

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 класса.

Модернизация заднего моста

Студент

А.О. Кузнецов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.Р. Галиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

20 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Автомобиль сегодня должен иметь высокую эффективность, длительный срок службы, безопасность вождения, удобство обслуживания и устойчивость на дороге.

Тема дипломного проекта: “Полноприводный легковой автомобиль второго класса. Модернизация заднего моста”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломный проект состоит из 96 страниц, включая введение, разделы конструкторской, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 8 листов А1.

Первая часть посвящена проектированию разрабатываемого узла, его текущим тенденциям развития, а также классификации существующих типов конструкций.

Вторая часть проекта посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть касается динамического расчета транспортного средства, расчета характеристик транспортного средства и расчета конструкции.

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность объекта.

Четвертая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.

Эта модернизация, описанная в дипломном проекте, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The automobile of today must have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and be stable on the road.

The topic of the diploma project is “All-wheel drive car of the second class. Rear axle upgrade”. The automobile must meet up-to-date demands, that is, it must have rapid acceleration, smooth-acting clutch, silent gearbox, dependable braking and steering systems, dependable ignition system.

The diploma project consists of 90 pages, including introduction, and chapters of design, economic parts and the section of the security object. It also have a graphic part of 9 sheets A1.

The first part is concerned with the design of the developed unit, its current development trends, as well as the classification of existing types of constructions.

The second part of the project is dedicated to vehicle design calculations. This part is concerned with the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the design.

The third part of the diploma project - safety and environmental friendliness of the project have been revealed.

The forth part deals with economical calculations for piece-price of the developed product. The breakeven point for this project and evidence calculation for economic efficiency have been represented.

This modernization, described in the diploma project, could be implemented into current mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение главной передачи	6
1.2 Описание конструкции главной передачи.	13
1.3 Обоснование вносимых конструктивных изменений	15
2 Конструкторская часть	17
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	18
2.2 Расчет зубчатой передачи	33
3 Безопасность и экологичность объекта.....	47
4 Экономическая эффективность проекта	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ	76

ВВЕДЕНИЕ

В наше время российский автомобильный рынок имеет очень высокую концентрацию автомобилей. Помимо наших производителей есть и иностранные производители автомобилей. Для того чтобы полностью захватить российский рынок иностранных производителей в это время, необходимо ввести основной тариф. Но многие автогиганты выходят из ситуации, они производят машины и собирают их на территории России. Автомобили ВАЗ на внешних рынках, занимают низкие невыгодные позиции, особенно в развитых странах, с точки зрения промышленности. Ожесточенная конкуренция на европейском рынке привела к тому, что устройства, ранее установленные в автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, по умолчанию не значительно увеличивались в стоимости в большинстве автомобилей. Это особенно верно для подушек безопасности и рулевого управления.

Чтобы успешно конкурировать в ПАО "АвтоВАЗ", были приняты меры по повышению конкурентоспособности автомобилей компании.

Основная цель этого дипломного проекта-повысить ресурс и надежность основной передачи автомобиля ВАЗ-21214 Niva Urban, сохраняя при этом общий макет структуры.

1 Состояние вопроса

Коробка передач в дизайне автомобиля предусмотрена от агрегата к приводным колесам и поставкам. Сборка включает в себя ряд компонентов, включая основную передачу автомобиля.

1.1 назначение главной передачи

Основная передача используется для обеспечения необходимого соответствия скорости вращения вала двигателя с необходимой скоростью приводных колес автомобиля при его перемещении. Задача этого элемента также состоит в том, чтобы изменить крутящий момент перед подачей на привод колеса. То же самое касается коробки передач, но можно изменить передаточное отношение из-за вмешательства определенных передач. Несмотря на конструкцию трансмиссии автомобиля, крутящий момент низкий и более высокая скорость выходного вала. Если вы передадите вращение непосредственно на ведущие колеса, полученная нагрузка "сломает" двигатель. В общем, автомобиль просто не может двигаться.[1]

Основная передача автомобиля обеспечивает повышенный крутящий момент и уменьшенную скорость. Но, в отличие от коробки передач, передаточное отношение фиксируется. [1]

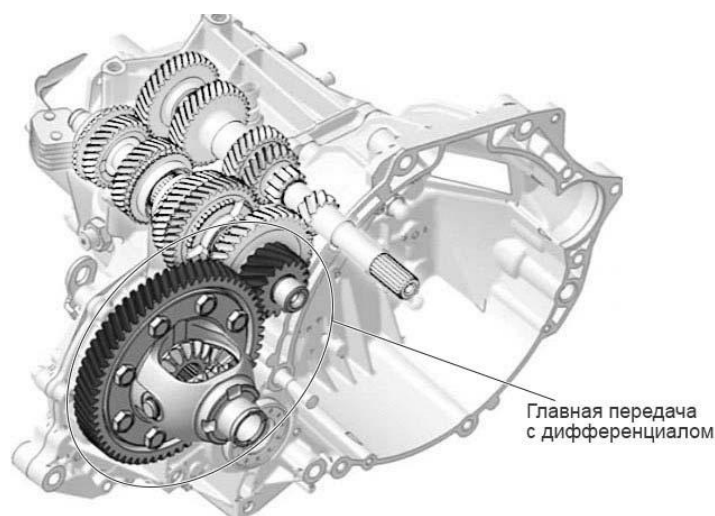


Рисунок 1.1 - Главная передача переднеприводного автомобиля

Это своего рода обычная одноступенчатая коробка передач, состоящая из двух передач разного диаметра. Размер ведущего колеса невелик, он соединен с выходным валом редуктора, то есть к нему подается вращение. Размер коробки передач намного больше, в результате вращения подается к приводному валу колеса. [3], [4]

Передаточное отношение для легковых автомобилей этот параметр составляет 3.5-4.5, а для грузовиков она достигает 5-7.

Чем больше передаточное отношение (чем больше количество зубьев относительно приводной коробки передач), тем выше крутящий момент на колесе. В этом случае ход будет больше, но максимальная скорость будет ниже. Выбор передаточного отношения главной передачи в соответствии с мощностью электростанции и других компонентов передачи.

Основная передача устройства зависит от конструктивных особенностей автомобиля. Этот редуктор может быть установлен в виде отдельного блока в его картере (модели заднего колеса) и входит в конструкцию коробки передач (переднеприводные автомобили).

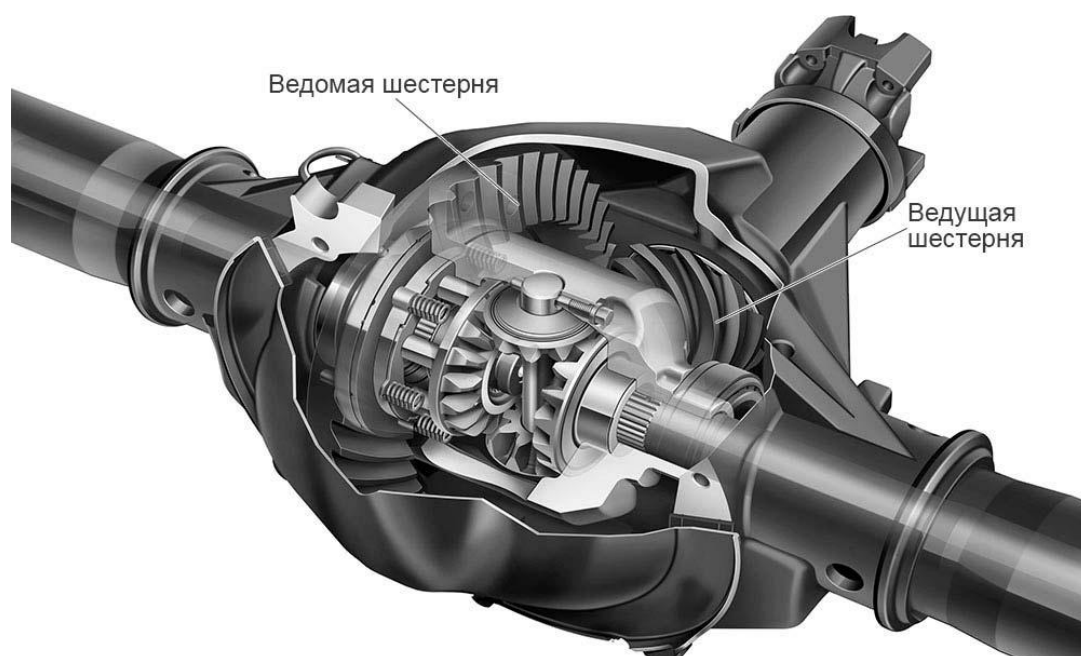


Рисунок 1.2 - Главная передача полноприводного автомобиля

Что касается некоторых автомобилей 4x4, вы можете использовать различные макеты. Если положение двигателя в таком автомобиле горизонтальное, то основная передача переднего моста входит в конструкцию коробки передач и находится исключительно в заднем картере. Основная коробка передач на двух осях в продольной компоновке автомобиля-это отдельная коробка передач и корпус передачи. [5], [6]

В модели с отдельной главной коробкой передач Коробка передач выполняет еще одну задачу, чтобы изменить угол вращения на 90 градусов. То есть выходной вал коробки передач и вал привода колеса имеют вертикальное расположение.

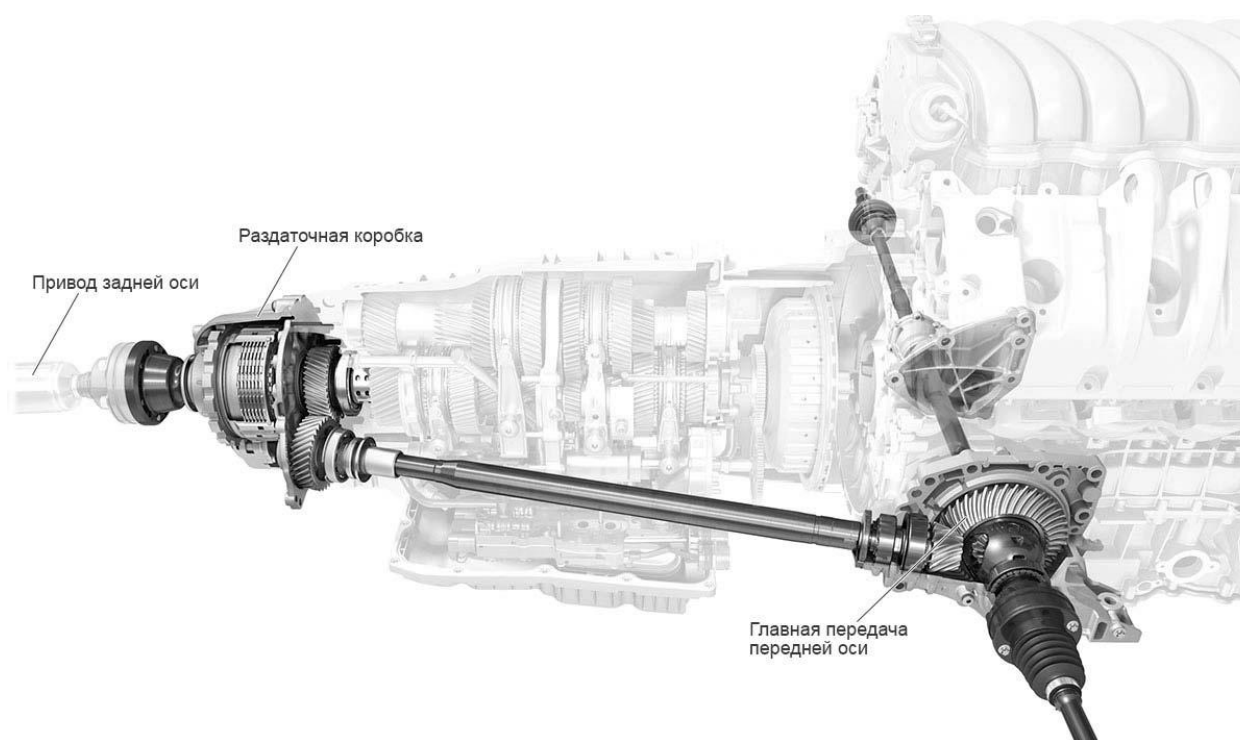


Рисунок 1.3 - Расположение главной передачи передней оси Audi

В режиме переднего привода, в котором основная коробка передач включена в конструкцию коробки передач, эти валы расположены параллельно, потому что угловое направление не нужно изменять.

В некоторых грузовиках используется двухступенчатая коробка передач. Стоит отметить, что их дизайн может быть разным, но наиболее распространенным является так называемая пространственная компоновка, в которой используется центральная коробка передач и два колеса (сбоку).

Эта конструкция может значительно увеличить крутящий момент и, следовательно, тяговое усилие на колесе. [7], [8]

Особенностью редуктора является то, что он равномерно разделяет вращение двух приводных валов. В линейном движении эта ситуация нормальная. Но если ось колеса проходит поворотом на разных расстояниях, то нужно менять скорость вращения каждого из них. Это часть задачи дифференциала в дизайне коробки передач (он установлен на ведущем колесе). Результат главной передачи передается на приводной вал с помощью дифференциала.

Главной особенностью основного набора является тип зубчатого колеса и тип зуба между ними. В автомобилях в основном используются редукторы этих типов:

- Цилиндрических
- Конических
- Гипоидных
- Червячных



Рисунок 1.4 - Виды главных передач

Цилиндрические колеса используются для главной передачи переднеприводных автомобилей. Без изменения направления вращения можно использовать такой редуктор. Шестерня на зубях-косая или елочка. [9], [10]

Передаточные числа таких редукторов находятся в диапазоне 3,5-4,2. Не используйте более высокое передаточное число, так как необходимо увеличить размер редуктора, что сопровождается повышением передач.

Конические, гипоидные шестерни и червячные колеса необходимы не только для изменения места передаточного отношения, но и для изменения направления вращения.

Конические колеса обычно используются в грузовиках. Их особенность заключается в том, что оси проходов пересекаются, то есть они находятся на одном уровне. Зубы, используемые при этой передаче, наклонены или изогнуты. Для легковых автомобилей этот тип коробки передач не используется из-за значительных размеров и повышенного шума. Single bevel main gear используется для легковых и грузовых автомобилей с низкой грузоподъемностью. Основная гипоидная передача имеет большое распределение, которое имеет много важных преимуществ по сравнению с основным коническим приводом.

На заднем колесе автобусы часто ездят разными видами-гипоидными. Его особенность заключается в том, что ось шестерни смещена. Поскольку положение ведущего колеса ниже, чем приводной вал, можно уменьшить размер коробки передач. В то же время этот тип коробки передач характеризуется повышенным сопротивлением нагрузке, а также плавной и бесшумной работой. [9], [10]

Червячная передача-самая распространенная и почти никогда не используется в автомобилях. Основная причина такой ситуации-сложность и высокая стоимость изготовления комплектующих.

Одна основная цилиндрическая коробка передач используется в легковых автомобилях с поперечным двигателем.

Некоторые иностранные компании используют один червяк-главный редуктор. В этом случае можно получить передаточное отношение $U > 7$ Главного зубчатого колеса, но КПД невелик по сравнению с конической и гипоидальной главной шестерней. В Червячном редукторе меньшая грузоподъемность с одинаковым размером и несколько более высокая стоимость ограничивает объем производства такой коробки передач.

Main gear central double имеет большую грузоподъемность по сравнению с

одинокими колесами того же размера

А так, что можно получить соотношение $u_0 \leq 12$, а дорожный просвет не уменьшен.

Центральная двойная ГП по следующей схеме: 1) одно коническое колесо-гипоид, 2-цилиндровый; 2) одно коническое колесо-гипоид-шпек, 2-D-класс планетарная передача; 3) одно планетарное, 2-одно коническое колесо-гипоид. [9], [10]

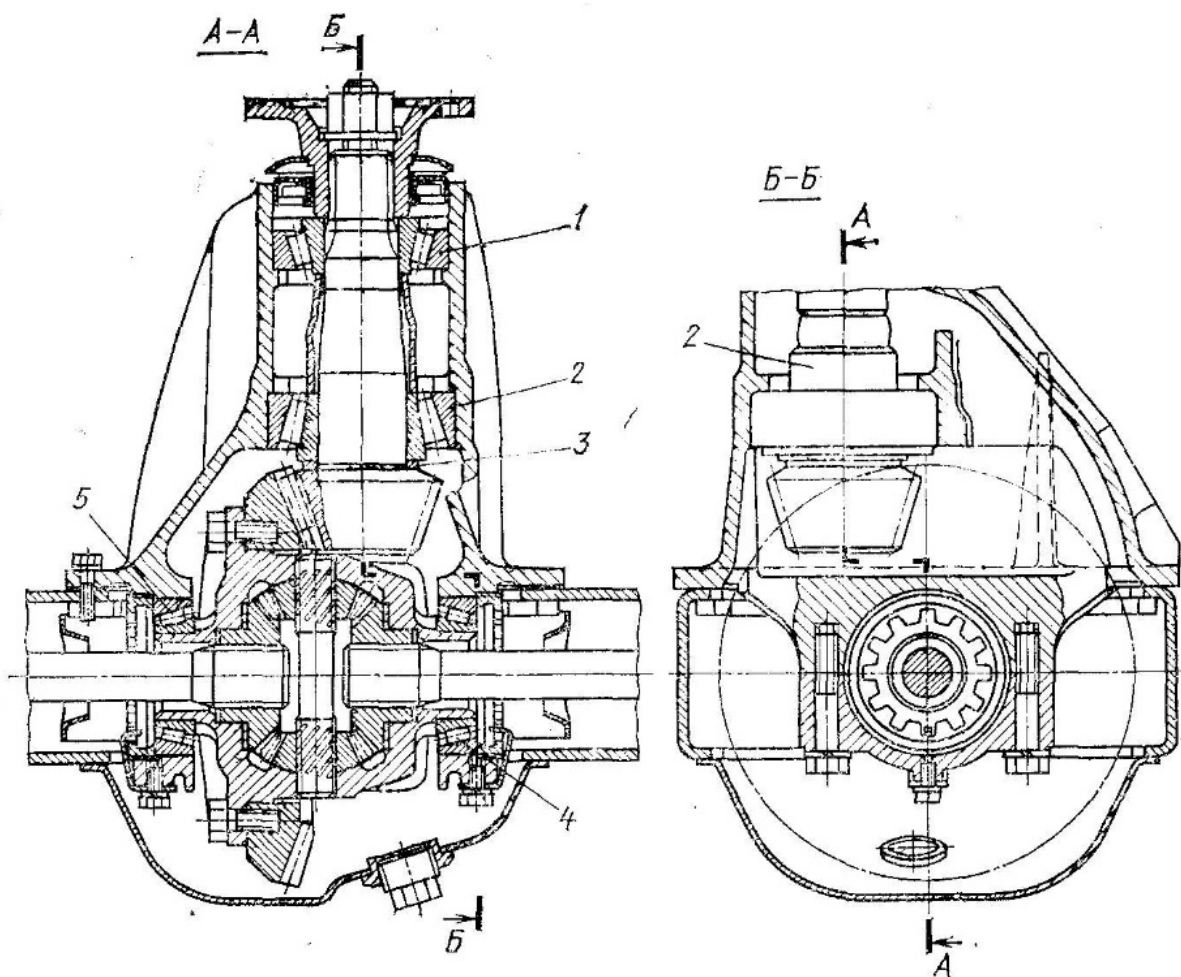


Рисунок 1.5 - Одинарная гипоидная главная передача автомобиля

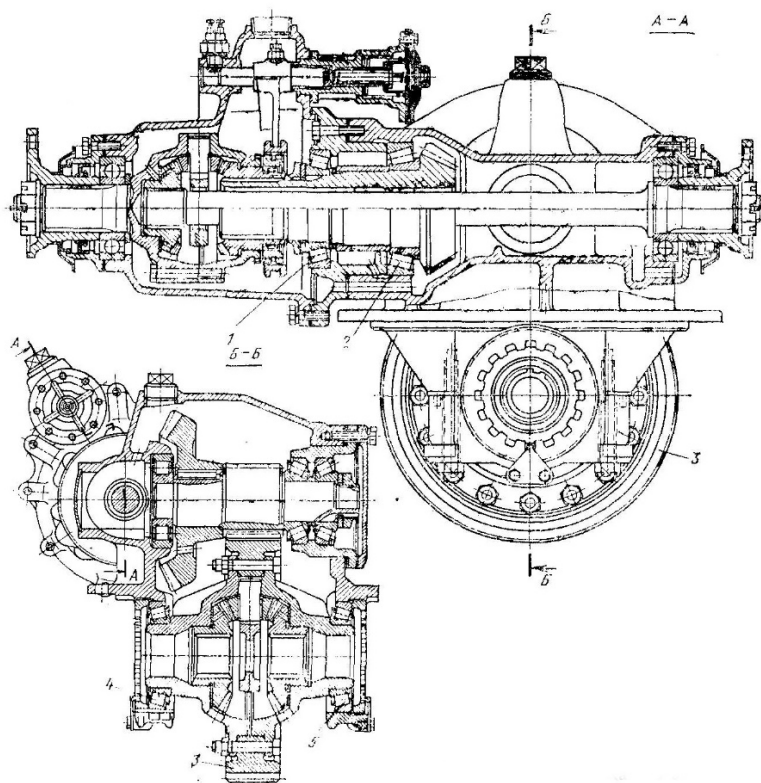


Рисунок 1.6 - Центральная двойная главная передача Г-образного типа

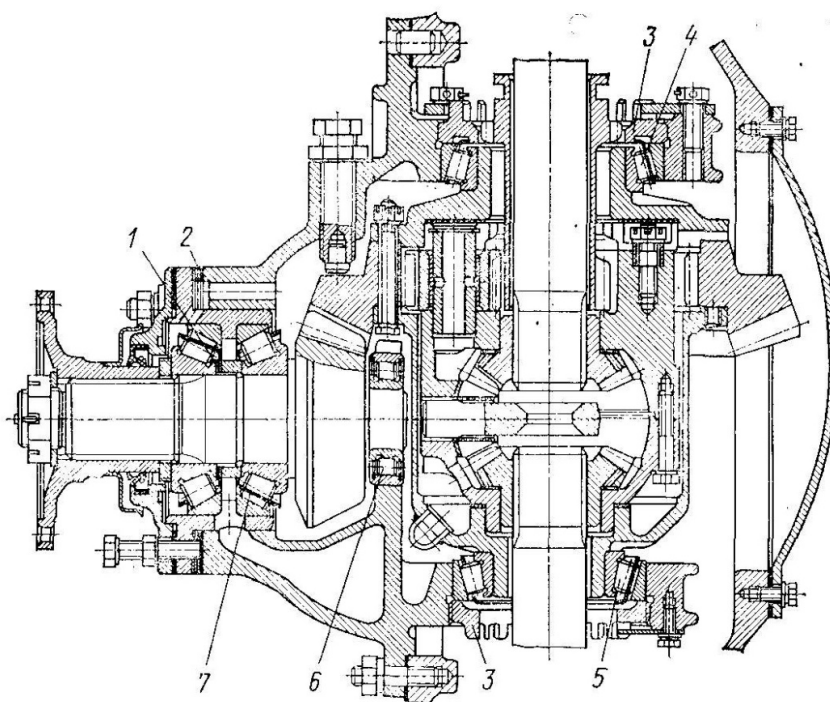


Рисунок 1.7 - Двухступенчатая главная передача

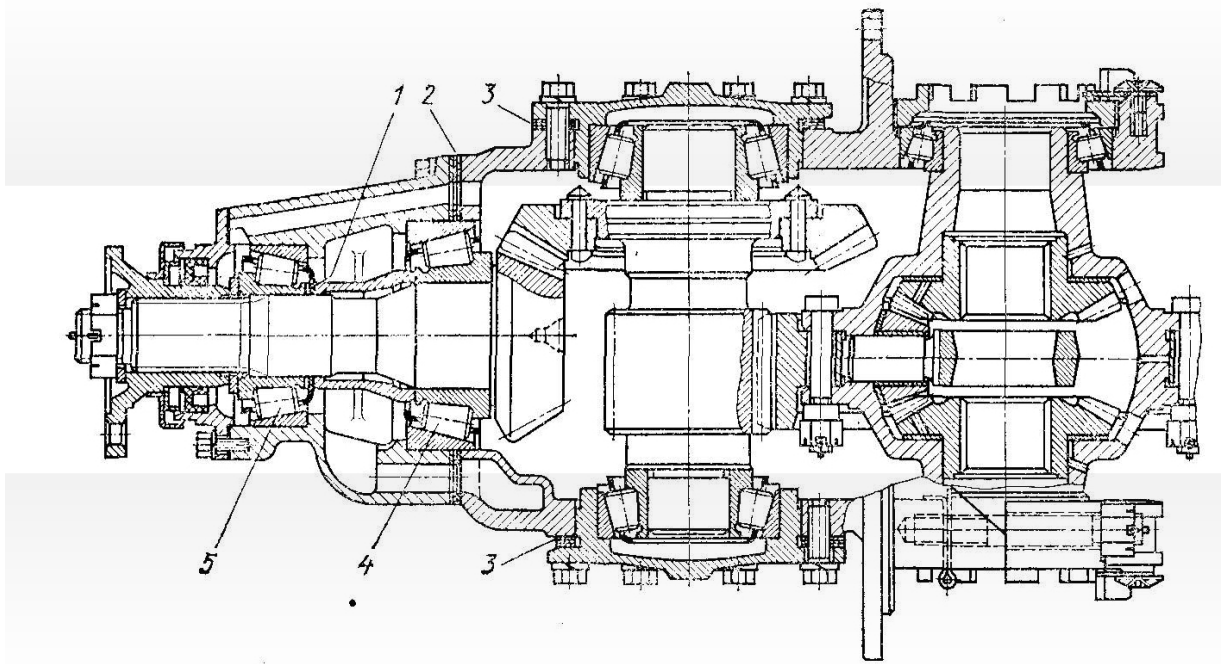


Рисунок 1.8 - Центральная двойная главная передача

1.2 Описание конструкции главной передачи

Основная передача состоит из пары конических колес. Приводное колесо изготавливается в виде приводного вала коробки передач, приводное колесо в виде конического колеса, которое затем привинчивается к фланцу дифференциала.

Конический дифференциал с двумя спутниковыми колесами установлен на валу и удерживается в корпусе дифференциала через стопорное кольцо. Пазы на валу-это прорезные пазы для лучшей смазки контактирующих друг с другом поверхностей, особенно спутников и волн. [18], [19]

Полувальное колесо переносится с конца бронзового диска, Выбор его толщины может регулировать осевое смещение всех шестерен; он не должен превышать 0.1 мм.

Дифференциальный корпус имеет два конических роликовых подшипника в качестве опоры, где смещение регулируется путем выбора толщины регулируемого кольца.

Основные программы предъявляют множество требований, наиболее важными являются:

1. Надежность;
2. Минимальные требования к техническому обслуживанию;
3. Высокоэффективные;
4. Ровный и тихий.;
5. Наименьший возможный размер.

Конечно, идеального выбора нет, поэтому дизайнеру нужно найти компромисс, если он выберет тип основной передачи.

Нельзя отказываться от использования главной передачи при проектировании коробки передач, поэтому все разработки направлены на повышение производительности. [13], [14]

Стоит отметить, что изменение рабочих параметров коробки передач является одним из основных типов настройки коробки передач. Установка передач с изменяемым передаточным отношением может существенно повлиять на динамику автомобиля, максимальную скорость, расход топлива, нагрузку на трансмиссию и двигатель.

Наконец, стоит упомянуть конструктивные особенности роботизированной коробки передач с двойным сцеплением, которая касается основной коробки передач. В этой коробке передач парные и непарные коробки передач разделены таким образом, что выход двух выходных валов. И каждый из них сдвигает доминирующую передачу на главном вращательном движении. То есть в ведущих передачах и других редукторах-два, ездят только по одному.

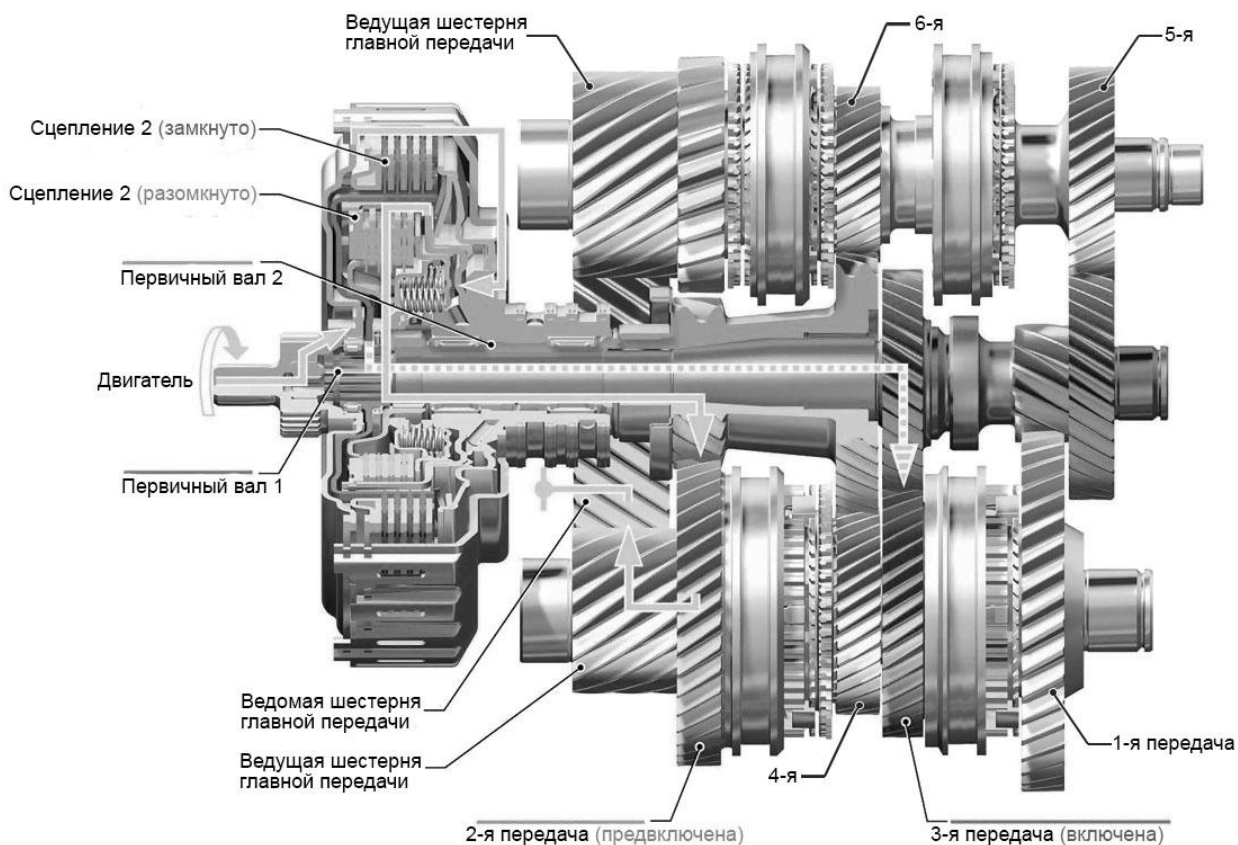


Рисунок1.9 - Схема коробки передач DSG

Эта функция дизайна позволяет вам делать изменяемые передаточные отношения в редукторах. Для этой цели только ведущее колесо имеет другое количество зубов. Например, если вы используете много непарных передач для увеличения тяги, использование шестерни для обеспечения большего передаточного числа, и пара передач с более низким значением параметра. [11], [12]

1.3 Обоснование вносимых конструктивных изменений.

В условиях растущей конкуренции с мировым рынком среди автопроизводителей необходимо повысить конкурентоспособность отечественных автомобилей. В этом дипломном проекте была представлена модернизация главной пары редукторов заднего моста полноприводного ВАЗ-21214 Niva Urban. Стандартный зуб главной пары в этом автомобиле он имеет 3.9 передаточное число, рекомендуется использовать 4.3 передаточные отношения для замены главной пары передачи.

Эта модернизация может достичь следующих целей:

1. Уменьшится нагрузка на вал карданный и их шарниры.
2. Редуктора стали более разгружены.
3. Увеличить крутящий момент на колесе.
4. Улучшение надежности редуктора заднего моста.
5. Увеличивает проходимость автомобиля.

2 Конструкторская часть

В наше время российский автомобильный рынок имеет очень высокую концентрацию автомобилей. Помимо наших производителей есть и иностранные производители автомобилей. Для того чтобы полностью захватить российский рынок иностранных производителей в это время, необходимо ввести основной тариф. Но многие автогиганты выходят из ситуации, они производят машины и собирают их на территории России. Автомобили ВАЗ на внешних рынках, занимают низкие невыгодные позиции, особенно в развитых странах, с точки зрения промышленности. Ожесточенная конкуренция на европейском рынке привела к тому, что устройства, ранее установленные в автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, по умолчанию не значительно увеличивались в стоимости в большинстве автомобилей. Это особенно верно для подушек безопасности и рулевого управления.

Чтобы успешно конкурировать в ПАО "АвтоВАЗ", были приняты меры по повышению конкурентоспособности автомобилей компании.

Основная цель этого дипломного проекта-повысить ресурс и надежность основной передачи автомобиля ВАЗ-21214Niva Urban, сохраняя при этом общий макет структуры.

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

Количество колес ведущих.....	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1210$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 38,89$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 590$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,56$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
КПД трасмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,34$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	45
ось задняя.....	55
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (2.1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1210 \cdot 9,807 = 11866 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_{II} = G_{III} \cdot 5 = m_{III} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$G_A = 11866 + 3678 + 490 = 16034 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 16034 \cdot 45 = 7216 \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 16034 \cdot 55 = 8819 \text{ Н} \quad (2.7)$$

б) Подбор шин 185/75 R16.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.8)$$

где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 185$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,75$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 406,4$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м} \quad (2.9)$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K \cdot U_{PK} \cdot U_{ГП}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.10)$$

где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800);

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2);

$U_{ГП}$ - передаточное число главной зубчатой пары заднего моста, значение которой примем равным 4,3.

$$U_0 = (0,321 \cdot 590) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 4,3 \cdot 38,89) = 4,128 \quad (2.11)$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.12)$$

где ψ_V - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.13)$$

$$\psi_V = 0,014 \cdot (1 + 38,89^2 / 2000) = 0,025$$

$$N_V = (16034 \cdot 0,025 \cdot 38,89 + 0,56 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 38,89^3 / 2) / 0,91 = 71600 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.14)$$

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

$$N_{MAX} = 71600 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 71969 \text{ Вт} \quad (2.15)$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.16)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (2.17)$$

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	15,5	147,5
1350	141	21,5	152,2
1700	178	27,7	155,8
2050	215	34,0	158,3
2400	251	40,1	159,7
2750	288	46,1	160,1
3100	325	51,7	159,3
3450	361	56,9	157,5
3800	398	61,5	154,5
4150	435	65,4	150,5
4500	471	68,5	145,4
4850	508	70,7	139,2
5200	545	71,8	131,9
5550	581	71,8	123,5
5634	590	71,6	121,4

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.18)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (2.19)$$

где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}; \quad (2.20)$$

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

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,30 = 0,325 \quad (2.21)$$

$$U_1 \geq 16034 \cdot 0,325 \cdot 0,321 / (160,1 \cdot 0,91 \cdot 4,128 \cdot 2,1) = 1,324 \quad (2.22)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}, \quad (2.23)$$

где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7216 \cdot 0,9 = 6494$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6494 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (160,1 \cdot 0,91 \cdot 4,128 \cdot 2,1) = 3,262 \quad (2.24)$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,200$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,200 / 0,800)^{1/4} = 1,414 \quad (2.25)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,200 / 1,414 = 2,263; \quad (2.26)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,263 / 1,414 = 1,600; \quad (2.27)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,600 / 1,414 = 1,131; \quad (2.28)$$

$$U_5 = 0,800. \quad (2.29)$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (2.30)$$

Таблица 2.2 - 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
1003	2,1	3,0	4,3	6,0	8,5
1350	2,9	4,1	5,7	8,1	11,5
1700	3,6	5,1	7,2	10,2	14,4
2050	4,3	6,2	8,7	12,3	17,4
2400	5,1	7,2	10,2	14,4	20,4
2750	5,8	8,3	11,7	16,5	23,3
3100	6,6	9,3	13,2	18,6	26,3
3450	7,3	10,4	14,6	20,7	29,3
3800	8,1	11,4	16,1	22,8	32,2
4150	8,8	12,5	17,6	24,9	35,2
4500	9,5	13,5	19,1	27,0	38,2
4850	10,3	14,6	20,6	29,1	41,2
5200	11,0	15,6	22,1	31,2	44,1
5550	11,8	16,7	23,5	33,3	47,1
5634	12,0	16,9	23,9	33,8	47,8

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.31)$$

Таблица 2.3 - 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
1003	6627	4686	3314	2343	1657
1350	6836	4834	3418	2417	1709
1700	6998	4949	3499	2474	1750
2050	7111	5028	3556	2514	1778
2400	7175	5074	3588	2537	1794
2750	7191	5084	3595	2542	1798
3100	7157	5061	3578	2530	1789
3450	7074	5002	3537	2501	1768
3800	6942	4909	3471	2454	1736
4150	6761	4781	3381	2390	1690
4500	6532	4619	3266	2309	1633
4850	6253	4422	3126	2211	1563
5200	5925	4190	2963	2095	1481
5550	5549	3924	2774	1962	1387
5634	5451	3855	2726	1927	1363

2.1.8 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (2.32)$$

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (2.33)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.34)$$

Таблица 2.4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	224	224
5	21	227	248
10	85	236	320
15	191	250	440
20	339	269	608
25	529	295	824
30	762	325	1088
35	1038	362	1400
40	1355	404	1760
45	1716	452	2167
50	2118	505	2623
55	2563	564	3127
60	3050	629	3678
65	3579	699	4278

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.35)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.36)$$

Таблица 2.5 - 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
1003	0,413	0,292	0,206	0,144	0,100
1350	0,426	0,301	0,211	0,147	0,100
1700	0,436	0,307	0,215	0,149	0,098
2050	0,443	0,312	0,218	0,149	0,095
2400	0,446	0,314	0,218	0,147	0,090
2750	0,447	0,313	0,217	0,144	0,083
3100	0,444	0,311	0,214	0,140	0,075
3450	0,438	0,306	0,209	0,133	0,065
3800	0,430	0,299	0,203	0,126	0,053
4150	0,418	0,290	0,194	0,116	0,040
4500	0,403	0,278	0,184	0,105	0,025
4850	0,384	0,265	0,173	0,093	0,008
5200	0,363	0,248	0,159	0,079	-0,011
5550	0,339	0,230	0,144	0,064	-0,031
5634	0,332	0,225	0,140	0,060	-0,036

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.37)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.38)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KП}^2), \quad (2.39)$$

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

Таблица 2.6 - Коэффициент учёта вращающихся масс

	<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>U4</i>	<i>U5</i>
<i>dBP</i>	1,169	1,092	1,053	1,034	1,025

Таблица 2.7 - 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
1003	3,35	2,50	1,78	1,23	0,81
1350	3,46	2,57	1,84	1,26	0,81
1700	3,54	2,63	1,87	1,27	0,79
2050	3,60	2,67	1,89	1,27	0,75
2400	3,63	2,69	1,90	1,25	0,70
2750	3,63	2,69	1,88	1,22	0,63
3100	3,61	2,66	1,85	1,17	0,54
3450	3,56	2,62	1,80	1,10	0,43
3800	3,48	2,55	1,74	1,02	0,31
4150	3,38	2,47	1,66	0,93	0,16
4500	3,26	2,36	1,56	0,82	0,01
4850	3,10	2,24	1,45	0,69	-0,17
5200	2,92	2,09	1,32	0,55	-0,37
5550	2,72	1,92	1,17	0,40	-0,58
5634	2,66	1,88	1,13	0,36	-0,63

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8 - 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
1003	0,30	0,40	0,56	0,81	1,23
1350	0,29	0,39	0,54	0,79	1,23
1700	0,28	0,38	0,53	0,79	1,26
2050	0,28	0,37	0,53	0,79	1,33
2400	0,28	0,37	0,53	0,80	1,43
2750	0,28	0,37	0,53	0,82	1,59
3100	0,28	0,38	0,54	0,86	1,86
3450	0,28	0,38	0,55	0,91	2,32
3800	0,29	0,39	0,57	0,98	3,26
4150	0,30	0,40	0,60	1,08	6,07
4500	0,31	0,42	0,64	1,22	180,86
4850	0,32	0,45	0,69	1,44	-5,85
5200	0,34	0,48	0,76	1,81	-2,74
5550	0,37	0,52	0,85	2,51	-1,73
5634	0,38	0,53	0,88	2,79	-1,59

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.40)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.41)$$

где k – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.42)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (2.43)$$

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

Таблица 2.9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	148	0,7
0-10	445	2,2
0-15	849	4,2
0-20	1404	7,0
0-25	2186	10,9
0-30	3257	16,3
0-35	4689	23,4
0-40	6571	32,9
0-45	8995	45,0

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

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 2.10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	37	2
0-10	260	13
0-15	764	38
0-20	1737	87
0-25	3494	175
0-30	6441	322
0-35	11094	555
0-40	18152	908
0-45	28454	1423

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.44)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ($N_{II} = 0$);

N_j - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ($N_j = 0$).

Таблица 2.11 - Мощностной баланс

Обор дв-ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
1003	14,1
1350	19,6
1700	25,2
2050	30,9
2400	36,5
2750	42,0

Продолжение таблицы 2.11

Обор дв- ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
3450	51,8
3800	56,0
4150	59,5
4500	62,4
4850	64,3
5200	65,4
5550	65,3
5634	65,2

Таблица 2.12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,1	1,2
10	0,8	2,4	3,2
15	2,9	3,7	6,6
20	6,8	5,4	12,2
25	13,2	7,4	20,6
30	22,9	9,8	32,6
35	36,3	12,7	49,0
40	54,2	16,2	70,4
45	77,2	20,3	97,5
50	105,9	25,3	131,2
55	140,9	31,0	172,0
60	183,0	37,7	220,7
65	232,7	45,4	278,1

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.45)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (2.46)$$

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

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T};$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.47)$$

Таблица 2.13 - Путь расход топлива на высшей передачи

Обор. дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.К _И	Знач.К _Е	Знач. Q _s
1003	8,5	0,177	0,187	1,253	1,155	5,8
1350	11,5	0,205	0,252	1,217	1,121	6,5
1700	14,4	0,242	0,317	1,172	1,092	7,3
2050	17,4	0,290	0,382	1,119	1,067	8,3
2400	20,4	0,347	0,447	1,062	1,046	9,4
2750	23,3	0,416	0,513	1,004	1,030	10,4
3100	26,3	0,497	0,578	0,949	1,019	11,6
3450	29,3	0,592	0,643	0,904	1,012	12,9
3800	32,2	0,704	0,708	0,877	1,010	14,6
4150	35,2	0,837	0,773	0,884	1,012	17,1
4500	38,2	0,994	0,839	0,944	1,018	21,1
4850	41,2	1,183	0,904	1,091	1,029	28,1
5200	44,1	1,413	0,969	1,381	1,045	40,8

2.2 Расчет главной зубчатой пары заднего моста

Исходные параметры для расчета на прочность зубчатой передачи:

- $z_1 = 10$ - число зубьев шестерни.
- $z_2 = 43$ - число зубьев колеса.
- $m = 2$ - нормальный модуль, м.
- $b_1 = 25$ - ширина венца шестерни, мм.
- $b_2 = 25$ - ширина венца колеса, мм.
- $x_1 = 0$ - коэффициент смещения шестерни.
- $x_2 = 0$ - коэффициент смещения колеса.
- $\beta = 16.4$ - угол наклона, град.
- $Ra = 2.0$ - шероховатость поверхности, мкм.
- $T_j = 120$ - постоянная нагрузка, Нм.
- $n = 3700$ - частота вращения ведущего зубчатого колеса, 1/мин.
- $f_{KE} = 0$ - отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации и зазора в подшипниках, мкм
25ХГМ - марка стали шестерни. 40Х - марка стали зубчатого колеса.
- $h_{t1} = 1$ - толщина упроченного слоя шестерни.
- $h_{t2} = 0$ - толщина упроченного слоя колеса.
- $H_{o1} = 58$ HRC - твердость поверхности зуба шестерни.
- $H_{o2} = 50$ HRC - твердость поверхности зуба колеса.
- $H_{k1} = 300$ HV - твердость сердцевины зуба шестерни. HV -
- $H_{k2} = 300$ твердость сердцевины зуба колеса.
- $\sigma_{T1} = 1000$ - предел текучести материала шестерни, МПа.
- $\sigma_{T2} = 900$ - предел текучести материала колеса, МПа.
- $L_h = 1500$ - требуемая долговечность.

$L_h := 1100$ – требуемая долговечность.

Определение геометрических и кинематических параметров.

Делительный угол профиля в торцовом сечении α_t .

$$\alpha := \frac{\pi}{180} \cdot 20, \quad (2.48)$$

$$\beta := \frac{\pi}{180} \cdot 16.4, \quad (2.49)$$

$$\alpha_t := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\cos(\beta)}\right) \quad (2.50)$$

$$\alpha_t = 20.78 \text{ deg}$$

Угол зацепления $\alpha_{t\omega}$.

$$\alpha_{t\omega} := \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan(\alpha)}{z_1 + z_2} + \alpha_t \quad (2.51)$$

$$\alpha_{t\omega} = 20.78 \text{ deg}$$

Межосевое расстояние a_ω .

$$a_\omega := \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2 \cdot \cos(\beta)} \cdot \frac{\cos(\alpha_t)}{\cos(\alpha_{t\omega})} \quad (2.52)$$

$$a_\omega = 57.33$$

Делительные диаметры d , мм.

$$d_1 := \frac{m \cdot z_1}{\cos(\beta)} \quad (2.53)$$

$$d_1 = 57.33$$

$$d_2 := \frac{m \cdot z_2}{\cos(\beta)} \quad (2.54)$$

$$d_2 = 57.33$$

Диаметры вершин d_a , мм.

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_1) \quad (2.55)$$

$$d_{a1} = 62.33$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_2) \quad (2.56)$$

$$d_{a2} = 62.33$$

Основные диаметры d_b , мм.

$$d_{b1} := d_1 \cdot \cos(\alpha_t) \quad (2.57)$$

$$d_{b1} = 53.6$$

$$d_{b2} := d_2 \cdot \cos(\alpha_t) \quad (2.58)$$

$$d_{b2} = 53.6$$

Углы профиля зуба в точках на окружностях вершин α_a .

$$\alpha_{a1} := \arccos\left(\frac{d_{b1}}{d_{a1}}\right) \quad (2.59)$$

$$\alpha_{a1} = 30.69 \text{ deg}$$

$$\alpha_{a2} := \arccos\left(\frac{d_{b2}}{d_{a2}}\right) \quad (360)$$

$$\alpha_{a2} = 30.69 \text{ deg}$$

Составляющие коэфф-та торцового перекрытия ε_a .

$$\varepsilon_{a1} := \frac{z_1 \cdot (\tan(\alpha_{a1}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi} \quad (2.61)$$

$$\varepsilon_{a1} = 0.75$$

$$\varepsilon_{a2} := \frac{z_2 \cdot (\tan(\alpha_{a2}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi} \quad (2.62)$$

$$\varepsilon_{a2} = 0.75$$

Коэфф-т торцового перекрытия ε_α .

$$\varepsilon_\alpha := \varepsilon_{a1} + \varepsilon_{a2} \quad (2.63)$$

$$\varepsilon_\alpha = 1.5$$

Осевой шаг p_x .

$$p_x := \frac{\pi \cdot m}{\sin(\beta)} \quad (2.64)$$

$$p_x = 27.82$$

Коэфф-т осевого перекрытия ε_β .

$$\varepsilon_\beta := \frac{b_2}{p_x} \quad (2.65)$$

$$\varepsilon_\beta = 0.5$$

Сумарный коэфф-т перекрытия ε_γ .

$$\varepsilon_\gamma := \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta \quad (2.66)$$

$$\varepsilon_\gamma = 2$$

Основной угол наклона β_b .

$$\beta_b := \arcsin(\sin(\beta) \cdot \cos(\alpha)) \quad (2.67)$$

$$\beta_b = 15.39 \text{ deg}$$

Эквивалентные числа зубьев z_v .

$$z_{v1} := \frac{z_1}{(\cos(\beta))^3} \quad (2.68)$$

$$z_{v1} = 24.92$$

$$z_{v2} := \frac{z_2}{(\cos(\beta))^3} \quad (2.69)$$

$$z_{v2} = 24.92$$

Окружная скорость v .

$$v := \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n}{60000} \quad (2.70)$$

$$v = 6$$

Коэфф-т, учитывающий механические свойства сопряженных зубчатых колес, Z_E .

$$v_1 := 0.3$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5$$

МПа

$$v_2 := v_1$$

$$E_1 := E$$

$$E_2 := E_1$$

$$Z_E := \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot \left[\frac{1 - (v_1)^2}{E_1} + \frac{1 - (v_2)^2}{E_2} \right]}} \quad (2.71)$$

$$Z_E = 191.65$$

Коэфф-т, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления, Z_H .

$$Z_H := \frac{1}{\cos(\alpha_t)} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos(\beta_b)}{\tan(\alpha_{t\omega})}} \quad (2.72)$$

$$Z_H = 2.41$$

Коэфф-т, учитывающий суммарную длину контактных линий, Z_ε .

Для

$$\varepsilon_\beta \geq 1$$

$$Z_\varepsilon := \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} \quad (2.73)$$

$$Z_\varepsilon = 0.82$$

Окружная сила на делительном цилиндре F_{Ht} , Н.

$$F_{Ht} := \frac{2000 \cdot T_j}{d_l} \quad (2.74)$$

$$F_{Ht} = 2441.89$$

Коэфф-т, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку, K_A

Поскольку нагрузка постоянная и в ней учтены внешние нагрузки:

$$K_A := 1$$

Проверка на резонансную зону. При выполнении условия: $\frac{v \cdot z1}{1000} < 1.4$ для косозубых передач.

Резонансная зона далеко и определение коэфф-та K_{Hv} можно проводить по формуле:

$$K_{Hv} := \frac{v \cdot z1}{1000} \quad (2.75)$$

$$K_{Hv} = 0.13$$

Коэфф-т, учитывающий влияние вида зубчатой передачи и модификации профиля головок зубьев, δ_H .

При твердости $H1 < 350 \text{ HV}$ и $H2 < 350 \text{ HV}$ для косых зубьев:

$$\delta_H := 0.004$$

Коэфф-т, учитывающий влияние разности шагов зацепления зубьев шестерни и колеса, g_0 .

Для 7-ой степени точности передачи по нормам плавности и при модуле $m = 2$: $g_0 := 47$

Удельная окружная динамическая сила ω_{Hv} .

$$u := 6.1$$

$$\omega_{Hv} := \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a_w}{u}} \quad (2.76)$$

$$\omega_{Hv} = 3.46$$

Динамическая добавка v_H .

$$v_H := \frac{\omega_{Hv} \cdot b2 \cdot d1}{2000 \cdot T_j \cdot K_A} \quad (2.77)$$

$$v_H = 0.02$$

Коэфф-т, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении, K_{Hv} .

$$K_{Hv} := 1 + v_H \quad (2.78)$$

$$K_{Hv} = 1.02$$

Допуск на погрешность направления зуба F_β , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-й степени точности по нормам контактов при ширине зубчатого венца $b_2 = 24$ мм: $F_\beta := 9$

Отклонение положения контактных линий вследствие погрешностей изготовления f_{kZ} , мкм.

$$f_{kZ} := 0.5 \cdot F_\beta \quad (2.79)$$

$$f_{kZ} = 4.5$$

Фактическое отклонение положения контактных линий в начальный период работы передачи f_{0kY} , мкм.

$$f_{kE} := 0$$

$$f_{0kY} := f_{kE} + f_{kZ} \quad (2.80)$$

$$f_{0kY} = 4.5$$

Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

при $x_1=0$ и $x_2=0$: $C_1 := 17.4$

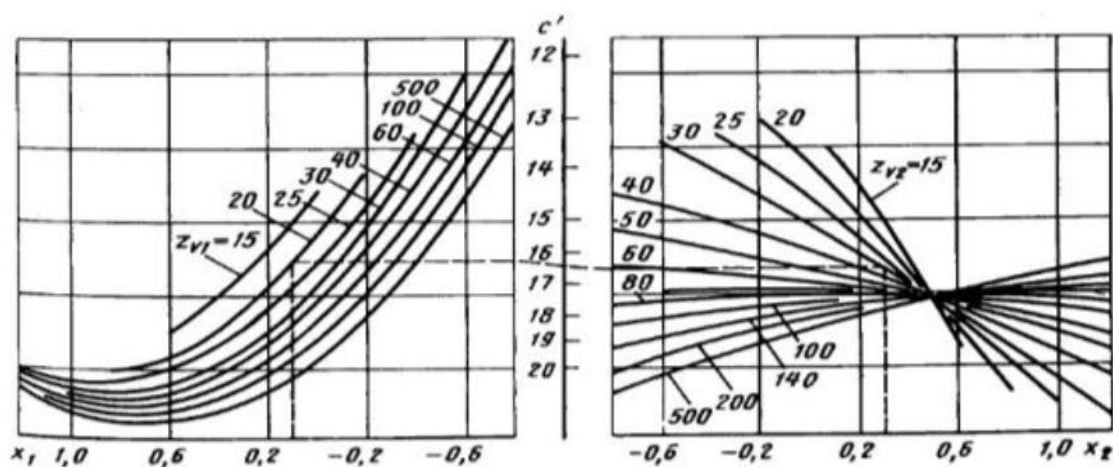


Рисунок 3.1 - Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

Коэфф-т, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий в начальный период работы передачи, $K_{0H\beta}$.

$$K_k := 0.14$$

$$K_{0H\beta} := 1 + \frac{0.4 \cdot b_2 \cdot f_{0kY} \cdot C_1 \cdot \cos(\alpha_t)}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot Z_\varepsilon} \cdot K_k \cdot \left(\frac{b_2}{d_2}\right) \quad (2.81)$$

$$K_{0H\beta} = 1.01$$

Коэфф-т, учитывающий приработку зубьев, $K_{H\omega}$.

$$H_{Hv} := 300$$

$$K_{H\omega} := 1 - \frac{20}{(0.01 \cdot H_{Hv} + 2)^2 \cdot (v + 4)^{0.25}} \quad (2.82)$$

$$K_{H\omega} = 0.55$$

Коэфф-т, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий, $K_{H\beta}$.

$$K_{H\beta} := 1 + (K_{0H\beta} - 1) \cdot K_{H\omega} \quad (2.83)$$

$$K_{H\beta} = 1$$

Средняя удельная торцовая жесткость зубьев пары зубчатых колес C_γ , Н/(мм.мкм).

$$C_\gamma := C_1 \cdot (0.5 \cdot \varepsilon_\alpha + 0.25) \quad (2.84)$$

$$C_\gamma = 17.39$$

Предельные отклонения шага зацепления f_{pb} , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-ой степени точности по нормам плавности при модуле $m = 2$ мм и соответствующих делительных диаметрах.

$$d_1 = 57.33 \text{ мм}$$

$$d_2 = 57.33 \text{ мм}$$

$$f_{pb1} := 15$$

$$f_{pb2} := 15$$

Предел контактной выносливости σ_{Hlim2} , МПа.

$$H_{HRC3} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC3} + 200 \quad (2.85)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Уменьшение погрешности шага зацепления в результате приработки, γ_{α} , мкм.

$$\gamma_{\alpha1} := 0.075 \cdot f_{pb1} \quad (2.86)$$

$$\gamma_{\alpha1} = 1.13$$

$$\gamma_{\alpha2} := \frac{160}{\sigma_{Hlim2}} \cdot f_{pb2} \quad (2.87)$$

$$\gamma_{\alpha2} = 2.29$$

$$\gamma_{\alpha} := \frac{\gamma_{\alpha1} + \gamma_{\alpha2}}{2} \quad (2.88)$$

$$\gamma_{\alpha} = 1.71$$

Коэфф-т, учитывающий распределение нагрузки между зубьями, $K_{H\alpha}$.

Для косозубых передач при $\varepsilon_{\gamma} > 2$

$$f_{pb\varepsilon} := \sqrt{(f_{pb1})^2 + (f_{pb2})^2} \quad (2.89)$$

Коэфф-т, учитывающий статическое распределение активных поверхностей зубьев; для передач с твердостью поверхностей зубьев хотя бы одного зубчатого колеса при $H < 350$: $a_{\alpha} := 0.2$

$$K_{H\alpha} := 0.9 + 0.4 \cdot \frac{2 \cdot (\varepsilon_{\gamma} - 1)}{\varepsilon_{\gamma}} \cdot \frac{C_{\gamma} \cdot b_2 \cdot (a_{\alpha} \cdot f_{pb\varepsilon} - \gamma_{\alpha})}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta}} \quad (2.90)$$

$$K_{H\alpha} = 1$$

должно выполняться условие:

$$1 \leq K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot (Z_\varepsilon)^2} \quad (2.91)$$

$$\frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot (Z_\varepsilon)^2} = 2$$

Коэфф-т нагрузки K_H .

$$K_H := K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad (2.92)$$

$$K_H = 1.02$$

Контактное напряжение σ_{H0} при $K_H = 1$, МПа.

$$\sigma_{H0} := Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{F_{Ht}}{b_2 \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u}} \quad (2.93)$$

$$\sigma_{H0} = 710.26$$

Расчетное контактное напряжение σ_H , МПа.

$$\sigma_H := \sigma_{H0} \cdot \sqrt{K_H} \quad (2.94)$$

$$\sigma_H = 718.24$$

Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} , МПа.

Для шестерни с твердостью 58 HRC.

$$H_{HRC} := 58$$

$$\sigma_{Hlim1} := 23 \cdot H_{HRC} \quad (2.95)$$

$$\sigma_{Hlim1} = 1334$$

Для зубчатого колеса с твердостью 50 HRC.

$$H_{HRC} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC} + 200 \quad (2.96)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Коэфф-ты запаса прочности S_H .

Для шестерни и для зубчатого колеса с поверхностным упрочнением зубьев принимаем:

$$S_{H1} := 1.2$$

$$S_{H2} := 1.2$$

Базовые числа циклов напряжений, соответствующие пределу выносливости, N_{Hlim} .

$$H_{HB} := 470$$

$$N_{Hlim} := 30 \cdot (H_{HB})^{2.4} \quad (2.97)$$

$$N_{Hlim} = 7.77 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim1} := 77.7 \cdot 10^6$$

$$H_{HB} := 400$$

$$N_{Hlim2} := 30 \cdot (H_{HB})^{2.4} \quad (2.98)$$

$$N_{Hlim2} = 5.27 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim2} := 52.7 \cdot 10^6$$

Суммарное число циклов напряжений N_k .

$$N_{K1} := 60 \cdot n \cdot L_h \quad (2.99)$$

$$N_{K1} = 1.32 \times 10^8$$

$$N_{K2} := N_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_2} \quad (2.100)$$

$$N_{K2} = 1.32 \times 10^8$$

Коэфф-т долговечности Z_N .

При $N_K > N_{Hlim}$

$$Z_{N1} := \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim1}}{N_{K1}}} \quad (2.101)$$

$$Z_{N1} = 0.97$$

$$Z_{N2} := \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim2}}{N_{K2}}} \quad (2.102)$$

$$Z_{N2} = 0.96$$

Коэфф-т, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев, Z_R .

Для Ra от 2,5 до 1,25 мкм

$$Z_R := 0.95$$

Коэфф-т, учитывающий окружную скорость Z_v .

При $H < 350$ HV

$$Z_v := 0.85 \cdot v^{0.1} \quad (2.103)$$

$$Z_v = 1.02$$

$$Z_{v1} := 1.08$$

$$Z_{v2} := 1.08$$

Коэфф-т, учитывающий влияние смазки Z_L .

$$Z_L := 1$$

Коэфф-т, учитывающий размер зубчатого колеса, Z_X .

$$Z_X := \sqrt{1.07 - 10^{-4} \cdot d_2} \quad (2.104)$$

$$Z_X = 1.03$$

При $d < 700$ мм принимаем $Z_X = 1$.

Поскольку $d_1 < 700$ и $d_2 < 700$

$$Z_{X1} := 1$$

$$Z_{X2} := 1$$

Допускаемые контактные напряжения зубчатых колес $\sigma_{HP1}, \sigma_{HP2}$, МПа.

$$\sigma_{HP1} := \frac{\sigma_{Hlim1} \cdot Z_{N1}}{S_{H1}} \cdot Z_R \cdot Z_{v1} \cdot Z_L \cdot Z_{X1} \quad (2.105)$$

$$\sigma_{HP1} = 1110.74$$

$$\sigma_{HP2} := \frac{\sigma_{Hlim2} \cdot Z_{N2}}{S_{H2}} \cdot Z_R \cdot Z_{v2} \cdot Z_L \cdot Z_{X2} \quad (2.106)$$

$$\sigma_{HP2} = 857.47$$

Допускаемое контактное напряжение передачи σ_{HP} , МПа.

$$\sigma_{HPmin} := 857.47$$

При выполнении условия:

$$\sigma_{HP} < 1.25 \cdot \sigma_{HPmin} \quad (2.107)$$

$$\sigma_{HP} := 0.45 \cdot (\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2}) \quad (2.108)$$

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

$$1.25 \cdot \sigma_{HPmin} = 1071.84 \quad (2.109)$$

В качестве σ_{HP} принимаем меньшее из этих двух значений, т.е.:

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений.

$$\sigma_H = 718.24 < \sigma_{HP} = 885.7$$

Следовательно, обеспечена усталостная выносливость по контакту.

3 Безопасность и экологичность объекта

В наше время российский автомобильный рынок имеет очень высокую концентрацию автомобилей. Помимо наших производителей есть и иностранные производители автомобилей. Для того чтобы полностью захватить российский рынок иностранных производителей в это время, необходимо ввести основной тариф. Но многие автогиганты выходят из ситуации, они производят машины и собирают их на территории России. Автомобили ВАЗ на внешних рынках, занимают низкие невыгодные позиции, особенно в развитых странах, с точки зрения промышленности. Ожесточенная конкуренция на европейском рынке привела к тому, что устройства, ранее установленные в

автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, по умолчанию не значительно увеличивались в стоимости в большинстве автомобилей. Это особенно верно для подушек безопасности и рулевого управления.

Чтобы успешно конкурировать в ПАО "АвтоВАЗ", были приняты меры по повышению конкурентоспособности автомобилей компании.

Основная цель этого дипломного проекта-повысить ресурс и надежность основной передачи автомобиля ВАЗ-21214Niva Urban, сохраняя при этом общий макет структуры.

В основном анализируется влияние изменений конструкции трансмиссии на шум и токсичность автомобиля.

Вибрация и шум являются неотъемлемой частью вибрационных характеристик автомобилей, они являются основными показателями, характеризующими автомобиль на мировом рынке и внутренний комфорт, качество, надежность и конкурентоспособность, поэтому снижение вибрации и шума является одной из основных технических проблем отечественных автомобилей, а также частью природоохранных мероприятий.

Компоненты и компоненты корабля главные источники средств массовой информации и высоких вибраций которые причиняют различные шумы, передавая вибрации на различных частотах. Основными источниками вибрации в широком диапазоне частот являются трансмиссия, передняя коробка передач, задняя коробка передач и двигатель автомобиля.

Шум задней передачи может оказать значительное влияние на формирование внешнего и внутреннего шума автомобиля, и чем меньше автомобиль, тем звук задней коробки передач и других элементов коробки передач будет выпущен.

Механический шум коробки передач и других коробок передач автомобиля сильно зависит от нагрузки, когда частота вращения коленчатого вала двигателя увеличивается на 1000 об / мин, а шум коробки передач

увеличивается на 5дба.

В рамках этого проекта предлагается модернизировать главную коробку передач полноприводного автомобиля ВАЗ-21214 Niva Urban. Основная и вторичная стандартная коробка передач в этой машине имеет передаточное число 3.9 она представлена в виде шестеренки-для замены основной пары передаточного числа 4.3.

Это обновление позволит вам достичь следующих целей::

1. Нагрузка на валы и их звенья цепи уменьшается.
2. Коробка передач и раздаточная коробка разгружаются.
3. Увеличение крутящего момента на колесах.
4. Повышена надежность работы редуктора заднего моста.
5. Повышение управляемости.

В рамках этого проекта изменения в конструкции главной шестерни не приведут к шумности транспортных средств, изменению скорости расхода топлива и токсичности транспортных средств, то есть, эта модернизация является технической, поэтому применяемая конструкция соответствует требованиям Правил ООН R101, r15-04, r83-05, R51-02.

3.1 Разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда на участке сборки главной передачи.

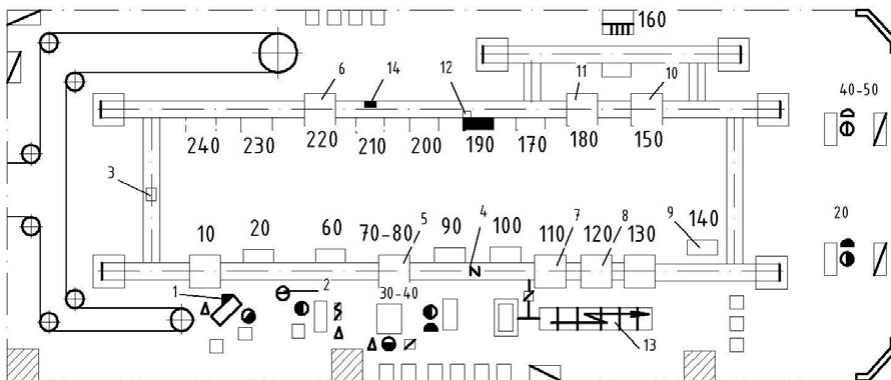



Рисунок 3.1 – Схема участка сборки заднего моста

Условные обозначения


 Горизонтальная циклическая лент-конвейер.

 Стеллаж-полка.

 Место для сборочных работ.

 Бокс для запчастей.

 Место рабочего.

 Доступ к сжатому воздуху.

 Местный свет.

 Забор.

 Опоры.

 Ограничение объекта.

3.2 Перечень оборудования, установленного на участке сборки главной передачи

- 1-установка смазки подшипника
- 2-смазка установленных шестерен.
- 3-адаптация спутника для ремонта картера.
- 4-пневматическое устройство для заворачивания гаек.
- 5-гидравлическая пресовая установка для установки шестеренок.
- 6-гайказатягивающая установка.
- 7-устройство для управления осевым зазором.
- 8- гидравлическая пресовая установка для установки пыльников.
- 9- устройство для управления осевым зазором.
- 10-специальное испытание установки.
- 11-смазка внутренней поверхности крышки.
- 12-смазка наружной поверхности картера устройства.
- 13-электрический шкаф.
- 14-маркировочное устройство.

3.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 3.1 – Опасные и вредные производственные факторы

Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
<ol style="list-style-type: none">1) Повышенное увеличение уровня шумности.2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.	<ol style="list-style-type: none">1) Негативное действие на слух, мозг и сердце.2) Нарушения ориентации мозга, вызывает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.3) Температурные электрические бионические4) Травматичность.5) Травматичность.

Продолжение таблицы 3.1

Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
<p>5) строта краев деталей и заусенцы на них. 6) Монотонность труда</p>	<p>6) Усталость</p>
<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности</p> <p>2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов</p> <p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p>	<p>6) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>1) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>2) Термическое электролитическое биологическое</p> <p>3) Травматизм.</p> <p>4) Травматизм.</p>

Продолжение таблицы 3.1

Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
<p>5) Острые кромки и заусенцы.</p> <p>6) Монотонность труда.</p> <p>7) Физическое перенапряжение</p>	<p>6) Утомляемость, сонливость, снижение внимания.</p> <p>7) Утомляемость, стресс.</p>
<p>1) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>2) Напряжение зрительных анализаторов.</p>	<p>1) Травматизм.</p> <p>2) Ухудшение всех систем и органов всего организма человека</p>
<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p>	<p>7) Негативное на слух, мозг и сердце.</p> <p>1) Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает</p>

Продолжение таблицы 3.1

Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
<p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической цепи.</p> <p>4) Двигающиеся.</p> <p>5) Острота краев деталей и заусенцы на них.</p> <p>6) Завышенная температура поверхности детали.</p> <p>7) Повышенная металлическая пыльность.</p>	<p>резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>3) Температурные (ожоги участков тела), электрическое (разложение крови и плазмы), бионические сокращения мышц, прекращение деятельности дыхания и кровообращения).</p> <p>4) Ранения мягких тканей</p> <p>5) Ранения мягких тканей</p> <p>6) Обгорание кожи человека- ожоги</p> <p>7) Раздражители</p>

Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
9) Усталость глаз	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное перенапряжение, стресс.

Стандартные требования – в приложении Б.

4 Экономическая эффективность дипломного проекта

В наше время российский автомобильный рынок имеет очень высокую концентрацию автомобилей. Помимо наших производителей есть и иностранные производители автомобилей. Для того чтобы полностью захватить российский рынок иностранных производителей в это время, необходимо ввести основной тариф. Но многие автогиганты выходят из ситуации, они производят машины и собирают их на территории России. Автомобили ВАЗ на внешних рынках, занимают низкие невыгодные позиции, особенно в развитых странах, с точки зрения промышленности. Ожесточенная конкуренция на европейском рынке привела к тому, что устройства, ранее установленные в автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, по умолчанию не значительно увеличивались в стоимости в большинстве автомобилей. Это особенно верно для подушек безопасности и рулевого управления.

Чтобы успешно конкурировать в ПАО "АвтоВАЗ", были приняты меры по повышению конкурентоспособности автомобилей компании.

Основная цель этого дипломного проекта-повысить ресурс и надежность основной передачи автомобиля ВАЗ-21214 Niva Urban, сохраняя при этом общий макет структуры.

4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 4.1 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
2	3	4	5
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	90000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>E_{соц.н.}</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>E_{обзав.}</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>E_{ком.}</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>E_{обор.}</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>K_{тзр.}</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>E_{цех.}</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>E_{инстр.}</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>K_{рент.}</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>K_{вып.}</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>K_{прем.}</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>K_{вот.}</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>C_{p5}</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>C_{p6}</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>C_{p7}</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>K_{инв.}</i>	%	0,16

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (4.1)$$

где - C_{mi} - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

Q_{mi} – норма расхода материала i -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,7	392,85
Прокат Сталь 3	кг	47,36	3,1	146,82
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	2,1	273,15
Бронза (отходы)	кг	3,1	2,2	6,82
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	3,8	511,94
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,5	7,05
Итого				1338,62
<i>Ктзр</i>		1,45		19,41
<i>Квот</i>		1		13,39
Всего				1371,42

$M = 1371,42$ руб.

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (4.2)$$

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 4.3 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Болт	шт.	55,63	6	333,78
Гайка	шт.	12,52	6	75,12
Шайба	шт.	10,1	6	60,60
Шайба пружинная	шт.	11,3	6	67,80
Подшипник роликовый	шт.	306,98	2	613,96
Подшипник шариковый	шт.	204,73	2	409,46
Итого				1560,72
<i>Ктзр</i>		1,45		22,63
Всего				1583,35

$\Pi u = 1583,35$ руб.

Основная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (4.3)$$

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

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (4.4)$$

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

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 4.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	1,12	95,29	106,72
Токарная	6	1,20	99,44	119,33
Фрезерная	5	1,40	95,29	133,41
Термообработка	7	1,15	103,53	119,06
Шлифовальная	5	1,10	95,29	104,82
Сборочная	7	1,35	103,53	139,77
Итого				723,10
$K_{прем}$		12		86,77
Всего				809,88

$$Z_o = 809,88 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_{дон} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (4.5)$$

где - $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат

$$Z_{дон} = 809,88 \cdot 0,14 = 113,38 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{дон}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (4.6)$$

где - $E_{соц.н.}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

$$C_{соц.н.} = (809,88 + 113,38) \cdot 0,3 = 276,98 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (4.7)$$

где - $E_{обор.}$ - коэффициент расходов на эксплуатацию оборудования, %;

$$C_{\text{сод.обор.}} = 809,88 \cdot 1,94 = 1571,16 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_o \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (4.8)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 809,88 \cdot 1,72 = 1392,99 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{\text{инстр.}} = Z_o \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (4.9)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 809,88 \cdot 0,03 = 24,30 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_o + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 1371,42 + 1583,35 + 809,88 + 276,98 + 113,38 + 1571,16 \\ + 1392,99 + 24,30 = 7143,44 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{\text{обзав.}} = Z_o \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (4.11)$$

где - $E_{\text{обзав.}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %

$$C_{\text{обзав.}} = 809,88 \cdot 1,97 = 1595,45 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1595,45 + 7143,44 = 8738,89 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (4.13)$$

где - $E_{\text{ком.}}$ - коэффициент коммерческих расходов

$$C_{\text{ком.}} = 8738,89 \cdot 0,0029 = 25,34 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (4.14)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 8738,89 + 25,34 = 8764,24 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (4.15)$$

где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

$$\text{Цотп.б.} = 8764,24 \cdot (1 + 0,3) = 11393,51 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1508,56	1371,42
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	1741,69	1583,35
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	809,88	809,88
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	113,38	113,38
Страховые взносы	<i>Соц.н.</i>	276,98	276,98
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1571,16	1571,16
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1392,99	1392,99
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	24,30	24,30
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	7438,92	7143,44
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1595,45	1595,45
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	9034,37	8738,89
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	26,20	25,34
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	9060,57	8764,24
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	11778,74	11778,74

4.3 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (4.16)$$

$$Z_{\text{перем.уд.нр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.б.}} &= 1508,56 + 1741,69 + 809,88 + 113,38 + 276,98 = \\ &= 4450,48 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.нр.}} &= 1371,42 + 1583,35 + 809,88 + 113,38 + 276,98 = \\ &= 4155,00 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.18)$$

$$Z_{\text{перем.нр.}} = Z_{\text{перем.уд.нр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.19)$$

где - $V_{\text{год}}$ - объём производства

$$Z_{\text{перем.б.}} = 4450,48 \cdot 90000 = 400542940,58 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.нр.}} = 4155,00 \cdot 90000 = 373950050,13 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (4.20)$$

$$Z_{\text{пост.уд.нр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.б.}} &= 1571,16 + 24,30 + 1392,99 + 1595,45 + 26,20 = \\ &= 4610,09 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.нр.}} &= 1571,16 + 24,30 + 1392,99 + 1595,45 + 25,34 = \\ &= 4609,24 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.22)$$

$$Z_{\text{пост.нр.}} = Z_{\text{пост.уд.нр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.23)$$

$$З_{пост.б.} = 4610,09 \cdot 414908364,95 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 4609,24 \cdot 90000 = 414831245,57 \text{ руб.}$$

$$90000 =$$

Определение амортизационных отчислений:

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (4.24)$$

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (1571,16 + 24,30) \cdot 12 / 100 = 191,45 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (4.25)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 8764,24 \cdot 90000 = 788781295,70 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выручка = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.26)$$

$$Выручка = 11778,74 \cdot 90000 = 1060086697,19 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{марж.} = Выручка - З_{перем.пр.} \quad (4.27)$$

$$Д_{марж.} = 1060086697,19 - 373950050,13 = 686136647,06 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (4.28)$$

$$А_{крит.} = 414831245,57 / (11778,74 - 4155,00) = 54413,09 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 54415 \text{ руб.}$$

График точки безубыточности

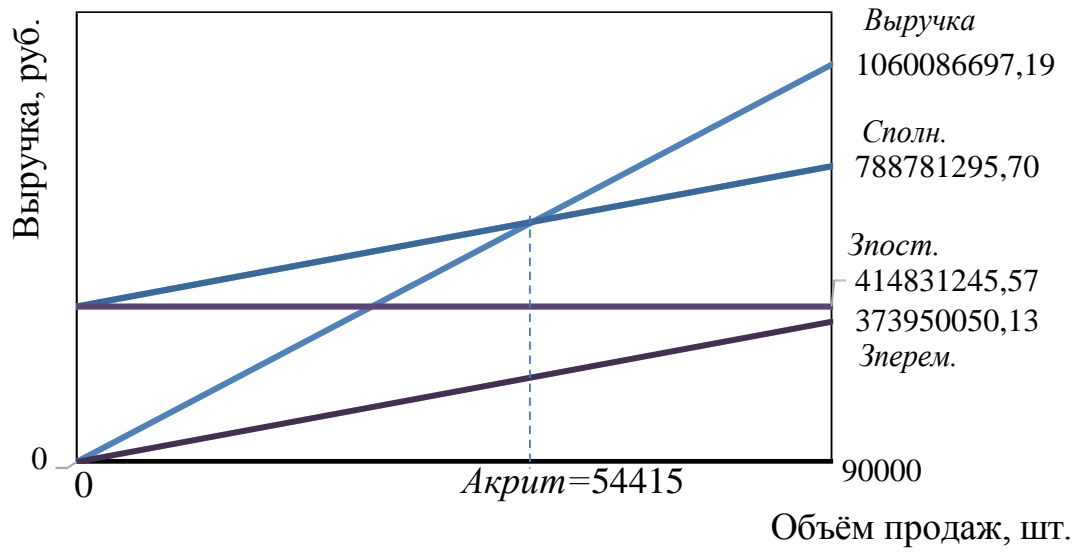


Рисунок 4.1 - График точки безубыточности

4.4 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (4.29)$$

где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объем продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$ – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{90000 - 54415}{6 - 1} = 7117 \text{ шт.}$$

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (4.30)$$

где – $V_{\text{прод.}i}$ – объем продаж в i - году, шт.

$$V_{\text{прод.}1} = 54415 + 1 \cdot 7117 = 61532 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 54415 + 2 \cdot 7117 = 68649 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 54415 + 3 \cdot 7117 = 75766 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 54415 + 4 \cdot 7117 = 82883 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 54415 + 5 \cdot 7117 = 90000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$Выручка.i = Ц_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$Выручка.1 = 11778,74 \cdot 61532 = 724769496,13 \text{ руб.}$$

$$Выручка.2 = 11778,74 \cdot 68649 = 808598796,40 \text{ руб.}$$

$$Выручка.3 = 11778,74 \cdot 75766 = 892428096,66 \text{ руб.}$$

$$Выручка.4 = 11778,74 \cdot 82883 = 976257396,93 \text{ руб.}$$

$$Выручка.5 = 11778,74 \cdot 90000 = 1060086697,19 \text{ руб.}$$

для базового варианта:

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (4.32)$$

$$Зперем.б.1 = 4450,48 \cdot 61532 = 273846758,00 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.2 = 4450,48 \cdot 68649 = 305520803,65 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.3 = 4450,48 \cdot 75766 = 337194849,29 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.4 = 4450,48 \cdot 82883 = 368868894,94 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.5 = 4450,48 \cdot 90000 = 400542940,58 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (4.33)$$

$$Зперем.пр.1 = 4155,00 \cdot 61532 = 255665494,28 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.2 = 4155,00 \cdot 68649 = 285236633,24 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.3 = 4155,00 \cdot 75766 = 314807772,21 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.4 = 4155,00 \cdot 82883 = 344378911,17 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.5 = 4155,00 \cdot 90000 = 373950050,13 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (4.34)$$

$$Ам. = 191,45 \cdot 90000 = 17230903,39 \text{ руб.}$$

для базового варианта:

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (4.35)$$

$$Сполн.б.1 = 273846758,00 + 414908364,95 = 688755122,95 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 305520803,65 + 414908364,95 = 720429168,60 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.3} = 337194849,29 + 414908364,95 = 752103214,24 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 368868894,94 + 414908364,95 = 783777259,89 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 400542940,58 + 414908364,95 = 815451305,53 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 255665494,28 + 414831245,57 = 670496739,84 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 285236633,24 + 414831245,57 = 700067878,81 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 314807772,21 + 414831245,57 = 729639017,77 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 344378911,17 + 414831245,57 = 759210156,74 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 373950050,13 + 414831245,57 = 788781295,70 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (4.37)$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.1} = & (724769496,13 - 670496739,84) - (724769496,13 - \\ & - 688755122,95) = 18258383,11 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.2} = & (808598796,40 - 700067878,81) - (808598796,40 - \\ & - 720429168,60) = 20361289,79 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.3} = & (892428096,66 - 729639017,77) - (892428096,66 - \\ & - 752103214,24) = 22464196,47 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.4} = & (976257396,93 - 759210156,74) - (976257396,93 - \\ & - 783777259,89) = 24567103,15 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.5} = & (1060086697,19 - 788781295,70) - (1060086697,19 - \\ & - 815451305,53) = 26670009,83 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (4.38)$$

$$\text{Нпр.1} = 18258383,11 \cdot 0,20 = 3651676,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 20361289,79 \cdot 0,20 = 4072257,96 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 22464196,47 \cdot 0,20 = 4492839,29 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 24567103,15 \cdot 0,20 = 4913420,63 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 26670009,83 \cdot 0,20 = 5334001,97 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (4.39)$$

$$Пр.ч.1 = 18258383,11 - 3651676,62 = 14606706,48 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 20361289,79 - 4072257,96 = 16289031,83 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 22464196,47 - 4492839,29 = 17971357,18 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 24567103,15 - 4913420,63 = 19653682,52 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 26670009,83 - 5334001,97 = 21336007,87 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (4.40)$$

где - $Д1$ и $Д2$ - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 150000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 11778,74 \cdot 150000 / 100000 - 11778,74 = 5889,37 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (4.41)$$

$$ЧД1 = 14606706,48 + 17230903,39 + 5889,37 \cdot 61532 = 394222357,94 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 16289031,83 + 17230903,39 + 5889,37 \cdot 68649 = 437819333,42 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 17971357,18 + 17230903,39 + 5889,37 \cdot 75766 = 481416308,90 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 19653682,52 + 17230903,39 + 5889,37 \cdot 82883 = 525013284,38 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 21336007,87 + 17230903,39 + 5889,37 \cdot 90000 = 568610259,86 \text{ руб}$$

Дисконтирование денежного потока.

$$\alpha_{ti} = 1/(1 + \text{Есм.}i)^t \quad (4.42)$$

где - $\text{Есм.}i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$\text{Есм.} = 15 \%$$

$$\alpha_1 = 0,870 \quad \alpha_2 = 0,756 \quad \alpha_3 = 0,658 \quad \alpha_4 = 0,572 \quad \alpha_5 = 0,497$$

$$\text{ДСП}_i = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_i \quad (4.43)$$

$$\text{ДСП}_1 = 394222357,94 \cdot 0,870 = 342973451,41 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_2 = 437819333,42 \cdot 0,756 = 330991416,07 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_3 = 481416308,90 \cdot 0,658 = 316771931,26 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_4 = 525013284,38 \cdot 0,572 = 300307598,66 \text{ руб.}$$

$$\text{ДСП}_5 = 568610259,86 \cdot 0,497 = 282599299,15 \text{ руб.}$$

$$\Sigma \text{ДСП} = \Sigma \text{ДСП}_i \quad (4.44)$$

$$\Sigma \text{ДСП} = 342973451,41 + 330991416,07 + 316771931,26 +$$

$$+ 300307598,66 + 282599299,15 = 1573643696,55 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{\text{инв}} \cdot \Sigma \text{Сполн.пр.}i \quad (4.45)$$

где - $K_{\text{инв}}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$J_0 = 0,16 \cdot (670496739,84 + 700067878,81 + 729639017,77 + \\ + 759210156,74 + 788781295,70) = 583711214,22 \text{ руб.}$$

Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (4.46)$$

$$ЧДД = 1573643696,55 - 583711214,22 = 989932482,33 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

$$JD = 989932482,33 / 583711214,22 = 1,70$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

$$Токуп. = 583711214,22 / 989932482,33 = 0,59$$

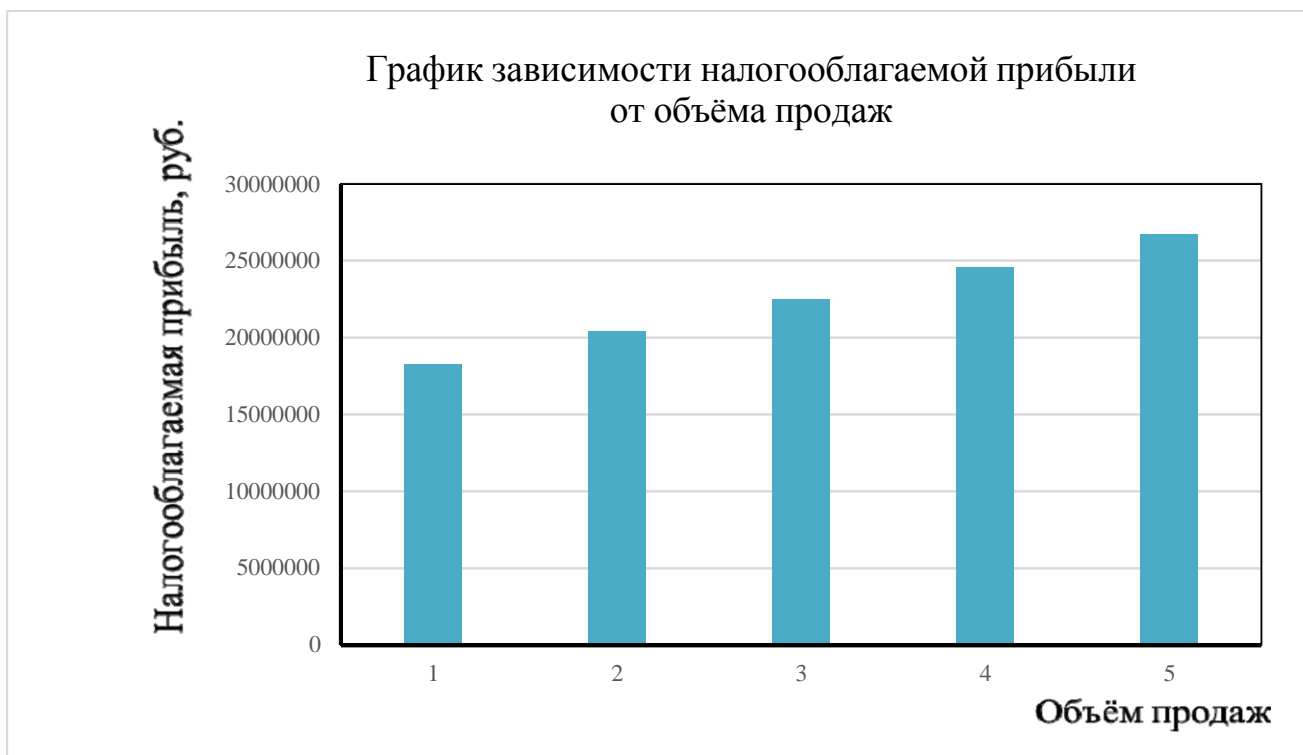


Рисунок 4.2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

Выводы и рекомендации.

В результате ряда дизайнерских мероприятий ресурсы узла выросли с одновременно положительным экономическим эффектом $ID=1,70$.

При расчете экономических показателей внедрения дизайнерских единиц автомобиля в массовое производство отмечается, что стоимость дизайнерской схемы ниже стоимости базовых вариантов. С этой целью была рассчитана социальная эффективность проекта и рассчитана ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый доход от реализации обновленного хостинга составляет 989932482, 33 рубля.

Срок окупаемости проекта-0.59 лет, что указывает на наименьший риск для проекта.

Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта

Наименование показателей	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж Vпрод.(шт)		61532	68649	75766	82883	90000
Отпускная цена за		11778,74				
Выручка.н.		724769	808599	892428	976257	106008
Переменные затраты (тыс.		273847	305521	337195	368869	40054
Зперем.н.		255665	285237	314808	344379	37395
Амортизация, Ам (тыс.		17231				
Постоянные затраты,(тыс.		414908				
Зпост.н.		414831				
Полная себестоимость,		688755	720429	752103	783777	81545
Спол.н.		670497	700068	729639	759210	78878
Налогооблагаемая		36014	88170	140325	192480	24463
Налогооблагаемая прибыль,		54273	108531	162789	217047	27130
Налог на прибыль, б (тыс.		7203	17634	28065	38496	48927
Налог на прибыль, н		10855	21706	32558	43409	54261
Прибыль чистая, б		28811	70536	112260	153984	19570
Прибыль чистая, н		43418	86825	130231	173638	21704
Чистый поток реальных		394222	437819	481416	525013	56861
Коэф дисконтир at1 при		0,870	0,756	0,658	0,572	0,497
Чистый дисконтированный		342973	330991	316772	300308	28259
Капиталообразующие	58371					
Суммарный чистый дисконтированный поток		989932				
Индекс доходности,JD		1,70				
Срок окупаемости проекта		0,59				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения в дизайне, используемые в этом дипломном проекте, приводят к следующему:

- Снижение стоимости автомобиля в целом за счет снижения затрат на техническое обслуживание задней коробки передач;
- Повышение производительности автомобиля.
- Сохранение технических параметров автомобиля в целом, а именно повышение конкурентоспособности автомобиля в целом как на собственном рынке, так и за рубежом. В то же время главная задача-добиться того, чтобы это был положительный экономический эффект.

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. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - 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. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - 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 дипломному 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. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
22. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.
23. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
24. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
25. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-скоростные характеристики

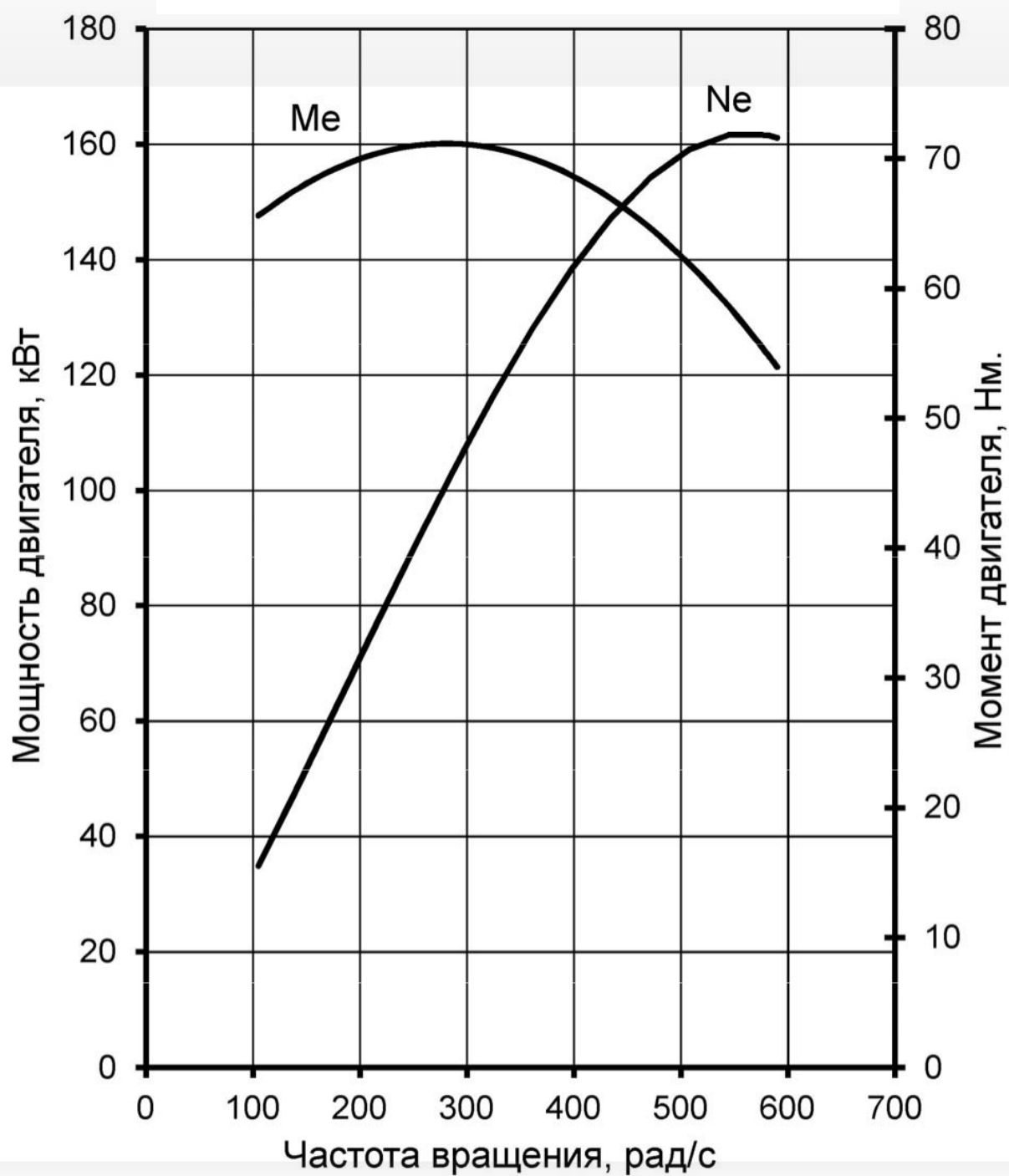


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

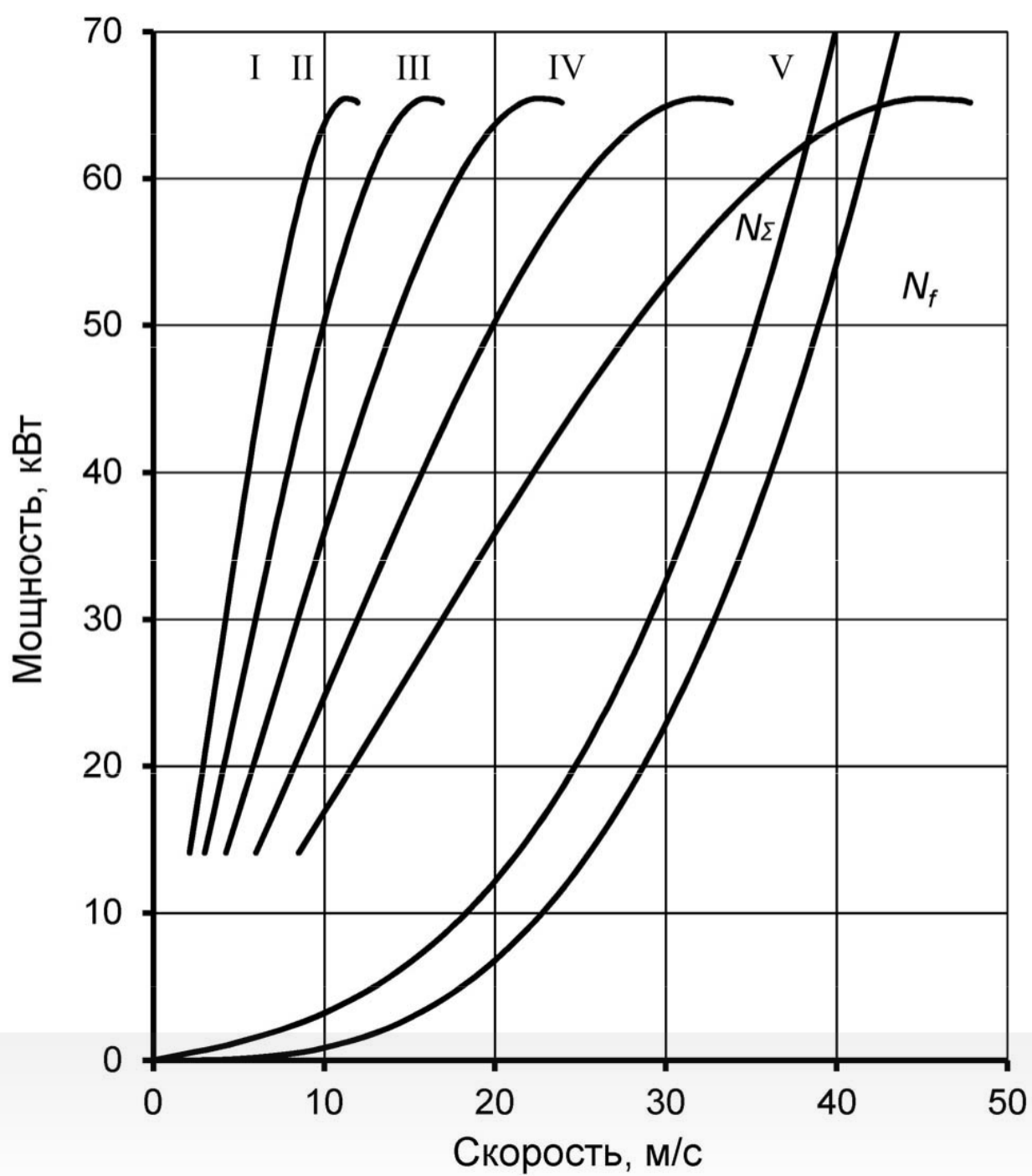


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

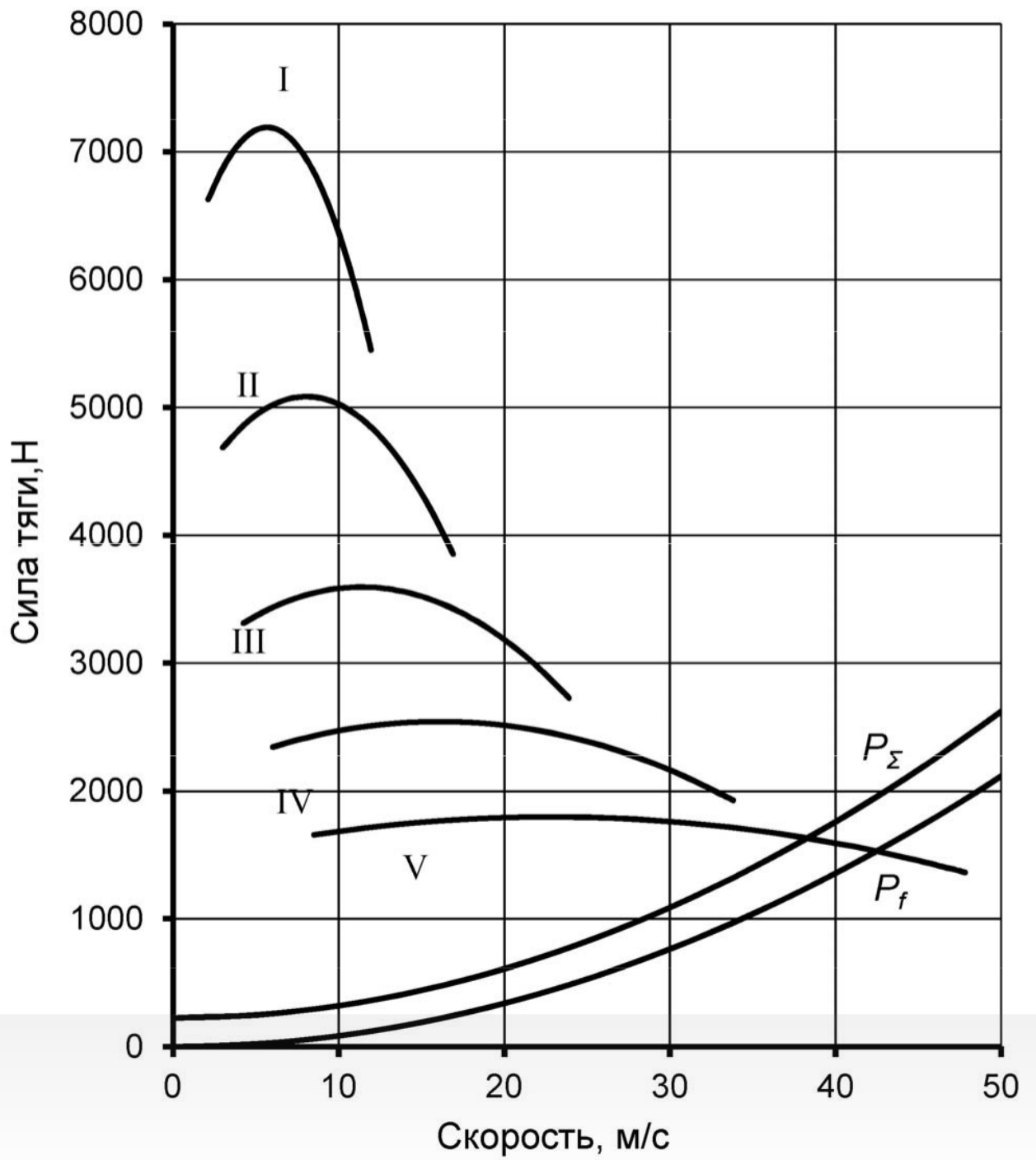


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

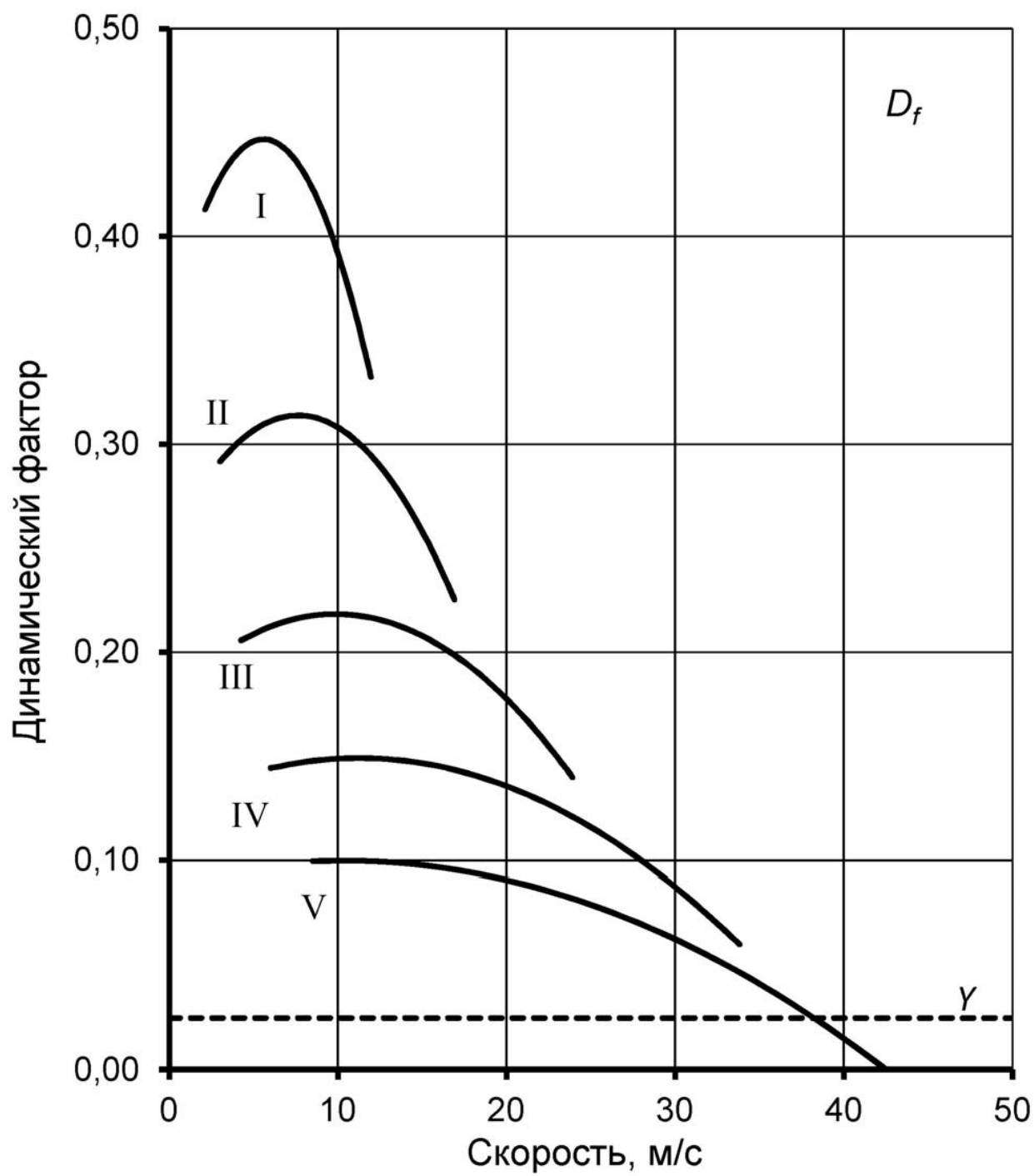


Рисунок А.4 – Динамический баланс

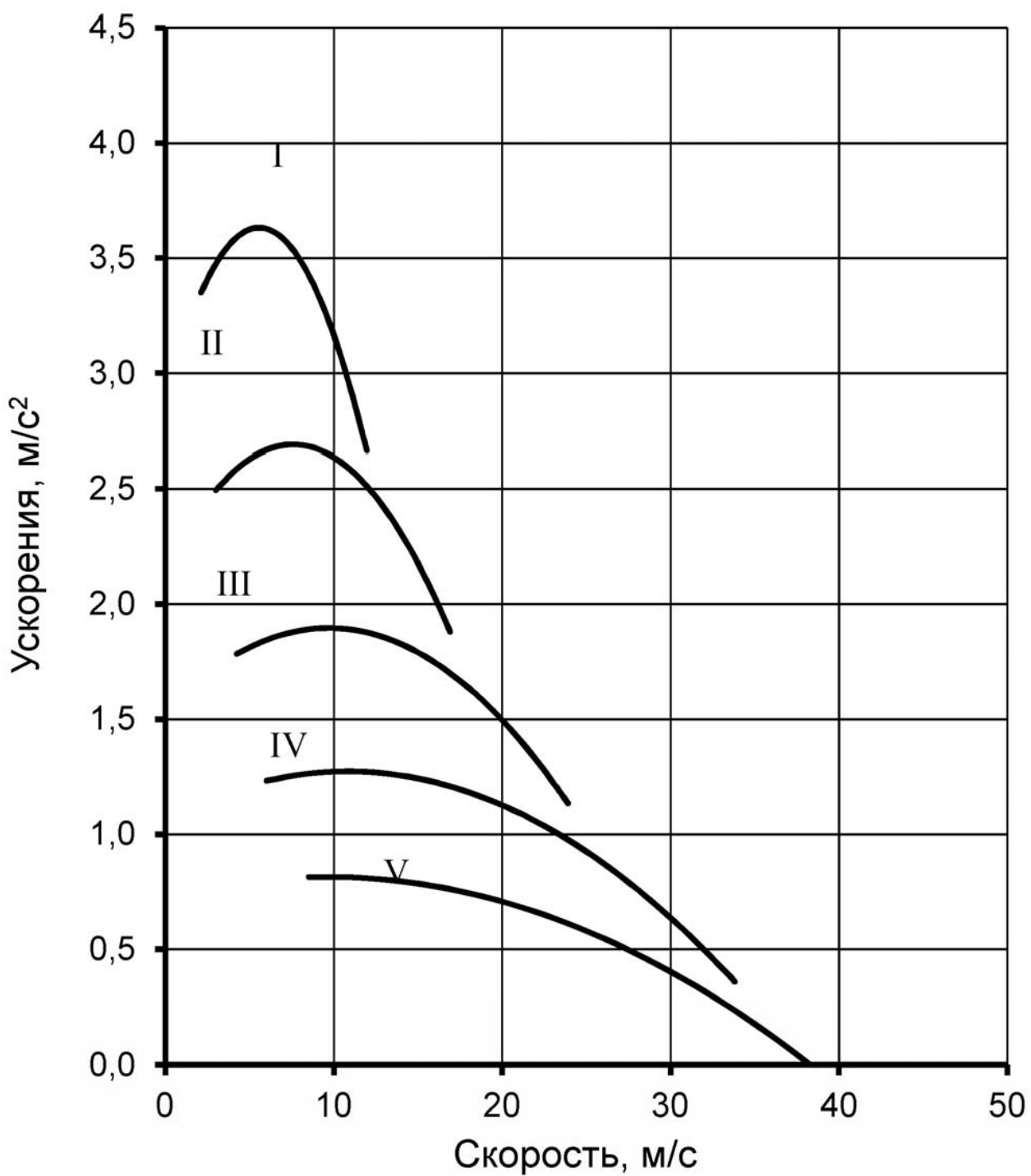


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

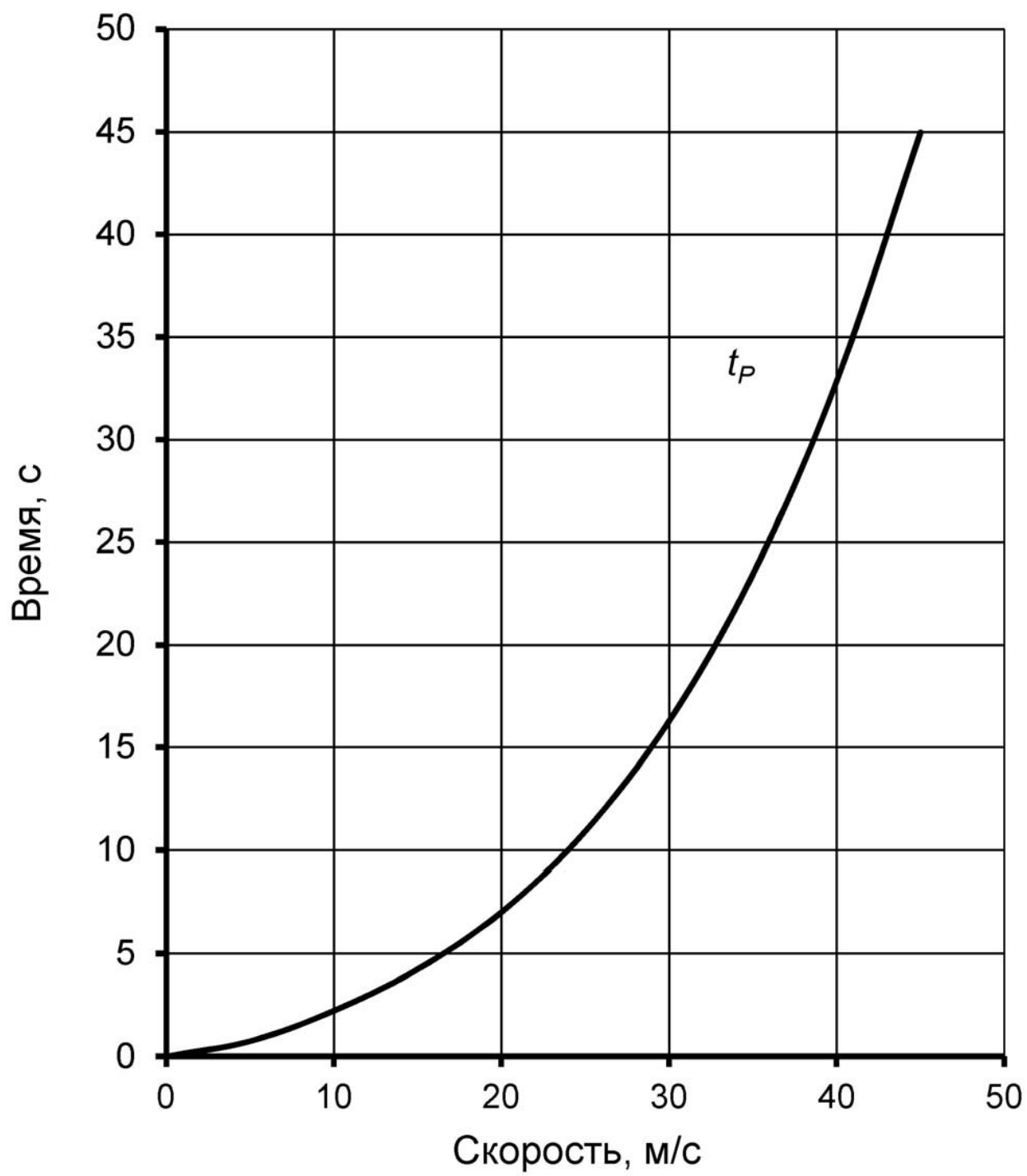


Рисунок А.6 – Время разгона

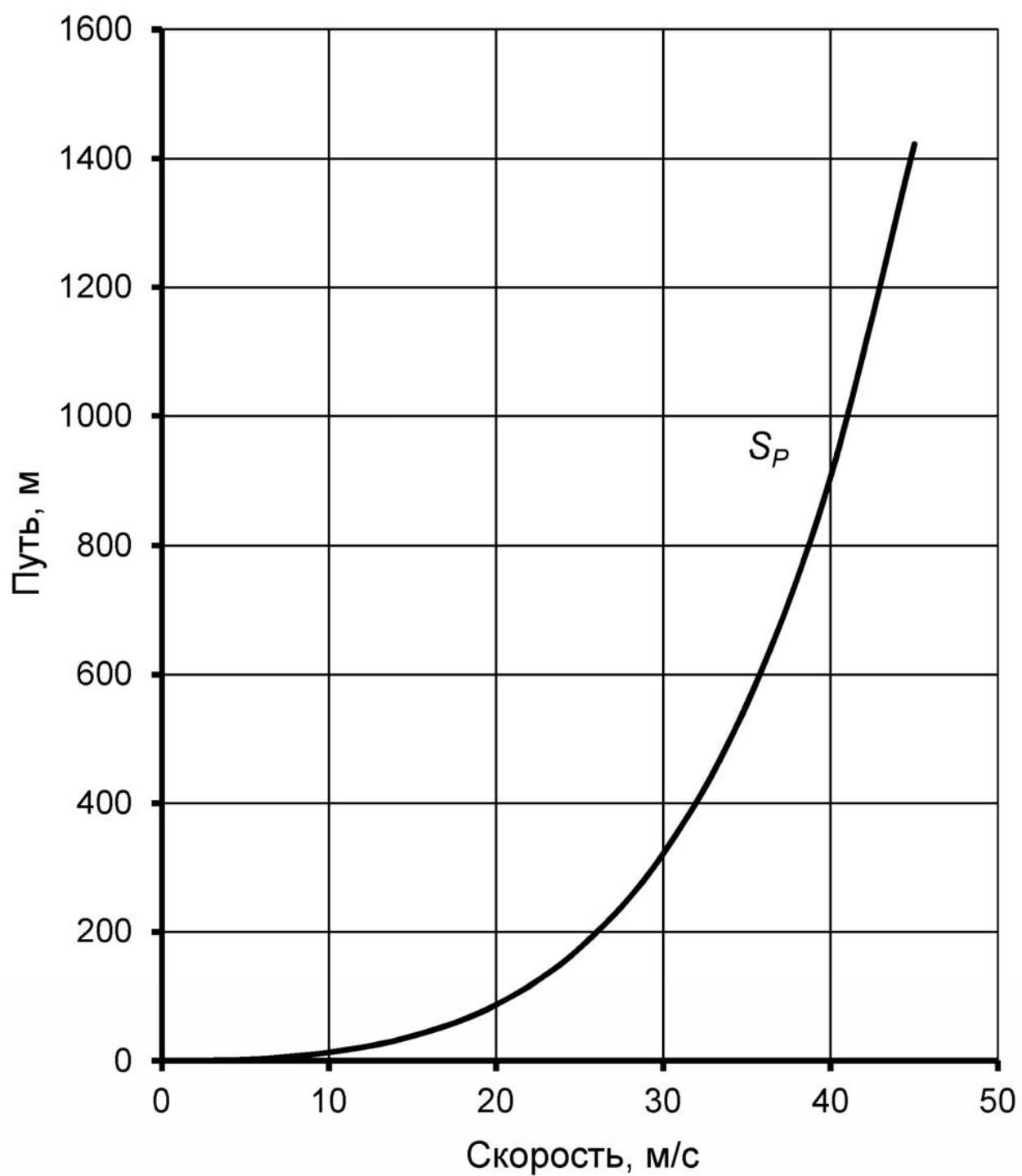


Рисунок А.7 – Путь разгона

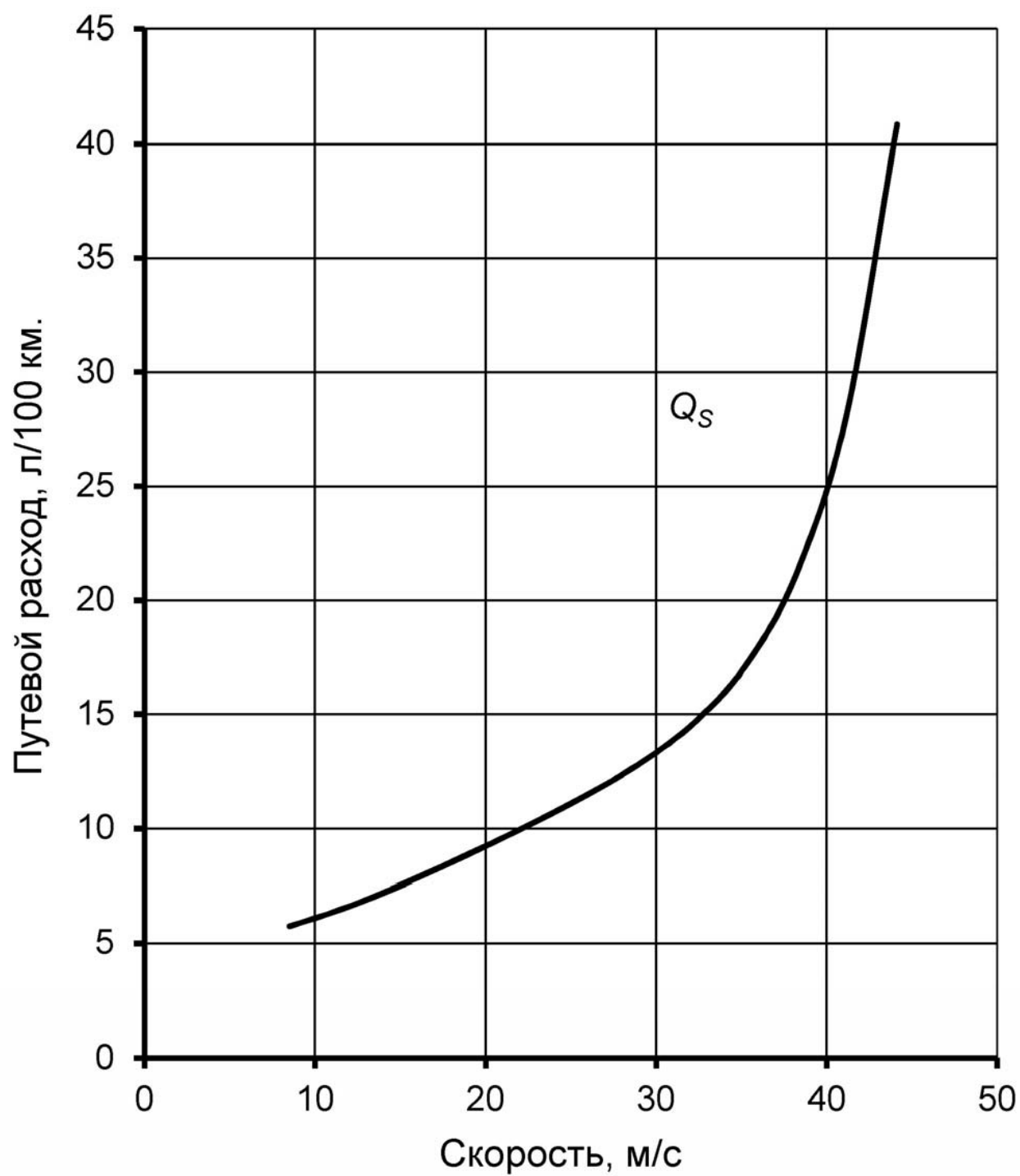


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

16 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]

17 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]

18 В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"[16] 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]

19 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]

20 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]

21 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]

22 Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. [16]

23 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]

24 [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]

25 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]

26 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]

27 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]

28 Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже. [16]

29 Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. [16]

30 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]

37 Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. [16]

38 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°C и выходить за пределы величин. [16]

39 Деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий. [16]

Под окружающей средой понимается совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. [16]

Компонентами природной среды являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и

околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.[16]

Под природным объектом понимается естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства, под природно-антропогенным объектом - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение, а под антропогенным объектом - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.[16]

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

- 1) земли, недра, почвы;
- 2) поверхностные и подземные воды;
- 3) леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд;
- 4) атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство[16]

В первоочередном порядке охране подлежат естественные экологические системы, природные ландшафты и природные комплексы, не подвергшиеся антропогенному воздействию. Особой охране подлежат объекты, включенные в Список всемирного культурного наследия и Список всемирного природного наследия, государственные природные заповедники, в том числе биосферные, государственные природные заказники, памятники природы, национальные, природные и дендрологические парки, ботанические сады, лечебно-оздоровительные местности и курорты, иные природные комплексы, исконная среда обитания, места традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации, объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение, континентальный шельф и исключительная экономическая зона Российской Федерации, а также редкие или находящиеся под угрозой исчезновения почвы, леса и иная растительность, животные и другие организмы и места их обитания.[16]

В систему мер по охране окружающей среды входят:

- 1) нормирование в области охраны окружающей среды - установление нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности,

иных нормативов, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в указанной сфере;

2) экологический мониторинг - комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений ее состояния под воздействием природных и антропогенных факторов;

3) экологический контроль - система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды;

4) экологический аудит - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности;

5) иные меры, предусмотренные законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды[16]

Система обеспечения безопасности, сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Принято понимать охрану труда в широком и узком смысле. В широком смысле это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. [Ст.209 Трудового кодекса РФ](#) определяет охрану труда как систему мероприятий, направленную на сохранение жизни и здоровья работников. В узком смысле охрана труда представляет собой комплекс мер по каждому из ее направлений — правовому, экономическому, организационно-техническому и другим, хотя только всесторонняя охрана труда может обеспечить здоровые и безопасные условия труда. В трудовом праве охрана труда в узком смысле понимается как один из принципов трудового права; правовой институт; субъективное право работника на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены в конкретном трудовом правоотношении.[16]

40 Система мер, осуществляемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую

природную среду. Под атмосферным воздухом понимается жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения и животных, особо охраняемые природные территории и объекты, а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха и предельно допустимые уровни физических воздействий на него. Выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух допускается на основании разрешений, которые выдаются органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды. Указанным разрешением устанавливаются предельно допустимые выбросы и другие условия, которые обеспечивают охрану атмосферного воздуха. Вредные физические воздействия на атмосферный воздух, допускаются на основании разрешений, выданных в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. При отсутствии разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также количество и состав выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, виды и размеры вредных физических воздействий на него подлежат государственному учету в порядке, определенном Правительством Российской Федерации[16]

Система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов ([п.17 ст.1 Водного кодекса РФ](#)). Требования по охране водных объектов установлены водным законодательством ([ст.55 – 67 Водного кодекса РФ](#) и др.), законодательством об охране окружающей среды, об использовании и охране водных биологических ресурсов, законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и иным законодательством Российской Федерации. За невыполнение требований об охране водных объектов водопользователи несут административную или уголовную ответственность. Вред, причиненный водному объекту в результате нарушения требований по его охране, подлежит возмещению в соответствии с водным законодательством.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц, направленная на сохранение земли как важнейшего компонента природной среды. Целями охраны земли являются предотвращение деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель, других негативных воздействий хозяйственной деятельности, а также улучшение и восстановление земель, подвергшихся негативным воздействиям.[16]

Органы государственной власти, органы местного самоуправления разрабатывают, утверждают и обеспечивают выполнение федеральных, региональных и местных программ охраны земель; устанавливают экологические нормативы и санитарные правила и нормативы; осуществляют государственный и муниципальный земельный контроль, иные предусмотренные законодательством меры по обеспечению охраны земель.[16]

Собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи, арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по сохранению плодородия почв, защите земель от негативных воздействий природного и антропогенного характера; рекультивации нарушенных земель и пр.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, граждан и юридических лиц, направленная на охрану лесов от пожаров, от загрязнения (в том числе радиоактивными веществами) и от иного негативного воздействия. Нарушение правил охраны лесов (их загрязнение сточными водами, химическими, радиоактивными и другими вредными веществами, отходами производства и потребления, иное негативное воздействие на леса), а также нарушение правил пожарной безопасности в лесах является основанием для применения мер административной ответственности ([ст. 8.31, 8.32 Кодекса РФ об административных правонарушениях](#)). Уголовная ответственность предусмотрена за уничтожение или повреждение лесных насаждений в результате неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности либо в результате путем поджога, а также загрязнения или иного негативного воздействия ([ст. 261 Уголовного кодекса РФ](#)).[16]

Лица, в результате противоправных действий которых был причинен вред лесам, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством.[16]

1.1. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (далее - Порядок) разработан для обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний и устанавливает общие

положения обязательного обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда всех работников, в том числе руководителей.[16]

1.2. Порядок обязателен для исполнения федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, работодателями организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, работодателями - физическими лицами, а также работниками, заключившими трудовой договор с работодателем.[16]

1.3. На основе Порядка федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления могут устанавливать дополнительные требования к организации и проведению обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников подведомственных им организаций, не противоречащие требованиям Порядка.[16]

1.4. Порядок не заменяет специальных требований к проведению обучения, инструктажа и проверки знаний работников, установленных органами государственного надзора и контроля.[16]

Одновременно с обучением по охране труда и проверкой знаний требований охраны труда, осуществляемыми в соответствии с Порядком, могут проводиться обучение и аттестация работников организаций по другим направлениям безопасности труда, организуемые органами государственного надзора и контроля и федеральными органами исполнительной власти в порядке, утверждаемом ими по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.[16]

1.5. Обучению по охране труда и проверке знаний требований охраны труда в соответствии с Порядком подлежат все работники организации, в том числе ее руководитель.[16]

1.6. Работники, имеющие квалификацию инженера (специалиста) по безопасности технологических процессов и производств или по охране труда, а также работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, государственного надзора и контроля, педагогические работники образовательных учреждений, осуществляющие преподавание дисциплины "охрана труда", имеющие непрерывный стаж работы в области охраны труда не менее пяти лет, в течение года после поступления на работу могут не проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

1.7. Ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда работников организаций несет работодатель в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.[16]

II. Порядок обучения по охране труда

2.1. Проведение инструктажа по охране труда

2.1.1. Для всех принимаемых на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктаж по охране труда.[16]

2.1.2. Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности.

Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом).[16]

2.1.3. Кроме вводного инструктажа по охране труда, проводятся первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.[16]

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и так далее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

Проведение инструктажей по охране труда включает в себя ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами, изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах организации, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации, а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.[16]

Инструктаж по охране труда завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж.[16]

Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей (в установленных случаях - в наряде-допуске на производство работ) с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа.[16]

2.1.4. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы:

со всеми вновь принятыми в организацию работниками, включая работников, выполняющих работу на условиях трудового договора, заключенного на срок до двух месяцев или на период выполнения сезонных работ, в свободное от основной работы время (совместители), а также на дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;

с работниками организации, переведенными в установленном порядке из другого структурного подразделения, либо работниками, которым поручается выполнение новой для них работы;

с командированными работниками сторонних организаций, обучающимися образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и другими лицами, участвующими в производственной деятельности организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится руководителями структурных подразделений организации по программам, разработанным и утвержденным в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов организации, инструкций по охране труда, технической и эксплуатационной документации.[16]

Работники, не связанные с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента, хранением и применением сырья и материалов, могут освобождаться от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте. Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте, утверждается работодателем.[16]

2.1.5. Повторный инструктаж проходят все работники, указанные в [п. 2.1.4](#) настоящего Порядка, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.[16]

2.1.6. Внеплановый инструктаж проводится:

при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;

при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т. п.);

по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;

при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями - более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев);

по решению работодателя (или уполномоченного им лица).[16]

2.1.7. Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий.

2.1.8. Конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения всех видов инструктажей по охране труда работников отдельных отраслей и организаций регулируются соответствующими отраслевыми и межотраслевыми нормативными правовыми актами по безопасности и охране труда.

2.2. Обучение работников рабочих профессий

2.2.1. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать в течение месяца после приема на работу обучение безопасным методам и приемам выполнения работ всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу.

Обучение по охране труда проводится при подготовке работников рабочих профессий, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.

2.2.2. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обеспечивает обучение лиц, принимаемых на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности - проведение периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда. Работники рабочих профессий, впервые поступившие на указанные работы либо имеющие перерыв в работе по профессии (виду работ) более года, проходят обучение и проверку знаний требований охраны труда в течение первого месяца после назначения на эти работы.[16]

2.2.3. Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий устанавливаются работодателем (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регулирующими безопасность конкретных видов работ.

2.2.4. Работодатель (или уполномоченное им лицо) организует проведение периодического, не реже одного раза в год, обучения работников рабочих профессий по оказанию первой помощи пострадавшим. Вновь принимаемые на работу проходят обучение по оказанию первой помощи пострадавшим в сроки,

установленные работодателем (или уполномоченным им лицом), но не позднее одного месяца после приема на работу.

2.3. Обучение руководителей и специалистов

2.2.1. Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, далее - по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Вновь назначенные на должность руководители и специалисты организации допускаются к самостоятельной деятельности после их ознакомления работодателем (или уполномоченным им лицом) с должностными обязанностями, в том числе по охране труда, с действующими в организации локальными нормативными актами, регламентирующими порядок организации работ по охране труда, условиями труда на вверенных им объектах (структурных подразделениях организации).[16]

2.3.2. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится по соответствующим программам по охране труда непосредственно самой организацией или образовательными учреждениями профессионального образования, учебными центрами и другими учреждениями и организациями, осуществляющими образовательную деятельность (далее - обучающие организации), при наличии у них лицензии на право ведения образовательной деятельности, преподавательского состава, специализирующегося в области охраны труда, и соответствующей материально-технической базы.

Обучение по охране труда проходят:

руководители организаций, заместители руководителей организаций, курирующие вопросы охраны труда, заместители главных инженеров по охране труда, работодатели - физические лица, иные лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью; руководители, специалисты, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию, руководство и проведение работ на рабочих местах и в производственных подразделениях, а также контроль и технический надзор за проведением работ; педагогические работники образовательных учреждений начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального, послевузовского профессионального образования и дополнительного профессионального образования - преподаватели дисциплин "охрана труда", "безопасность жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", а также организаторы и руководители производственной практики обучающихся - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты служб охраны труда, работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации;

специалисты органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти;

специалисты органов местного самоуправления в области охраны труда - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;[16]

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций, осуществляющих обучение специалистов и руководителей федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации.

Руководители и специалисты организации могут проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в самой организации, имеющей комиссию по проверке знаний требований охраны труда.

2.3.3. Требования к условиям осуществления обучения по охране труда по соответствующим программам обучающими организациями разрабатываются и утверждаются Министерством труда и социального развития Российской Федерации по согласованию с Министерством образования Российской Федерации.