

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)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Модернизация раздаточной коробки передач полноприводного легкового автомобиля Шевроле-Нива

Студент

И.П. Титлов
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.Р. Галиев
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук Л.Л. Чумаков
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

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

Тема дипломной работы: “Модернизация раздаточной коробки передач полноприводного легкового автомобиля Шевроле-Нива”.

Пояснительная записка состоит из 84 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 работы посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть включает в себя тяговый расчет и расчет проектируемой конструкции.

Третья часть дипломной работы - безопасность и экологичность проекта.

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

Данная модернизация, представленная в дипломной работе, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The car today should have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and stability on the road.

The theme of the thesis: “Modernization of the transfer gearbox of a four-wheel drive passenger car Chevrolet-Niva”.

The explanatory note consists of 84 pages, including an introduction, sections of the design, economic parts and section of the security object. It also has a graphic part of 8 sheets A1.

The first part is devoted to the design of the developed unit, its current development trends, as well as the classification of existing types of structures.

The second part of the work is devoted to the design calculations of the vehicle. This part includes traction calculation and design calculation.

The third part of the thesis - safety and environmental project.

The fourth part is devoted to economic calculations of the cost of the developed unit. Calculation of break-even point for this project and calculation of economic efficiency.

This modernization, presented in the thesis, can be implemented in mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Состояние вопроса	6
1.1 Назначение раздаточной коробки передач.	6
1.2. Требования предъявляемые к конструкции раздаточной коробки передач.....	8
1.3. Классификация раздаточных коробок.	9
1.4. Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач	11
1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач	11
2. Конструкторская часть	12
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	12
2.2. Расчет элементов раздаточной коробки.....	23
3. Безопасность и экологичность объекта	39
4. Экономическая эффективность проекта	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета	75

ВВЕДЕНИЕ

Авто индустрия - одна из основных секторов мировой экономики. Эффективность работы авто автотранспорта влияет на производительность труда всех секторов экономики и сельского хозяйства. Немаловажный смысл имеют разработка и создание больше современных моделей автомобильной техники, улучшение системы агрегатов автотранспортных средств, совершенствование их эксплуатационных свойств. Важными направленностями последующего увеличения технического значения авто техники считаются сокращение затраты горючего и масла, понижение трудозатрат технического сервиса, затраты материалов на изготовление автомобиля, снижение значения шума и токсичности отработавших газов, увеличение защищенности и безопасности всех участников движения.

Больших характеристик топливной экономичности возможно добиться в итоге последующего сокращения массы автомашины, установки дизелей, совершенствования аэродинамических характеристик, улучшения систем трансмиссий и иных узлов, расширения использования электрических приборов, позволяющих поддерживать подходящие режимы перемещения.

Применение более совершенных конструкций в трансмиссии и других узлах. Более широкое применение электронных технологий, позволяющих работать автомобилям в оптимальных режимах. Массу автомобиля можно уменьшать за счет новых технологичных конструкционных материалов, алюминий, углепластик, современные высокопрочные стали, легированные стали и т.д.

В данной работе модернизируется раздаточная коробка передач, а именно заменяется скользящая муфта блокировки дифференциала, на синхронизатор, что дает возможность блокировать дифференциал при движении автомобиля.

1 Состояние вопроса

Огромная популярность, которую в последнее время завоевали автомобили - паркетники и кроссоверы, не случайна. Полный привод дает водителю преимущества при движении как по городской, так и по пересеченной местности. В автомобиле раздаточная коробка предназначена для максимального использования преимуществ полного привода.

1.1 Назначение раздаточной коробки.

В моноприводных автомобилях крутящий момент, создаваемый двигателем и преобразуемый через коробку передач, передается непосредственно на ведущие колеса. Ваш автомобиль имеет полный привод - наиболее рациональное использование крутящего момента должно быть распределено между передней и задней осями. Иногда бывает необходимо изменить величину крутящего момента, передаваемого на определенную ось во время движения.

Задача распределения энергии двигателя между передней и задней осями выполняется раздаточной коробкой. Как и трансмиссия, она сможет в какой-то степени увеличить значение крутящего момента, что особенно важно для эксплуатации автомобиля в тяжелых внедорожных условиях. Иногда этот механизм выполняет специальные функции специальной техники (пожарные машины, сельскохозяйственная и строительная техника). Работа для передачи некоторого крутящего момента осуществляется специальным оборудованием: пожарными насосами, тросовой лебедкой, крановым механизмом и др.

Раздаточная коробка, иногда известная просто как раздатка, устанавливается между осями, и кардан ведет к осям. Несмотря на различную конструкцию, некоторые детали раздаточной коробки доступны на любой модели: приводной вал (передающий крутящий момент от коробки передач к распределителю); механизм блокировки и межосевой дифференциал; редуктор или цепь понижающего переключения передач (изменяет

передаточное отношение); водитель (отвечает за поворотный замок); карданный вал привода передней и задней осей; синхронизатор, позволяющий включать понижающий переключатель на ходу.

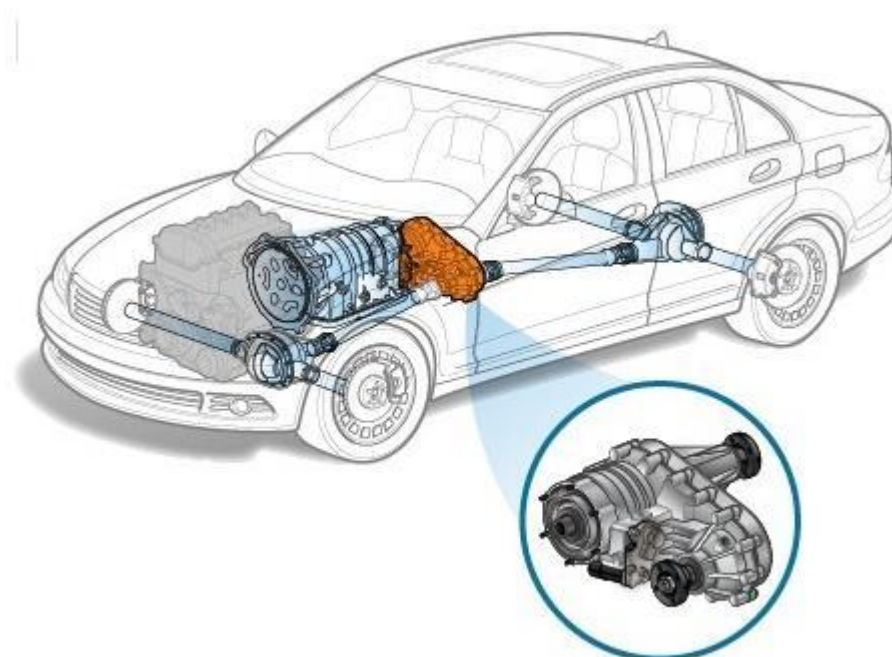


Рисунок 1.1 - Автомобиль с полным приводом.

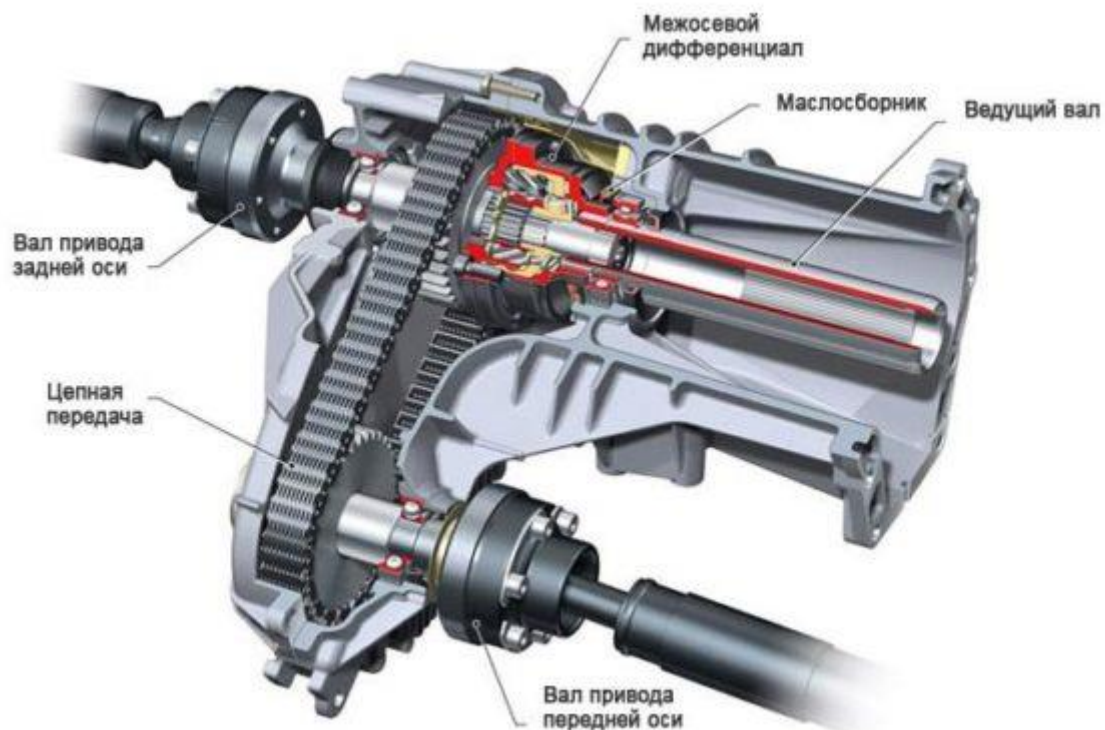


Рисунок 1.2 – Раздаточная коробка передач с цепной передачей.

РКП имеет корпус, который включает в себя приводной вал двигателя, а оба приводных карданных вала идут к передней и задней осям. Устройство для передачи в случае аналогичного устройства для трансмиссии: его корпус находится в закрытом картере, масляная ванна которого обеспечивает смазку и дифференциала, и запорного механизма. Рычаг или кнопка в пассажирском салоне, чтобы сделать блокировку.



Рисунок 1.3 – Раздаточная коробка Нива.

1.2 Требования предъявляемые к конструкции раздаточной коробки передач.

Оригинальная функция раздаточной коробки для подключения или отключения мостов. Дизайн классических внедорожников и полноприводных грузовиков, крутящий момент постоянно передается на задний ведущий мост. Передняя ось, в целях экономии энергии и ресурсов в качестве ее узлов, подключается только для преодоления сложных участков дороги или в сложных дорожных условиях (дождь, гололед, снег). Этот принцип сохраняется и для современных автомобилей, с той разницей, что передняя ось при этом постоянно важна. Изменение крутящего момента, его

распределение между всеми ведущими осями — вторая по значимости функция распределителя .

В центре дифференциала распределяется крутящий момент между передней и задней осями, и они могут получить эквивалентные силы (симметричный дифференциал), либо делится на заданную величину (асимметричный дифференциал). В центре дифференциал позволяет осям вращаться с разной скоростью. Это необходимо при движении по хорошей асфальтированной дороге, снижающей износ шин и экономящей топливо. Когда автомобиль выезжает на дорогу и вам нужно выжать максимум из полного привода, центральный дифференциал блокируется активно: оси жестко соединены друг с другом и могут вращаться только с одинаковой скоростью. Предотвращая занос, эта проектная операция повысит проходимость по бездорожью. Следует отметить, что функция блокировки дифференциала доступна только на небольшом количестве раздаточных коробок, установленных на классических внедорожниках, спецавтомобилях и военных грузовиках. Столь распространенные в наше время кроссоверы и паркетные внедорожники не предназначены для езды по действительно серьезному бездорожью, поэтому их лишают этой функции с целью удешевления.

1.3 Классификация раздаточных коробок

Вид межосевого дифференциала-раздаточная коробка для использования трех различных систем блокировки межосевого дифференциала, которые устанавливаются на автомобиль, отличающийся от внедорожных качеств. Фрикционная многодисковая муфта самого современного типа распределителя блокировки дифференциала. Для управления усилием сжатия заданного фрикционного диска используется муфта сцепления, позволяющая распределять крутящий момент по осям в зависимости от конкретных дорожных условий. При нормальных дорожных условиях оси нагружаются равномерно. Если оси начинают вращаться вхолостую (проскальзывать), то фрикционные диски сжимаются,

предотвращая центр в дифференциале частично или полностью. В этот момент мост, находящийся на дороге, становится тем лучше, чем больше крутящий момент двигателя. Для этого водитель подает команду на электродвигатель или гидроцилиндр. Вязкая муфта или вязкая, HD, старая, но дешевая и простая в работе с блокировкой дифференциала. Он состоит из набора дисков, помещенных в корпус, заполненный силиконовой жидкостью. Диски соединены со ступицами колес и прикреплены к корпусу. Всегда быстрота и мостик открывания бывают разные, силикон становится гораздо более вязким, чтобы предотвратить появление дисков. Одним из недостатков старой конструкции можно назвать склонность к перегреву во время работы, а также задержку действия. Дифференциал Торсена, с его ограниченной энергией, используется для паркетных внедорожников и вездеходов. Как и вязкостная муфта, которая передает крутящий момент на ось, которая с меньшей вероятностью выскользнет наружу. Привод дифференциала Торсена способен распределять не более 80% напорной нагрузки от пресс-формы: пресс-форма как бы скользит и будет в любом случае иметь не менее 20% крутящего момента. Конструкция дифференциала включает в себя червячные передачи, за счет трения которых образуется замок.

Раздаточная коробка – управление на старых внедорожниках - грузовики и спецавтомобили обычно бывают ручными, механизированными, контролирующими передачу. Для подсоединения или отсоединения осей, а также для включения дифференциала или меньшей линейки используйте рычаг, обычно расположенный на полу кабины рядом с рычагом коробки передач. Иногда вам нужно полностью остановить машину, чтобы сделать это. Новый тип ручного электрического управления: все способы работы раздаточной коробки выбираются кнопками с помощью приборной панели. Если у распределителя есть синхронизатор, вам не нужно останавливать автомобиль.

В современных автомобилях используется система автоматического управления раздаточной коробкой. Когда опция автоматического режима,

бортовой компьютер сам обнаруживает скольжение пресс-формы, а затем перенаправляет крутящий момент. При необходимости включает блокировку дифференциала. Водитель может отключить автоматику и выполнять всю работу по курсу самостоятельно. Рычаг управления отсутствует.

Все виды кроссоверов и вездеходов с полностью автоматической системой управления раздаточной коробкой. Водитель не может управлять самим механизмом, тогда все решения принимаются электронным способом.

1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач

В данной дипломной работе основной целью является достижение возможности блокирования дифференциала прямо при движении автомобиля, что в какой то степени повысит его проходимость при езде по бездорожью, поскольку что бы заблокировать дифференциал автомобилю не нужно останавливаться. А значит и повысит конкурентоспособность данного автомобиля, что будет иметь положительный экономический эффект.

1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач

Данная цель дипломной работы решается следующим способом: Скользящую муфту блокировки дифференциала предлагается заменить на синхронизатор. Все конструкторские расчеты по данному элементу проектируемого узла находятся в конструкторской части данной работы.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 4$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1400$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 37,50$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 630$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,46$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,018$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	45
задняя ось.....	55
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность 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

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B, \quad (2.1)$$

где G_o – собств-й вес авто-ля;

G_n – вес пассажиров;

G_b – вес багажа.

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н}, \quad (2.2) \gg [2]$$

$$\ll G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н}, \quad (2.3)$$

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

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н}, \quad (2.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н}, \quad (2.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (2.7)$$

б) Подбор шин

Шины 205/75 R15.

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

где r_k – рад. кач-я кол.;

r_{CT} – стат-й рад. кол.;

$B = 205$ – шир. проф., мм;

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

$d = 381$ – посад-й диам., мм;

$\lambda = 0,85$ – коэфф-т типа шины.

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

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.9) \gg [2]$$

«где U_K – пер-ое число высш. пер. в КПП, на кот. обесп-я макс-я скор-ть, число высшей передачи КП равно 0,820;

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

$$U_0 = (0,321 \cdot 630) / (0,820 \cdot 1,2 \cdot 37,50) = 5,501$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Таблица 2.1 – Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	12,0	114,4
1400	147	17,4	118,5
1800	188	22,9	121,5
2200	230	28,5	123,7
2600	272	34,0	124,8
3000	314	39,3	124,9
3400	356	44,2	124,1
3800	398	48,7	122,3
4200	440	52,6	119,6
4600	482	55,8	115,8
5000	524	58,2	111,1
5400	565	59,6	105,4
5800	607	60,0	98,8
6016	630	59,7	94,8

Принимаем $N_{MAX} = 60000$ Вт.

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.10)$$

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

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (2.11)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.12) \gg [2]$$

«где n_e – обороты двигателя, об/мин.

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}} \quad (2.13)$$

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

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX} \quad (2.14)$$

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

$$\psi_{MAX} = 0,031 + 0,30 = 0,331$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,331 \cdot 0,321 / (124,9 \cdot 0,91 \cdot 5,501 \cdot 2,1) = 1,452$$

$$U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}} \quad (2.15)$$

где $G_{сц}$ – сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н, m_1 – коэфф-т перераспределения нагрузки на передние колёса);

φ – коэфф-т сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (124,9 \cdot 0,91 \cdot 5,501 \cdot 2,1) = 3,512$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,500$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,500 / 0,820)^{1/4} = 1,437, \quad (2.16) \text{ »}[2]$$

$$\ll U_2 = U_1 / q = 3,500 / 1,437 = 2,435, \quad (2.17)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,435 / 1,437 = 1,694, \quad (2.18)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,694 / 1,437 = 1,179, \quad (2.19)$$

$$U_5 = 0,820.$$

Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля NIVA:

$U_{КП}$: 3,67; 2,10; 1,36; 1,00; 0,82;

$U_{ГП}$: 4,10.

Расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (2.20)$$

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
003	1,9	3,3	5,1	6,9	8,4
1400	2,6	4,6	7,1	9,6	11,7
1800	3,4	5,9	9,1	12,3	15,1
2200	4,1	7,2	11,1	15,1	18,4
2600	4,9	8,5	13,1	17,8	21,7
3000	5,6	9,8	15,1	20,6	25,1
3400	6,4	11,1	17,1	23,3	28,4
3800	7,1	12,4	19,2	26,1	31,8
4200	7,8	13,7	21,2	28,8	35,1
4600	8,6	15,0	23,2	31,5	38,5
5000	9,3	16,3	25,2	34,3	41,8

5400	10,1	17,6	27,2	37,0	45,2
5800	10,8	18,9	29,2	39,8	48,5
6016	11,2	19,6	30,3	41,3	50,3»[2]

«2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.21)$$

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	5836	3339	2163	1590	1304
1400	6041	3457	2239	1646	1350
1800	6199	3547	2297	1689	1385
2200	6306	3608	2337	1718	1409
2600	6364	3641	2358	1734	1422
3000	6372	3646	2361	1736	1424
3400	6330	3622	2346	1725	1414
3800	6239	3570	2312	1700	1394
4200	6098	3489	2260	1662	1362
4600	5907	3380	2189	1610	1320
5000	5666	3242	2100	1544	1266
5400	5376	3076	1992	1465	1201
5800	5036	2882	1866	1372	1125
6016	4832	2765	1791	1317	1080

2.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (2.22)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.23)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.24)$$

Полученные данные заносим в таблицу. »[2]

«Таблица 2.4 – Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	322	322
5	17	326	344
10	70	338	408
15	157	358	515
20	278	387	665
25	435	423	858
30	626	467	1093
35	852	519	1372
40	1113	580	1693
45	1409	648	2058
50	1740	725	2465

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.25)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.26)$$

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	0,326	0,186	0,120	0,087	0,070
1400	0,337	0,192	0,123	0,088	0,070
1800	0,346	0,197	0,125	0,088	0,069
2200	0,352	0,200	0,126	0,087	0,066
2600	0,355	0,201	0,125	0,085	0,061
3000	0,355	0,200	0,123	0,081	0,055
3400	0,352	0,198	0,120	0,075	0,048
3800	0,347	0,193	0,115	0,069	0,039
4200	0,338	0,188	0,109	0,061	0,028
4600	0,327	0,180	0,101	0,051	0,016

5000	0,313	0,171	0,093	0,041	0,003
5400	0,296	0,160	0,082	0,029	-0,012
5800	0,277	0,147	0,071	0,015	-0,029
6016	0,265	0,139	0,064	0,007	-0,038»[2]

«2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.27)$$

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

Ψ – коэфф-т суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.28)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (2.29)$$

где δ_1 – коэфф-т учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 – коэфф-т учёта вращающихся масс двигателя.

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,015.$$

Таблица 2.6 – Коэфф-т учета вращающихся масс

	U1	U2	U3	U4	U5
δ	1,217	1,081	1,043	1,030	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	2,48	1,52	0,96	0,65	0,49
1400	2,57	1,58	0,98	0,66	0,49
1800	2,64	1,62	1,00	0,66	0,46
2200	2,69	1,64	1,00	0,64	0,43
2600	2,71	1,65	0,99	0,61	0,37
3000	2,71	1,64	0,97	0,56	0,30
3400	2,69	1,62	0,93	0,50	0,21
3800	2,64	1,58	0,88	0,42	0,11
4200	2,58	1,52	0,82	0,33	-0,01
4600	2,49	1,45	0,74	0,23	-0,14

5000	2,37	1,36	0,65	0,11	-0,30
5400	2,24	1,26	0,54	-0,02	-0,46
5800	2,08	1,14	0,43	-0,16	-0,65
6016	1,98	1,07	0,36	-0,25	-0,75»[2]

«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	0,40	0,66	1,05	1,53	2,03
1400	0,39	0,63	1,02	1,51	2,05
1800	0,38	0,62	1,00	1,52	2,15
2200	0,37	0,61	1,00	1,56	2,35
2600	0,37	0,61	1,01	1,65	2,69
3000	0,37	0,61	1,03	1,79	3,33
3400	0,37	0,62	1,07	2,01	4,68
3800	0,38	0,63	1,14	2,36	9,07
4200	0,39	0,66	1,23	2,99	-109,24
4600	0,40	0,69	1,35	4,33	-6,91
5000	0,42	0,73	1,54	8,77	-3,37
5400	0,45	0,79	1,84	-57,71	-2,15
5800	0,48	0,88	2,35	-6,15	-1,54
6016	0,50	0,93	2,80	-4,05	-1,32

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i), \quad (2.30)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2} \quad (2.31)$$

где k – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}), \quad (2.32)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k \quad (2.33)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 . »[2]

«Таблица 2.9 – Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	204	1,0
0-10	611	3,1
0-15	1201	6,0
0-20	2026	10,1
0-25	3166	15,8
0-30	4759	23,8
0-35	6944	34,7

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.34)$$

где $k = 1$;

m – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 :

$$S_1 = \Delta S_1, \quad (2.35)$$

до скорости V_2 :

$$S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (2.36)$$

до скорости V_n :

$$S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (2.37)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 2.10 – Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	51	3
0-10	356	18
0-15	1094	55
0-20	2538	127
0-25	5103	255
0-30	9484	474

0-35	16586	829
------	-------	-----

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.38) \gg [2]$$

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

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

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

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

Таблица 2.11 – Мощностной баланс

Обор. дв-ля, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	10,9
1400	15,8
1800	20,8
2200	25,9
2600	30,9
3000	35,7
3400	40,2
3800	44,3
4200	47,9
4600	50,8
5000	52,9
5400	54,2
5800	54,6
6016	54,3

Таблица 2.12 – Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. воз.	Мощн. сопр кач-я	Сумм. мощн. сопр
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,6	1,7
10	0,7	3,4	4,1
15	2,3	5,4	7,7
20	5,6	7,7	13,3
25	10,9	10,6	21,4
30	18,8	14,0	32,8
35	29,8	18,2	48,0
40	44,5	23,2	67,7
45	63,4	29,2	92,6
50	87,0	36,2	123,2

2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.39) \gg [2]$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523, \quad (2.40)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227, \quad (2.41)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}}. \quad (2.42)$$

Таблица 2.13 – Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение K _И	Значение K _Е	Значение Q _□
1003	8,4	0,293	0,175	1,115	1,161	6,7
1400	11,7	0,326	0,244	1,082	1,125	7,2
1800	15,1	0,373	0,314	1,039	1,093	7,9
2200	18,4	0,435	0,384	0,990	1,066	8,7
2600	21,7	0,512	0,454	0,940	1,044	9,7
3000	25,1	0,605	0,524	0,899	1,028	10,8
3400	28,4	0,718	0,593	0,876	1,017	12,2
3800	31,8	0,852	0,663	0,887	1,011	14,4
4200	35,1	1,013	0,733	0,954	1,010	18,0»[2]

«2.2 Расчет элементов раздаточной коробки передач

Данный проверочный расчет выполняется с учетом уменьшения скорости автомобиля за время синхронизации. Влиянием сопротивления масляной ванны и сил трения в подшипниках и зубчатых зацеплениях пренебрегаем. При проверочном расчете определяется время синхронизации и удельная работа за одно включение. [5]

2.2.1 Время синхронизации

$$t_c := \frac{\left(J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{\text{нач}} \right)^2}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (2.43)$$

где t_c – время синхронизации, сек; »[5]

« M_{μ} – момент трения синхронизатора, Н.м;

J_{Σ} – суммарный приведенный момент инерции, кг.м²;

U – передаточное число;

$\Delta\omega_{\text{нач}}$ – начальная разность угловых скоростей, рад/с;

ε_c – угловое замедление вала, на котором расположен синхронизатор,

рад/с².

$$J_{\Sigma} := 0.2$$

$$\Delta\omega_{\text{нач}} := 1500$$

$$U := 0.8$$

$$\varepsilon_c := 700$$

2.2.2 Момент трения синхронизатора

$$M_{\mu} := \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin(\gamma)} \quad (2.44)$$

где r_{μ} – средний радиус поверхности трения синхронизатора, мм;

μ – коэфф-т трения;

γ – половина угла конуса, град;

Q – осевая сила на передвижной муфте, Н.

$$r_{\mu} := 22$$

$$\mu := 0.06$$

$$\gamma := 7$$

2.2.3 Осовая сила

$$Q := P_p \cdot U_{pm} \cdot \eta \quad (2.45)$$

где P_p – нормативное усилие на рукоятке рычага переключения, Н; »[5]

« U_{pm} – передаточное число от рукоятки рычага к муфте;

η – коэфф-т полезного действия привода переключения.

$$P_p := 60$$

$$U_{pm} := 9$$

$$\eta := 0.9$$

$$Q := P_p \cdot U_{pm} \cdot \eta$$

$$Q = 486 \text{ Н}$$

$$M_\mu := \frac{r_\mu \cdot \mu \cdot Q}{\sin(\gamma)} \quad (2.46)$$

$$M_\mu = 976.46$$

$$t_c := \frac{(J_\Sigma \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{нач})}{M_\mu - J_\Sigma \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (2.47)$$

$$t_c = 0.22$$

Для легковых автомобилей время синхронизации 0,15...0,3 с.

2.2.3 Расчет зубчатой передачи

Исходные параметры для расчета на прочность зубчатой передачи:

$z_1 := 22$ - число зубьев муфты.

$z_2 := 22$ - число зубьев ступицы.

$m := 2.5$ - нормальный модуль, м.

$b_1 := 22$ - ширина венца шестерни, мм.

$b_2 := 14$ - ширина венца колеса, мм.

$x_1 := 0$ - коэфф-т смещения шестерни.

$x_2 := 0$ - коэфф-т смещения колеса.

$\beta := 16.4$ - угол наклона, град.

$R_a := 2.0$ - шероховатость поверхности, мкм.

$T_j := 70$ - постоянная нагрузка, Нм. »[5]

$n := 2000$ - 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.

$h_{t2} := 1$ – толщина упроченного слоя колеса.

$Ho_1 := 58 \text{ HRC}$ – твердость поверхности зуба шестерни.

$Ho_2 := 50 \text{ HRC}$ – твердость поверхности зуба колеса.

$Hk_1 := 500 \text{ HV}$ – твердость сердцевины зуба шестерни.

$Hk_2 := 500 \text{ HV}$ – твердость сердцевины зуба колеса.

$\sigma_{\tau 1} := 1400$ – предел текучести материала шестерни, МПа.

$\sigma_{\tau 2} := 1200$ – предел текучести материала колеса, МПа.

$L_h := 1100$ – 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 $\alpha_{t\omega}$.

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

$$\alpha_{t\omega} = 20.78 \text{deg} [5]$$

«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 .

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

$$\alpha_{a1} = 30.69 \text{deg} \gg [5]$$

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

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

Составляющие коэф-та торцового перекрытия ϵ_a .

$$\epsilon_{a1} := \frac{z1 \cdot (\tan(\alpha_{a1}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi} \quad (2.61)$$

$$\epsilon_{a1} = 0.75$$

$$\epsilon_{a2} := \frac{z2 \cdot (\tan(\alpha_{a2}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi} \quad (2.62)$$

$$\epsilon_{a2} = 0.75$$

Коэфф-т торцового перекрытия ϵ_α .

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

$$\epsilon_\alpha = 1.5$$

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 .

$$\epsilon_\beta := \frac{b2}{p_x} \quad (2.65)$$

$$\epsilon_\beta = 0.5$$

Сумарный коэфф-т перекрытия ϵ_γ .

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

$$\varepsilon_{\gamma} = 2$$

Основной угол наклона β_b . »[5]

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

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

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

$$v_2 := v_1$$

$$E_1 := E$$

$$E_2 := E_1$$

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

$$Z_E = 191.65 \quad \gg [5]$$

«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.

$$F_{Ht} := \frac{2000 \cdot T_j}{d_1} \quad (2.74)$$

$$F_{Ht} = 2441.89$$

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: $\frac{v \cdot z_1}{1000} < 1.4$ для

косозубых передач.

Резонансная зона далеко и определение коэфф-та K_H 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 . »[5]

«При твердости $H1 < 350 HV$ и $H2 < 350 HV$ 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} .

$$u := 6.1$$

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

$$\omega_{Hv} = 3.46$$

Динамическая добавка v_H .

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

$$v_H = 0.02$$

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.

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

$$f_{kZ} = 4.5 \gg [5]$$

«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 $x_2=0$: $C_1 := 17.4$

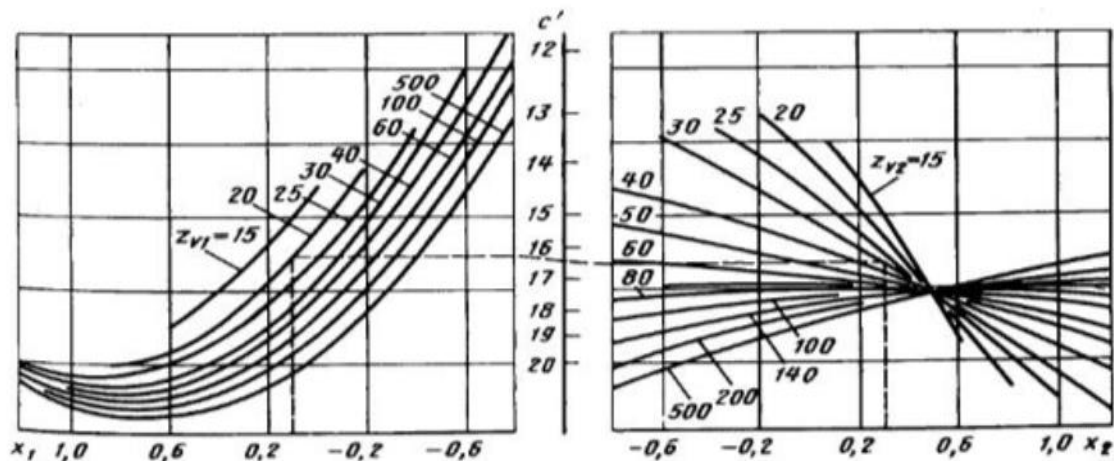


Рисунок 2.1 - Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

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

$$K_k := 0.14$$

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

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

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

$$H_{HV} := 300$$

$$K_{H\omega} := 1 - \frac{20}{(0.01 \cdot H_{HV} + 2)^2 \cdot (v + 4)^{0.25}} \quad (2.82) \gg [5]$$

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

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

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

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

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

$$C_\gamma := C1 \cdot (0.5 \cdot \varepsilon_\alpha + 0.25) \quad (2.84)$$

$$C_\gamma = 17.39$$

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.

$$d1 = 57.33 \text{ мм}$$

$$d2 = 57.33 \text{ мм}$$

$$f_{pb1} := 15$$

$$f_{pb2} := 15$$

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.

$$\gamma_{\alpha 1} := 0.075 \cdot f_{pb1} \quad (2.86)$$

$$\gamma_{\alpha 1} = 1.13$$

$$\gamma_{\alpha 2} := \frac{160}{\sigma_{Hlim2}} \cdot f_{pb2} \quad (2.87) \gg [5]$$

$$\gamma_{\alpha 2} = 2.29$$

$$\gamma_{\alpha} := \frac{\gamma_{\alpha 1} + \gamma_{\alpha 2}}{2} \quad (2.88)$$

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

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.

$$\sigma_{H0} := Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{F_{Ht}}{b_2 \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u}} \quad (2.93) \gg [5]$$

$$\sigma_{H0} = 710.26$$

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} .

$$N_{HB} := 470$$

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

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

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6 \text{ » [5]}$$

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

$$H_{HB} := 400$$

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

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

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

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

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

$$Z_R := 0.95 \gg [5]$$

«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: »[5]

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

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

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

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

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. »[5]

3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Анализ влияния изменения конструкции раздаточной коробки передач автомобиля на активную безопасность автомобиля

В данной работе модернизация раздаточной коробки передач автомобиля Chevrolet Niva заключается в замене скользящей шестерни блокировки дифференциала на синхронизатор, вследствие этого, блокировку дифференциала можно произвести при движении автомобиля. Благодаря этому происходит безударная блокировка дифференциала, что уменьшает нагрузки на зубья шестерен, т.е. износ шестерен будет меньше в процессе эксплуатации автомобиля, следовательно будет больше и ресурс составляющих деталей раздаточной коробки передач, что в какой то степени позволяет увеличить активную безопасность автомобиля.

В итоге, в данной работе изменения приводят к улучшению активной безопасности автомобиля. Также в дополнение к выше сказанному рекомендуется произвести некоторые мероприятия по шумоизоляции раздаточной коробки передач, применяя современные шумоизолирующие материалы для уменьшения шума в салоне автомобиля, что влияет на утомляемость водителя, а значит и на активную безопасность автомобиля.

3.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки раздаточной коробки передач.

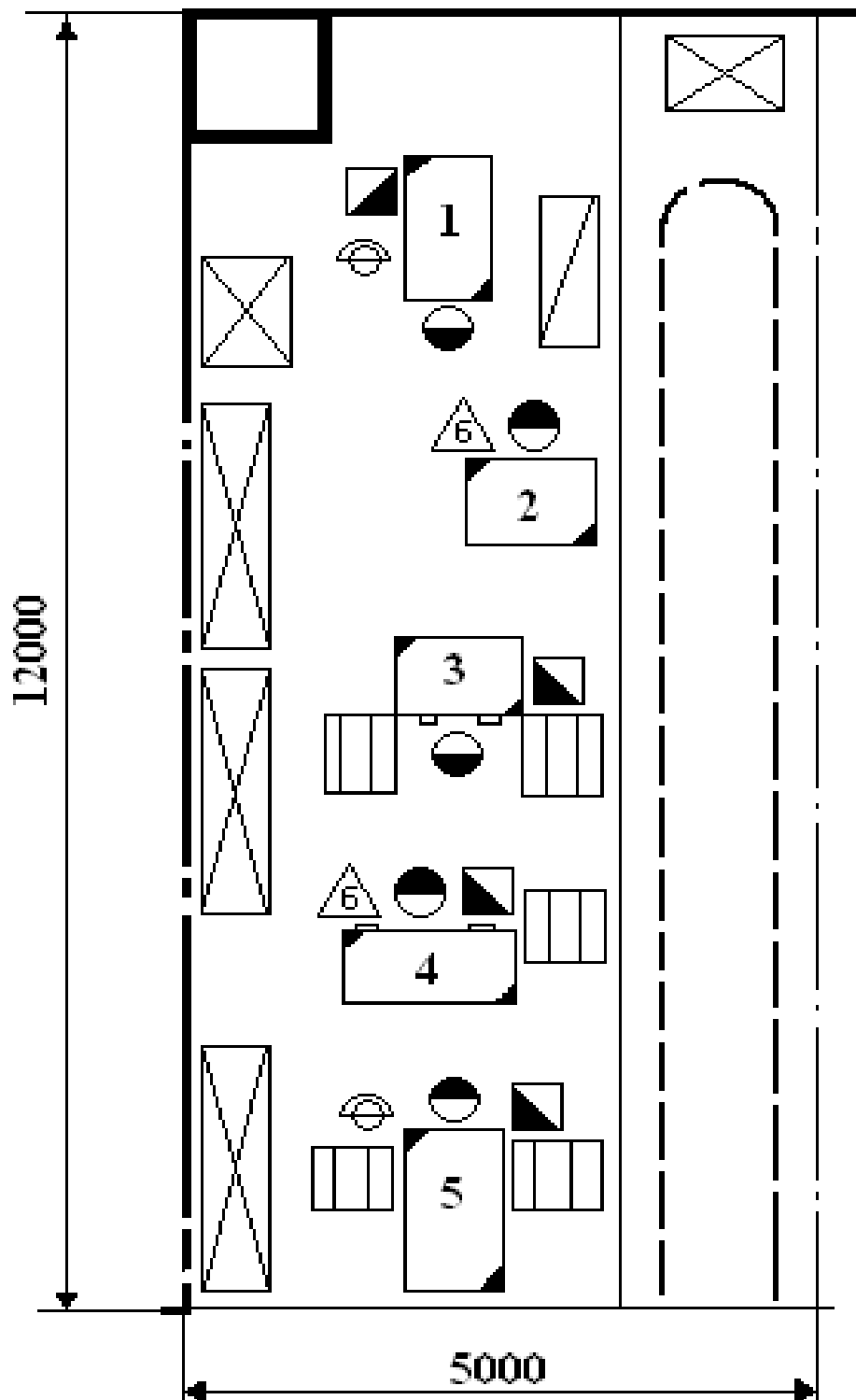












Рисунок 3.1 – Эскиз рабочего места

Условные обозначения

	Перемонтируемое оборудование
	Положение рабочего при обслуживании одного станка
	Стелаж
	Контейнер для материала, заготовок деталей, стружки
	Граница прохода участка
	Устройство бамперное на проездах
	Конвейер грузонесущий подвесной с подъёмом и опуском
	Подвод сжатого воздуха 0,6 МПа
	Присоединение к электричеству 380В. 50Гц
	Телефон

«Таблица 3.1 – Описание технологического оборудования»

№ поз. на схеме объекта	Названия технического оснащения	Действия, исполняемые с применением технического оснащения
1.	Стол рабочий	Вскрытие упаковки подшипника
2.	Установка прессы	Процесс запрессовывания обоймы внутренней
3.	Установка для сборки	Сборочная операция – ведущий вал РКП
4.	Пресовая установка	Операция запрессовывания подшипников
5.	Устройство для заворачивания гаек электрический	Закручивание гайки и проверка на проворот»[7]

3.2 Выявление опасных и вредных производственных факторов

Вредных для производственных элементов-компонентов, окружающей среды и трудового процесса, а также их влияние на работу в определенных условиях (интенсивность, продолжительность и др.) Может привести к профессиональным заболеваниям, временным или постоянным, менее эффективным, увеличить частоту физических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

«Таблица 3.1 - Опасные и вредные факторы

ОВПФ	Оборудование, приспособление, инструмент	Воздействие на организм
1. Физические		
а) движущие машины и механизмы	Электропогрузчики, поточная линия	Запыленность воздуха, общая вибрация, шум, повышенное движение воздуха, нарушение целостности организма
б) подвижные части производственного оборудования	Транспорт поточной линии, вращающиеся части	Шум, общая вибрация, повреждения частей тела
в) передвигающиеся изделия	Детали и сборочные единицы в	Повреждение частей тела
г) Повышенная запыленность и загрязненность воздуха	Электропогрузчики	Воздействие на органы дыхания, утомляемость
д) повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, ультразвуковых колебаний	Электроинструмент, электропогрузчики	Шумовое воздействие на органы слуха, внутренние расстройства организма, влияние на сердечно-сосудистую систему, повышенная утомляемость
е) Повышенное	Электрические	Поражение»[7]

«напряжение электросети	электроустановки, технологическое оборудование с электроприводом	электротоком
ж) Отсутствие или недостаток естественного освещения, недостаточная освещенность рабочей зоны	Производственные помещения, осветительное оборудование	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, нарушение целостности организма, усталость
з) Острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности заготовок, инструмента, оборудования	Заготовки, детали и сборочные единицы, инструмент, контейнеры	Повреждение частей тела, нарушение целостности организма
2. Химические		
Раздражающие вещества	Смазка, пыль	Раздражение кожи, воздействие на органы дыхания
3. Психофизиологические		
а) физические перегрузки		Статические и динамические перегрузки, утомление, нагрузка на ноги
б) нервно-психические		Общение в коллективе, утомление, усталость, эмоциональное напряжение»[7]

3.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

1. Организационные мероприятия

В целях охраны труда рабочие и служащие должны быть уведомлены о том, что безопасность, промышленная гигиена,

"Пожарные и другие правила охраны труда.

Существует несколько типов инструкций:

- Все новые абитуриенты, предприятия, а также бывшие в употреблении студенты и студенты, прибывшие на практику, должны были пройти начальное образование. Его проводил инженер по охране труда.

- Начальная учебная работа проводится на всех вновь поступивших предприятиях, при переводе из одной секции в другую, прикомандированных и т.д.

- Повторное обучение проводится не менее чем через полгода. Целью данной инструкции является восстановление в памяти правил работы по охране труда, а также анализ конкретных нарушений практики работы магазина или предприятия.

- При изменении технического процесса, изменении правил охраны труда, введении нового оборудования, за нарушение работниками требований охраны труда, которое может привести или привело к травме, несчастному случаю, взрыву или пожару; при перерывах в работе-работа, требующая дополнительных требований охраны труда не более 30 календарных дней, при других работах– 60 календарных дней.

Выбор специалиста важен для гарантирования безопасности труда, целью которого является выявление лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным для участия в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, также возлагаются следующие обязанности: соблюдение инструкций по охране труда, установленных требований

Управление машинами и механизмами и использование средств индивидуальной защиты.

Рабочий день будет проходить с 7: 00 в 15-45, с перерывом на обед с 11: 00 до 11: 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье-выходные дни.

Чтобы обеспечить хорошую производительность и поддерживать здоровье профессиональных пользователей, необходимо установить контрольный перерыв во время рабочей смены. Сотрудникам участка, учитывая их трудовую категорию и уровень тяжести, контрольные перерывы должны устанавливаться через два часа после начала рабочей смены и 1,5-2,0 часа обеденного перерыва через 15 минут или каждые 10 минут после каждого часа работы.

Во время контрольных перерывов меньше нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устраняется влияние гиподинамии и гипокинезии, предотвращается развитие постнатального утомления, необходимо осуществлять физическую нагрузку минут полного воздействия или физических перерывов. Для этого необходимо оборудовать специальное помещение для психологической разгрузки.

2. Мероприятия проекта

1. Применение строительной техники должно соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность функционирования технического процесса.

2. Использование строительной техники, сырья, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и упаковки в производственных помещениях и на рабочем месте не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояние между узлами оборудования, а также между устройством и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующего качества технического проектирования, строительных норм и правил.

4. Размещение цехов и перестройка существующей технологии работы оборудования должны быть отражены в техническом плане. Техническое планирование проекта и вновь построенных цехов, секций и категорий должно быть утверждено местными органами государственного санитарно-пожарного

надзора.

5. При размещении строительной техники, организации транспортировочного прохода, распределении агрегатов, узлов, деталей и материалов работы следует учитывать. Ширина прохода устанавливается в зависимости от размера транспортируемого материала и

Транспортные средства и принимаются в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов работ должна определяться с учетом габаритов ремонтного агрегата и обрабатываемых изделий.

7. Работы, подъездные пути, проходы и оборудование должны быть свободны и загромождены материалами, агрегатами, деталями, строительными отходами и контейнерами, которые затем собираются погрузчиками и вывозятся обычной посудой.

8. Работа должна обеспечивать удобство труда, свободу передвижения, минимальную физическую нагрузку и безопасные высокоэффективные условия труда.

9. Инструменты, приспособления и узлы должны быть рядом с работой: что левая рука слева, то правая рука справа; на этом основании размещают и принадлежности (ящики для инструментов, стеллажи и т. д.).

10. Материалы, детали, узлы, изделия труда должны быть уложены в стеллажи таким образом, чтобы обеспечить их устойчивость и легкость захвата для вас при использовании тренажеров.

11. Изготавливаться для замков должна была жесткая и прочная конструкция, отрегулированная по высоте работы с помощью подставок для них или опор для ног. Чтобы обезопасить людей в непосредственной близости от возможных травм от летящих кусков обрабатываемого материала, необходимо было иметь защитные экраны высотой не менее 750 мм и ячейку размером не более 3 рыб.

12. Установить его крупным планом со стен можно только в том случае,

если в нем размещены радиатор, трубопроводы и другое оборудование.

3. Технические средства

Эффективным методом обеспечения чистоты и приемлемых параметров в рабочей зоне является вентиляция воздуха, которая включает в себя удаление загрязненного и находящегося в отапливаемом помещении приточного воздуха, а именно свежего воздуха. По способу движения воздуха воздух делится на естественный (вентиляция, аэрация), механический и комбинированный.

При необходимости управления микроклиматом участка обеспечивается искусственный (механический) регулярный обмен воздуха, а там, где организован естественный обмен воздуха (ветер).

Для защиты человека от теплового излучения при наличии устройства или участка рабочих органов, излучающих тепло интенсивности, превышающей норму, используется тепло экрана.

Необходимо убедиться в освещенности, участок оборудован комбинированной световой системой, в которой достаточное естественное освещение обеспечивается искусственным освещением. Участок также имеет рабочее световое оформление, общее выполнение производственного процесса, прохождение людей и движения транспорта и является обязательным во всех помещениях.

Безопасное передвижение рабочих на объекте-последний оборудован бамперными устройствами.

Производство, процесс демпфирование вибрации используется для борьбы с вибрацией. Этот процесс основан на низком уровне вибрации защищаемого объекта путем преобразования энергии механических колебаний этой колебательной системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется с использованием в качестве конструкционного материала высокого внутреннего трения: резины, пластмассы, дерева, нейлона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесением слоя упруго-вязкого материала с высокими потерями внутреннего трения на вибрирующую

поверхность. Также используется метод виброгашения - он осуществляется при установке оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на строительной площадке используйте средства индивидуальной защиты (наушники и беруши).

4. Средства индивидуальной защиты

Рекомендуется использовать хлопчатобумажную спецодежду, вязаные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

5. Инструкция слесаря МСР

Общие положения

1. Лица прошедшие следующие испытания позволяют работать самостоятельно на оборудовании:

- Начальное образование;
- Уведомление о пожарной безопасности;
- Начальное обучение на рабочем месте;
- Курсы по электробезопасности и работе по проверке совместимости ее

содержания.

2. Рабочие должны иметь:

- Повышение квалификации по технике безопасности труда не реже одного раза в три месяца;

- Древнее Примечание: при изменении технического процесса или правил охраны труда, замене или модернизации производственного оборудования, приборов и инструментов, изменении правил и профсоюзов, нарушении инструкций по охране труда, перерывах в работе более 60 календарных дней;

- диспансерное медицинское обследование-ежегодно.

3. Рабочие должны быть:

- Соблюдать установленные на предприятии правила внутреннего трудового распорядка;

- Соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции по мерам пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;

- Которые отвечают требованиям, предъявляемым к эксплуатации оборудования;

- Намерены использовать и беречь выданные средства индивидуальной защиты.

4. Рабочие должны быть:

- Уметь оказывать первую помощь (доврачебную) пострадавшему в результате несчастного случая;

- Знать расположение объектов первой медицинской помощи, первичного противопожарного оборудования, главных и аварийных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;

- Показывайте только назначенную работу и не передавайте ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;

- Во время работы внимание, отсутствие внимания или внимания других людей, не позволяйте людям, связанным с работой, входить в работу;

- держите рабочее место в чистоте и порядке.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Ешьте, курите, а остальное просто отведенные места и зоны. Воду пьют только в специально разработанных установках.

3.4 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайное положение, в результате возникновения которого возникает угроза жизни, здоровью, имуществу населения, экономике и окружающей среде. Во-первых, разработаны технические и организационные меры, снижающие возможность реализации опасного потенциала современных технических систем.

Для этого в технических системах установлены щиты-средства взрывозащиты и пожаротушения.

Во-вторых, в направлении подготовки объекта, персонала и Службы государственного акта в чрезвычайных ситуациях необходимо создавать детальные сценарии развития и вероятности аварий и катастроф в момент конкретных объектов. Правительство РФ ввело обязательную для разработки

декларацию промышленной безопасности. [21] [22]

Она содержит следующие разделы:

- Общая информация об объекте;
- Анализ рисков промышленного оборудования;
- Обеспечение готовности промышленных объектов, реагирование на чрезвычайные ситуации;
- Общественная информация.

Компонентно-распределительная компания расположена ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия, которые были разработаны в этой отрасли компании, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, относятся именно к этой категории.

В результате работы в этом разделе мы обнаружили следующее:

- Выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при монтаже распределительной системы;
- Разработка мер по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- Разрешение категории пожарной опасности шаг - " б " – - противопожарные мероприятия.
- В категории партии по безопасности - 2. Определено в классе (помещения повышенной опасности). Разработаны мероприятия по предотвращению поражения электрическим током, а также описаны действия в случае возникновения аварийной ситуации на промышленном объекте.

4 Экономическая эффективность проекта

Вопреки многим прогнозам, поршневые двигатели по-прежнему остаются доминирующими в течение длительного времени. Таким образом, механическая коробка передач и раздаточные коробки, отличающиеся универсальностью и простотой конструкции, также долго сохраняют свое значение. К этому следует добавить, что на протяжении многих лет применение шестерен разрабатывались совершенные методы их производства, были созданы высокопроизводительные специальные машины, оборудованные заводами производителей.

В данной работе была осуществлена модернизация раздаточной коробки передач, т.е. замена скользящей шестерни блокировки дифференциала на синхронизатор, который в свою очередь позволяет производить безударную блокировку дифференциала, что повышает долговечность зубьев шестерен, т.е. благодаря модернизации увеличивается долговечность деталей раздаточной коробки передач ориентировочно на 75 %, обеспечивая повышенную надежность движения автомобиля и больший срок его эксплуатации.

4.1 Расчет себестоимости проектируемой конструкции раздаточной коробки передач.

Таблица 4.1

Название показателя	Обозн-е	Е.из мер.	Знач-е
Год-я прогр. вып-а изд.	Vг.	Шт	50000,0
Страх-е внесения в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.	%	30,0
Коэфф-т общезаводских расходов.	Еозав.	%	215,0
Коэфф-т комм-х (внепроизв-ых) расх-в	Ек.	%	5,0
Коэфф. расх. на содерж-е и	Еоб.	%	194,0
Коэфф-ы трансп. - загот-ых расх-в	Кт.зр.	%	1,450
Коэфф-т цех-х расх-в	Ецх	%	183,0
Коэфф-т расх-в на инст-т и осн-ку	Еинс.	%	3,0
Коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й	Крнт.	%	30,0
Коэфф-т допл. или выпл. не связ-х с раб-й на произв-ве	Квп.	%	12,0
Коэфф-т прем. и допл. за раб. на произв-ве	Кпрм.	%	23,0
Коэфф-т возвр-х отх.	Квт	%	1,0
Час-я тарифн. став 3-го разр.	Ср3	руб	66,710
Час-я тарифн. став 4-го разр.	Ср4	руб	72,240
Час-я тарифн. став. 5-го разр.	Ср5	руб	79,890
Час-я тарифн. став 6-го разр.	Ср6	руб	93,810
Коэфф-т капиталообр. инвест-й	Ки	%	30,0

Расходы "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.zp}}{100} - \frac{K_{em}}{100} \right) \quad (4.1)$$

Где,

C_m – опт-я цена мат-ла i-го вида,руб.;

Q_m – норм. расхс мат-ла i-го вида,кг.,м.;

$K_{т.зр}$ – коэфф-т трансп.-загот-ых расх-в,%;

$K_{вт}$ – коэфф-т возвр-х отх.,%;

Таблица 4.2 - Расходы на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Литье горячего металла	кг	1,92	1,4	2,688
Горячекатанный прокат	кг	8,23	1,9	15,637
Литье цветного металла	кг	19,85	1,56	30,966
Прокат цветного металла	кг	49,5	1,84	91,08
Сырье цветного металла	кг	62,3	1,95	121,485
Сталь 45	кг	5,04	2,36	11,89
Итого				273,75
Ктз		1,45		3,97
Квот		1		2,74
Всего				280,46

$$M := 280.46$$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты"

производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{m.zp}}{100} \right) \quad (4.2)$$

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 - Расходы на покупные изделия

Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Подшипник	12,6	7	88,20
Готовые изделия и узлы	25,6	4	102,40
Изделия из резины и пластмасс	8,5	5	42,50
Электроприборы	86,3	2	172,60
Итого			405,70
Ктз		1,45	5,88
Всего			411,58

$$\Pi_i := 411.58$$

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

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{нрм}}{100} \right) \quad (4.3)$$

где Z_T - тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_T := C_{p.i} \cdot T_i \quad (4.4)$$

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

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

$K_{прем}$ - коэф-т премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 4.4 - Расходы на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Заготавливающие операции	3	0,164	66,71	10,94
Операция обработок	4	0,349	72,24	25,21
Операции по сборке	5	0,411	79,89	32,83
Операции испытания	6	0,191	93,81	17,92
Всего				86,90
Премия			23	19,99
Осн. часть з/п				106,89

$$Z_o := 106.89$$

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

$$K_{\text{ВП}} := 0.12$$

$$З_{\text{дп}} := З_0 \cdot K_{\text{ВП}} \quad (4.5)$$

$$З_{\text{дп}} = 106.89 \cdot 0.12 = 12.83$$

где $K_{\text{ВП}}$ - коэфф-т доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

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

$$E_{\text{сц.н}} := 0.30$$

$$C_{\text{сц.н}} := (З_0 + З_{\text{дп}}) \cdot E_{\text{сц.н}} \quad (4.6)$$

$$C_{\text{сц.н}} = (106.89 + 12.83) \cdot 0.30 = 35.92$$

где $E_{\text{сц.н}}$ - коэфф-т отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

Расходы "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$E_{\text{об}} := 1.94$$

$$C_{\text{с.об}} := З_0 \cdot E_{\text{об}} \quad (4.7)$$

$$C_{\text{с.об}} = 106.89 \cdot 1.94 = 207.37$$

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

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{ЦХ}} := 1.83$$

$$C_{\text{ЦХ}} := Z_0 \cdot E_{\text{Цех}} \quad (4.8)$$

$$C_{\text{ЦХ}} = 106.89 \cdot 1.83 = 195.61$$

где $E_{\text{ЦХ}}$ - коэфф-т цеховых расходов, %;

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

$$E_{\text{ИНС}} := 0.03$$

$$C_{\text{ИНС}} := Z_0 \cdot E_{\text{ИНС}} \quad (4.9)$$

$$C_{\text{ИНС}} = 106.89 \cdot 0.03 = 3.21$$

где $E_{\text{ИНС}}$ - коэфф-т расходов на инструмент и оснастку, %;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{ЦХ.с.с.}} := M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + C_{\text{сц.н}} + Z_{\text{дп}} + C_{\text{с.об}} + C_{\text{ЦХ}} + C_{\text{ИНС}} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{ЦХ.с.с.}} = 280.46 + 411.58 + 106.89 + 35.92 + 12.83 + 207.37 + 195.61 + 3.21 = 1253.85$$

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{о.зав}} := 2.15$$

$$C_{\text{о.зав}} := 30 \cdot E_{\text{о.зав}} \quad (4.11)$$

$$C_{\text{о.зав}} = 106.89 \cdot 2.15 = 229.81$$

где $E_{\text{о.зав}}$ - коэфф-т общезаводских расходов,%;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} := C_{\text{о.зав}} + C_{\text{цх.с.с.}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} = 229.81 + 1253.85 = 1483.67$$

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{к}} := 0.05$$

$$C_{\text{к}} := C_{\text{о.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{к}} \quad (4.13)$$

$$C_{\text{к}} = 1483.67 \cdot 0.05 = 74.18$$

где $E_{\text{к}}$ - коэфф-т коммерческих расходов,%;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{п.пр.}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} + C_{\text{ком}} \quad C_{\text{п.пр.}} = 1557.85 \quad (4.14)$$

$$C_{\text{п.пр.}} = 1483.67 + 74.18 = 1557.85$$

Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции коробки передач выполняется по формуле:

$$K_{рнт} := 0.3 \quad C_{п.б.} := 1497.52$$

$$C_{о.б.} := C_{п.б.} \cdot (1 + K_{рнт})$$

$$C_{о.б.} = 1497.52 \cdot (1 + 0.3) = 1946.78$$
(4.15)

где $K_{рнт}$ - коэфф-т рентабельности и плановых накоплений, %;

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции коробки передач.

Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(база)	Затр.на ед.изд.(проект)
Стоим-ть осн-х мат-в	М	265,80	280,46
Стоим-ть компл-х изд-й	Пи	400,11	411,58
Осн.зар.п. пр.раб.	Зо	102,66	106,89
Доп.зар.плата пр.раб.	Зд	12,32	12,83
Страх-е взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.н.	34,49	35,92
Расх. на содерж.и экспл-ю оборуд-я	Сс.обор	199,16	207,37
Цех. Расх-ы	Сцх	187,87	195,61
Расх-ы на INSTR. и осн-ку	Синс	3,08	3,21
Цех-ая себест-ть	Сц.с.с.	1205,49	1253,85
Общезав-ие расх.	Со.зав	220,72	229,81
Общезав-ая себест-ть	Со.зав.с.с.	1426,21	1483,67
Коммер-ие расх-ы	Ск	71,31	74,18
Полн. Себест-ть	Спол	1497,52	1557,85
Отп-ая ц.	Цот	1946,78	1946,78

$$C_{от.пр.} := 1946.78$$

«4.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$\begin{aligned} \text{Зперуд} &:= M + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + C_{\text{сц.н}} \\ \text{Зперуд} &= 280.46 + 411.58 + 106.89 + 12.83 + 35.92 = 847.67 \end{aligned} \quad (4.16)$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$\begin{aligned} \text{Зпер} &:= \text{Зперуд} \cdot V_{\Gamma} & V_{\Gamma} &:= 50000 \\ \text{Зпер} &= 847.67 \cdot 50000 = 42383592 \end{aligned} \quad (4.17)$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$\begin{aligned} \text{Ам.у} &:= \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot \text{НА}}{100} & \text{НА} &:= 13 \\ \text{Ам.уд.} &= ((207.37 + 3.21) \cdot 13) / 100 = 27.37 \end{aligned} \quad (4.18)$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений, %;

$$\begin{aligned} \text{Зпосуд} &:= \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot (100 - \text{НА})}{100} + C_{\text{цех}} + C_{\text{о.зав}} + C_{\text{к}} + \text{Ам.у} \\ \text{Зпосуд} &= ((207.37 + 3.21) \cdot (100 - 13)) / 100 + 195.61 + 229.81 + 74.18 + 27.37 = 710.18 \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска:

$$\begin{aligned} \text{Зпос} &:= \text{Зпосуд} \cdot V_{\Gamma} & (4.19) \\ \text{Зпос} &= 710.18 \cdot 50000 = 35508943.35 \text{»}[8] \end{aligned}$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{п.г} := C_{пол.пр.} \cdot V_{г}$$

$$C_{п.г} = 1557.85 \cdot 50000 = 77892535.35 \quad (4.20)$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр := Ц_{от.пр.} \cdot V_{г}$$

$$Выр = 1946.78 \cdot 50000 = 97339000 \quad (4.21)$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{мрж} := Выр - З_{пер}$$

$$Д_{мрж} = 97339000 - 42383592 = 54955408 \quad (4.22)$$

Расчет критического объема продаж:

$$Ак_{рт} := \frac{З_{пос}}{Ц_{от.пр.} - З_{перуд}} \quad (4.23)$$

$$Ак_{рт} = 35508943.35 / (1946.78 - 847.67) = 32307.05 \sim 32310$$

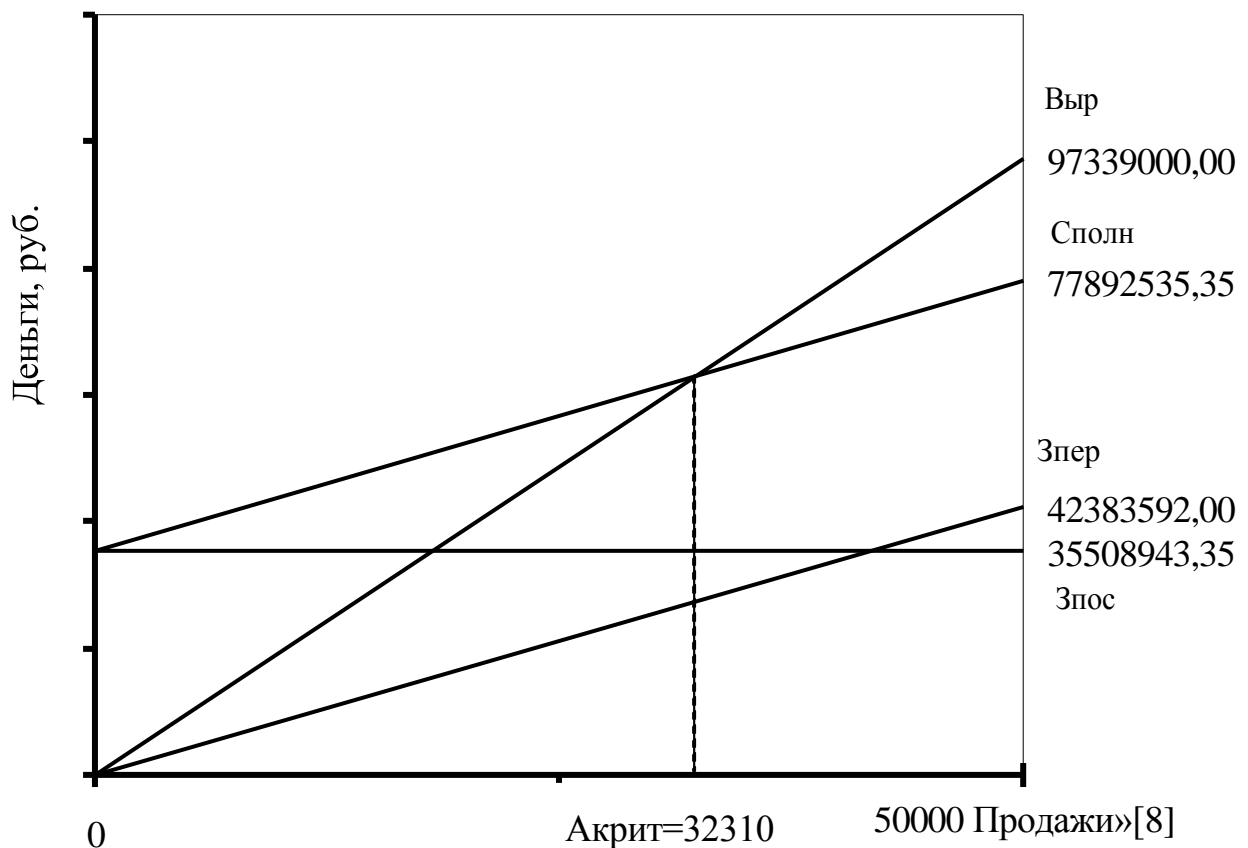


Рисунок 4.1 – График точки безубыточности

«4.3 Расчет коммерческой эффективности»

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$\begin{aligned}V_{\Gamma} &:= 50000 \\ \text{Акрт} &:= 32310 \\ V_{\text{МК}} &:= V_{\Gamma} \\ n &:= 6 \\ \Delta &:= \frac{V_{\text{МК}} - \text{Акрт}}{n - 1} & (4.24) \\ \Delta &= 3538\end{aligned}$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$\begin{aligned}\text{Цот} &:= \text{Цот}_{\text{.пр.}} \\ \text{Цот} &= 1946.78 \\ V_{\text{пр}1} &:= \text{Акрт} + \Delta & (4.25) \\ V_{\text{пр}1} &:= 32310 + 3538 & = 35848 \\ V_{\text{пр}2} &:= \text{Акрт} + 2\Delta \\ V_{\text{пр}2} &= 39386 \\ V_{\text{пр}3} &:= \text{Акрт} + 3\Delta \\ V_{\text{пр}3} &= 42924 \\ V_{\text{пр}4} &:= \text{Акрт} + 4\Delta \\ V_{\text{пр}4} &= 46462 \\ V_{\text{пр}5} &:= \text{Акрт} + 5\Delta \\ V_{\text{пр}5} &= 50000 \text{»}[8]\end{aligned}$$

«Выр. по годам:

$$\text{Выр}_1 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Выр}_1 := 1946.78 \cdot 35848 = 69788169.44 \quad (4.26)$$

$$\text{Выр}_2 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Выр}_2 = 76675877.08$$

$$\text{Выр}_3 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Выр}_3 = 83563584.72$$

$$\text{Выр}_4 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Выр}_4 = 90451292.36$$

$$\text{Выр}_5 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Выр}_5 = 97339000.00$$

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

для базового варианта:

$$\text{M} := 265.80 \quad \text{Пи} := 400.11 \quad \text{Зо} := 102.66$$

$$\text{Здп} := 12.32 \quad \text{C}_{\text{сц}} := 34.49$$

$$\text{Зперудб} := \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{C}_{\text{сц}}$$

$$\text{Зперудб} = 815.38 \quad (4.27)$$

$$\text{Зперб1} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Зперб1} := 815.38 \cdot 35848 = 29229742.24 \quad (4.28)$$

$$\text{Зперб2} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Зперб2} = 32114556.68$$

$$\text{Зперб3} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Зперб3} = 34999371.12$$

$$\text{Зперб4} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Зперб4} = 37884185.56$$

$$\text{Зперб5} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Зперб5} = 40769000.00 \text{»}[8]$$

«для проектного варианта:

$$Z_{\text{перудпр}} := Z_{\text{перуд}}$$

$$Z_{\text{перудпр}} = 847.67$$

$$Z_{\text{перпр1}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр1}} \quad (4.29)$$

$$Z_{\text{перпр1}} := 847.67 \cdot 35848 = 30387340.12$$

$$Z_{\text{перпр2}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр2}} \quad Z_{\text{перпр2}} = 33386403.09$$

$$Z_{\text{перпр3}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр3}} \quad Z_{\text{перпр3}} = 36385466.06$$

$$Z_{\text{перпр4}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр4}} \quad Z_{\text{перпр4}} = 39384529.03$$

$$Z_{\text{перпр5}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр5}} \quad Z_{\text{перпр5}} = 42383592.00$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{\text{с.об.}} := 199.16 \quad C_{\text{цх.}} := 187.87 \quad C_{\text{инс.}} := 3.08$$

$$C_{\text{об.зав.}} := 220.72 \quad C_{\text{км.}} := 71.31$$

$$Z_{\text{посудб}} := C_{\text{с.об.}} + C_{\text{инс.}} + C_{\text{цх.}} + C_{\text{об.зав.}} + C_{\text{к.}} \quad (4.30)$$

$$Z_{\text{посудб}} = 682.14$$

$$Z_{\text{посб}} := Z_{\text{посудб}} \cdot V_{\Gamma}$$

$$Z_{\text{посб}} = 34107000$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Z_{\text{поспр}} := Z_{\text{пос}}$$

$$Z_{\text{поспр}} = 35508943.35 \gg [8]$$

«Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 27.37$$

$$A_{м.} := A_{м.у} \cdot V_{Г} \quad A_{м.} = 1368726.45 \quad (4.31)$$

Полная себестоимость по годам.
для проектного варианта:

$$З_{полпр1} := З_{поспр} + З_{перпр1} \quad (4.31)$$

$$З_{полпр1} := 35508943.35 + 30387340.12 = 65896283.47$$

$$З_{полпр2} := З_{поспр} + З_{перпр2} \quad З_{полпр2} = 68895346.44$$

$$З_{полпр3} := З_{поспр} + З_{перпр3} \quad З_{полпр3} = 71894409.41$$

$$З_{полпр4} := З_{поспр} + З_{перпр4} \quad З_{полпр4} = 74893472.38$$

$$З_{полпр5} := З_{поспр} + З_{перпр5} \quad З_{полпр5} = 77892535.35$$

$$\Sigma C_{пол.пр.} := З_{полпр1} + З_{полпр2} + З_{полпр3} + З_{полпр4} + З_{полпр5}$$

$$\Sigma C_{пол.пр.} = 359472047.05$$

для базового варианта:

$$З_{полб1} := З_{посб} + З_{перб1} \quad (4.32)$$

$$З_{полб1} := 34107000 + 29229742.24 = 63336742.24$$

$$З_{полб2} := З_{посб} + З_{перб2} \quad З_{полб2} = 66221556.68$$

$$З_{полб3} := З_{посб} + З_{перб3} \quad З_{полб3} = 69106371.12$$

$$З_{полб4} := З_{посб} + З_{перб4} \quad З_{полб4} = 71991185.56$$

$$З_{полб5} := З_{посб} + З_{перб5} \quad З_{полб5} = 74876000 \gg [8]$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зполпр}_1 \quad (4.33)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} := 69788169.44 - 65896283.47 = 3891885.97$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зполпр}_2$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = 7780530.64$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зполпр}_3$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = 11669175.31$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зполпр}_4$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = 15557819.98$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зполпр}_5$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = 19446464.65$$

для базового варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зполб}_1 \quad (4.34)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} := 69788169.44 - 63336742.24 = 6451427.2$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зполб}_2$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = 10454320.4$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зполб}_3$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = 14457213.6$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зполб}_4$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = 18460106.8$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зполб}_5$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = 22463000 \text{ [8]}$$

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

для проектного варианта:

$$\begin{aligned} \text{Нп1} &:= \text{Проб.пр.1} \cdot 0.20 && (4.35) \\ \text{Нп1} &:= 3891885.97 \cdot 0.20 &= 778377.19 \\ \text{Нп2} &:= \text{Проб.пр.2} \cdot 0.20 && \text{Нп2} = 1556106.13 \\ \text{Нп3} &:= \text{Проб.пр.3} \cdot 0.20 && \text{Нп3} = 2333835.06 \\ \text{Нп4} &:= \text{Проб.пр.4} \cdot 0.20 && \text{Нп4} = 3111564 \\ \text{Нп5} &:= \text{Проб.пр.5} \cdot 0.20 && \text{Нп5} = 3889292.93 \end{aligned}$$

для базового варианта:

$$\begin{aligned} \text{Н1} &:= \text{Проб.б.1} \cdot 0.20 \\ \text{Н1} &:= 6451427.2 \cdot 0.20 &= 1290285.44 && (4.36) \\ \text{Н2} &:= \text{Проб.б.2} \cdot 0.20 && \text{Н2} = 2090864.08 \\ \text{Н3} &:= \text{Проб.б.3} \cdot 0.20 && \text{Н3} = 2891442.72 \\ \text{Н4} &:= \text{Проб.б.4} \cdot 0.20 && \text{Н4} = 3692021.36 \\ \text{Н5} &:= \text{Проб.б.5} \cdot 0.20 && \text{Н5} = 4492600 \text{»}[8] \end{aligned}$$

«Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := \text{Проб.}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1} \quad (4.37)$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := 3891885.97 - 778377.19 = 3113508.78$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} := \text{Проб.}_{\text{пр.2}} - \text{Нп2}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = 6224424.51$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} := \text{Проб.}_{\text{пр.3}} - \text{Нп3}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = 9335340.25$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} := \text{Проб.}_{\text{пр.4}} - \text{Нп4}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = 12446255.98$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} := \text{Проб.}_{\text{пр.5}} - \text{Нп5}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = 15557171.72$$

для базового варианта:

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := \text{Проб.}_{\text{б.1}} - \text{Н1} \quad (4.38)$$

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := 6451427.2 - 1290285.44 = 5161141.76$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} := \text{Проб.}_{\text{б.2}} - \text{Н2}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = 8363456.32$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} := \text{Проб.}_{\text{б.3}} - \text{Н3}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = 11565770.88$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} := \text{Проб.}_{\text{б.4}} - \text{Н4}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = 14768085.44$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} := \text{Проб.}_{\text{б.5}} - \text{Н5}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = 17970400 \text{»}[8]$$

«Расчет экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\text{Цот.б.} = 1946.78 \quad \text{Д1} := 80000 \quad \text{Д2} := 140000$$

$$\text{Про.д.} := \text{Цот.б.} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \text{Цот.пр.} \quad (4.39)$$

$$\text{Про.д.} := 1946.78 \cdot \frac{140000}{80000} - 1946.78 = 1460.08$$

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(тыс.км.)

Д2 - долговечность новой конструкции,(тыс.км)

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

$$\text{Ч1} := \text{Прч}_{\text{пр.1}} - \text{Прч}_{\text{б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр1}}) \quad (4.40)$$

$$\text{Ч1} := 3113508.78 - 5161141.76 + 1368726.45 + (1460.08 \cdot 35848) = 51661969.61$$

$$\text{Ч2} := \text{Прч}_{\text{пр.2}} - \text{Прч}_{\text{б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр2}})$$

$$\text{Ч2} = 56736326.75$$

$$\text{Ч3} := \text{Прч}_{\text{пр.3}} - \text{Прч}_{\text{б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр3}})$$

$$\text{Ч3} = 61810683.89$$

$$\text{Ч4} := \text{Прч}_{\text{пр.4}} - \text{Прч}_{\text{б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр4}})$$

$$\text{Ч4} = 66885041.03$$

$$\text{Ч5} := \text{Прч}_{\text{пр.5}} - \text{Прч}_{\text{б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр5}})$$

$$\text{Ч5} = 71959398.17 \gg [8]$$

«Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{cti})^t} \quad E_{c.T} := 10 \quad (4.41)$$

где $E_{c.ti}$ – проц-ая ставка на капитал;
 t – год приведения затрат и результатов;

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

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$ДП1 := Ч1 \cdot \alpha_1 \quad (4.42)$$

$$ДП1 := 51661969.61 \cdot 0.909 = 46960730.38$$

$$ДП2 := Ч2 \cdot \alpha_2$$

$$ДП2 = 46864205.9$$

$$ДП3 := Ч3 \cdot \alpha_3$$

$$ДП3 = 46543444.97$$

$$ДП4 := Ч4 \cdot \alpha_4$$

$$ДП4 = 45682483.02$$

$$ДП5 := Ч5 \cdot \alpha_5$$

$$ДП5 = 44686786.26$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma ДП := ДП1 + ДП2 + ДП3 + ДП4 + ДП5 \quad (4.43)$$

$$\Sigma ДП := 46960730.38 + 46864205.9 + 46543444.97 + 45682483.02 + 44686786.26 \\ = 230737650.53 \gg [8]$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$K_{И.} := 0.30 \quad (4.44)$$

$$I := K_{И.} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}} \quad I_0 = 107841614.12$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} := \Sigma \text{ДП} - I_0 \quad (4.45)$$

$$\text{ЧДД} := 230737650.53 - 107841614.12 = 122896036.41$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I} \quad (4.46)$$

$$ID := \frac{122896036.41}{107841614.12} = 1.14$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Ток} := \frac{I_0}{\text{ЧДД}} \quad (4.47)$$
$$\text{Ток} := \frac{107841614.12}{122896036.41} = 0.88$$

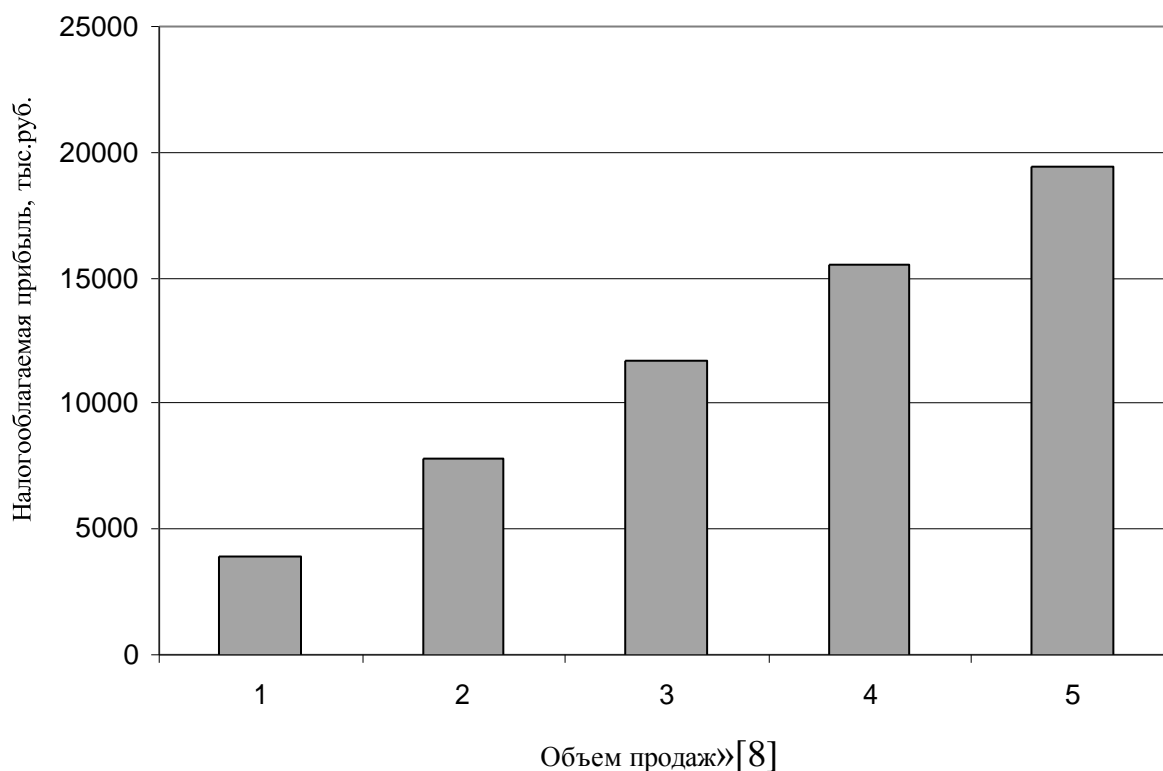


Рисунок 4.2 – График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

Анализ полученных данных и выводы.

Этот финансовый раздел диплома, рассчитанный по показателям новой конструкции РКП, показал, что стоимость конструкции проектного узла возросла как по первоначальной конструкции, так и за счет модернизации, долговечность новой конструкции увеличивается в 1,75 раза. Для этого мы рассчитали социальный эффект по увеличению срока службы продукции на сумму 1460,08 рубля.

Точка безубыточности продаж равна объему 32310 единиц, то есть. Этот объем продаж компания покрывает своими затратами, а прогнозируемая дистрибуция-50 000 штук. Чистый дисконтный доход компании (включая портфельные-капиталлообразующие инвестиции) составляет 122896036,41 руб.

Из всех коэффициентов именно абсолютный показатель ЧДД считается приемлемым при принятии инвестиционного решения.

Тогда чистый эффект (чистый дисконтный доход ЧДД) будет положительным, проект будет эффективным.

Доходность индекса $1.14 > 1$, Как правило, этот проект является немного рискованным и прибыльным.

Срок окупаемости проекта составляет 0,88 года.

Анализируя результаты расчета показателя эффективности реализации разработки-конструкции раздаточной коробки передач, мы можем увидеть, что предложение о внедрении ее в производство будет иметь положительный эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа выбора схем проектируемого узла автомобиля, конструкторского этапа проектирования и сравнения с ближайшими аналогами, технологической проработки возможности изготовления выбрана схема, наиболее удачно сочетающая решение всех отмеченных вопросов.

В ходе дипломной работы была осуществлена модернизация раздаточной коробки передач для автомобиля ШЕВРОЛЕ-НИВА.

Пояснительная записка к дипломной работе содержит следующие разделы:

- Введение. В этом разделе описывается развитие автомобилестроения.
- Состояние вопроса. Описывается назначение разрабатываемого узла и его возможные конструкторские решения.
- Конструкторская часть. Содержит расчёты тяговой динамики автомобиля и конструкторские расчёты деталей узла.
- Безопасность и экологичность объекта. Мероприятия по технике безопасности на производстве и инженерные расчёты помещения.
- Эффективность проекта. В разделе определяется экономическая эффективность, разрабатываемого проекта.

Применяемые в дипломной работе совокупность конструкторско – технологических мероприятий ведут к двум основным показателям:

- увеличение затрат на производство, вследствие использования более дорогостоящих комплектующих;
- увеличению надежности и ресурса.

Взаимодействие этих показателей ведет к повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля, т.е. к прибыльности производства. А значит конструкторско – технологические изменения в дипломной работе решают еще одну задачу:

- достижение положительного коммерческого эффекта

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

15. Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004. – 15 p.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010. – 22 p.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012. – 33 p.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

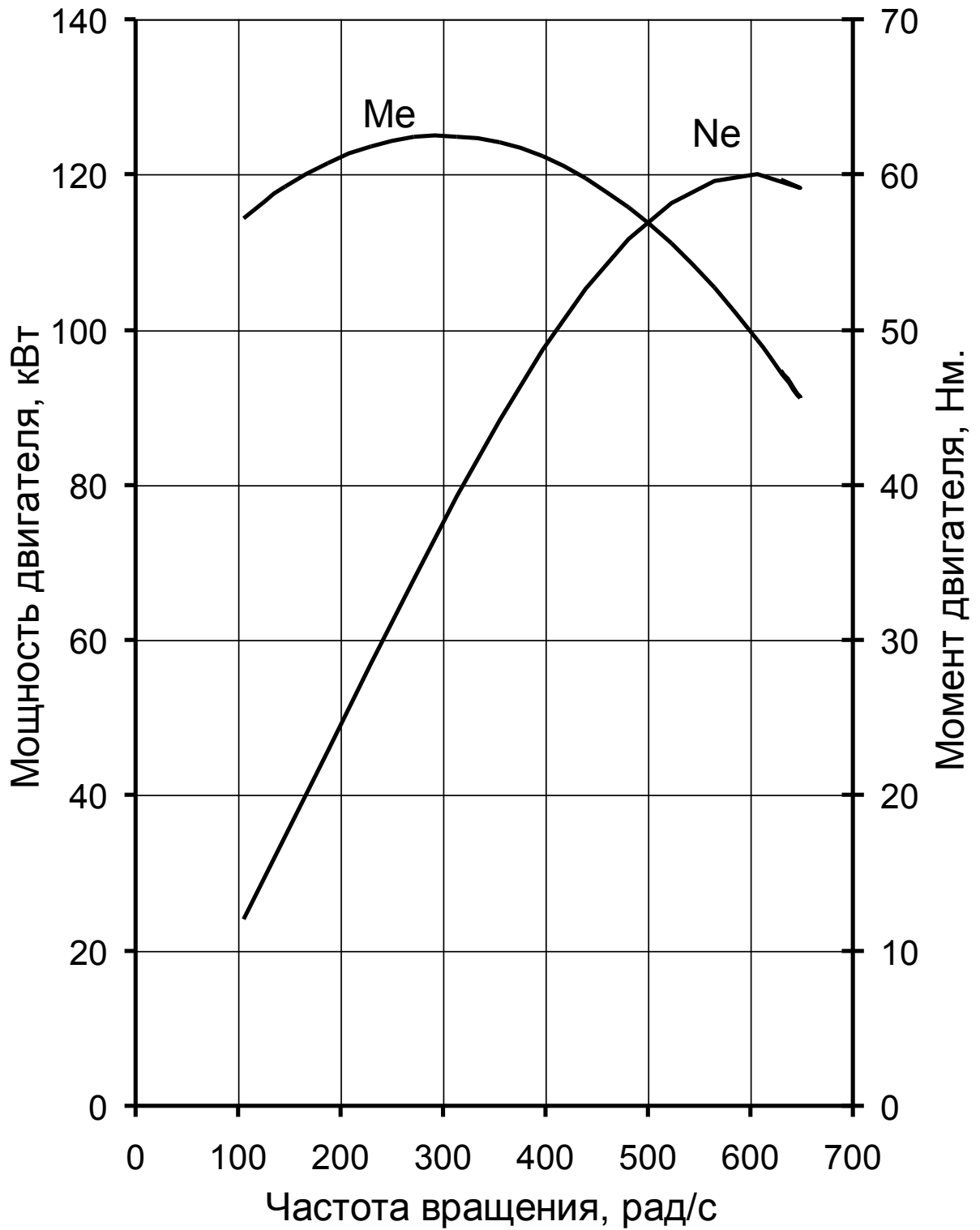


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

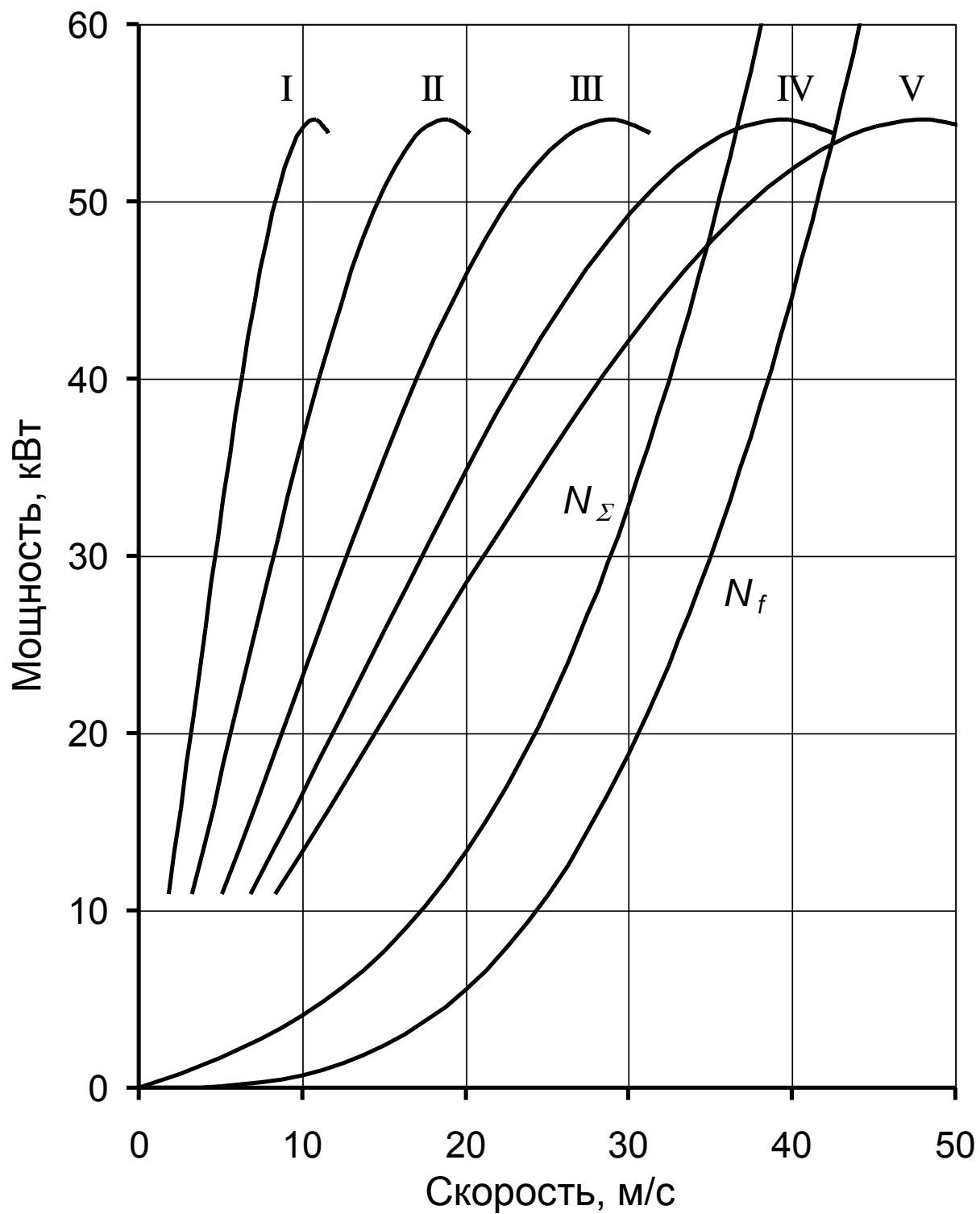


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

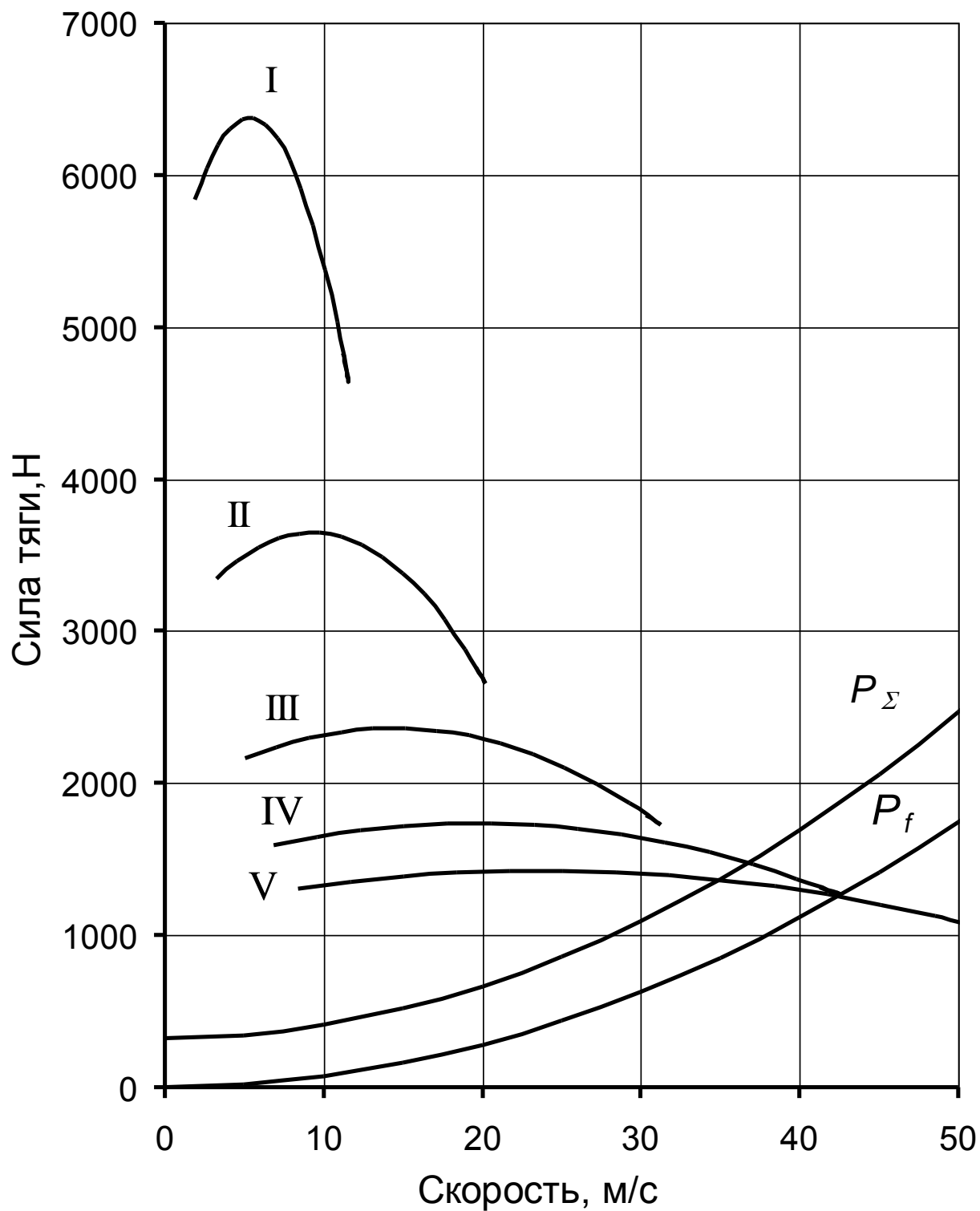


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

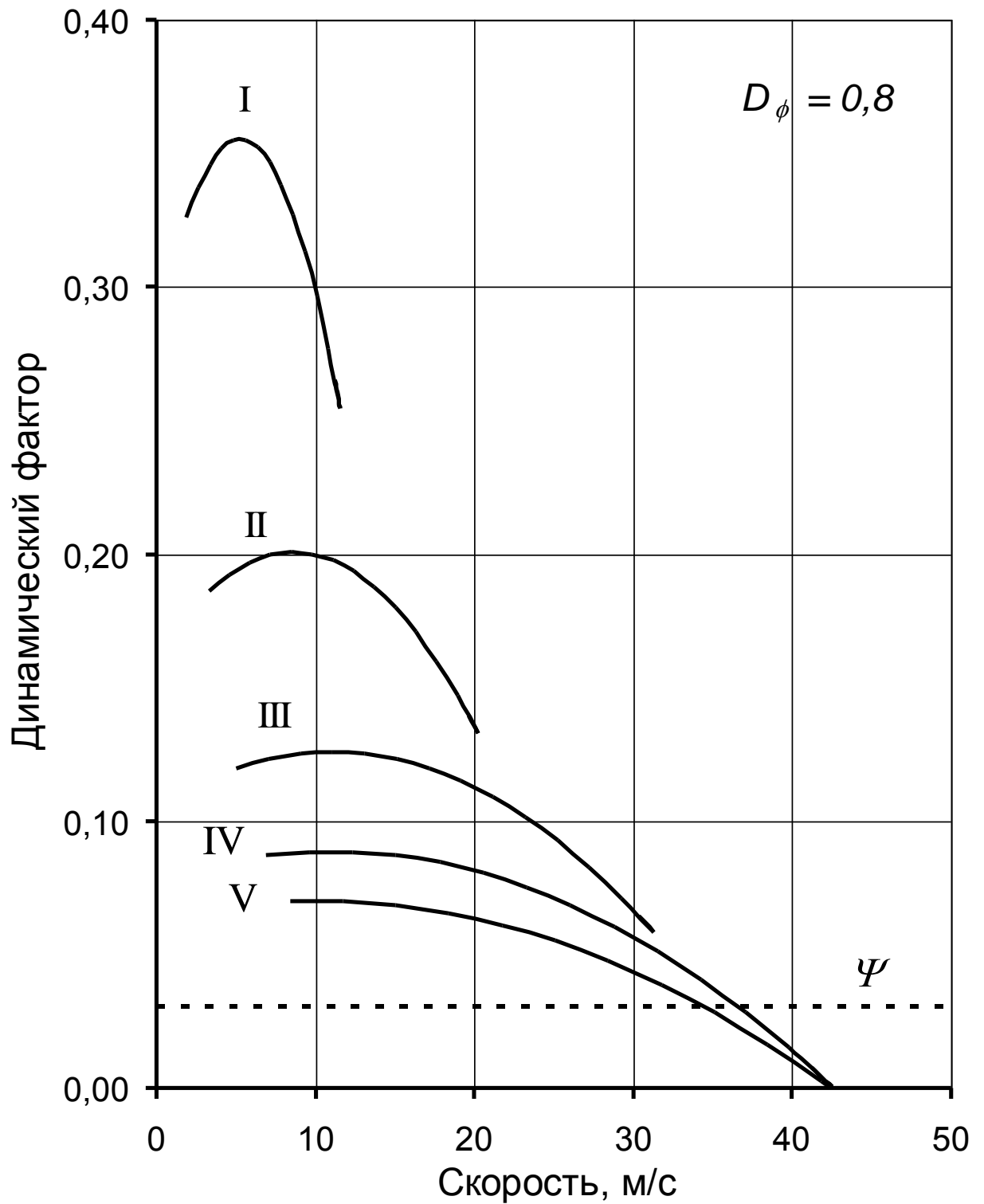


Рисунок А.4 – Динамический баланс

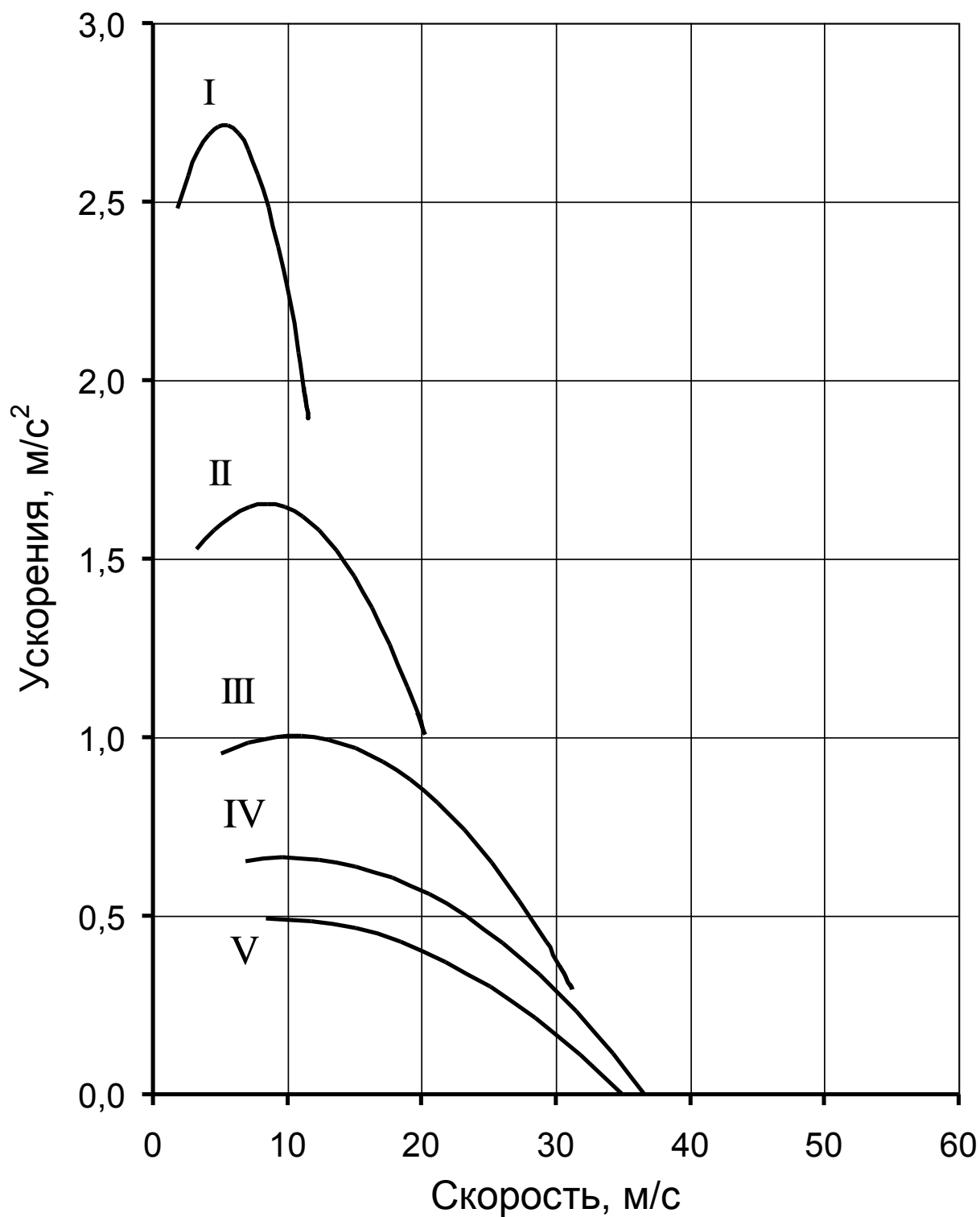


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

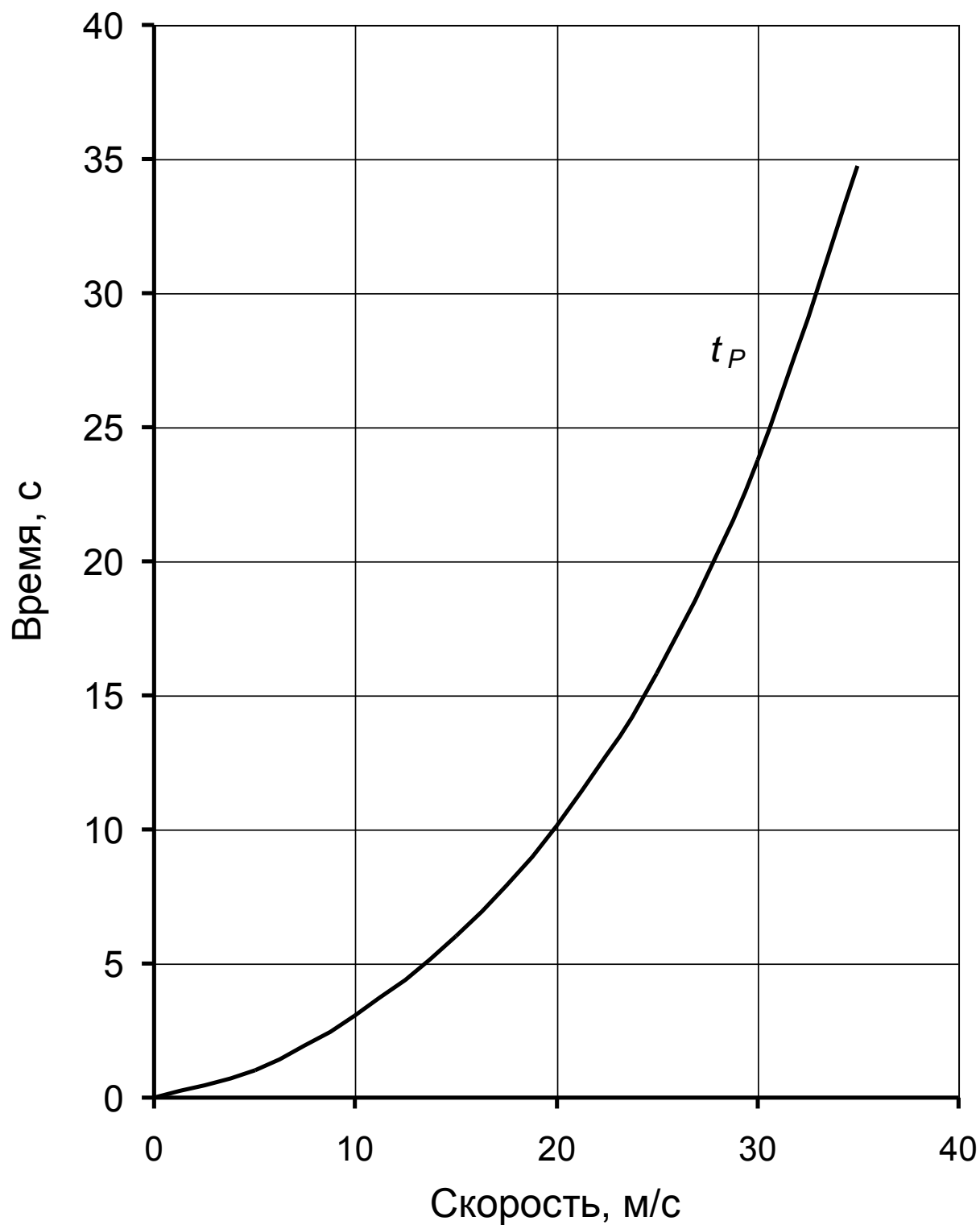


Рисунок А.6 – Время разгона

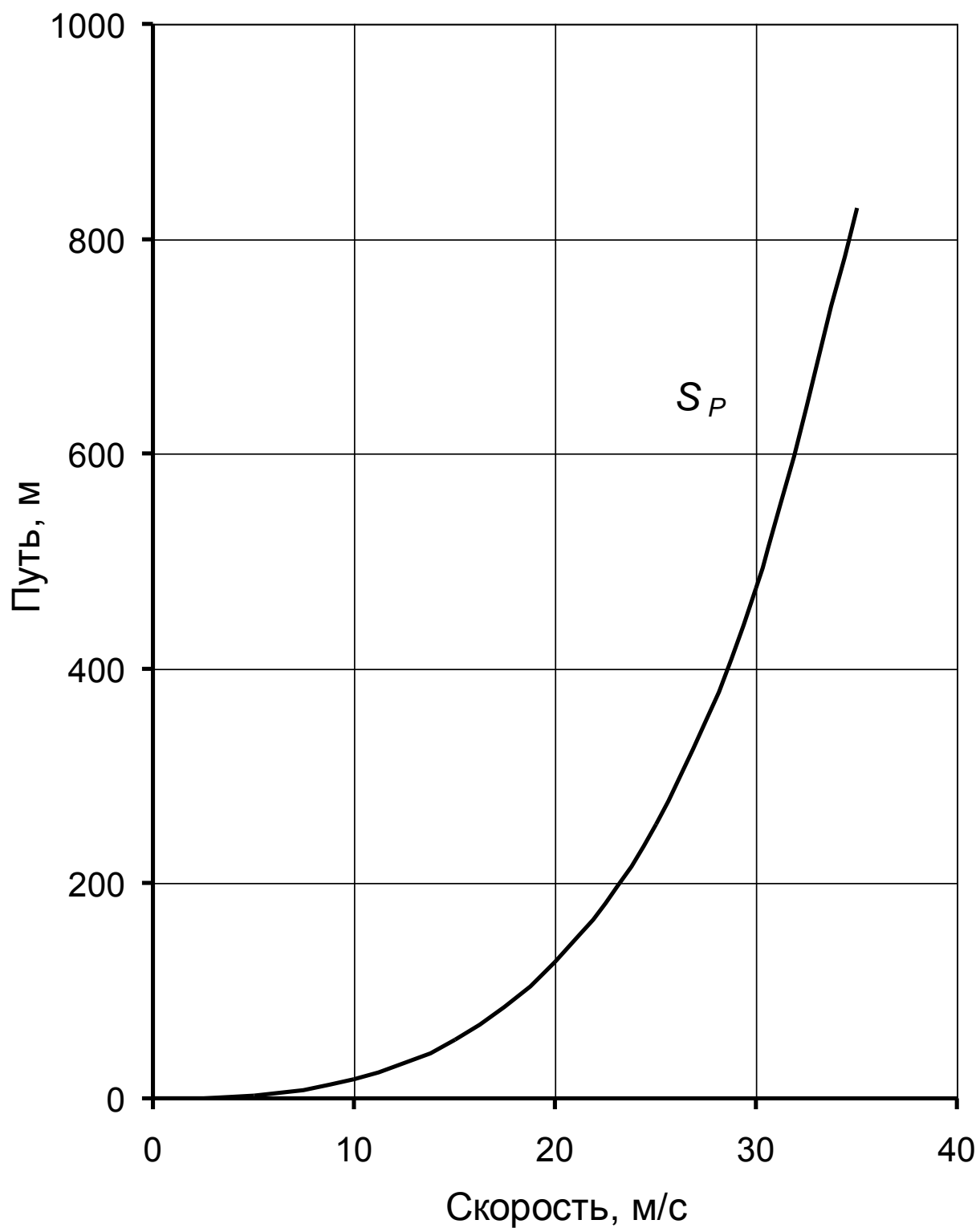


Рисунок А.7 – Путь разгона

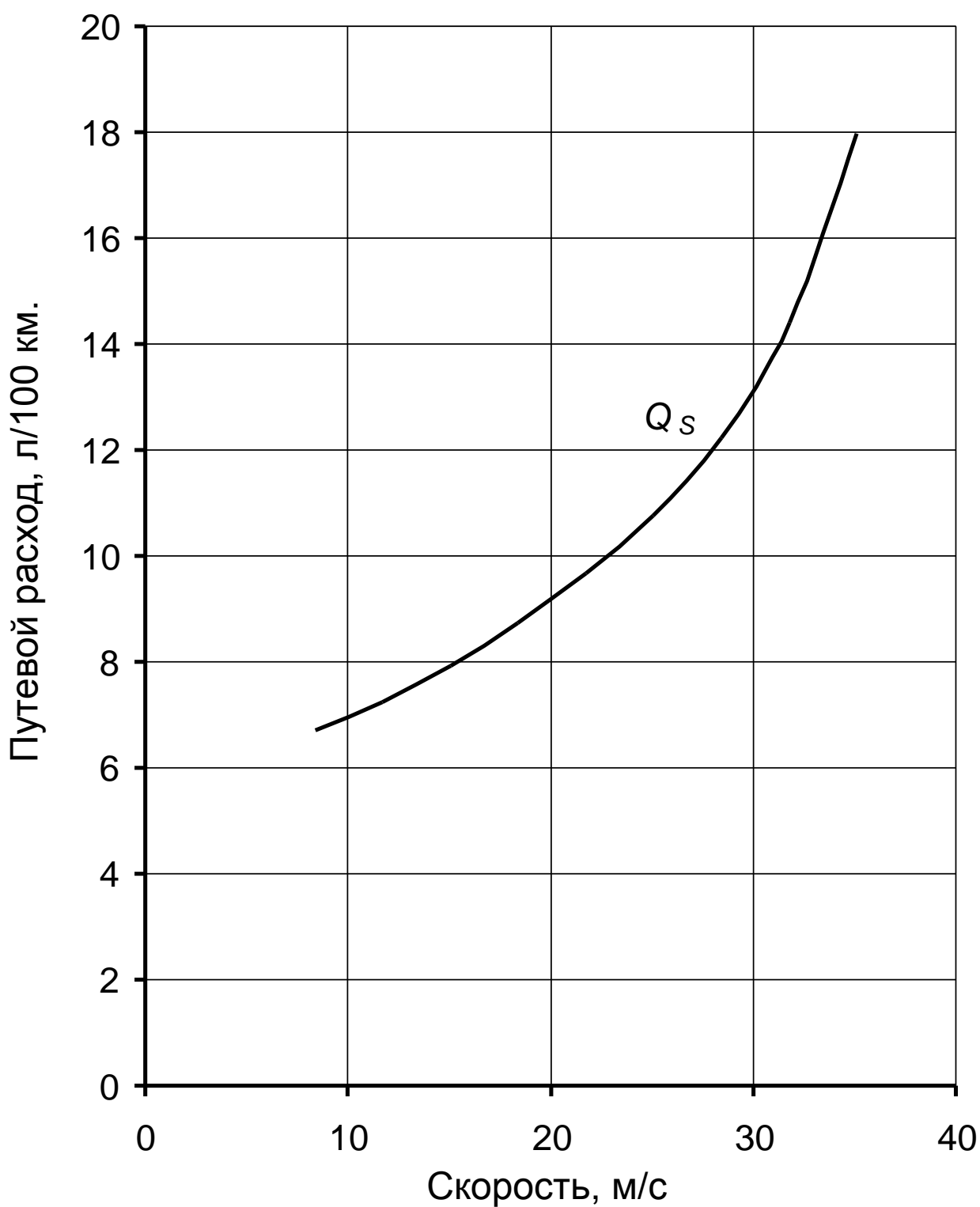


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива