
907	0,412	0,293	0,209	0,148	0,105
1300	0,427	0,304	0,216	0,153	0,107
1650	0,438	0,311	0,221	0,156	0,108
2000	0,445	0,317	0,224	0,157	0,107
2350	0,450	0,320	0,226	0,158	0,106
2700	0,451	0,320	0,226	0,157	0,103
3050	0,450	0,319	0,224	0,154	0,098
3400	0,445	0,315	0,221	0,150	0,093
3750	0,438	0,310	0,216	0,145	0,086
4100	0,427	0,302	0,210	0,139	0,078
4450	0,414	0,292	0,202	0,131	0,069
4800	0,397	0,279	0,192	0,122	0,059
5150	0,377	0,265	0,180	0,112	0,047
5500	0,355	0,248	0,167	0,100	0,034
5730	0,338	0,236	0,158	0,092	0,025

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.38)$$

где δ_{BP} - коэфф-т учета вращающихся масс,

Ψ - коэфф-т суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (3.39)$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{кпп}^2), \quad (3.40)$$

где: δ_1 - коэфф-т учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэфф-т учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$.

Таблица 3.6 - Коэфф-т учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ	1,159	1,088	1,052	1,034	1,025

Таблица 3.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
907	3,37	2,52	1,82	1,27	0,87
1300	3,50	2,61	1,88	1,32	0,88
1650	3,58	2,68	1,93	1,34	0,89
2000	3,65	2,73	1,96	1,35	0,88
2350	3,69	2,75	1,97	1,35	0,86
2700	3,70	2,76	1,97	1,34	0,82
3050	3,68	2,75	1,95	1,31	0,78
3400	3,65	2,71	1,92	1,27	0,72
3750	3,58	2,66	1,87	1,22	0,65
4100	3,49	2,59	1,81	1,16	0,56
4450	3,38	2,49	1,73	1,08	0,46
4800	3,24	2,38	1,64	0,99	0,35
5150	3,07	2,25	1,53	0,89	0,23
5500	2,88	2,10	1,40	0,77	0,10
5730	2,74	1,99	1,31	0,69	0,00

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
907	0,30	0,40	0,55	0,79	1,16
1300	0,29	0,38	0,53	0,76	1,13
1650	0,28	0,37	0,52	0,75	1,13
2000	0,27	0,37	0,51	0,74	1,14
2350	0,27	0,36	0,51	0,74	1,16
2700	0,27	0,36	0,51	0,75	1,21
3050	0,27	0,36	0,51	0,76	1,29
3400	0,27	0,37	0,52	0,78	1,39
3750	0,28	0,38	0,53	0,82	1,55
4100	0,29	0,39	0,55	0,86	1,78
4450	0,30	0,40	0,58	0,93	2,15
4800	0,31	0,42	0,61	1,01	2,83
5150	0,33	0,44	0,65	1,13	4,33
5500	0,35	0,48	0,71	1,30	10,45
5730	0,37	0,50	0,76	1,46	-29782,91

3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.41)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (3.42)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (3.43)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (3.44)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_o до скорости V_1 ,
 t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 3.9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	154	0,8
0-10	462	2,3
0-15	908	4,5
0-20	1536	7,7
0-25	2386	11,9
0-30	3533	17,7
0-35	5070	25,4
0-40	7090	35,4

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) \approx V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.45)$$

где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_o

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Таблица 3.10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	38	2
0-10	269	13
0-15	827	41
0-20	1926	96
0-25	3838	192
0-30	6993	350
0-35	11989	599
0-40	19563	978

3.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.46)$$

N_f – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я кач-ю;

N_B – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я воздуха;

N_{II} – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я подъема ($N_{II} = 0$);

N_j – мощн-ть, затрач-ая на уск-ие авто-ля ($N_i = 0$).

Таблица 3.11 - Мощностной баланс

Обор. дв-ля, об/мин	Мощн. на кол., кВт
907	12,1
1300	18,0
1650	23,5
2000	28,9
2350	34,4
2700	39,6
3050	44,6
3400	49,3
3750	53,5
4100	57,1
4450	60,1
4800	62,3
5150	63,7
5500	64,1
5730	63,8

Таблица 3.12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. воз.	Мощн. сопр кач-я	Сумм. мощн. сопр
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,3	1,4
10	0,7	2,6	3,3
15	2,3	4,2	6,5
20	5,6	6,0	11,6
25	10,9	8,2	19,1
30	18,8	10,9	29,7
35	29,8	14,1	44,0
40	44,5	18,0	62,6
45	63,4	22,7	86,1
50	87,0	28,2	115,2

3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.47)$$

где $g_{E\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (3.48)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.49)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (3.50)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.51)$$

Таблица 3.13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К _И	Значение К _Е	Значение Q _□
907	6,4	0,149	0,166	1,291	1,166	5,7
1300	9,1	0,162	0,238	1,274	1,128	6,1
1650	11,6	0,178	0,302	1,251	1,098	6,6
2000	14,1	0,201	0,367	1,223	1,072	7,2
2350	16,5	0,228	0,431	1,189	1,051	7,8
2700	19,0	0,262	0,495	1,150	1,034	8,6
3050	21,4	0,302	0,559	1,107	1,022	9,4
3400	23,9	0,349	0,623	1,060	1,014	10,2
3750	26,4	0,405	0,687	1,012	1,010	11,1
4100	28,8	0,471	0,751	0,965	1,010	12,0
4450	31,3	0,549	0,816	0,922	1,015	13,1
4800	33,7	0,642	0,880	0,888	1,025	14,3
5150	36,2	0,754	0,944	0,875	1,038	16,0

3.2 Расчет элементов усилителя и рулевой колонки.

3.2.1 Расчет момента на рулевом колесе при повороте на месте для рулевого управления Шевроле-Нива без усилителя

3.2.1.1 Момент трения скольжения отпечатка шины по опорной поверхности:

$$M_{\varphi} = 2 \cdot 0.375 \cdot G_k \cdot \varphi \cdot \frac{(S_{ш})^{0.5}}{\eta_{шк}} = 2 \cdot 0.375 \cdot 4027 \cdot 0.8 \cdot \frac{(0.0487)^{0.5}}{0.95} = 635.91 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.52)$$

где G_k - нагрузка на одно управляемое колесо; $G_k = 4027 \text{ Н}$ при конструктивной нагрузке и распределении нагрузки по осям 50/50 %;

φ - коэфф-т сцепления колес с дорогой; $\varphi = 0.8$ (асфальтовое покрытие);

$S_{ш}$ - площадь контактного отпечатка шины;

$$S_{ш} = B \cdot l = 0.205 \cdot 0.2495 = 0.0487 \text{ м}^2 \quad (3.53)$$

где B - ширина шины; $B = 0.205 \text{ м}$ для регламентируемых для Шевроле-Нива шин 205/75 R 15;

l - длина опорной поверхности шины;

$$l = 2 \cdot (r_{св}^2 - r_{ст}^2)^{0.5} = 2 \cdot (0.381^2 - 0.321^2)^{0.5} = 0.2495 \text{ м} \quad (3.54)$$

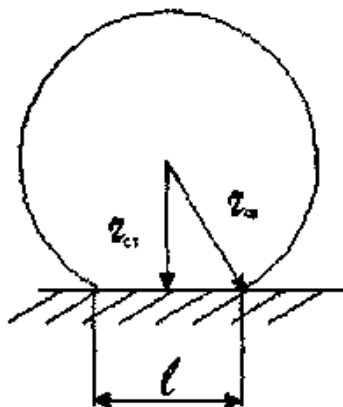


Рисунок 3.1 - К расчету усилия на рулевом колесе при повороте на месте.

где $r_{св}$ - свободный радиус шины; $r_{св} = 0.381 \text{ м}$ для шины 205/75 R 15;

$r_{ст}$ - статический радиус шины; $r_{ст} = 0.321 \text{ м}$ при конструктивной нагрузке;

$\eta_{шк}$ - КПД привода; $\eta_{шк} = 0.95$.

3.2.1.2 Момент сопротивления повороту колеса:

$$M_f = \left| 2 \cdot G_k \cdot f \cdot \frac{(r_u - r_{cm} \cdot (\gamma + \beta))}{\eta_{np}} \right| = \left| 2 \cdot 4562,5 \cdot 0,014 \cdot \frac{(0,065 - 0,321 \cdot (0 + 0,2356))}{0,95} \right| = 3,33 \text{ Нм} \quad (3.55)$$

где G_k - нагрузка на одно управляемое колесо; $G_k = 4562,5 \text{ Н}$ при конструктивной нагрузке и распределении нагрузки по осям 50/50 %;

f - коэфф-т сопротивления качению; $f = 0,014$ для асфальтового покрытия;

r_u - длина цапфы колеса; $r_u = 0,065 \text{ м}$;

r_{cm} - статический радиус шины; $r_{cm} = 0,381 \text{ м}$ при конструктивной нагрузке;

γ - угол развала колеса; для Шевроле-Нива $\gamma = 0^\circ \pm 30^\circ$ принимаем $\gamma = 0^\circ$;

β - поперечный угол наклона шкворня; $\beta = 13^\circ 30' = 0,2356$ радиана;

η_{np} - КПД привода; $\eta_{np} = 0,95$.

3.2.1.3 Стабилизирующий момент от вертикальной нагрузки на колесах:

$$\begin{aligned} M_{cm} &= 2 \cdot G_k \cdot (a + r_{cm} \cdot \tan \beta) \cdot \left\{ \frac{1 + \tan^2 \xi}{1 + \tan^2 \xi + \tan^2 \beta} \right\}^{0,5} \cdot \sin \beta \cdot \sin \theta \cdot \cos \xi \cdot \eta_{np} = \\ &= 2 \cdot 4027 \cdot (-0,01 + 0,321 \cdot \tan 0,2356) \cdot \left\{ \frac{1 + \tan^2 0,026}{1 + \tan^2 0,026 + \tan^2 0,2356} \right\}^{0,5} \cdot \sin 0,2356 \cdot \\ &\cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 0,026 \cdot 0,95 = 80,12 \text{ Нм} \end{aligned} \quad (3.56)$$

где G_k - нагрузка на одно управляемое колесо; $G_k = 4027 \text{ Н}$ при конструктивной нагрузке и распределении нагрузки по осям 45/50 %;

a - плечо обкатки; для Шевроле-Нива $a = +0,02 \text{ м}$;

r_{cm} - статический радиус шины; $r_{cm} = 0,321 \text{ м}$ при конструктивной нагрузке;

β - поперечный угол наклона шкворня; $\beta = 0,242$ радиана;

ξ - продольный угол наклона оси шкворня; $\beta = 3^\circ 30' = 0,061$ радиан;

θ - средний угол поворота колес; принимаем $\theta = 30^\circ$;

η_{np} - КПД привода; $\eta_{np} = 0,95$.

3.2.1.4 Суммарный момент сопротивления повороту управляемых колес

$$M_c = M_\varphi + M_f + M_{cm} = 635,91 + 3,33 + 80,12 = 719,36 \text{ Н} \quad (3.57)$$

где M_φ - момент трения скольжения отпечатка шины по опорной поверхности на одно колесо; $M_\varphi = 635,91 \text{ Нм}$ по расчету (3.52);

M_f - момент сопротивления повороту колеса; $M_f = 3,33$ Нм по расчету (3.55);

M_{cm} - стабилизирующий момент от вертикальной нагрузки на колесах;

$M_{cm} = 80,12$ Нм по расчету (3.56).

3.2.1.5 Момент на рулевом колесе

$$M_{pk} = \frac{M_c}{\eta_{py} \cdot u} = \frac{719,36}{0,85 \cdot 20} = 33,85 \text{ Нм} \quad (3.58)$$

где M_c - суммарный момент сопротивления повороту управляемых колес;
 $M_c = 390,82$ Н по расчету (3.57);

η_{py} - КПД рулевого управления; $\eta_{py} = 0,85$;

u - передаточное число рулевого управления в целом; $u = 20$.

3.2.1.6 Усилие на рулевом колесе

$$P_{pk} = \frac{M_{pk}}{r_{pk}} = \frac{33,85}{0,19} = 178,16 \text{ Н} \quad (3.59)$$

где M_{pk} - момент на рулевом колесе; из формулы (3.2.7) $M_{pk} = 33,85$ Нм; r_{pk} - радиус рулевого колеса; для Шевроле-Нива $r_{pk} = 0,19$ м.

На рисунке 3.2 представлено изменение величины момента на рулевом колесе в зависимости от угла поворота рулевого колеса для рулевого управления Шевроле-Нива без усилителя и с электрическим усилителем, характеристика компенсации которого описана ниже.

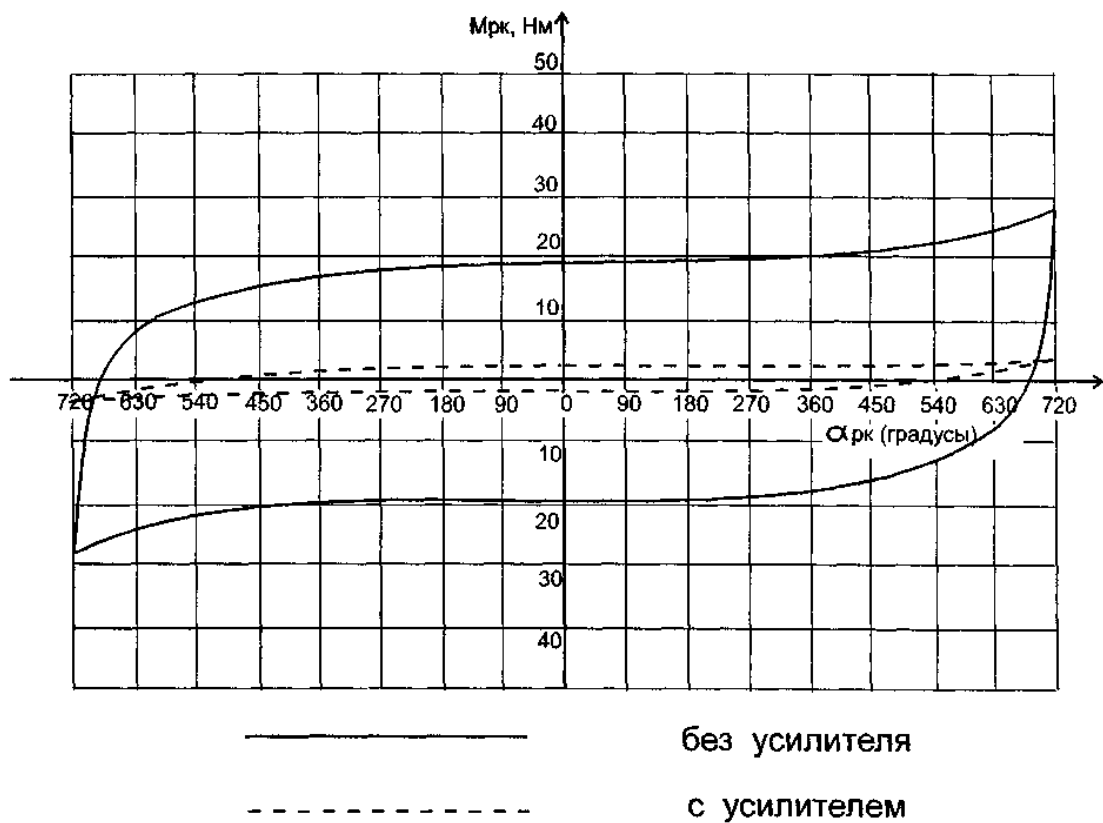


Рисунок 3.2 - Зависимость усилия на рулевом колесе ШЕВРОЛЕ-НИВА (рулевой механизм с переменным передаточным числом) от угла поворота рулевого колеса

3.2.2 Расчет червячного редуктора

3.2.2.1 Выбор передаточного числа

«Исходя из мощности электродвигателя (250 Вт) и величины требуемого момента компенсации (30 Нм) выбираем передаточное число редуктора $u = 24$. Для плавной передачи крутящего момента в переходных режимах принимаем число зубьев червячного колеса $Z_2 = 48$, тогда число витков червяка» [8]

$$Z_1 = \frac{Z_2}{u} = \frac{48}{24} = 2. \quad (3.60)$$

3.2.2.2 Выбор материалов червячного колеса и червяка

Редуктор должен работать продолжительное время (не менее 8500 часов по техническим требованиям (см. п.3.2.2.1), режим работы неравномерный. Исходя из этого, для червячного колеса принимаем оловянную бронзу Бр. ОФ 6,5-0,15

(ГОСТ 10025-78) с допустимым напряжением растяжения $\sigma_B = 370$ МПа, метод изготовления колеса - центробежное литье.

Для червяка выбираем сталь 40Х с закалкой ТВЧ до HRC = 50...55 и последующей шлифовкой.

3.2.23 Расчет межосевого расстояния редуктора из условия контактной прочности

$$A \geq \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \cdot \left\{ \left(169 \cdot \frac{q}{Z_2} \cdot \frac{1}{\sigma_{HK}} \right)^2 \cdot M_2 \cdot K \right\}^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{48}{6} + 1 \right) \cdot \left\{ \left(169 \cdot \frac{6}{48} \cdot \frac{1}{290} \right)^2 \cdot 30000 \cdot 1.3 \right\}^{\frac{1}{3}} = 40.43 \text{ мм} \quad (3.61)$$

где Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

q - относительная толщина червяка; в целях уменьшения габаритов редуктора принимаем $q = 6$;

σ_{HK} - допускаемые контактные напряжения для червячного колеса:

$$\sigma_{HK} = C \cdot \sigma_B \cdot k_{pH} = 0,9 \cdot 370 \cdot 0,872 = 290 \text{ МПа}, \quad (3.62)$$

где C - эмпирический коэфф-т; по данным $C = 0,9$ для червяков с HRC > 45;

σ_B - допустимое напряжение растяжения материала колеса; для

Бр.ОФ6,5-0,15, $\sigma_B = 370$ МПа;

k_{pH} - коэфф-т режима нагрузки;

$$k_{pH} = \left(\frac{10^6}{N_u} \right)^{\frac{1}{8}} = \left(\frac{10^6}{3 \cdot 10^6} \right)^{\frac{1}{8}} = 0,872, \quad (3.63)$$

где N_u - число циклов нагружения для редуктора за весь срок службы; по техническим требованиям срок службы усилителя 8500 часов = $3 \cdot 10^6$ секунд, предполагая один цикл включения в секунду, принимаем $N_u = 3 \cdot 10^6$;

M_2 - наибольший момент на червячном колесе; $M_2 = M_{кo.mn} = 30 \text{ Нм} = 30000 \text{ Нмм}$;

K - коэфф-т нагрузки; для неравномерной нагрузки $K = 1,3$. Принимаем $A = 40,5$ без обращения к ГОСТ 2144-66, т.к. редуктор не является самостоятельным агрегатом.

3.2.24 Осевого модуль зацепления

$$m_s = 2 \cdot \frac{A}{(Z_2 + q)} = 2 \cdot \frac{40,5}{48 + 6} = 1,5, \quad (3.64)$$

где A - межосевое расстояние редуктора; принято $A=40,5$ мм; Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$; q - относительная толщина червяка; $q = 6$.

По ГОСТ 2144-66 принимаем $m_s = 1,5$.

3.2.25 Основные геометрические размеры червяка

а) диаметр делительной окружности

$$d_{o1} = q \cdot m_s = 6 \cdot 1,5 = 9 \text{ мм} \quad (3.65)$$

где q - относительная толщина червяка; $q=6$; m_s - осевой модуль зацепления;

$$m_s = 1,5.$$

б) диаметр выступов

$$D_{el} = m_s \cdot (q+2) = 1,5 \cdot (6+2) = 12 \text{ мм}, \quad (3.66)$$

где m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$; q - относительная толщина червяка; $q = 6$.

в) диаметр по впадинам

$$D_{il} = D_{el} - 2 \cdot h \cdot m_s = 12 - 2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 9 \text{ мм}, \quad (3.67)$$

г) длина нарезанной части

$$L = (11 + 0,06 \cdot Z_2) \cdot m_s = (11 + 0,06 \cdot 48) \cdot 1,5 = 16,7 \text{ мм}, \quad (3.68)$$

где Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$.

Принимаем зону под закалку $L_2 = 20$ мм, длину нарезанной части

$L_H = 40$ мм (с учетом технологии).

3.2.26 Основные геометрические размеры червячного колеса

а) диаметр делительной окружности

$$d_{o2} = Z_2 \cdot m_s = 48 \cdot 1,5 = 72 \text{ мм}, \quad (3.69)$$

где Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$.

б) диаметр выступов

$$D_{el} = m_s (Z_2 + 2) = 1,5 \cdot (48 + 2) = 75 \text{ мм}, \quad (3.70)$$

где m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$;

Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$.

в) ширина зубчатого венца

$$0,75 \cdot D_{el} = 0,75 \cdot 75 = 56 \text{ мм} > b, \quad (3.71)$$

из условий компоновки принимаем $b = 10 \text{ мм}$.

3.2.27 Скорость скольжения

$$V_{ск} = \omega_1 \cdot \frac{d_{д1}}{2000 \cdot \cos \lambda_{д1}} = 336 \cdot \frac{9}{2000 \cdot \cos 26^{\circ} 56' 28''} = 1,7 \text{ м/с} \quad (3.72)$$

где ω_1 - скорость вращения червяка:

$$\omega_1 = \omega_{рк} \cdot u = 14 \cdot 24 = 336 \text{ рад/сек}, \quad (3.73)$$

где $\omega_{рк}$ - наибольшая скорость вращения рулевого колеса; принимаем

$$\omega_{рк} = 800 \text{ градусов/сек} = 14 \text{ рад/сек};$$

u - передаточное число редуктора; $u = 24$;

$d_{д1}$ - делительный диаметр червяка; $d_{д1} = 9 \text{ мм}$;

$\lambda_{д1}$ - угол подъема витков червяка; принимаем $\lambda_{д1} = 26^{\circ} 56' 28''$ для червяка с $Z_1=2$ и $q = 6$ по ГОСТ 2144-60.

3.2.28 Расчетный коэфф-т полезного действия (кпд) передачи

$$\eta = \prod_{n=1}^n \eta_p \cdot \eta_{зз} \cdot \eta_{ен} = (0,995)^2 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,92 = 0,92, \quad (3.74)$$

где η_n - КПД одной пары подшипников; $\eta_n = 0,995$ для подшипников качения;

n - число пар подшипников; $n = 2$;

η_p - КПД с учетом потерь на перемешивание смазки; $\eta_p = 0,99$ для пластической смазки;

$\eta_{зз}$ - КПД с учетом потерь в зубчатом зацеплении; при хорошей приработке зубьев колеса к виткам червяка $\eta_{зз} = 0,98$;

$\eta_{ен}$ - КПД с учетом потерь в винтовой паре:

$$\eta_{ен} = \frac{\operatorname{tg} \lambda_{д1}}{\operatorname{tg}(\lambda_{д1} + p)} = \frac{\operatorname{tg} 26^{\circ} 56' 28''}{\operatorname{tg}(26^{\circ} 56' 28'' + 2^{\circ})} = 0,92, \quad (3.75)$$

где $\lambda_{д1}$ - угол подъема витков червяка; $\lambda_{д1} = 26^{\circ} 56' 28''$;

p - угол трения; по таблице 8.4 (2) для $V_{ск} = 1,7$ м/с $p = 2^\circ$.

3.2.29 Эквивалентное число зубьев колеса

$$Z_{э2} = Z_2 / \cos^3 \lambda_\phi = 48 / \cos^3 26^\circ 56'28'' = 67,75, \quad (3.76)$$

где Z_2 - число зубьев червячного колеса; $Z_2 = 48$;

λ_ϕ - угол подъема витков червяка; $\lambda_\phi = 26^\circ 56'28''$.

По таблице 6.6. (2) выбираем коэфф-т формы зуба $y_{э2} = 0,476$.

3.2.210 Расчетное напряжение изгиба в основании зуба колеса

$$\sigma_{-1u} = \frac{1,2 \cdot M_2 \cdot K \cdot \gamma}{y_{э2} \cdot m_s \cdot d_{д1} \cdot d_{д2}} = \frac{1,2 \cdot 30000 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{0,476 \cdot 1,5 \cdot 9 \cdot 72} = 59,79 \text{ МПа}, \quad (3.77)$$

где M_2 - наибольший момент на червячном колесе;

$$M_2 = M_{комп} = 30 \text{ Нм} = 30000 \text{ Нмм};$$

K - коэфф-т нагрузки; для неравномерной нагрузки $K = 1,3$;

γ - коэффицент износа зубьев; принимаем $\gamma = 1,3$;

$y_{э2}$ - коэфф-т формы зуба; $y_{э2} = 0,476$;

m_s - осевой модуль зацепления; $m_s = 1,5$;

$d_{д1}$ - делительный диаметр червяка; $d_{д1} = 9$ мм;

$d_{д2}$ - делительный диаметр червячного колеса; $d_{д2} = 72$ мм.

3.2.211 Допустимое напряжение изгиба

$$[\sigma_{-1}]_и = 0,2 \cdot \sigma_B \cdot k_{рн} = 0,2 \cdot 370 \cdot 0,872 = 64,53 \text{ МПа}, \quad (3.78)$$

где σ_B - допустимое напряжение растяжения для червячного колеса; σ_B

$$= 370 \text{ МПа};$$

$k_{рн}$ - коэфф-т режима нагрузки; $k_{рн} = 0,872$.

Поскольку $[\sigma_{-1}]_и = 64,53 \text{ МПа} > \sigma_{-1} = 59,79 \text{ МПа}$, то условие прочности по изгибу зуба червячного колеса выполняется.

3.2.31 Расчет ведущего вала электрического усилителя рулевого управления на прочность и угол скручивания.

Проведем расчет верхнего вала рулевого управления на прочность и определим угол закручивания.

Расчетная схема представлена на рисунке 3.3 для упрощения расчетов вал разбит на девять участков.

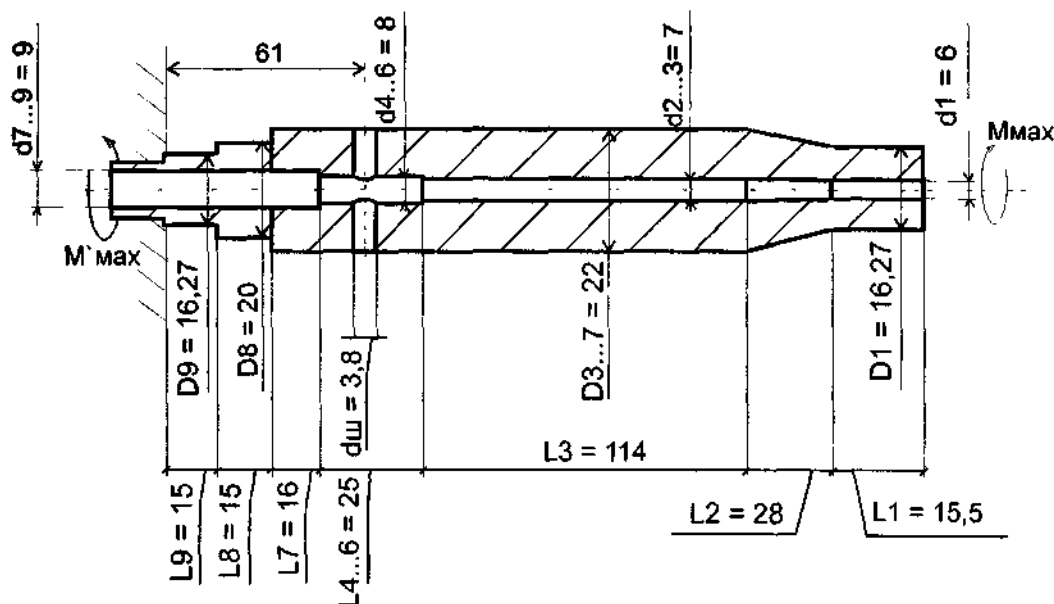


Рисунок 3.3 - Схема для расчета ведущего вала электроусилителя на кручение

Максимальный момент M_{\max} , нагружающий верхний вал рулевого управления, принимается равным 200 Нм.

Материал рулевого вала - сталь 40Х.

Наибольшее касательное напряжение скручивания на каждом участке:

$$\tau_{\max 1} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_1}{3,14 \cdot (D_1^4 - d_1^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,0163 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,0163^4 - 0,006^4)} = 240 \text{ МПа}, \quad (3.79)$$

$$\tau_{\max 2} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_2}{3,14 \cdot (D_2^4 - d_2^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,01915 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,01915^4 - 0,007^4)} = 148 \text{ МПа}, \quad (3.80)$$

$$\tau_{\max 3} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_3}{3,14 \cdot (D_3^4 - d_2^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,022 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,007^4)} = 96,6 \text{ МПа}, \quad (3.81)$$

$$\tau_{\max 4} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_4}{3,14 \cdot (D_4^4 - d_3^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,022 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,008^4)} = 97,4 \text{ МПа} \quad (3.82)$$

$$\tau_{\max 5} = \frac{M_{\max}}{3,14 \cdot \frac{D_5^3}{16} - b \cdot t \cdot \frac{(D_5 - t)^2}{D_5} - 3,14 \cdot \frac{d_3^3}{16}} =$$

$$= \frac{200}{3,14 \cdot \frac{0,022^3}{16} - 0,0038 \cdot 0,008 \cdot \frac{(0,022 - 0,008)^2}{0,022} - 3,14 \cdot \frac{0,008^3}{16}} = 116 \text{ МПа} \quad (3.83)$$

$$\tau_{\max 6} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_7}{3,14 \cdot (D_6^4 - d_3^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,022 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,009^4)} = 98,4 \text{ МПа} \quad (3.84)$$

$$\tau_{\max 7} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_8}{3,14 \cdot (D_7^4 - d_4^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,02 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,022^4 - 0,009^4)} = 98,4 \text{ МПа} \quad (3.85)$$

$$\tau_{\max 8} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_8}{3,14 \cdot (D_8^4 - d_4^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,02 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,02^4 - 0,009^4)} = 132,8 \text{ МПа} \quad (3.86)$$

$$\tau_{\max 9} = \frac{16 \cdot M_{\max} \cdot D_9}{3,14 \cdot (D_9^4 - d_4^4)} = \frac{16 \cdot 200 \text{ Нм} \cdot 0,01627 \text{ м}}{3,14 \cdot (0,01627^4 - 0,009^4)} = 261 \text{ МПа} \quad (3.87)$$

где M_{\max} - наибольший момент на рулевом валу; $M_{\max} = 200 \text{ Нм}$ при начале движения от бордюра;

$D_{1...9}$ - диаметры соответственного участка вала; $D_1 = 0,0163 \text{ м}$ (диаметр по впадинам зубьев), $D_2 = (D_1 + D_3)/2 = (0,0163 + 0,022)/2 = 0,01915 \text{ м}$, $D_3 = D_4 = D_5 = D_6 = D_7 = 0,022 \text{ м}$, $D_8 = 0,02 \text{ м}$, $D_9 = 0,0163 \text{ м}$ (по впадинам зубьев шлицев);

d_1, d_2, d_3, d_4 - внутренний диаметры участков рулевого вала;

$d_1 = 0,006 \text{ м}$ (после обжатия), $d_2 = d_3 = 0,007 \text{ м}$; $d_4 = d_5 = d_6 = 0,008 \text{ м}$,

$d_7 = d_8 = d_9 = 0,009 \text{ м}$.

Наибольшее напряжение - на девятом участке (по шлицам): $\tau_{\max 9} = 261 \text{ МПа}$.

Допускаемое нормальное напряжение:

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{900 \text{ МПа}}{2,0} = 450 \text{ МПа} \quad (3.88)$$

где σ_T - напряжение текучести, $\sigma_T = 900 \text{ МПа}$ для стали 40Х (стр. 648 (9));

n_T - запас по напряжению текучести, принимается $n_T = 2,0$. Допускаемое напряжение текучести:

$$\sigma_{\text{доп}} = 0,6 \cdot \sigma_T = 0,6 \cdot 450 \text{ МПа} = 270 \text{ МПа} \quad (3.89)$$

где $\sigma_{\text{доп}}$ - допустимое нормальное напряжение; $\sigma_T = 450 \text{ МПа}$.

$\tau_{\max 1} = 261 \text{ МПа} < \sigma_{\text{доп}} = 270 \text{ МПа}$, следовательно, вал проходит по прочности.

Определим угол закручивания рулевого вала:

$$\varphi = M_{\max} \cdot \frac{L}{G \cdot J_p} \quad (3.90)$$

где G - модуль упругости второго рода; для Стали 30ХГСА

$G = 7,9 \cdot 10^4$ МПа (стр.165, табл. 10 (9));

J_p - полярный момент сечения вала:

$$J_p = 3,14 \cdot (D^4 - d^4) / 32, \quad (3.91)$$

где D_i - наружный диаметр i - участка вала, м;

d_j - внутренний диаметр вала, м. Подставляя формулу (3.2.33) в формулу (3.2.32), получаем

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{M_{\max} \cdot L_i \cdot 32}{G \cdot 3,14 \cdot (D_i^4 - d_j^4)} = \frac{200 \cdot L_i \cdot 32}{7,9 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot (D_i^4 - d_j^4)} = \frac{2,58 \cdot 10^{-8} \cdot L_i \cdot 180}{3,14 \cdot (D_i^4 - d_j^4)} = \\ &= \frac{1,48 \cdot 10^{-6} L_i}{D_i^4 - d_j^4} \end{aligned} \quad (3.92)$$

где L_i - длина i - участка вала; $L_1 = 0,0155$ м, $L_2 = 0,028$ м, $L_3 = 0,114$ м, $L_{4-6} = 0,025$ м; $L_7 = 0,016$ м, $L_8 = 0,015$ м, $L_9 = 0,015$ м;

D_i - наружный диаметр вала; $D_1 = 0,0163$ м, $D_2 = 0,01915$ м, $D_3 = D_4 = D_5 = D_6 = D_7 = 0,022$ м, $D_8 = 0,02$ м, $D_9 = 0,0163$ м (по впадинам зубьев шлицев);

d_j - внутренний диаметр вала; $d_1 = 0,006$ м (после обжатия), $d_2 = d_3 = 0,007$ м; $d_4 = d_5 = d_6 = 0,008$ м, $d_7 = d_8 = d_9 = 0,009$ м:

$$\varphi_1 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0155}{(0,0163)^4 - (0,006)^4} = 0,331 \text{ градуса} \quad (3.93)$$

$$\varphi_2 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,028}{0,01915^4 - 0,007^4} = 0,314 \text{ градуса}; \quad (3.94)$$

$$\varphi_3 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,114}{0,022^4 - 0,007^4} = 0,728 \text{ градуса}; \quad (3.95)$$

$$\varphi_{4-6} = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,025}{0,022^4 - 0,008^4} = 0,161 \text{ градуса}; \quad (3.96)$$

$$\varphi_7 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6}}{0,022^4 - 0,009^4} = 0,104 \text{ градуса}; \quad (3.97)$$

$$\varphi_8 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,015}{0,02^4 - 0,009^4} = 0,145 \text{ градуса}; \quad (3.98)$$

$$\varphi_9 = \frac{1,48 \cdot 10^{-6} \cdot 0,015}{0,0163^4 - 0,009^4} = 0,347 \text{ градуса}. \quad (3.99)$$

Суммарный максимальный угол закручивания вала:

$$\varphi_{\Sigma} = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \varphi_5 + \varphi_6 + \varphi_7 + \varphi_8 + \varphi_9 = 0.331 + 0.314 + 0.728 + 0.161 + 0.104 + 0.145 + 0.147 = 2.13 \text{ градуса} < [\varphi] = 3 \text{ градуса} \quad (3.100)$$

где $[\varphi]$ - допустимый угол закручивания вала, $[\varphi] = 3$ градуса

3.2.32 Проверка шлицев ведущего вала электрического усилителя рулевого управления на прочность.

Треугольные шлицы проверяют на смятие (см. Рисунок 3.4)

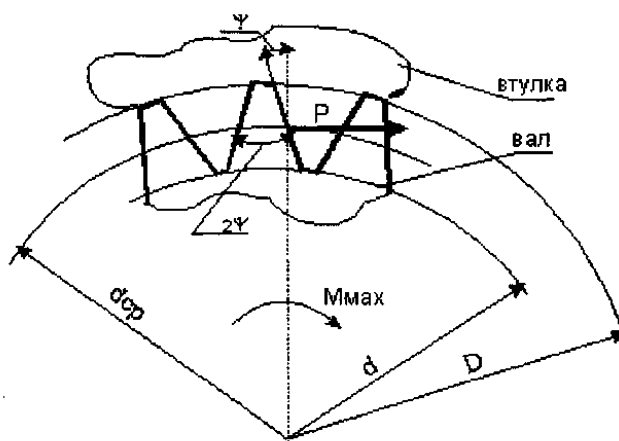


Рисунок 3.4 - Схема к расчету шлицев вала рулевого управления на смятие.

Принимаем, что по боковым поверхностям нагрузка распределена равномерно, из-за неточности изготовления по шагу в зацеплении участвуют 0,75 общего числа зубьев.

Средний диаметр шлицевого соединения:

$$d_{cp} = (D + d) / 2 = (17,43 + 16,27) / 2 = 16,85 \text{ мм}, \quad (3.101)$$

где D - диаметр по вершинам шлицев; $D = 17,43$ мм по чертежу (см. графическую часть);

d - диаметр по впадинам шлицев; $d = 16,27$ мм по чертежу (см. графическую часть),

а) Расчет шлицев на заднем конце вала (под рулевое колесо).

Усилие, передаваемое одним зубом:

$$P = \frac{2 \cdot M_{max}}{0.75 \cdot z \cdot d_{cp}} = \frac{2 \cdot 200}{0.75 \cdot 36 \cdot 0.01685} = 879 \text{ Н} \quad (3.102)$$

где M_{max} - максимальный момент, прикладываемый водителем к валу;

$M_{max} = 200$ Н из требований к рулевой колонке с усилителем;

z - число шлицев; $z = 36$;

d_{cp} - средний диаметр; $d_{cp} = 16,85 \text{ мм} = 0,01685 \text{ м}$.

Площадь смятия:

$$F_{cm} = \frac{1 \cdot (D - d)}{2 \cdot \cos \psi} = \frac{12 \cdot (17,43 - 16,27)}{2 \cdot \sin 40} = 9 \text{ мм}^2 \quad (3.103)$$

где l - длина шлицев; $l = 12 \text{ мм}$;

D - диаметр шлицев по вершинам; $D = 17,43 \text{ мм}$;

d - диаметр шлицев по впадинам; $d = 16,27 \text{ мм}$

ψ - половина угла при вершине шлица; $\psi = 40$ градусов.

Напряжение смятия:

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F_{cm}} = \frac{879}{9} = 97,8 \text{ МПа} \quad (3.104)$$

где P - усилие, передаваемое одним зубом; $P = 879 \text{ Н}$ по расчету (3.2.37);

F_{cm} - площадь смятия; $F_{cm} = 9 \text{ мм}^2$ по расчету (3.2.38).

Предельно допустимое напряжение смятия:

$$\bar{\sigma}_{cm} = 2 \cdot \bar{\sigma} = 2 \cdot 100 = 200 \text{ МПа} \quad (3.105)$$

где $\bar{\sigma}$ - предельно допустимое напряжение сжатия; $\bar{\sigma} = 100 \text{ МПа}$ для стали легированной (таб. 18 стр. 183 (9)).

$\sigma_{cm} = 97,8 \text{ МПа} < \bar{\sigma}_{cm} = 200 \text{ МПа}$, таким образом, условие прочности на смятие для шлицев под рулевое колесо ведущего вала электрического усилителя рулевого управления выполняется,

б) Расчет шлицев на переднем конце вала (под втулку).

Усилие, передаваемое одним зубом:

$$P = \frac{2 \cdot M_{max}}{0,75 \cdot z \cdot d_{cp}} = \frac{2 \cdot 170}{0,75 \cdot 36 \cdot 0,01685} = 747 \text{ Н} \quad (3.106)$$

где M_{max} - максимальный момент, передаваемый шлицевым соединением на втулку; $M_{max} = 170 \text{ Нм}$ при $M_{max} = 200 \text{ Нм}$ и моменте на скручивание торсионного вала $M_{кmax} = 30 \text{ Нм}$ (торсион скручен до предела, M_{max} передается с ведущего вала на ведомый через втулку на шлицах);

z - число шлицев; $z = 36$;

d_{cp} - средний диаметр; $d_{cp} = 16,85 \text{ мм} = 0,01685 \text{ м}$.

Площадь смятия:

$$F_{см} = l \cdot (D - d) / (2 \cdot \cos \psi) = 8 \cdot (17,43 - 16,27) / (2 \cdot \sin 40) = 7,2 \text{ мм}^2, \quad (3.107)$$

где l - рабочая длина шлицев; $l = 8$ мм по чертежу (см. графическую часть);

D -диаметр шлицев по вершинам; $D = 17,43$ мм;

d - диаметр шлицев по впадинам; $d = 16,27$ мм;

ψ - половина угла при вершине шлица; $\psi = 40$ градусов.

Напряжение смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F_{см}} = \frac{747}{7,2} = 104 \text{ МПа}, \quad (3.108)$$

где P - усилие, передаваемое одним зубом; $P = 747$ Н по расчету (3.2.41);

$F_{см}$ - площадь смятия; $F_{см} = 7,2 \text{ мм}^2$ по расчету (3.2.42).

Предельно допустимое напряжение смятия:

$$\bar{\sigma}_{см} = 2 \cdot \bar{\sigma} = 2 \cdot 100 = 200 \text{ МПа}, \quad (3.109)$$

где $\bar{\sigma}$ - предельно допустимое напряжение сжатия; $\bar{\sigma} = 100$ МПа для стали легированной;

$\sigma_{см} = 104 \text{ МПа} < \bar{\sigma}_{см} = 200 \text{ МПа}$, таким образом, условие прочности на смятие для шлицев под втулку ведущего вала электрического усилителя рулевого управления выполняется.

3.2.33 Расчет требуемой жесткости пружин устройства регулировки рулевой колонки по углу наклона

«Жесткость пружин устройства регулировки рулевой колонки по углу наклона должна быть такой, чтобы при расстопоривании стопорного устройства в верхнем положении колонка не упала в нижнее положение без воздействия на нее водителя». [9]

Определим момент от веса рулевой колонки, стремящийся опустить колонку:

$$M_{вес} = G_3 \cdot h_1 + G_k \cdot h_2 + G_{pk} \cdot h_3 = 68,67 \cdot 0,097 + 9,81 \cdot 0,176 + 11,77 \cdot 0,286 = 11,75 \text{ Нм}, \quad (3.110)$$

где $G_э$, G_k и G_{pk} - вес соответственно электрического усилителя в сборе, кожуха рулевого управления с замком зажигания в сборе и рулевого колеса:

$$G_э = m_э \cdot g = 7 \cdot 9,81 = 68,67 \text{ Н}, \quad (3.111)$$

$$G_k = m_k \cdot g = 1 \cdot 9,81 = 9,81 \text{ Н}, \quad (3.112)$$

$$G_{pk} = m_{pk} \cdot g = 1,2 \cdot 9,81 = 11,77 \text{ Н}, \quad (3.113)$$

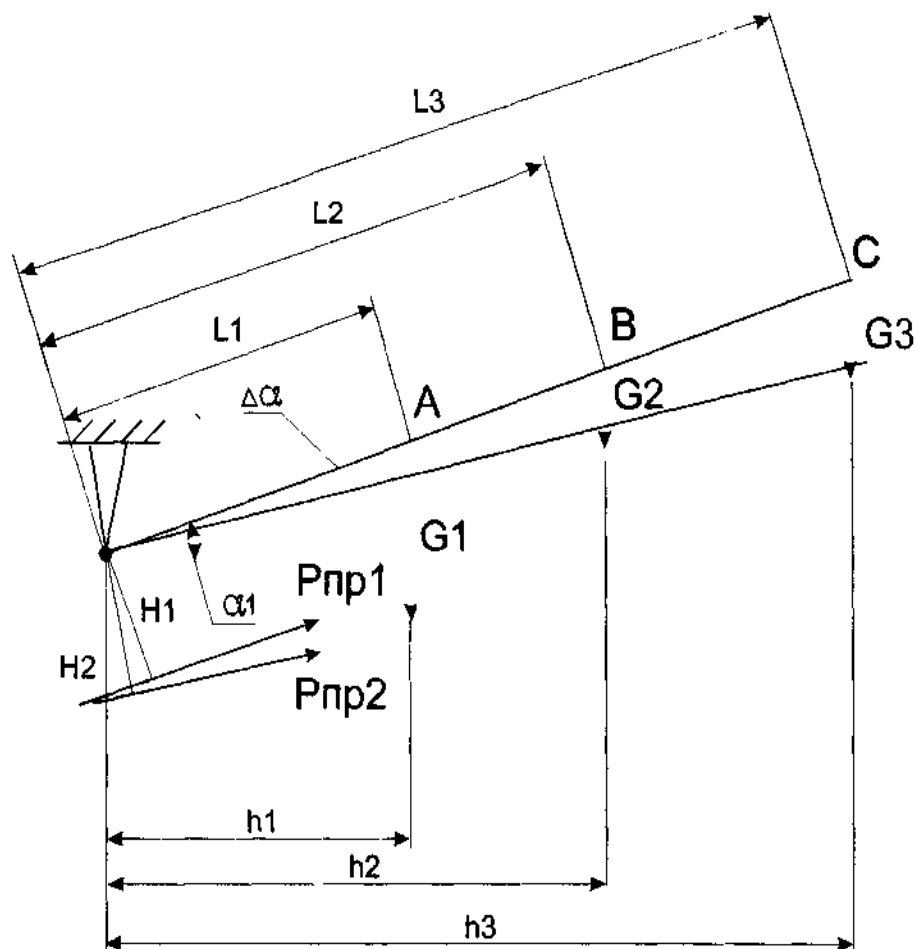


Рисунок 3.5 - К расчету жесткости пружин устройства регулировки рулевой колонки по углу наклона.

где $m_э$ - масса электрического усилителя в сборе; $m_э = 7$ кг;

m_k - масса кожуха рулевой колонки с замком зажигания; $m_k = 1$ кг;

m_{pk} - масса рулевого колеса; $m_{pk} = 1,2$ кг

g - ускорение свободного падения; $g = 9,81$ Н;

h_1 , h_2 и h_3 - плечи действия весов соответственно электрического усилителя в сборе, кожуха рулевой колонки с замком зажигания и рулевого колеса:

$$h_1 = L_1 \cdot \cos \alpha_1 = 0,11 \cos 28,5 = 0,097 \text{ м}, \quad (3.114)$$

$$h_2 = L_2 \cdot \cos \alpha_1 = 0,20 \cdot \cos 28,5 = 0,176 \text{ м}, \quad (3.115)$$

$$h_3 = L_3 \cdot \cos \alpha_1 = 0,325 \cdot \cos 28,5 = 0,286 \text{ м}, \quad (3.116)$$

где L_1 , L_2 и L_3 - расстояния от оси поворота рулевой колонки до центра тяжести соответственно электрического усилителя в сборе, кожуха рулевой колонки с замком зажигания и рулевого колеса; $L_1 = 0,11 \text{ м}$, $L_2 = 0,20$, $L_3 = 0,325 \text{ м}$ выбираем по чертежу (см. графическую часть);

α_1 - угол наклона оси электроусилителя относительно горизонтали в верхнем положении рулевой колонки; $\alpha_1 = 28,5^\circ$ по чертежу (см. графическую часть).

Массы элементов и положение их центров масс взяты приблизительно.

Момент действия веса рулевой колонки $M_{в\text{ес}} = 11,75 \text{ Нм}$ должен быть уравновешен действием двух пружин, жесткость которых требуется определить.

По чертежу (см. графическую часть) определяем плечо действия силы упругости пружин в верхнем и нижнем положении рулевой колонки: $H_1 = 0,070$, $H_2 = 0,076 \text{ м}$. Определим силу, с которой каждая пружина должна сопротивляться падению рулевой колонки под действием веса:

$$F_n = \frac{M_{в\text{ес}}}{2 \cdot H} = \frac{11,75}{2 \cdot 0,072} = 81,6 \text{ Н}, \quad (3.117)$$

где $M_{в\text{ес}}$ - момент действия веса рулевой колонки; $M_{в\text{ес}} = 11,75 \text{ Нм}$ по расчету;

H - плечо действия силы упругости пружины; принимаем, что пружины останавливают падение рулевой колонки при деформации 2 мм (полная величина деформации пружины при переводе рулевой колонки из верхнего положения в нижнее составляет 5 мм), при этом плечо действия сил упругости пружин составит $H = 0,072 \text{ м}$.

Жесткость пружин (при линейной характеристике):

$$C = \frac{F_n}{\delta} = \frac{81,6}{0,002} = 40800 \text{ Н / м} = 40,8 \text{ кН / м}, \quad (3.118)$$

где F_n - сила упругости пружин; $F_n = 81,6 \text{ Н}$ по расчету (3.2.48);

δ - величина деформации пружины; $\delta = 0,002 \text{ м}$.

Принимаем жесткость пружин 40 кН/м .

Усилие, которое должен приложить водитель к рулевому колесу, чтобы опустить рулевую колонку в нижнее состояние:

$$F_{pk} = 2 \cdot \delta_n \cdot C \cdot \frac{H}{L_3} = 2 \cdot 0,003 \cdot 40000 \cdot \frac{0,076}{0,286} = 63,8 \cong 64 \text{ Н}, \quad (3.119)$$

где δ_n - величина, на которую нужно деформировать пружину, чтобы опустить рулевую колонку из положения равновесия в нижнее положение; $\delta_n = 0,003 \text{ м}$ (т.к. полная деформация $0,005 \text{ м}$, начальная деформация $0,002 \text{ м}$);

C - жесткость пружин; приняли $C = 40\,000 \text{ Н/м}$;

H - плечо действия силы упругости пружин в нижнем положении; $H = 0,076 \text{ м}$;

L_3 - плечо действия силы от водителя; $L_3 = 0,286 \text{ м}$.

«Жесткость пружины 2123-3403061, используемой в рулевой колонке ШЕВРОЛЕ-НИВА без усилителя, составляет $9,3 \text{ кН/м}$, что меньше требуемой 40 кН . Следовательно, использовать пружину 2123-3403061 в рулевой колонке с электрическим усилителем рулевого управления при выбранной компоновочной схеме нельзя, требуется изготовление оригинальной».[10]

3.2.34 Нагрузки и напряжения сжатия во втулке распорной оси поворота рулевой колонки.

Сила, действующая на втулку при работе усилителя (Рисунок 3.6)

$$R = \frac{M_p}{L} = \frac{30}{0,14} = 214,3 \text{ Н}, \quad (3.120)$$

где M_p - наибольший реактивный момент при работе усилителя;

$M_p = 30 \text{ Нм}$;

L - плечо момента; $L = 0,14 \text{ м}$ по Рисунок 3.6

Удельное давление во втулке (предполагаем, что нагрузка распределена по поверхности втулки равномерно):

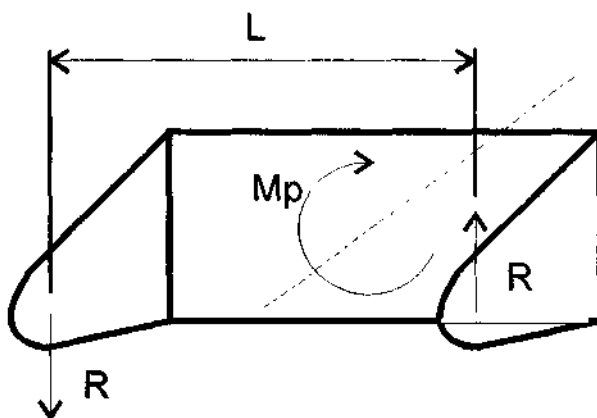


Рисунок 3.6 - К расчету нагрузок на втулке распорной оси поворота рулевой колонки

$$P_y = \frac{R}{S} = \frac{214,3}{0,00004} = 5,35 \text{ МПа}, \quad (3.121)$$

где R - сила, действующая на втулку; $R=214,3$ Н по расчету;

S - площадь втулки, на которую оказывается давление;

$$S = d \cdot l = 0,016 \cdot 0,0025 = 0,00004 \text{ м}^2, \quad (3.122)$$

где d - диаметр внутренней поверхности втулки; $d = 0,016$ м;

l - ширина втулки, подвергающаяся смятию; $l = 0,0025$ м.

Для втулки колонки ШЕВРОЛЕ-НИВА, изготовленной из угленаполненного полиамида ПА66 допустимое напряжение сжатия $\sigma_{\text{сж}}^- = 70$ МПа (таб.18(9)), следовательно, обеспечивается запас прочности

$$K = \frac{\sigma_{\text{сж}}^-}{P_y} = \frac{70}{5,35} = 13. \quad (3.123)$$

Вывод: допускается использование втулки распорной 2123-3403179 в проектируемой рулевой колонке с электрическим усилителем рулевого управления.

3.2.35 Расчет усилия затяжки стопорного устройства

Максимальное вертикальное усилие в узле стопорения:

$$F_{\max} = F_1 \cdot \frac{L_1}{L_2} = 200 \cdot \frac{0,354}{0,162} = 437 \text{ Н}, \quad (3.124)$$

где F_1 - наибольшее вертикальное усилие, приложенное к рулевому колесу;

$F_1=200$ Н, что принято на основании опыта специалистами ВАЗа; L_1 -плечо действия силы F_1 ; $L_1= 0,354$ м по Рисунок 3.7; L_2 -плечо действия силы F_{\max} ; $L_2=0,162$ м по Рисунок 3,7.

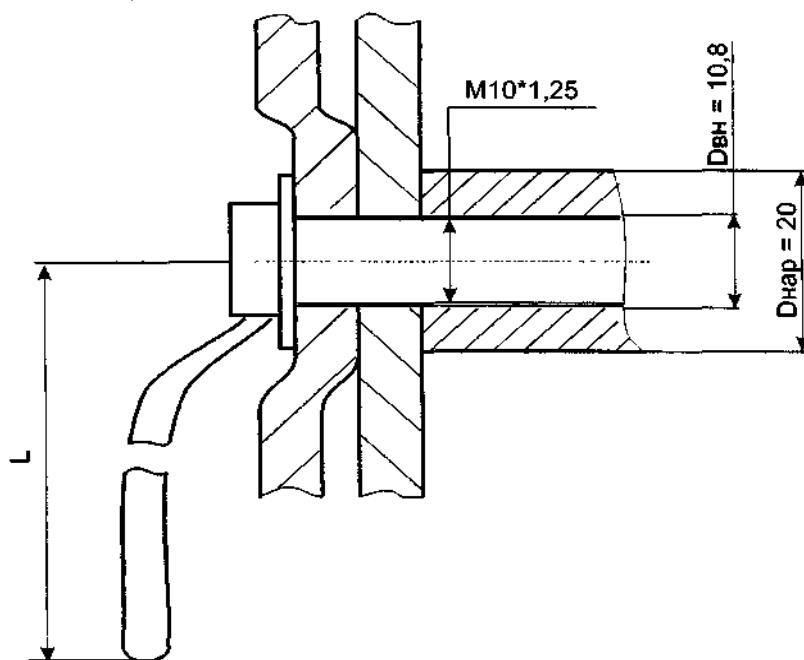


Рисунок 3.7 - Схема к расчету узла стопорения и регулировки положения рулевой колонки

Требуемая величина осевого сжатия:

$$P_{\text{сж}} = \frac{F_{\max}}{f \cdot n} = \frac{437}{0,08 \cdot 4} = 1365,6 \text{ Н}, \quad (3.125)$$

где F_{\max} - максимальное требуемое вертикальное усилие в стопорном устройстве; $F_{\max} = 437$ Н по расчету;

f - коэфф-т трения металла по металлу; $f = 0,08...0,1$; n - число пар трения; $n = 4$ без учета взаимного трения кронштейнов.

Момент затяжки:

$$M_{зат} = P_{сж} \cdot \frac{0,161 \cdot P + 0,583 \cdot \mu_{общ} \cdot d_2 + 0,25 \cdot \mu_{общ} \cdot (D_{нар} - D_{вн})}{1000} =$$

$$= 1365,6 \cdot \frac{0,161 \cdot 1,25 + 0,583 \cdot 0,17 \cdot 9,188 + 0,25 \cdot 0,17 \cdot (20 - 10,8)}{1000} = 2,05 \text{ Нм} \quad (3.126)$$

где $P_{сж}$ - требуемая величина осевого сжатия; $P_{сж} = 1365,6 \text{ Н}$ по расчету (3.2.56);

P - шаг резьбы; $P = 1,25 \text{ мм}$ для используемой резьбы;

$\mu_{общ}$ - коэфф-т, учитывающий попадание смазки в резьбу; принимаем $\mu_{общ} = 0,17$;

d_2 - средний диаметр резьбы; для резьбы М10·1,25 $d_2 = 9,188 \text{ мм}$;

$D_{нар}$ - наружный диаметр поверхности трения (втулки и шайбы);

$D_{нар} = 20 \text{ мм}$ (см. Рисунок 3.8);

$D_{вн}$ - внутренний диаметр поверхности трения (диаметр отверстия под винт);

$D_{вн} = 10,8 \text{ мм}$ (см. Рисунок 3.8).

Усилие на рукоятке:

$$P_p = \frac{M_{зат}}{L} = \frac{2,05}{0,11} = 18,64 \text{ Н} \quad (3.127)$$

где $M_{зат}$ - момент затяжки; $M_{зат} = 2,05 \text{ Нм}$ по расчету;

L - длина рукоятки стопорного устройства; $L = 0,11 \text{ м}$ (рукоятка стопорного устройства рулевой колонки 2123-3403041).

3.2.36 Расчет винтов крепления кронштейна к корпусу усилителя

«Вследствие возникновения реактивного момента при работе усилителя он будет стремиться провернуться в сторону противоположную вращению рулевого вала. При этом будут значительно нагружаться винты, соединяющие кронштейн крепления рулевой колонки в сборе с каркасом кузова и корпус усилителя рулевого управления. Винты будут подвергаться воздействию поперечной силы, вызывающей возникновение напряжений среза. Подбираем требуемый диаметр винтов. Максимальный реактивный момент $M_p = 30 \text{ Нм}$ ». [11]

r_i - расстояние от оси выходного вала усилителя до оси винта (см. Рисунок 3.8).

$$r_1 = (x_1^2 + y_1^2)^{0,5} = (52^2 + 20^2)^{0,5} = 55,7 \text{ мм} = 0,0557 \text{ м} \quad (3.128)$$

$$r_2 = (x_2^2 + y_2^2)^{0,5} = (30^2 + 22^2)^{0,5} = 37,20 \text{ мм} = 0,0372 \text{ м} \quad (3.129)$$

$$r_3 = (x^2 + y_3^2)^{0,5} = (32^2 + 18^2)^{0,5} = 36,72 \text{ мм} = 0,0367 \text{ м}, \quad (3.130)$$

где x и y - координаты оси винта (смотри Рисунок 3.8).

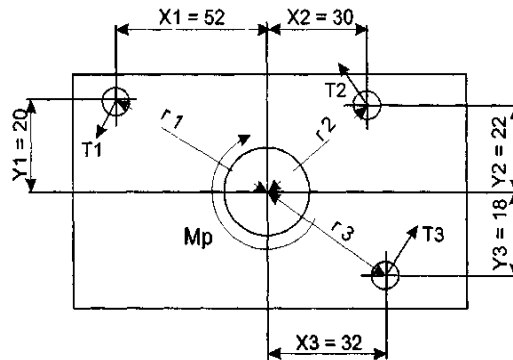


Рисунок 3.8 - Расчетная схема для определения размеров винтов

Наиболее нагружен винт 3, подбираем размер винтов из условия нагруженности всех трех винтов поперечной силой:

$$T = T_3 = M_p / r_3 = 30 \text{ Нм} / 0,0367 \text{ м} = 817,4 \text{ Н}, \quad (3.131)$$

где M_p - наибольший реактивный момент при работе усилителя;

$$M_p = 30 \text{ Нм};$$

r_3 - расстояние от оси выходного вала усилителя до оси винта 3;
 $r_{i3} = 0,0367 \text{ м}$.

Допускаемое напряжение растяжения:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n_m]} = \frac{785 \text{ МПа}}{7,5} = 104,67 \text{ МПа}, \quad (3.132)$$

где σ_T - предел текучести для стали 35Х, $\sigma_T = 785 \text{ МПа}$;

$[n_m]$ - коэфф-т прочности; $[n_m] = 7,5$ из условия, что болты изготовлены из стали, нагрузка на болты переменная, наружный диаметр резьбы находится в интервале 6-16 мм.

Необходимое усилие затяжки винтов:

$$V = \frac{T \cdot k}{f \cdot i \cdot z} = \frac{817,4 \text{ Н} \cdot 1,5}{0,15 \cdot 1 \cdot 3} = 2724 \text{ Н} = 2,72 \text{ кН}, \quad (3.133)$$

где T - поперечное усилие, действующее на каждый винт; $T = 817,4 \text{ Н}$;

k - коэфф-т запаса по сдвигу деталей; $k = 1,5$;

f - коэфф-т трения, $f = 0,15$;

i - число стыков; $i = 1$;

z - число винтов; $z = 3$.

Расчетное усилие затяжки винта

$$V_{расч} = 1,3 \cdot V = 1,3 \cdot 2,72 кН = 3,54 кН . \quad (3.134)$$

Внутренний диаметр резьбы:

$$d \geq \frac{4 \cdot V_{расч}}{(\pi \cdot \sigma_{сп})^{0,5}} \frac{4 \cdot 3540 Н}{(3,14 \cdot 104,67 МПа)^{0,5}} \geq 6,56 мм . \quad (3.135)$$

Принимаем по ГОСТ 9150-59 резьбу М8.

3.2.37 Подбор материала для штифтов соединения вал - торсионный вал

Материал подбирается из условия прочности на срез:

$$\sigma_{сп} \geq \tau_{сп}$$

где $\sigma_{сп}$ - предельно допустимое напряжение среза:

$$\sigma_{сп} = 0,3 \cdot \sigma_T , \quad (3.136)$$

где $\tau_{сп}$ - напряжение текучести материала штифта;

$\tau_{сп}$ - напряжение среза в штифте:

$$\tau_{сп} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot M}{D \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 30}{0,008 \cdot 3,14 \cdot 0,004^2} = 298415518 Па = 300 МПа , \quad (3.137)$$

где M - наибольший крутящий момент, передаваемый шпонкой;

$M = 30$ Нм;

D - диаметр торсиона; $D = 0,008$ м (см. Рисунок 3.9);

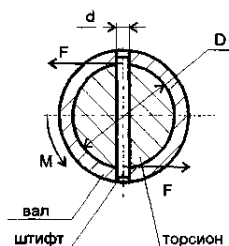
d - диаметр штифта; из конструктивных соображений принят

$d = 0,004$ м.

Из формулы следует: $\sigma_T = \frac{\sigma_{сп}}{0,3} . \quad (3.138)$

Принимая $\sigma_{сп} = \tau_{сп} = 300$ МПа, где $\tau_{сп}$ - напряжение среза;

$\tau_{сп} = 300$ МПа по формуле; получаем $\sigma_T = \frac{\sigma_{сп}}{0,3} = \frac{300}{0,3} = 1000 МПа . \quad (3.139)$



Выбираем возможные материалы для штифтов: стали 40ХН, 12ХН3А или 20ХН3А, ГОСТ 4543-71

Рисунок 3.9 - К расчету штифтов на срез

4 Технологическая часть

Технология сборки усилителя рулевого управления

4.1 Анализ конструкции редуктора

«Редуктор электрического усилителя рулевого управления представляет собой червячную передачу, червячное колесо которой закреплено на ведомом вале усилителя. Червяк конструктивно представляет собой вал, являющийся ротором электродвигателя усилителя, и потому входит в состав сборочной единицы "Электродвигатель усилителя в сборе". Ведомый вал усилителя связан с ведущим валом торсионным валом, находящимся в осевых отверстиях валов и соединенным с ними штифтами. Валы заключены в корпус, состоящий из передней и задней частей, соединенных тремя болтами М8. Передняя часть корпуса спереди закрывается передним кронштейном усилителя, приворачиваемого к корпусу тремя болтами М8. Задняя часть корпуса сзади закрывается задней крышкой, сваркой соединенной с трубой ведущего вала усилителя. Ведущий вал усилителя вращается на двух подшипниках качения, один из которых закреплен в задней части корпуса, другой - в трубе ведущего вала. Ведомый вал вращается на двух подшипниках качения, закрепленных в передней части корпуса».[13]

В целях облегчения сборки и обеспечения более высокой точности сборки элементы усилителя разбиты на следующие сборочные единицы:

1. вал ведущий усилителя рулевого управления в сборе. В него входят вал ведущий; втулка вала ведущего, установленная в передней части вала на шлицах и закрепленная от смещения в осевом направлении стопорным кольцом; пакет колец, охватывающих втулку и соединенных с ней штифтами; торсионный вал, входящий в осевое отверстие в передней части ведущего вала и закрепленный в нем штифтом, посаженным с

натягом; подшипник качения, внутренняя обойма которого с натягом посажена на ведущий вал;

2. вал ведомый усилителя рулевого управления в сборе. В него входят вал ведомый; колесо червячное, посаженное на вал с натягом и с помощью штифтов; два подшипника качения с разных сторон колеса, внутренняя обойма которых посажена на вал с натягом; пакет колец на заднем конце вала, соединенный с валом штифтами; регулировочная прокладка между задним подшипником (внутренней обоймой) и колесом; гайка на переднем конце вала, поджимающая внутреннюю обойму переднего подшипника;
3. корпус с датчиком в сборе. В него входят корпус; датчик момента в сборе, закрепленный в корпусе пружинным кольцом и стопорным кольцом; разъем электрический с крышкой и проводкой от датчика момента; задняя крышка корпуса с трубой в сборе, присоединенная к корпусу тремя болтами;
4. корпус в сборе. В его состав входят корпус (передняя часть) и элементы крепления обмотки электродвигателя и датчика положения.

Кроме сборочных единиц, в "Редуктор электрического усилителя рулевого управления" входят передний кронштейн усилителя, три болта М8 с пружинными шайбами, подшипник вала рулевого управления в сборе (с резиновой втулкой).

4.1 Составление перечня сборочных работ.

Таблица 4.1

№ и наименование технологических переходов	Время, мин.
Узловая сборка вала редуктора в сборе	
1. Осмотреть вторичный вал редуктора со всех сторон	0,09
2. установить вторичный вал редуктора	0,10
3. осмотреть червячное колесо с венцом в сборе	0,19
4. запрессовать червячное колесо с венцом в сборе на вторичный вал редуктора	0,13
5. осмотреть подшипник	0,07
6. запрессовать подшипник на вторичный вал редуктора	0,13

Продолжение таблицы 4.1

7. установить вторичный вал редуктора в корпус датчика до упора подшипника в заднюю крышку корпуса датчика	0,10
8. установить вторичный вал редуктора с датчиком в корпусе в приспособление	0,10
9. осмотреть первичный вал редуктора со всех сторон	0,19
10. установить первичный вал редуктора в корпус датчика	0,12
11. осмотреть штифт первичного вала	0,07
12. запрессовать штифт в паз первичного вала	0,11
13. извлечь вал редуктора в сборе с датчиком и корпусом датчика	0,10
14. осмотреть кольцо 10	0,07
15. запрессовать кольцо 10 на первичный вал редуктора до упора	0,03
16. осмотреть кольцо 9	0,10
17. установить кольцо 9 до плотного прилегания в конусной поверхности паза Б	0,13
18. переместить вал редуктора в сборе на следующую позицию	0,02
ИТОГО:	1,85
Общая сборка корпуса электроусилителя с электродвигателем в сборе	
1. осмотреть корпус со всех сторон	0,19
2. установить корпус на первичный вал редуктора до соприкосновения с корпусом датчика	0,10
3. закрепить корпус на корпусе датчика 3 болтами М8х20 с шайбами моментом заворачивания $M_{3ном}=17,6$ Нм	0,52
4. осмотреть и запрессовать подшипник с опорным кольцом на вторичный вал	0,2
5. осмотреть и установить крышку корпуса заднюю	0,1

Продолжение таблицы 4.1

6. закрепить 4 болтами М6х14 с шайбами моментом 17,6Нм	0,08
7. осмотреть гайку с нейлоновым кольцом рулевой колонки	0,04
8. установить гайку с нейлоновым кольцом на первичный вал и затянуть моментом 17,6Нм	0,10
9. осмотреть рычаг угловой регулировки рулевой колонки	0,07
10. осмотреть кронштейн крепления кожухов рулевой колонки	0,07
11. установить рычаг угловой регулировки рулевой колонки и кронштейн крепления кожухов рулевой колонки на первичный вал редуктора, закрепить при помощи штифта	0,17
12. осмотреть передний кронштейн в сборе и осмотреть со всех сторон	0,09
13. установить передний кронштейн в сборе на корпус	0,10
14. закрепить передний кронштейн в сборе 3 болтами М8х20 с шайбами , момент затяжки 17,6Нм	0,18
15. осмотреть задний кронштейн в сборе со всех сторон	0,09
16. установить задний кронштейн в сборе на первичный вал редуктора	0,10
17. взять и осмотреть 2 пружины	0,14
18. установить пружины	0,1
19. переместить корпус электроусилителя с электродвигателем в сборе на следующую позицию техпроцесса	0,04
ИТОГО:	2,48
ИТОГО: $t_{он}^{общ}$	4,33

4.2 Определение трудоемкости сборки.

Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 4.33_{мин} \quad (4.1)$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{um}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 4.33 + 4.33 \cdot 0.075 = 4.65_{мин} \quad (4.2)$$

α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

$\alpha = 2-3\%$, принимаем $\alpha = 2,5\%$

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4- 6 \%$, принимаем $\beta = 5 \%$

4.3 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

$$T_v = \frac{F_d \cdot 60m}{N} = \frac{4080 \cdot 60}{120000} = 2.04_{мин} \quad (4.3)$$

N-годовой объем выпуска = 120000 шт в год

F_d - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем $F_d=4015ч$

4.4 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 4.2

№	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент
005	Сборка вала редуктора в сборе	1. установить вторичный вал редуктора	Стенд сборочный, приспособление для запрессовки
		2. запрессовать червячное колесо с венцом в сборе на вторичный вал редуктора	
		3. запрессовать подшипник на вторичный вал редуктора	
		4. установить вторичный вал редуктора в корпус датчика до упора подшипника в заднюю крышку корпуса датчика	
		5. установить вторичный вал редуктора с датчиком в корпусе в приспособление	
		6. установить первичный вал редуктора в корпус датчика	
		7. запрессовать штифт в паз первичного вала	
		8. извлечь вал редуктора в сборе с датчиком и корпусом датчика	
		9. запрессовать кольцо 10 на первичный вал редуктора до упора	
			2.04

Продолжение таблицы 4.2

		10. установить кольцо 9 до плотного прилегания в конусной поверхности паза Б		
		11. переместить вал редуктора в сборе на следующую позицию		
010	сборка корпуса электроусилителя с электродвигателем в сборе	1. установить корпус на первичный вал редуктора до соприкосновения с корпусом датчика	<p>Стол, слесарный, приспособление зажимное, гайковерт динамометрический с пневмоприводом</p>	2.02
		2. закрепить корпус на корпусе датчика		
		3 болтами М8х20 с шайбами моментом заворачивания $M_3^{ном}=17,6$ Нм		
		3. запрессовать подшипник с опорным кольцом на вторичный вал		
		4. установить крышку корпуса заднюю		
		5. закрепить 4 болтами М6х14 с шайбами моментом 17,6Нм		
		6. установить гайку с нейлоновым кольцом на первичный вал и затянуть моментом 17,6Нм		
		7. установить рычаг угловой регулировки рулевой колонки и кронштейн крепления кожухов рулевой колонки на первичный вал редуктора, закрепить при помощи штифта		
		8. осмотреть передний кронштейн в сборе и осмотреть со всех сторон		
		9. установить передний кронштейн в сборе на корпус		

Продолжение таблицы 4.2

		10. закрепить передний кронштейн в сборе 3 болтами М8х20 с шайбами , момент затяжки 17,6Нм		
		11. установить задний кронштейн в сборе на первичный вал редуктора		
		12. установить пружины		
		13. переместить корпус электроусилителя с электродвигателем в сборе на следующую позицию техпроцесса		

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Анализ разработанной конструкции узла с точки зрения активной и пассивной безопасности автомобиля.

При езде по неровностям дорожного покрытия колебания от ведущих колес передаются на рулевое колесо, что создает дискомфортные ощущения у водителя, повышает утомляемость вождения, и снижает управляемость автомобиля, т.е. влияет на пассивную безопасность автомобиля.

«В данном дипломном проекте предлагается использовать электроусилитель рулевого управления, который позволяет несколько снизить обратный КПД рулевого управления, т.е. снизить ощущения водителя колебаний исходящих от ведущих колес, но не настолько, насколько снижает его гидроусилитель рулевого управления, при котором практически теряется так называемое «чувство дороги» и который гораздо дороже в экономическом плане и сложнее с технологической точки зрения. В том числе конструкция электроусилителя позволяет менять усилие на рулевом колесе, вплоть до полного его отключения при езде на высоких скоростях. Использование электроусилителя рулевого управления позволило снизить наибольшее усилие на рулевом колесе при повороте на месте с 33 Н·м до порядка 4,6 Н·м, а поскольку нормой усилия на рулевом колесе считается 15 Нм, то данная модернизация отвечает требованиям директивы ЕС70/311 - «Усилие на рулевом колесе»».[13]

Применение на автомобиле электроусилителя рулевого управления характеризуется повышением комфорта управления автомобилем, снижением утомляемости водителя и вероятности совершения дорожно-транспортного происшествия, также в приводе рулевого управления используется травмобезопасная рулевая колонка, которая при ударе складываясь, защищает водителя от удара о рулевое колесо. Таким образом рассматриваемый вариант рулевого управления отвечает требованиям директивы ЕС74/297 - «Травмобезопасность рулевого управления».

На территории ВАЗа, в испытательном корпусе автомобиля

оснащенные, электроусилителем рулевого управления, периодически проходят краш-тесты в соответствии с европейскими правилами ЕЭК ООН N94 /фронтальный удар в деформируемое препятствие с 40 % перекрытием, и испытания на управляемость и устойчивость отвечающим всем техническим требованиям по ОСТ 37.001.471- 88, ОСТ 37.001.487-89.

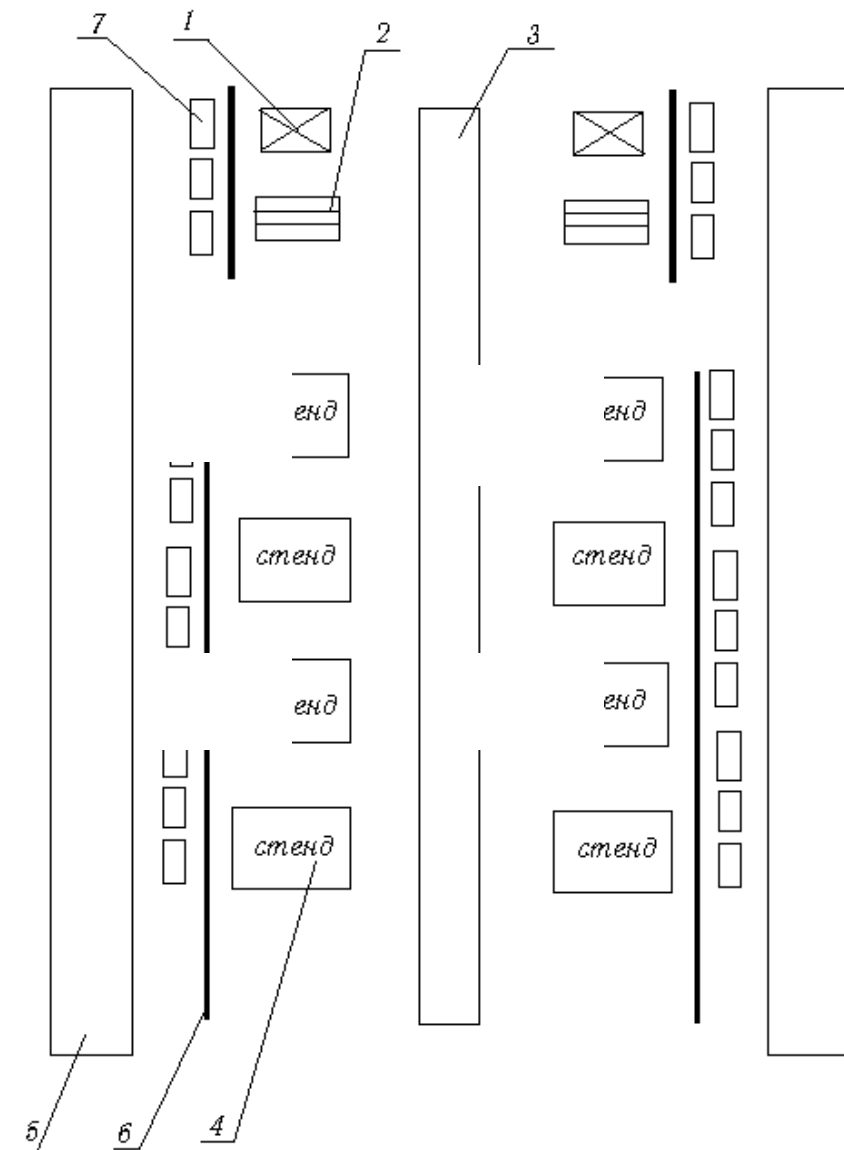
Таким образом данный электроусилитель рулевого управления отвечает всем перечисленным требованиям и обеспечивает простоту обслуживания, надежную работу, повышает управляемость автомобиля, и его безопасность.

5.2 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Сборку электроусилителя рулевого управления планируется расположить на площадях АО "АвтоВАЗ" г.Тольятти.

Таблица 5.1 - Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

Номер позиции	Названия технического оснащения рабочего места	Стадии сборки выполняемые с применением данного технического
1.	Пресс гидравлический	1. Запрессовка подшипника роликового в картер. 2. Запрессовка подшипника шарикового в картер.
2.	Верстак	1. Установка втулки опорной в картер рулевого механизма.
3.	Сборочный стенд для сборки рулевого механизма, Пневматический гайковерт модели ЦП-3112А Ключ для гайки упора рейки	1.сборка рулевого механизма с электроусилителем. 2.Заворачивание болтов крепления крышки шестерни к картеру, корпуса



1. Пресс гидравлический
2. Спецустановка для фиксации деталей
3. Линия сборки ленточно-конвейерного типа
4. Спецустановка для сборки узлов
5. Дорога для поставки боксов с деталями
6. Забор
7. Боксы с деталями

Рисунок 5.1 - План участка по сборке электрического усилителя рулевого управления

5.3 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки электрического усилителя рулевого управления.

Таблица 5.2 – Опасные и вредные производственные факторы

Типы исполняемого действия	Техническое оснащение	Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
Приклёпывание накладок к ведомому диску	Полуавтоматический аппарат для заклёпывания «Вик-Ман»	<p>Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве</p>	<p>Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>Нарушения ориентации мозга, вызывает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>Температурные электрические бионические</p> <p>Травматичность. Травматичность. Усталость</p>
Расклёпывание стоек с двух сторон	Пресс с поворотным столом и двуручным управлением «Викман».	<p>строта краев деталей и заусенцы на них.</p> <p>Монотонность труда</p>	

Продолжение таблицы 5.2

		<p>Повышенное увеличение уровня шумности</p> <p>Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов</p> <p>Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p>	<p>Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>Термическое электролитическое биологическое</p> <p>Травматизм.</p> <p>Травматизм.</p>
		<p>Острые кромки и заусенцы.</p> <p>Монотонность труда.</p>	<p>Утомляемость, сонливость, снижение внимания.</p>

Продолжение таблицы 5.2

		Физическое перенапряжение	Утомляемость, стресс.
Определение величины дисбаланса ведомого диска.	Балансировочный станок “Шенк”.	Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве. Напряжение	Травматизм. Ухудшение всех систем и органов всего организма человека
Расклёпывание заклёпок и стоек.	Сверлильный станок 2Н135 “Стерлитоман”.	Повышенное увеличение уровня шумности. Повышенное увеличение	Негативное на слух, мозг и сердце. Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает резонанс,
		Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической цепи. Двигающиеся	воздействует на сосуды. Температурные (ожоги участков тела), электрическое (разложение крови и плазмы), бионические (возбуждение и раздражение тканей)

Продолжение таблицы 5.2

		<p>перемещаю- щиеся объекты и элементы на производств е</p> <p>Острота краев деталей и заусенц ы на них.</p> <p>Завышенная температура поверхности детали.</p> <p>Повышенная металлическая пыльность.</p> <p>Перегрузка мышц</p> <p>Усталость глаз</p>	<p>организма, как следствие- судорожные сокращения мышц, прекращение деятельности дыхания и кровообращения).</p> <p>Ранения мягких тканей</p> <p>Ранения мягких тканей</p> <p>Обгорание кожи человека- ожоги</p> <p>Раздражители</p> <p>Отравление токсинами,</p> <p>Усталость нервной системы</p> <p>9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражитель ность, нервное перенапряжение, стресс.</p>
--	--	--	--

5.4 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

5.3.1 Мероприятия по предотвращению несчастных случаев и стихийных бедствий

- а) сигнал тревоги пожара.
- б) сигнал тревоги о стихиях.

Необходимость заранее проинформированности о предстоящей катастрофе и доставлены в безопасное место. Все электрические устройства должны быть отключены в этом случае.

5.3.2 Меры по нейтрализации разрушений.

- а) нейтрализация местных пожаров должна начинаться работниками с использованием удобных пожарных средств, сразу после обнаружения пожаров должна быть пожарная охрана и эвакуация незаселенных в пожарной службе работников.
- б) устранение завалов и последствий наводнений должно осуществляться службами МЧС с возможным соединением добровольных помощников и коммунальных служб.

Стандартные требования – в приложении Б.

6 Экономическая эффективность проекта

Для успешной конкуренции ВАЗа на внутреннем и на мировом рынке проводится ряд мероприятий для повышения конкурентоспособности продукции предприятия.

Целью дипломного проекта является уменьшение усилия на рулевом колесе автомобиля Шевроле-Нива. Использование усилителя рулевого управления позволило снизить наибольшее усилие на рулевом колесе при повороте на месте. Следует заметить, что себестоимость автомобиля, оснащенного электрическим усилителем рулевого управления, ниже себестоимости соответствующего автомобиля с гидравлическим усилителем; кроме того, электрический усилитель имеет еще ряд преимуществ, например, меньшие габариты и возможность изменения момента компенсации от большего количества факторов.

Модернизация осуществляется для перспективного автомобиля, который конкурировал бы на мировом рынке на равных с другими автомобилями зарубежных производителей, поэтому данный автомобиль в любом случае будет комплектоваться усилителем рулевого управления, в следствии чего за базовый вариант будет взят автомобиль с гидроусилителем.

В данном дипломном проекте разработан и спроектирован рулевой механизм типа глобоидный червяк – ролик, с электроусилителем.

6.1 Расчет себестоимости проектной конструкции.

Таблица 6.1

Наименование	Обозначение	Ед.	Значение
Выпуск изделий в год	Vг.	Ш	120000
Страховой взнос в структуры ФОМС, ПФР, ФСС	Есц.	%	30
Расходы общие заводские	Ео.зав.	%	215
Коммерческие расходы	Ек.	%	5
Содержательные и эксплуатационные расходы на оборудование	Еоб.	%	194
Транспортные заготовительные расходы	Кт.зр.	%	1,45
Цеховые расходы	Ецх	%	183
Расходы на оснащение и инструменты	Еинс.	%	3
Рентабельность плана накопительного	Крнт.	%	30
Доплаты и выплаты не связанные с производством	Квп.	%	12
Премии и доплаты связанные с производством	Кпрм.	%	23
Возвратные отходы производства	Квт	%	1
Часовой тариф – 3 разряд	Ср3	ру	66,71
Часовой тариф – 4 разряд	Ср4	ру	72,24
Часовой тариф – 6 разряд	Ср6	ру	93,81
Образующие капитал инвестиции	Ки	%	0,065

[14]

Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_{вом}}{100} \right) \quad (6.1)$$

где C_M – опт-я цена мат-ла i -го вида,руб.;
 Q_M – норм. расхс мат-ла i -го вида,кг.,м.;
 $K_{т.зр}$ – коэфф-т трансп.-загот-ых расх-в,%;
 $K_{в}$ – коэфф-т возвр-х отх.,%;

Таблица 6.2 – «Расчет затрат на сырье и материалы»

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71	кг	52,41	2,2	115,302
Сталь ШХ4 ГОСТ 801-78	кг	68,2	1,5	102,3
Итого:				217,60
Ктз		1,45		3,16
Квот		1		2,18
Всего				222,93

Таблица 6.3 – «Расчет затрат на электроэнергию и газ.»

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Электрoэнергия	Квт.ч	2,582	1,6	4,13
Газ	м3	1,35	0,6	0,81
Итого:				4,94
Ктз		1,45		0,07
Квот		1		0,05
Всего				5,06

$$M = 222.93 + 5.06$$

$$M = 227.99$$

«Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} \right) \quad (6.2)$$

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 6.4 – «Расчет затрат на покупные изделия»

Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Кнопки управления	24	6	144,00
Сигнальные кнопки	59	2	118,00
Подшипник	78	2	156,00
Сальник	45	2	90,00
Модуль подушки безопасности	2226,46	1	2226,46
Комплект метизов	521,54	1	521,54
Винты крепления ступицы	4	3	12,00
Итого			3268,00
Ктз		1,45	47,39
Всего			3315,39

$$P_u = 3315.39$$

Расходы "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{прем.}}}{100} \right) \quad (6.3)$$

где Z_T – тариф. зараб. плата,руб.,которая рассчит-ся по формуле

$$Z_m = C_{p.i} \cdot T_i \quad (6.4)$$

где $C_{p.i}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

T_i - трудоёмкость выполнения операции,час.;

$K_{\text{прм}}$ – коэфф-т прем. и доп., связ-х с раб-й на произв.,%.

Таблица 6.5 – «Расчет затрат на выполнение операций»

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Заготовительная	3	0,178	66,71	11,87438
Токарная	4	0,187	72,24	13,50888
Фрезерная	4	0,134	72,24	9,68016
Термообработки	4	0,235	72,24	16,98
Шлифовальная	6	0,244	93,81	22,89
Итого				74,93
Премияльные доплаты			23	17,23
Основная з/п				92,16

$$Z_o = 92.16$$

Расходы "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$K_{вп} = 0.12$$

$$Зд = Зо \cdot K_{вп} \quad (6.5)$$

$$Зд = 92.16 \cdot 0.12 = 11.02 \quad (6.6)$$

«где $K_{вп}$ - коэфф-т доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.»

Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$E_{с.н} = 0.3$$

$$C_{с.н} = (Зо + Зд_{оп}) \cdot E_{соц.н} \quad (6.7)$$

$$C_{с.н} = (92.16 + 11.02) \cdot 0.3 = 30.97 \quad (6.8)$$

где $E_{с.н}$ - коэфф-т отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;
Расходы "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$E_{об} = 1.94$$

$$C_{с.об} = Зо \cdot E_{обор} \quad (6.9)$$

$$C_{с.об} = 92.16 \cdot 1.94 = 178.79$$

где $E_{об}$ - коэфф-т расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{цх} = 1.83$$

$$C_{цх} = 30 \cdot E_{цх} \quad (6.10)$$

$$C_{цх} = 92.16 \cdot 1.83 = 168.65$$

«где $E_{цх}$ – коэфф-т цех-х расх-в, %;»

Расходы "Расходы на инструмент и оснастку" выполняется по формуле:

$$E_{инс} = 0.03$$

$$C_{инс} = 30 \cdot E_{инс} \quad (6.11)$$

$$C_{инс} = 92.16 \cdot 0.03 = 2.76 \quad (6.12)$$

«где $E_{инс}$ – коэфф-т расх-в на INSTR-т и оснастку, %;»

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{ц.с.с.} = M + ПИ + 30 + C_{с.н} + 3\delta + C_{с.об} + C_{цх} + C_{инс} \quad (6.13)$$

$$C_{ц.с.с.} = 227.99 + 3315.39 + 92.16 + 30.97 + 11.06 + 178.79 + 168.65 + 2.76 = 4027.77$$

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{o.zav} = 2.15$$

$$C_{o.zav} = 30 \cdot E_{o.zav} \quad (6.14)$$

$$C_{o.zav} = 92.16 \cdot 2.15 = 198.14$$

«где $E_{o.zav}$ - коэфф-т общезаводских расходов,%;»

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{o.zav.c.c.} = C_{o.zav} + C_{ц.c.c.} \quad (6.15)$$

$$C_{o.zav.c.c.} = 198.14 + 4027.77 = 4225.92$$

«Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:»

$$E_k = 0.05$$

$$C_k = C_{o.zav.c.c.} \cdot E_{ком} \quad (6.16)$$

$$C_k = 4225.92 \cdot 0.05 = 211.3$$

где E_k - коэфф-т коммерческих расходов,%;

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:»

$$C_{п.пр.} = C_{o.zav.c.c.} + C_{ком} \quad (6.17)$$

$$C_{п.пр.} = 4225.92 + 211.3 = 4437.21$$

Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции выполняется по формуле:

$$K_{рнт} = 0.3$$

$$C_{п.пр.} = 4437.21$$

$$Цот.пр. = C_{пол.пр.} \cdot (1 + K_{рент}) \quad Цот.пр. = 5768.38 \quad (6.18)$$

«где $K_{рнт}$ – коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й, %;»

Таблица 6.5 – Сравнение себестоимостей стандартной и проектной констр-ии.

Названия критериев	Обозн-е	Расх. на е.из.(станд.)	Расх. на е.из.(пр-т)
Основные материалы	М	198,70	227,99
Комплекующие изделия	Пи	3201,10	3315,39
Заработная плата	Зо	91,40	92,16
Дополнительная зар.плата	Зд	10,97	11,06
Страховой взнос в ПФР, ФОМС,	Сс.н.	30,71	30,97
Содержательные и экспл. расходы	Сс.обор	177,32	178,79
Цеховые расходы	Сцх	167,26	168,65
Расходы на оснащение и INSTR.	Синс	2,74	2,76
Себестоимость по цеху	Сц.с.с.	3880,20	4027,77
Общие заводские расходы	Со.зав	196,51	198,14
Себестоимость по заводу	Со.зав.с.с.	4076,71	4225,92
Коммерч. расходы	Ск	203,84	211,30
Себестоимость	Спол	4280,54	4437,21
Цена	Цот	5768,38	5768,38

6.2 .Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$Z_{перуд} = M + Пи + Зо + Зд + C_{с.н} \quad (6.19)$$

$$Z_{перуд} = 227.99 + 3315.39 + 92.16 + 11.06 + 30.97 = 3677.56$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{пер} = Z_{перуд} \cdot V_2 \quad V_{год} = 120000 \quad (6.20)$$

$$Z_{пер} = 3677.56 \cdot 120000 = 441307795.2$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления,руб. :

$$НА = 13$$

$$A_{м.у} = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot НА}{100} \quad (6.21)$$

$$A_{м.у} = ((178.79 + 2.76) \cdot 13) / 100 = 23.6$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений,%;

$$Z_{пос.у} = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot (100 - НА)}{100} \square C_{цх} + C_{о.зав} \dots \quad (6.22)$$

$$\bullet C_K + A_{м.у}$$

$$Z_{пос.у} = ((178.79 + 2.76) \cdot (100 - 13)) / 100 + 168.65 + 198.14 + 211.3 + 23.6 = 759.65$$

на годовую программу выпуска:

$$Z_{no.} = Z_{noc.y} \cdot V_2 \quad (6.23)$$

$$Z_{no.} = 759.65 \cdot 120000 = 91157741.76$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{пол.г.} = C_{пол.пр.} \cdot V_2 \quad (6.24)$$

$$C_{пол.г.} = 4437.21 \cdot 120000 = 532465536.96$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр = Ц_{от.пр.} \cdot V_2 \quad (6.25)$$

$$Выр = 5768.38 \cdot 120000 = 692205198.05$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{мрж} = Выр - Z_{пер} \quad (6.26)$$

$$Д_{мрж} = 692205198.05 - 441307795.2 = 250897402.85$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{крит} = \frac{Z_{no.}}{Ц_{от.пр.} - Z_{перуд}} \quad (6.27)$$

$$A_{крит} = 91157741.76 / (5768.38 - 3677.56) = 43599.21 \sim 43600$$

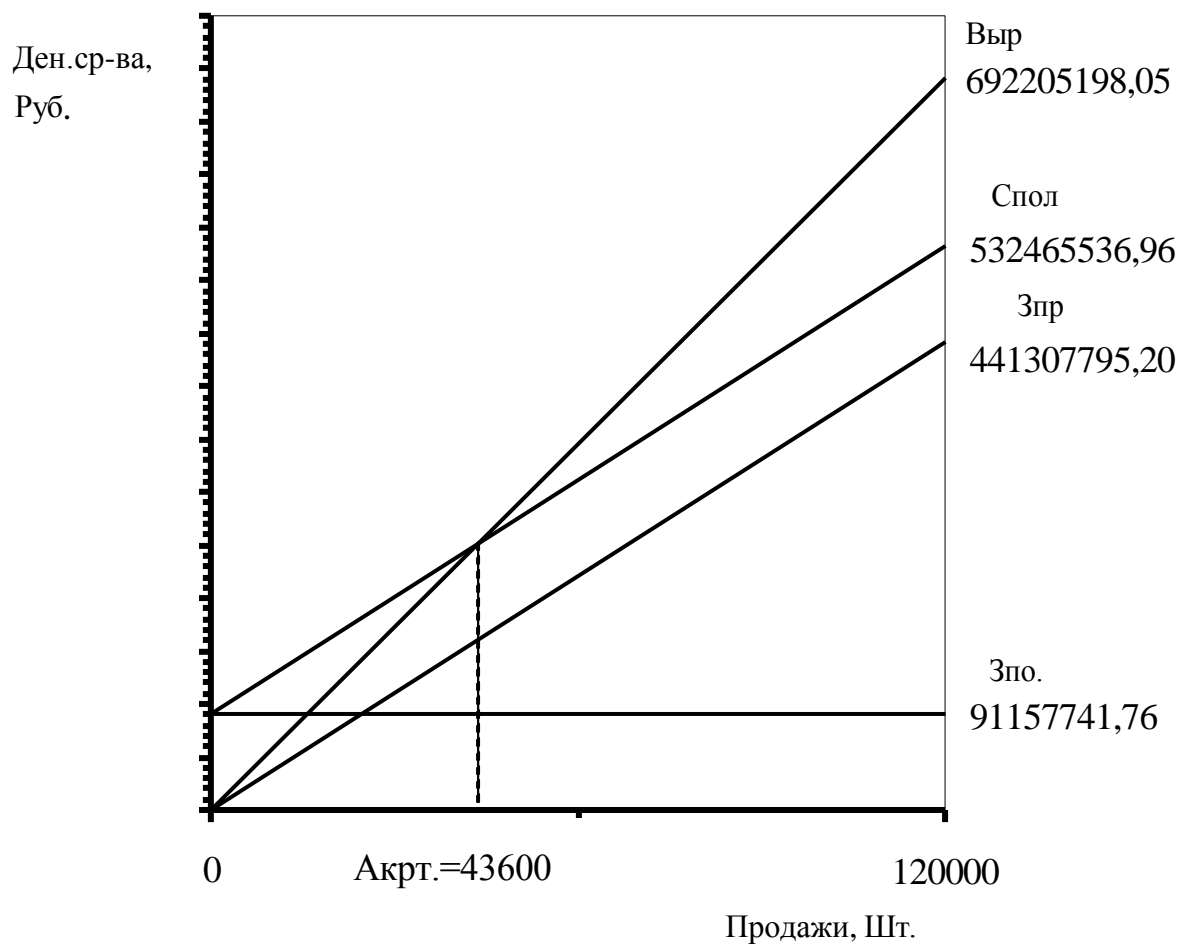


Рисунок 6.1 - График точки безубыточности.

6.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.
Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$A_{крт} = 43600 \quad V_2 = 120000 \quad V_{МК} = V_2 \quad n = 6$$

$$\Delta = \frac{V_{МК} - A_{крт}}{n - 1} \quad (6.28)$$
$$\Delta = 15280$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Цот = Цот_{пр.}$$

$$Цот = 5768.38$$

$$V_{прод1} = A_{крт} + \Delta \quad (6.29)$$

$$V_{пр1} = 43600 + 15280 = 58880 \quad (6.30)$$

$$V_{пр2} = A_{крт} + 2\Delta \quad (6.31)$$

$$V_{пр2} = 74160$$

$$V_{пр3} = A_{крт} + 3\Delta \quad (6.32)$$

$$V_{пр3} = 89440$$

$$V_{пр4} = A_{крт} + 4\Delta \quad (6.33)$$

$$V_{пр4} = 104720$$

$$V_{пр5} = A_{крт} + 5\Delta \quad (6.34)$$

$$V_{пр5} = 120000$$

Выр по годам:

$$Выр_1 = Цот \cdot Vnp_1 \quad (6.35)$$

$$Выр_1 = 5768.38 \cdot 58880 = 339642017.18 \quad (6.36)$$

$$Выр_2 = Цот \cdot Vnp_2 \quad (6.37)$$

$$Выр_3 = Цот \cdot Vnp_3 \quad Выр_2 = 427782812.39 \quad (6.38)$$

$$Выр_4 = Цот \cdot Vnp_4 \quad Выр_3 = 515923607.61 \quad (6.39)$$

$$Выр_5 = Цот \cdot Vnp_5 \quad Выр_4 = 604064402.83 \quad (6.40)$$

$$Выр_5 = 692205198.05$$

Переменные затраты по годам(определяется для базового и проектного вариантов.

для базового варианта:

$$M = 198.7 \quad Пу = 3201.1 \quad Зо = 91.40 \quad Зд = 10.97 \quad Сс = 30.71$$

$$Зперудб = M + Пу + Зо + Зд + Сс \quad (6.41)$$

$$Зперудб = 3532.88$$

$$Зперб1 = Зперудб \cdot Vnp_1 \quad (6.42)$$

$$Z_{нерб1} = 3532.88 \cdot 58880 = 208015974.40 \quad (6.43)$$

$$Z_{нерб2} = Z_{нерудб} \cdot V_{np2} \quad (6.44)$$

$$Z_{нерб2} = 261998380.80$$

$$Z_{нерб3} = Z_{нерудб} \cdot V_{np3} \quad (6.45)$$

$$Z_{нерб3} = 315980787.20$$

$$Z_{нерб4} = Z_{нерудб} \cdot V_{np4} \quad (6.46)$$

$$Z_{нерб4} = 369963193.60$$

$$Z_{нерб5} = Z_{нерудб} \cdot V_{np5} \quad (6.47)$$

$$Z_{нерб5} = 423945600.00$$

для проектного варианта:

$$Z_{нерудпр} = Z_{неруд} \quad (6.48)$$

$$Z_{нерудпр} = 3677.56$$

$$Z_{нерпр1} = Z_{нерудпр} \cdot V_{np1} \quad (6.49)$$

$$Z_{нерпр1} = 3677.56 \cdot 58880 = 216535024.84 \quad (6.50)$$

$$Z_{нерпр2} = Z_{нерудпр} \cdot V_{np2} \quad (6.51)$$

$$Z_{нерпр2} = 272728217.43$$

$$Z_{нерпр3} = Z_{нерудпр} \cdot V_{np3} \quad (6.52)$$

$$Z_{нерпр3} = 328921410.02$$

$$Z_{нерпр4} = Z_{нерудпр} \cdot V_{np4} \quad (6.53)$$

$$Z_{нерпр4} = 385114602.61$$

$$Z_{нерпр5} = Z_{нерудпр} \cdot V_{np5} \quad (6.54)$$

$$Z_{нерпр5} = 441307795.20$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} = 177.32 \quad C_{цх.} = 167.26 \quad C_{инс.} = 2.74$$

$$C_{об.зав.} = 196.51 \quad C_{к.} = 203.84$$

$$Зно.уб = C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.} \quad (6.55)$$

$$Зно.б = Знос.уб \cdot V_{год} \quad Знос.уб = 747.67$$

$$Зно.б = 747.67 \cdot 120000 = 89720400 \quad (6.56)$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зно.пр = Зно.$$

$$Зно.пр = 91157741.76 \quad (6.57)$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 23.6$$

$$A_{м.} = A_{м.у} \cdot V_2 \quad (6.58)$$

$$A_{м.} = 23.6 \cdot 120000 = 2832261.12 \quad (6.59)$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$Зн.пр1 = Зно.пр + Зперпр1 \quad (6.60)$$

$$Зн.пр1 = 91157741.76 + 216535024.84 = 307692766.6 \quad (6.61)$$

$$Зн.пр2 = Зно.пр + Зперпр2 \quad (6.62)$$

$$Зн.пр2 = 363885959.19$$

$$Зн.пр3 = Зно.пр + Зперпр3 \quad (6.63)$$

$$Зн.пр3 = 420079151.78$$

$$Зн.пр4 = Зно.пр + Зперпр4 \quad (6.64)$$

$$Зн.пр4 = 476272344.37$$

$$Зн.пр5 = Зно.пр + Зперпр5 \quad (6.65)$$

$$Зн.пр5 = 532465536.96$$

для базового варианта:

$$Зн.б1 = Зно.б + Зперб1 \quad (6.66)$$

$$Зн.б1 = 89720400 + 208015974.4 = 297736374.4 \quad (6.67)$$

$$Зн.б2 = Зно.б + Зперб2 \quad (6.68)$$

$$Зн.б2 = 351718780.8$$

$$Зн.б3 = Зно.б + Зперб3 \quad (6.69)$$

$$Зн.б3 = 405701187.2 \quad (6.70)$$

$$Зн.б4 = Зно.б + Зперб4 \quad (6.71)$$

$$Зн.б4 = 459683593.6$$

$$Зн.б5 = Зно.б + Зперб5 \quad (6.72)$$

$$Зн.б5 = 513666000$$

Налогооблагаемая прибыль по годам
для проектного варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зн.}_{\text{пр1}} \quad (6.73)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} = 339642017.18 - 307692766.6 = 31949250.57$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = \text{Выр}_2 - \text{Зн.}_{\text{пр2}} \quad \text{Выр}_3 \quad (6.74)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = 63896853.2 \quad (6.75)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = - \text{Зн.}_{\text{пр3}} \quad \text{Выр}_4 \quad (6.75)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = 95844455.83 \quad (6.76)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = - \text{Зн.}_{\text{пр4}} \quad \text{Выр}_5 \quad (6.76)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = 127792058.46 \quad (6.77)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = - \text{Зн.}_{\text{пр5}} \quad (6.77)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = 159739661.09$$

для базового варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зн.}_{\text{б1}} \quad (6.78)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} = 339642017.18 - 297736374.4 = 41905642.78$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = \text{Выр}_2 - \text{Зн.}_{\text{б2}} \quad \text{Проб.}_{\text{б.2}} = 76064031.59 \quad (6.79)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = \text{Выр}_3 - \text{Зн.}_{\text{б3}} \quad \text{Проб.}_{\text{б.3}} = 110222420.41 \quad (6.80)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = \text{Выр}_4 - \text{Зн.}_{\text{б4}} \quad \text{Проб.}_{\text{б.4}} = 144380809.23 \quad (6.81)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = \text{Выр}_5 - \text{Зн.}_{\text{б5}} \quad \text{Проб.}_{\text{б.5}} = 178539198.05 \quad (6.82)$$

Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам.

для проектного варианта:

$$H_{n1} = \text{Проб.}_{np.1} \cdot 0.20 \quad (6.83)$$

$$H_{n1} = 31949250.57 \cdot 0.20 = 6389850.11$$

$$H_{n2} = \text{Проб.}_{np.2} \cdot 0.20 \quad (6.84)$$

$$H_{n2} = 12779370.64$$

$$H_{n3} = \text{Проб.}_{np.3} \cdot 0.20 \quad (6.85)$$

$$H_{n3} = 19168891.17$$

$$H_{n4} = \text{Проб.}_{np.4} \cdot 0.20 \quad (6.86)$$

$$H_{n4} = 25558411.69$$

$$H_{n5} = \text{Проб.}_{np.5} \cdot 0.20 \quad (6.87)$$

$$H_{n5} = 31947932.22$$

для базового варианта:

$$H_{б1} = \text{Проб.}_{б.1} \cdot 0.20 \quad (6.88)$$

$$H_{б1} = 41905642.78 \cdot 0.20 = 8381128.56$$

$$H_{б2} = \text{Проб.}_{б.2} \cdot 0.20 \quad (6.89)$$

$$H_{б3} = \text{Проб.}_{б.3} \cdot 0.20 \quad (6.90)$$

$$H_{б2} = 15212806.32$$

$$H_{б4} = \text{Проб.}_{б.4} \cdot 0.20 \quad (6.91)$$

$$H_{б3} = 22044484.08$$

$$H_{б5} = \text{Проб.}_{б.5} \cdot 0.20 \quad (6.92)$$

$$H_{б4} = 28876161.85$$

$$H_{б5} = 35707839.61$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$Прчпр_1 = Проб.пр.1 - Нн1 \quad (6.93)$$

$$Прчпр_1 = 31949250.57 - 6389850.11 = 25559400.46$$

$$Прчпр_2 = Проб.пр.2 - Нн2 \quad (6.94)$$

$$Прчпр_2 = 51117482.56$$
$$Прчпр_3 = Проб.пр.3 - Нн3 \quad (6.95)$$

$$Прчпр_3 = 76675564.66$$
$$Прчпр_4 = Проб.пр.4 - Нн4 \quad (6.96)$$

$$Прчпр_4 = 102233646.77$$
$$Прчпр_5 = Проб.пр.5 - Нн5 \quad (6.97)$$

$$Прчпр_5 = 127791728.87$$

для базового варианта:

$$Прчб_1 = Проб.б.1 - Нб1 \quad (6.98)$$

$$Прчб_1 = 41905642.78 - 8381128.56 = 33524514.22$$

$$Прчб_2 = Проб.б.2 - Нб2 \quad (6.99)$$

$$Прчб_2 = 60851225.27$$

$$Прчб_3 = Проб.б.3 - Нб3 \quad (6.100)$$

$$Прчб_3 = 88177936.33$$

$$Прчб_4 = Проб.б.4 - Нб4 \quad (6.101)$$

$$Прчб_4 = 115504647.38$$

$$Прчб_5 = Проб.б.5 - Нб5 \quad (6.102)$$

$$Прчб_5 = 142831358.44$$

Расчет общественного эффекта

Расчет экономии от снижения аварийности.

Среднестатистический автомобиль проезжает в год 20 тыс.км. Исходя и годовой программы выпуска, получаем:

$$L_i = L_{cp} \cdot V_{np_i}$$

где L_{cp} - величина пробега среднестатистического автомобиля до списания, км;

L_i - величина пробега реализованных в i - м году автомобилей, км;

V_{np_i} - объем реализации автомобилей в i - м году, шт;

$$L_{cp} = 20000$$

$$L_1 = L_{cp} \cdot V_{np_1} \tag{6.103}$$

$$L_1 = 20000 \cdot 58880 = 1177600000 \tag{6.104}$$

$$L_2 = L_{cp} \cdot V_{np_2} \quad L_2 = 1483200000 \tag{6.105}$$

$$L_3 = L_{cp} \cdot V_{np_3} \quad L_3 = 1788800000 \tag{6.106}$$

$$L_4 = L_{cp} \cdot V_{np_4} \quad L_4 = 2094400000 \tag{6.107}$$

$$L_5 = L_{cp} \cdot V_{np_5} \quad L_5 = 2400000000 \tag{6.108}$$

Среднестатистический водитель попадает в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) с ранением одного из пассажиров через 380000 км (ДТПр), со смертельным исходом для одного из участников - через 1400000 км.(ДТПс).

Следовательно:

$$Ч_{pi} = \frac{L_i}{ДТПр} \quad \begin{aligned} ДТПр &= 380000 \\ ДТПс &= 1400000 \end{aligned} \tag{6.109}$$

где $Ч_{pi}$ - возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел;

$$\chi_{p1} = \frac{L_1}{\text{ДТП}_p} \quad (6.110)$$

$$\chi_{p1} = \frac{1177600000}{380000} = 3098.95 \quad (6.111)$$

$$\chi_{p2} = \frac{L_2}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p2} = 3903.16 \quad (6.112)$$

$$\chi_{p3} = \frac{L_3}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p3} = 4707.37 \quad (6.113)$$

$$\chi_{p4} = \frac{L_4}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p4} = 5511.58 \quad (6.114)$$

$$\chi_{p5} = \frac{L_5}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p5} = 6315.79 \quad (6.115)$$

$$\chi_{ci} = \frac{L_i}{\text{ДТП}_c} \quad (6.116)$$

где χ_{ci} - возможное количество человек погибших в результате ДТП, чел;

$$\chi_{c1} = \frac{L_1}{\text{ДТП}_c} \quad (6.117)$$

$$\chi_{c1} = \frac{1177600000}{1400000} = 841.14 \quad (6.118)$$

$$\chi_{c2} = \frac{L_2}{\text{ДТП}_c} \quad \chi_{c2} = 1059.43 \quad (6.119)$$

$$\chi_{с3} = \frac{L_3}{ДТПс} \quad \chi_{с3} = 1277.71 \quad (6.120)$$

$$\chi_{с4} = \frac{L_4}{ДТПс} \quad \chi_{с4} = 1496 \quad (6.121)$$

$$\chi_{с5} = \frac{L_5}{ДТПс} \quad \chi_{с5} = 1714.29 \quad (6.122)$$

Расчет возможных травм и смертей из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля

$$\chi_{р_{м.i}} = \chi_{рi} \cdot K_{ст}, \text{ чел} \quad (6.123)$$

где $K_{ст}$ - доля статистических травм людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля

$$K_{ст} = 0.85$$

$$\chi_{р_{м1}} = \chi_{р1} \cdot K_{ст} \quad (6.123)$$

$$\chi_{р_{м1}} = 3098.95 \cdot 0.85 = 2634.11$$

$$\chi_{р_{м2}} = \chi_{р2} \cdot K_{ст} \quad \chi_{р_{м2}} = 3317.68 \quad (6.124)$$

$$\chi_{р_{м3}} = \chi_{р3} \cdot K_{ст} \quad \chi_{р_{м3}} = 4001.26 \quad (6.125)$$

$$\chi_{р_{м4}} = \chi_{р4} \cdot K_{ст} \quad \chi_{р_{м4}} = 4684.84 \quad (6.126)$$

$$\chi_{р_{м5}} = \chi_{р5} \cdot K_{ст} \quad \chi_{р_{м5}} = 5368.42 \quad (6.127)$$

$$\chi_{с_{ми}} = \chi_{си} \cdot K_{сс}$$

где K_{cc} - доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля

$$K_{cc} = 0.75$$

$$Ч_{см1} = Ч_{с1} \cdot K_{cc} \quad (6.128)$$

$$Ч_{см1} = 841.14 \cdot 0.75 = 630.86$$

$$Ч_{см2} = Ч_{с2} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см2} = 794.57 \quad (6.129)$$

$$Ч_{см3} = Ч_{с3} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см3} = 958.29 \quad (6.130)$$

$$Ч_{см4} = Ч_{с4} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см4} = 1122 \quad (6.131)$$

$$Ч_{см5} = Ч_{с5} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см5} = 1285.71 \quad (6.132)$$

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека.

$$\Delta Нд = \frac{Пр}{Ч_{тн}} \cdot (L_2 - L_1) \quad (6.133)$$

где $\Delta Нд$ – потери национального дохода в результате гибели одного человека

$Пр$ – прибыль, полученная во всех отраслях экономики, млн.руб.;

$Ч_{тн}$ – количество трудоспособного населения, млн.чел.;

L_1 – средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

L_2 – пенсионный возраст.

$$Пр = 85.44 \cdot 10^8 \quad L_1 = 35 \quad (6.134)$$

$$Ч_{тн} = 75000000 \qquad L_2 = 60 \qquad (6.135)$$

$$\Delta H\partial = \frac{Pr}{Ч_{тн}} \cdot (L_2 - L_1) \qquad (6.136)$$

$$\Delta H\partial = 2848$$

Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести:

Легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней;

Тяжелые ранения – телесные повреждения, вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %;

Смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

Для расчета общественного эффекта необходимо оценить процент снижения пострадавших в ДТП после внедрение нового механизма.

Расчет общественного эффекта сводим в таблицу.

Число пострадавших и число смертей до мероприятия заполняем исходя из выше приведенного расчета.

Число пострадавших после мероприятия исходя из статистических данных снижается на 80 %, число смертельных случаев на 90 %.

Таблица 6.6 - 1-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	2634	527	2107			
Легкие	71%	1870	374	1496	0,028	6586	275895
Тяжелые	29%	764	153	611	0,56	6586	2253790
Смертельные		630	63	567	1	6586	3734262
Итого:							6263947

$$Э_{дтн1} = 6263947$$

Таблица 6.7 - 2-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	3317	663	2654			
Легкие	71%	2355	471	1884	0,028	6586	347435
Тяжелые	29%	962	192	770	0,56	6586	2838201
Смертельные		794	79	715	1	6586	4706356
Итого:							7891992

$$Э_{дтн2} = 7891992$$

Таблица 6.8 - 3-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	4001	800	3201			
Легкие	71%	2841	568	2273	0,028	6586	419079,72
Тяжелые	29%	1160	232	928	0,56	6586	3423468,13
Смертельные		958	96	862	1	6586	5678449,2
Итого:							9520997

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}3} = 9520997$$

Таблица 6.9 - 4-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, тыс.	Экономия по группам ранений, тыс.руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	4684	937	3747			
Легкие	71%	3326	665	2661	0,028	6586	490619,7
Тяжелые	29%	1358	272	1087	0,56	6586	4007879
Смертельные		1122	112	1010	1	6586	6650543
Итого:							11149042

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}4} = 11149042$$

Таблица 6.10 - 5-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	5368	1074	4294			
Легкие	71%	3811	762	3049	0,028	6586	562264,4
Тяжелые	29%	1557	311	1245	0,56	6586	4593146
Смертельные		1285	129	1157	1	6586	7616709
Итого:							12772119

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}5} = 12772119$$

Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:

$$\text{ЧД1} = \text{Прчпр}_1 - \text{Прчб}_1 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}1} \quad \blacksquare \quad (6.137)$$

$$\text{ЧД1} = 25559400.46 - 33524514.22 + 2832261.12 + 6263947 = 1131094.36$$

$$\text{ЧД2} = \text{Прчпр}_2 - \text{Прчб}_2 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}2} \quad (6.138)$$

$$\text{ЧД2} = 990510.41$$

$$\text{ЧД3} = \text{Прчпр}_3 - \text{Прчб}_3 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}3} \quad (6.139)$$

$$\text{ЧД3} = 850886.45$$

$$\text{ЧД4} = \text{Прчпр}_4 - \text{Прчб}_4 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}4} \quad (6.140)$$

$$\text{ЧД4} = 710302.5$$

$$\text{ЧД5} = \text{Прчпр}_5 - \text{Прчб}_5 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}5} \quad (6.141)$$

$$\text{ЧД5} = 564750.55$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{cm} = 10$$

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{cmi})^t} \quad (6.142)$$

где E_{cmi} - проц-я ставка на капитал;
 t - год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 = 0.909 \quad \alpha_2 = 0.826 \quad \alpha_3 = 0.753 \quad \alpha_4 = 0.683 \quad \alpha_5 = 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$ЧПД1 = ЧД1 \cdot \alpha_1 \quad (6.143)$$

$$ЧПД1 = 1131094.36 \cdot 0.909 = 1028164.77$$

$$ЧПД2 = ЧД2 \cdot \alpha_2 \quad (6.144)$$

$$ЧПД2 = 818161.59$$

$$ЧПД3 = ЧД3 \cdot \alpha_3 \quad (6.145)$$

$$ЧПД3 = 640717.5$$

$$ЧПД4 = ЧД4 \cdot \alpha_4 \quad (6.146)$$

$$ЧПД4 = 485136.61$$

$$ЧПД5 = ЧД5 \cdot \alpha_5 \quad (6.147)$$

$$ЧПД5 = 350710.09$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ЧПД} = \text{ЧПД}_1 + \text{ЧПД}_2 + \text{ЧПД}_3 + \text{ЧПД}_4 + \text{ЧПД}_5 \quad (6.148)$$

$$\Sigma \text{ЧПД} = 3322890.57$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma C_{\text{пол.нр.}} = Z_{\text{n.нр1}} + Z_{\text{n.нр2}} + Z_{\text{n.нр3}} + Z_{\text{n.нр4}} + Z_{\text{n.нр5}} \quad (6.149)$$

$$\Sigma C_{\text{пол.нр.}} = 307692766.6 + 363885959.19 + 514923364.71 + 476272344.37 \dots \\ + 532465536.96$$

$$\Sigma C_{\text{пол.нр.}} = 2100395758.91$$

$$K_{u.} = 0.00065$$

$$I = K_{u.} \cdot \Sigma C_{\text{пол.нр.}} \quad (6.150)$$

$$I = 0.00065 \cdot 2100395758.91 = 1365257.24$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧПД} - I \quad (6.151)$$

$$\text{ЧДД} = 3322890.57 - 2625494.7 = 697395.87$$

Индекс доходности.

$$ID = \frac{\text{ЧДД}}{I} \quad (6.152)$$

$$ID = \frac{697395.87}{2625494.7} = 1.43$$

Срок окупаемости проекта.

$$T_{ок} = \frac{I}{ЧДД} \quad (6.153)$$

$$T_{ок} = \frac{2625494.7}{697395.87} = 0.7$$

Облагаемый
доход, т. руб.

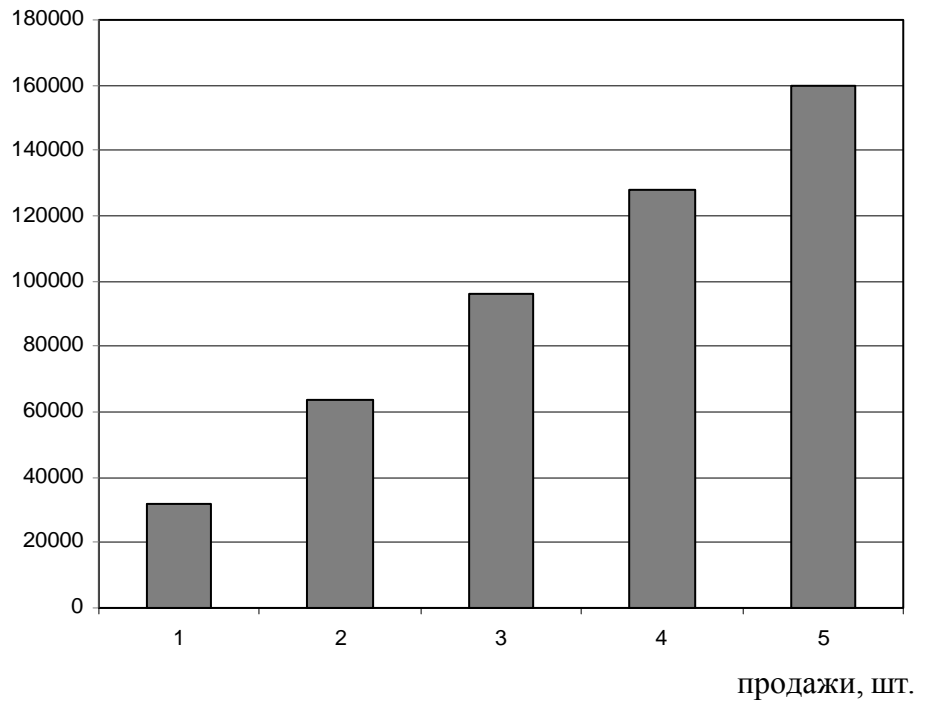


Рисунок 6.2 - График облагаемого дохода от продаж

Выводы и рекомендации.

В данном экономическом разделе проекта рассчитанные показатели разработанной конструкции рулевого управления показали, что его стоимость выше базовой структуры, но благодаря улучшенным характеристикам рулевого управления повышается удобство и безопасность автомобиля и в результате снижения аварийности. Поэтому расчет общественного эффекта-сбережения был сделан с снижения бедствия, из которого можно сделать вывод о целесообразности проектирования конструкции рулевого колеса, поскольку этот проект имеет положительный экономический эффект.

Точка безубыточности продаж равна объему 43600 штук, то есть. в этом объеме продаж компания покрывает свои расходы, а при плановом выпуске 120000 штук. компания имеет чистый дисконтированный доход (с учетом инвестиционных инвестиций) 1957633.32 рублей.

Из всех рассматриваемых коэфф-тов приемлемым для принятия решения инвестиционного характера является абсолютный показатель ПДД.

Поскольку чистый эффект (чистый дисконтированный доход SDA) является положительным, проект является эффективным.

Индекс доходности составляет $1,43 > 1$, что характеризует этот проект как немного рискованный и прибыльный.

Вложенные инвестиции окупятся менее чем за год.

Анализируя результаты расчетов показателей эффективности внедрения разработанной конструкции рулевого колеса, можно сделать вывод о целесообразности его реализации в производстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

- 1) предложены требования к электрическому усилителю рулевого управления;
- 2) проведена адаптация электрического усилителя рулевого управления ;
- 3) проведены прочностные расчеты измененных элементов рулевой колонки и электрического усилителя рулевого управления;
- 4) разработан технологический процесс сборки редуктора усилителя рулевого управления;
- 5) разработаны меры по обеспечению экологической безопасности работ по сборке электрического усилителя рулевого управления.

Предложения

Дальнейшие работы следует вести в более подробной и многовариантной (под конкретные группы потребителей) разработке требований к характеристикам компенсации и стабилизации управляемых колес, обеспечиваемым электрическим усилителем рулевого управления с возможностью перепрограммирования блока управления. Требуется решение и размещение блока управления и электрических разъемов усилителя. Развитие микроэлектроники уже позволяет разместить блок управления на корпусе электрического усилителя; в связи с этим рекомендуется передавать сигналы с датчиков усилителя на блок управления и питание с блока управления на электродвигатель усилителя без проводов (блок управления оснащается разъемом, жестко подключающимся к разъему усилителя). Эти работы повысят потребительские качества рулевого управления, надежность его работы и компактность, возможно снижение стоимости электрического усилителя. Следует заметить, что электрический усилитель рулевого управления потребует нового генератора большей мощности и аккумуляторной батареи большей емкости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. «Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. « Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”.» / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. «Машиностроение» / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение, 1972.–233 с.
14. Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

15. Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

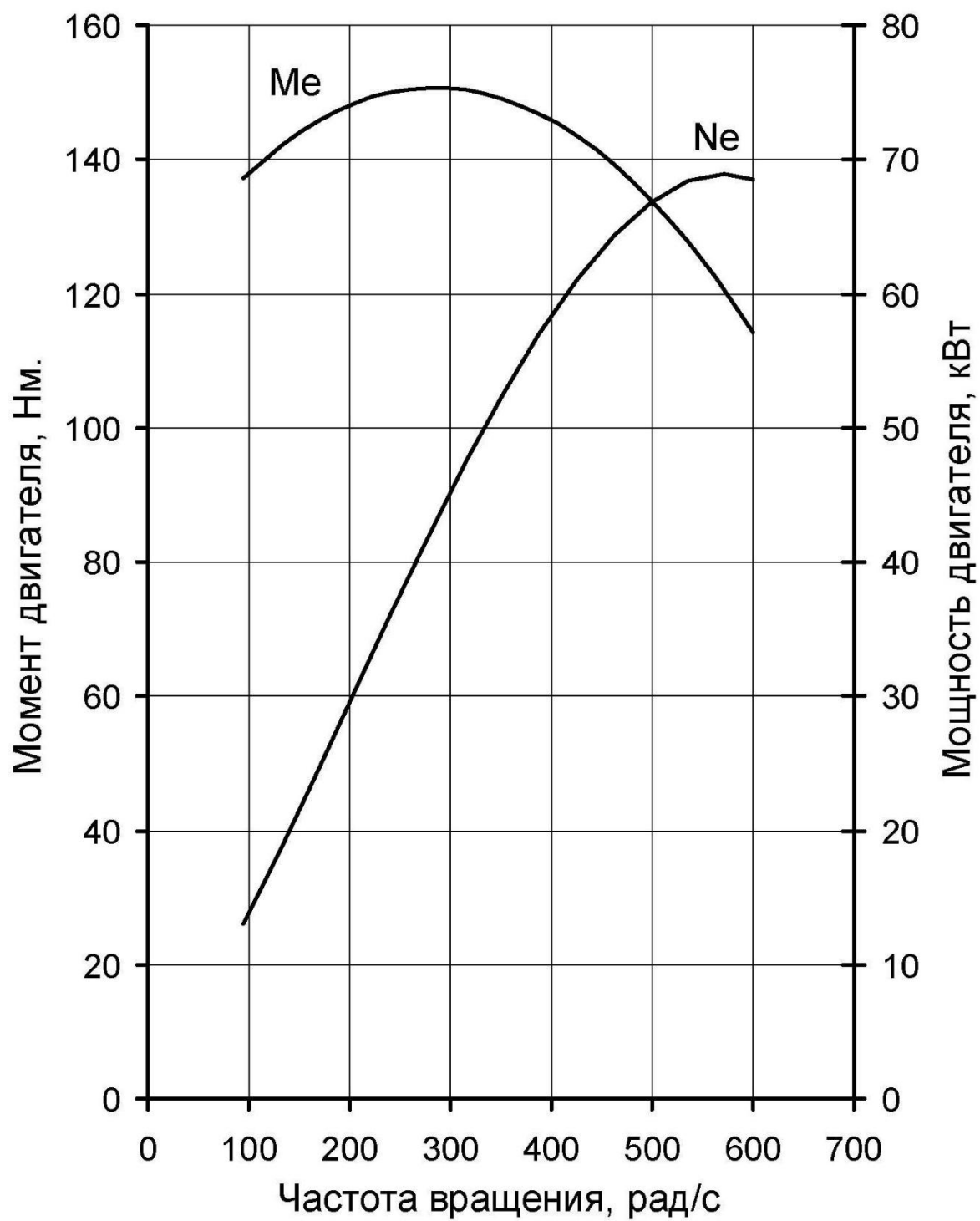


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

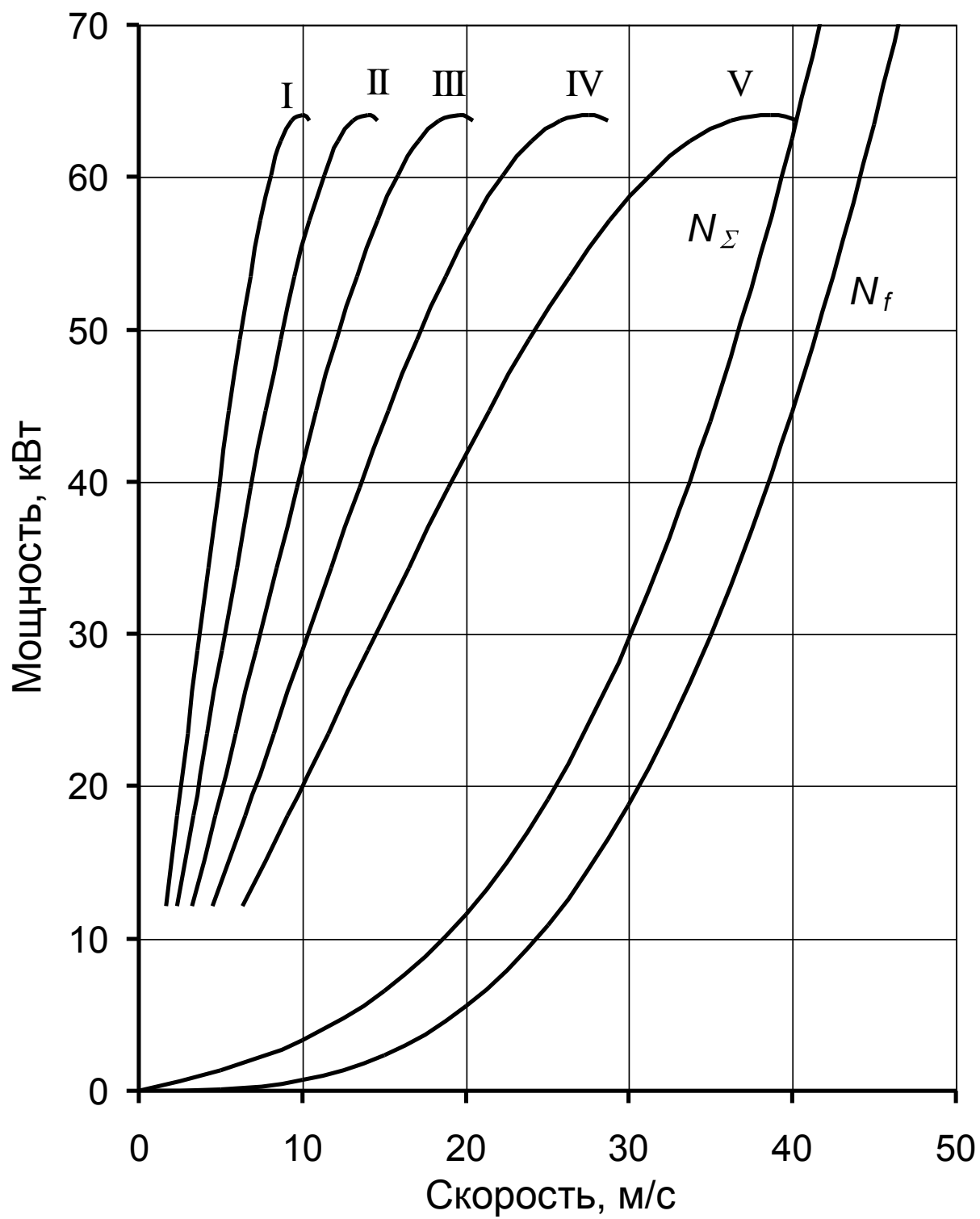


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

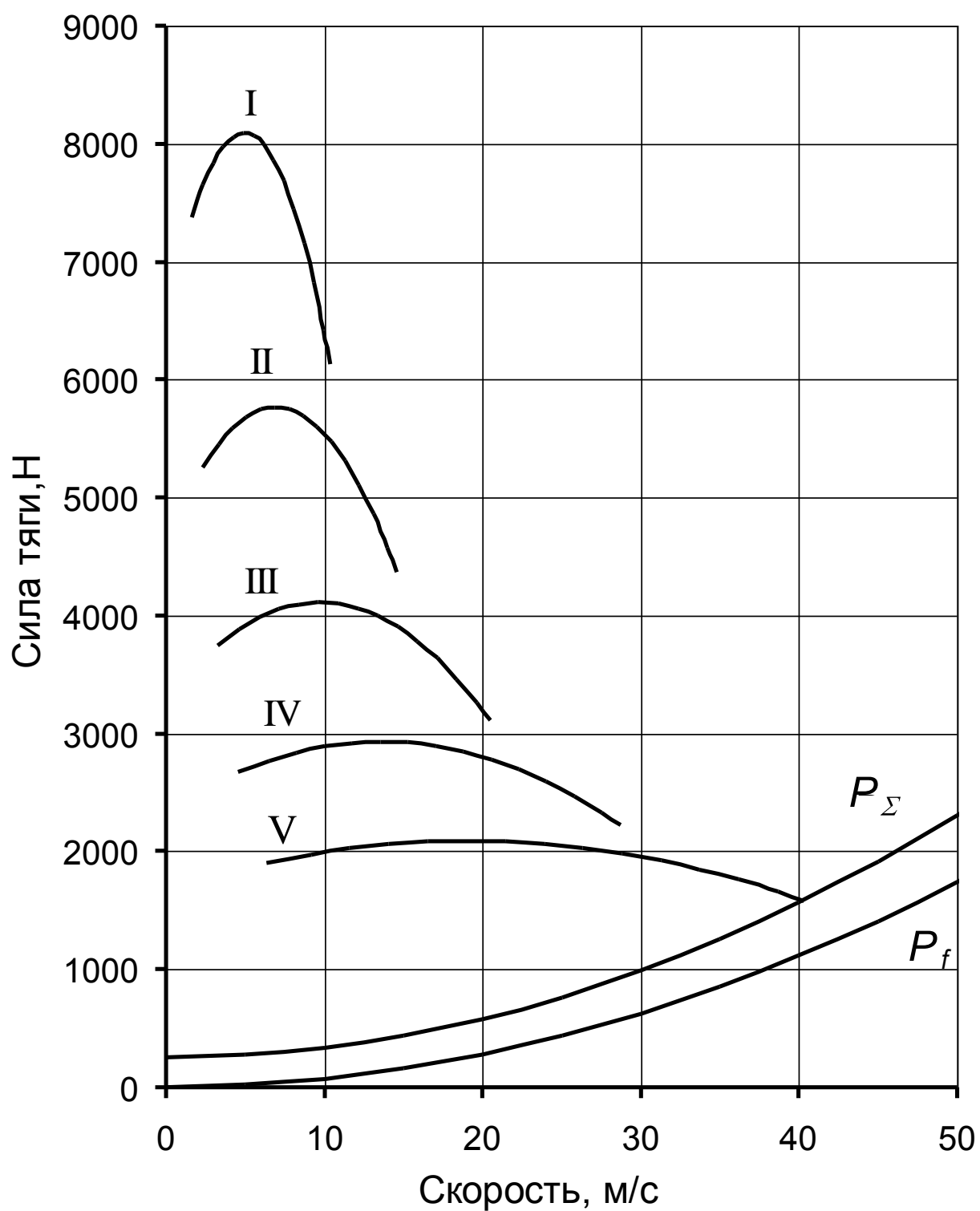


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

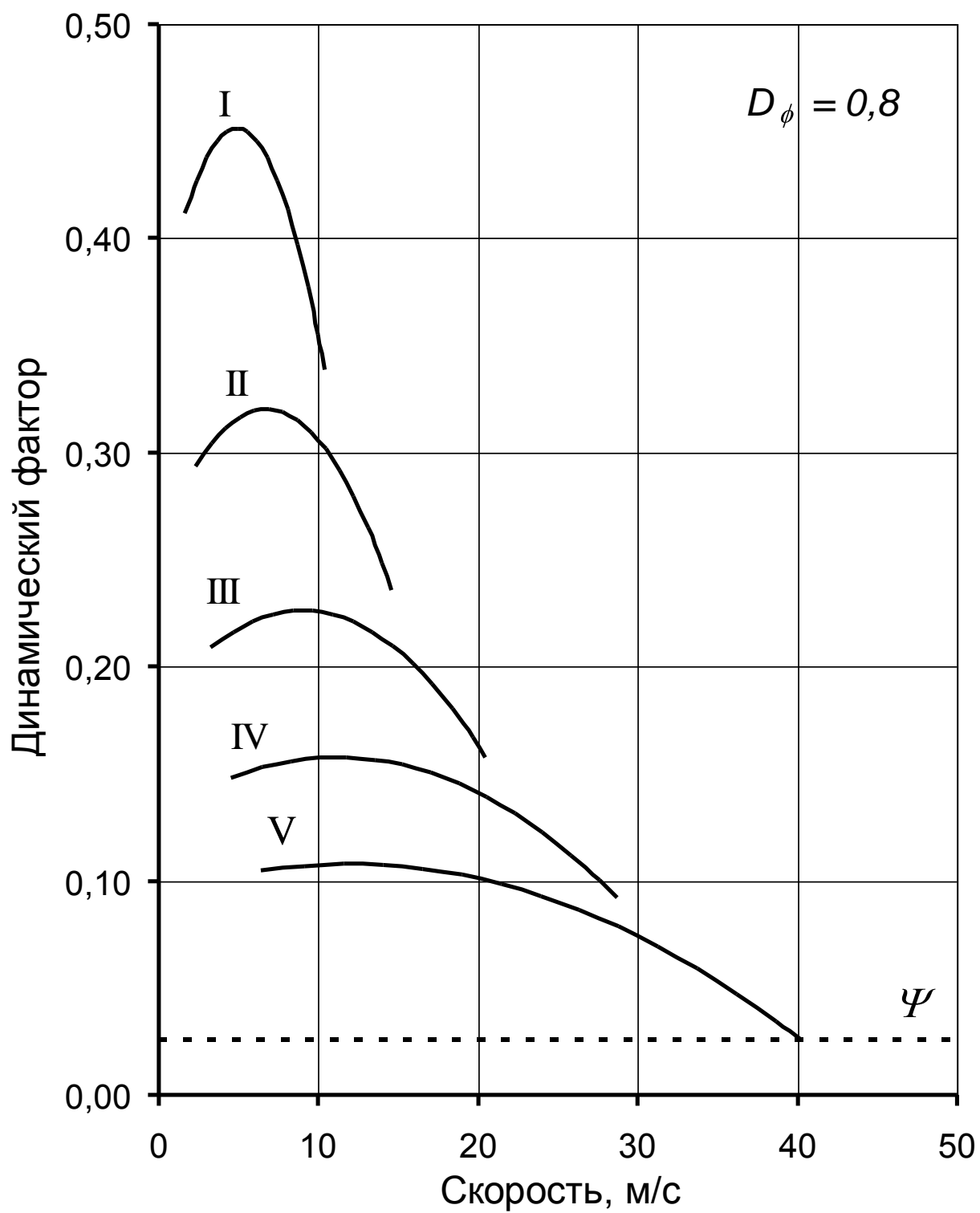


Рисунок А.4 – Динамический баланс

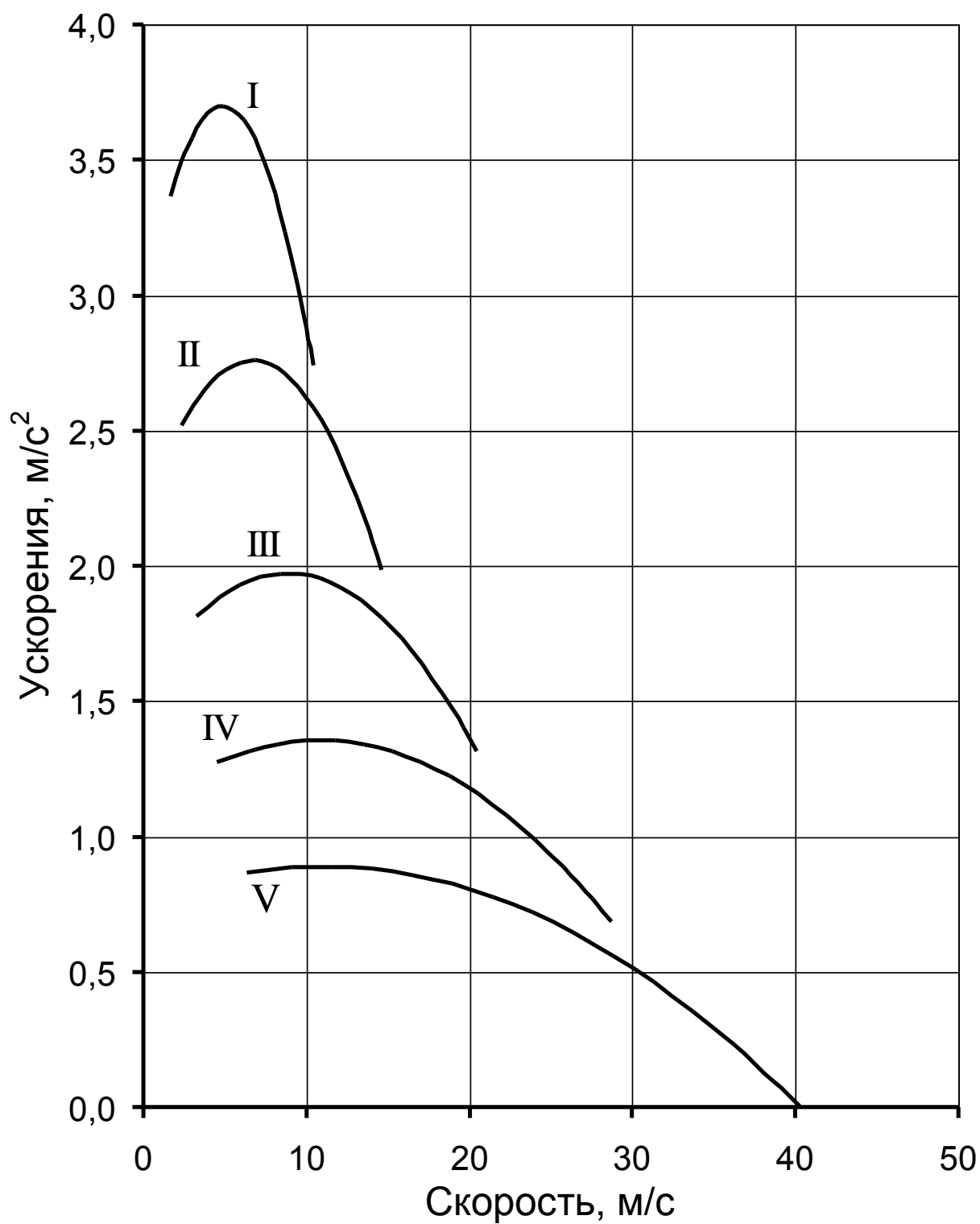


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

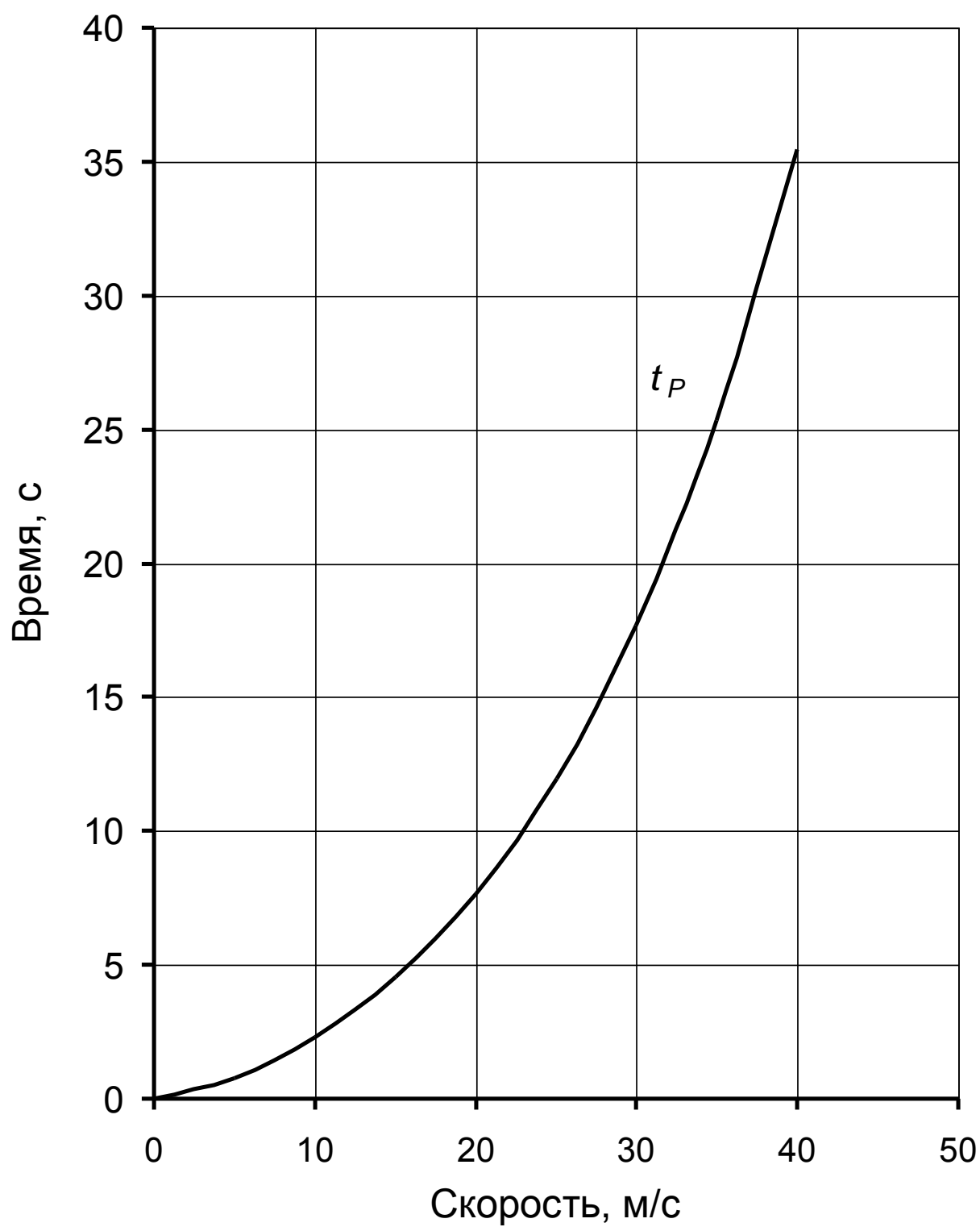


Рисунок А.6 – Время разгона

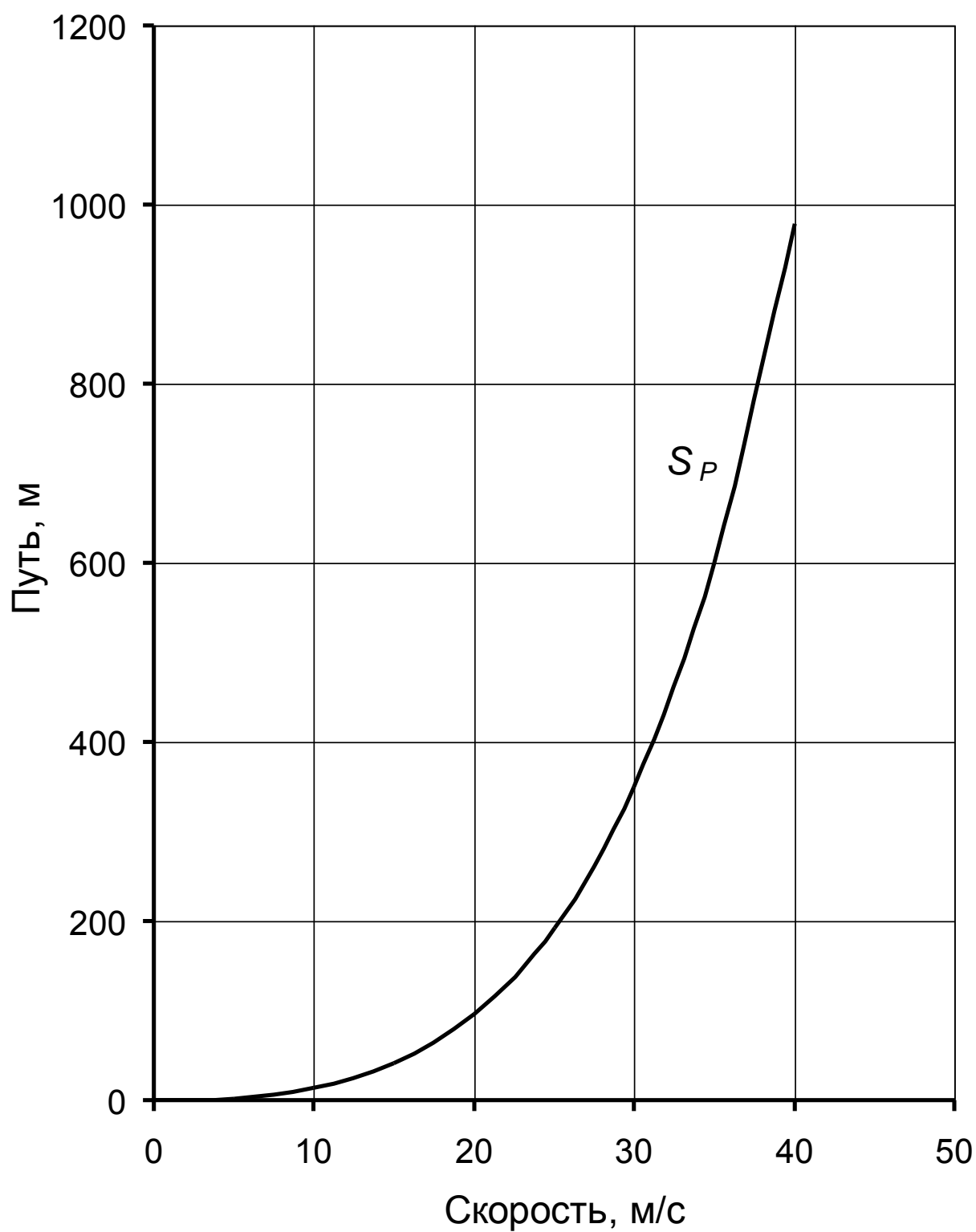


Рисунок А.7 – Путь разгона

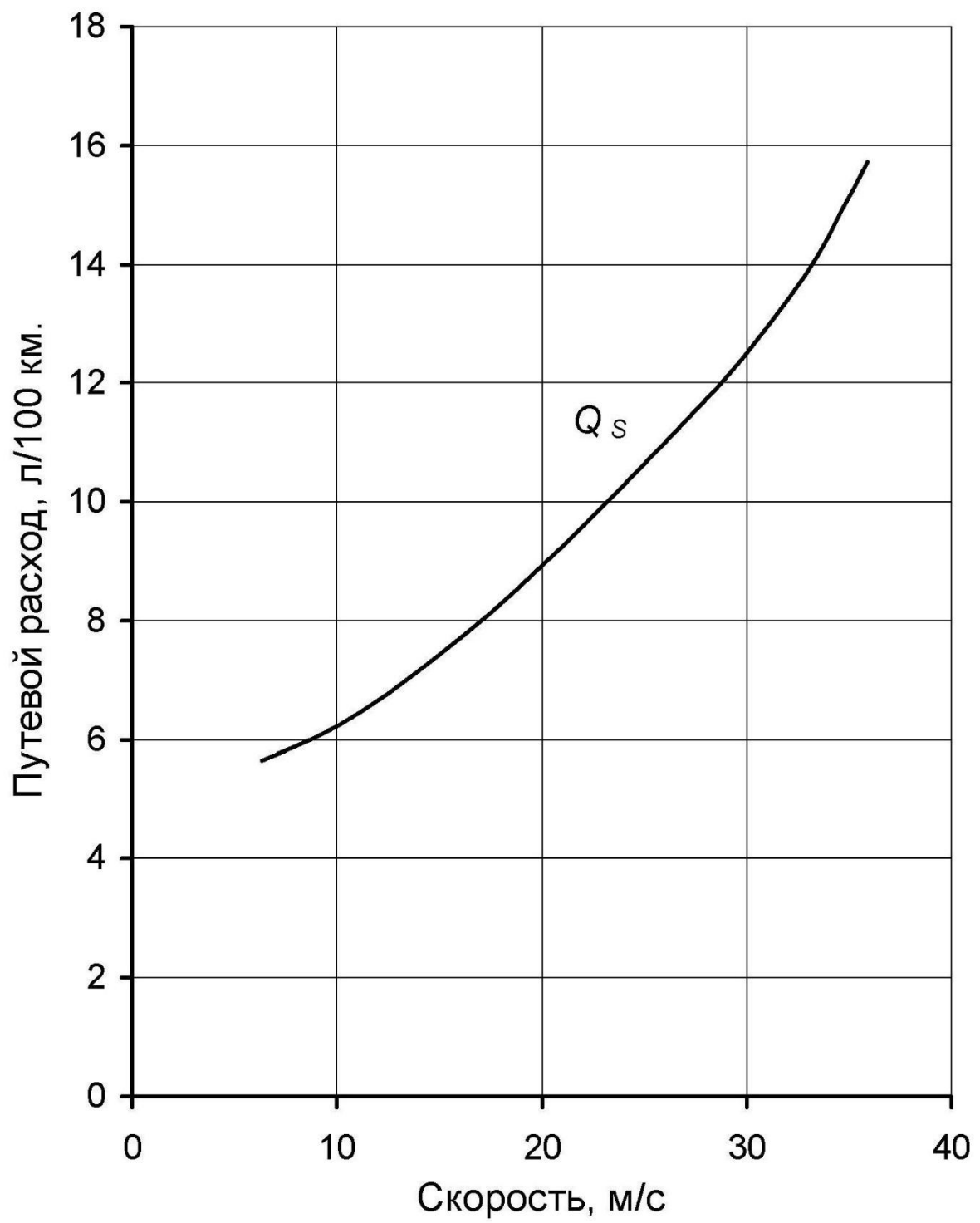


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

1. «В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[16]

2. «Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

3. В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

4. «При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок

при подъеме и перемещении тяжестей вручную.» [16]

5. «Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).» [16]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.» [16]

7. «В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.» [16]

«Общие положения и область применения» [16]

9. «Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.» [16]

10. «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.» [16]

11. «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих

в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. » [16]

12. «Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. » [16]

13. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. » [16]

14. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[16]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [16]

16. «Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации. » [16]

«Нормативные ссылки» [16]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[16]

18. «[Положение](#) о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. » [16]

19. «Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. » [16]

«Термины и определения» [16]

20. «Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. » [16]

21. «Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. » [16]

22. «Холодный период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже. »

23. «Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С. » [16]

24. «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата» [16]

26. «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.» [16]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [16]

28. «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.» [16]

«Оптимальные условия микроклимата» [16]

29. «Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.» [16]

30. «Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления

технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. » [16]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [16]

32. «Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.» [16]

33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров;

пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;

противопожарный режим - требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной

безопасности;

меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности;

пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ;» [16]

«Пожарно-техническая продукция - специальная техническая, научно-техническая и интеллектуальная продукция, предназначенная для обеспечения пожарной безопасности, в том числе пожарная техника и оборудование, пожарное снаряжение, огнетушители и огнезащитные вещества, средства специальной связи и управления, программы для электронных вычислительных машин и базы данных, а также иные средства предупреждения и тушения пожаров;

«Федеральный государственный пожарный надзор - деятельность уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющих переданные полномочия, а также подведомственных им государственных учреждений, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений организациями и гражданами требований, установленных законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности (далее - обязательные требования), посредством организации и проведения проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты, проведения мероприятий по контролю на лесных участках, на подземных объектах, при ведении горных работ, при производстве, транспортировке, хранении, использовании и утилизации взрывчатых материалов промышленного назначения, принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и (или) устранению выявленных нарушений, и деятельность указанных уполномоченных органов государственной власти по

систематическому наблюдению за исполнением требований пожарной безопасности, анализу и прогнозированию состояния исполнения указанных требований при осуществлении организациями и гражданами своей деятельности;

ведомственный пожарный надзор - деятельность ведомственной пожарной охраны по проверке соблюдения организациями, подведомственными соответствующим федеральным органам исполнительной власти, требований пожарной безопасности и принятие мер по результатам проверки;

подтверждение соответствия в области пожарной безопасности - документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, выполнения работ и оказания услуг требованиям технических регламентов, стандартов, норм пожарной безопасности или условиям договоров;

нормативные документы по пожарной безопасности - национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности;

профилактика пожаров - совокупность превентивных мер, направленных на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий;

первичные меры пожарной безопасности - реализация принятых в установленном порядке норм и правил по предотвращению пожаров, спасению людей и имущества от пожаров;

пожарно-спасательный гарнизон - совокупность расположенных на определенной территории органов управления, подразделений и организаций, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ;

организация тушения пожаров - совокупность оперативно-тактических и

инженерно-технических мероприятий (за исключением мероприятий по обеспечению первичных мер пожарной безопасности), направленных на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожаров и проведение аварийно-спасательных работ;

особый противопожарный режим - дополнительные требования пожарной безопасности, устанавливаемые органами государственной власти или органами местного самоуправления в случае повышения пожарной опасности на соответствующих территориях;

локализация пожара - действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его ликвидации имеющимися силами и средствами;

координация в области пожарной безопасности - деятельность по обеспечению взаимосвязи (взаимодействия) и слаженности элементов системы обеспечения пожарной безопасности.»

«Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности основывается на [Конституции](#) Российской Федерации и включает в себя настоящий Федеральный закон, принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности.

Законодательство субъектов Российской Федерации не действует в части, устанавливающей более низкие, чем настоящий Федеральный закон, требования пожарной безопасности.»

«Система обеспечения пожарной безопасности - совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Основными элементами системы обеспечения пожарной безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, организации, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной

безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основные функции системы обеспечения пожарной безопасности:

нормативное правовое регулирование и осуществление государственных мер в области пожарной безопасности;

создание пожарной охраны и организация ее деятельности;

разработка и осуществление мер пожарной безопасности;

реализация прав, обязанностей и ответственности в области пожарной безопасности;

проведение противопожарной пропаганды и обучение населения мерам пожарной безопасности;

содействие деятельности добровольных пожарных, привлечение населения к обеспечению пожарной безопасности;

научно-техническое обеспечение пожарной безопасности;

информационное обеспечение в области пожарной безопасности;

осуществление федерального государственного пожарного надзора и других контрольных функций по обеспечению пожарной безопасности;

производство пожарно-технической продукции;

выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности;

лицензирование деятельности в области пожарной безопасности (далее - лицензирование) и подтверждение соответствия продукции и услуг в области пожарной безопасности (далее - подтверждение соответствия);» [16]