

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 задней подвески автомобиля Лада Ларгус

Обучающийся

Д.Р.Шарюков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В.Турбин

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В.Бобровский

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л.Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент А.Н.Кириллова

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

Тольятти 2024

Аннотация

Дипломный проект подготовлен для независимой подвески переднеприводного автомобиля 2 класса на базе автомобиля Lada Largus.

В части конструкторской дипломной работы рассматривается предназначение подвески автомобиля, её систематизация, компоновка, алгоритм работы и требования. Исполнены расчеты тягово динамического расчета автомобиля, оценка перспективности задействования поперечного стабилизатора и основных характеристик подвески и кинематический расчет подвески проектного автомобиля.

Технологическая часть диплома включает в себя описание процесса сборки независимой задней подвески автомобиля.

Экономическая часть диплома содержит расчет стоимости изготовления проектируемого механизма узла задней подвески авто и сроков рентабельности дипломного проекта.

В части безопасности и экологии выявлено небезопасное и вредоносное технологическое влияние, появляющееся на участке сборки независимых подвесок, и представлены мероприятия, по их устранению.

Abstract

The diploma project is prepared for independent suspension of front-wheel drive car of class 2 on the basis of the car Lada Largus.

In the part of the design thesis is considered the purpose of the suspension of the car, its systematization, layout, algorithm of operation and requirements. Calculations of traction and dynamic calculation of the car, evaluation of the prospectivity of involvement of the transverse stabilizer and the main characteristics of the suspension and kinematic calculation of the suspension of the project car.

Technological part of the diploma includes a description of the assembly process of independent rear suspension of the car.

The economic part of the diploma contains the calculation of the cost of manufacturing the designed mechanism of the rear suspension assembly of the car and the terms of profitability of the diploma project.

In terms of safety and ecology identified unsafe and harmful technological effects that appear on the site of assembly of independent suspension, and presented measures to eliminate them.

Содержание

Введение	6
1 Состояние вопроса	7
1.1 Назначение подвески и её устройство.	7
1.2 Классификация подвесок.....	6
1.3 Обоснование выбора конструкции задней подвески.....	8
1.4 Рассмотрение аналогов	9
2 Конструкторская часть.....	13
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	13
2.1.1 Исходные данные	13
2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта.....	13
2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи	15
2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	15
2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач.....	17
2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах.....	19
2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах.....	20
2.1.8 Силы сопротивления движению.....	20
2.1.9 Динамический фактор.....	21
2.1.10 Ускорения.....	22
2.1.11 Величины обратные ускорениям	24
2.1.12 Время и путь разгона.....	24
2.1.13 Мощностной баланс	27
2.1.14 Топливо-экономическая характеристика.....	29
2.2 Расчет подвески автомобиля	30
3 Технологическая часть.....	37
3.1 Анализ технологичности конструкции	37
3.2 Разработка технологической схемы	37

3.3	Определение типа производства.....	40
3.4	Составление маршрутной технологии	40
4	Безопасность и экологичность дипломного проекта	43
4.1	Опасные и вредные производственные факторы.....	43
4.2	Мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	46
4.3	Обеспечение электробезопасности.....	46
4.4	Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях.....	46
5	Экономическая эффективность проекта	48
	Заключение.....	61
	Список используемых источников	62
	Приложение А Графики тягового расчета.....	65

Введение

Автомобильная промышленность уже давно является движущей силой технологических инноваций, способствуя прогрессу благодаря постоянному совершенствованию технологий. По мере развития автомобилей менялись и компоненты, обеспечивающие их производительность, безопасность и комфорт. Среди этих важных компонентов система подвески является важным элементом, оказывающим значительное влияние на качество вождения.

Система подвески играет важнейшую роль в поддержании устойчивости автомобиля, повышении комфортабельности езды и обеспечении удобства пассажиров. Задняя подвеска, в частности, оказывает непосредственное влияние на эти факторы. Хотя во многих автомобилях используется задняя подвеска с цельной осью, такая конфигурация часто не отличается надежностью, производительностью и комфортом.

В последние годы появление новых технологий для задней независимой подвески ознаменовало значительный прогресс в ее конструкции. В отличие от жестких осей, независимые оси позволяют каждому колесу двигаться независимо, что заметно повышает комфорт езды, точность управления. Эта сложная система получает все большее распространение в современных автомобилях, от высокопроизводительных спортивных до традиционных семейных, что подтверждает ее универсальность и эффективность.

Цель данного проекта - усовершенствовать систему задней подвески автомобилей Lada Largus. Проектная независимая подвеска будет отвечать ключевым требованиям современных потребителей: улучшенная устойчивость, улучшенная управляемость и повышенный комфорт.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение задней подвески и требования, предъявляемые к ней

«Подвеской автомобиля называется совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колесами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колеса и затухание их колебаний, а также регулирование положения кузова автомобиля во время движения.

Подвеска осуществляет упругую связь рамы (кузова) автомобиля с мостами или непосредственно с колесами, смягчая толчки и удары, возникающие при наезде колес на неровности дороги.

Подвеска автомобиля состоит из упругого, направляющего и гасящего устройства. Некоторые подвески включают также стабилизатор поперечной устойчивости.»[1]

1.2 Классификация подвесок

«Существует большое количество типов подвесок, которые классифицируются по типу направляющего аппарата (зависимые и независимые) и по типу упругих элементов (пружинные, торсионные, рессорные, пневматические и т.д.). Каждая подвеска имеет свой набор преимуществ и недостатков, и они широко использовались в соответствующие эпохи.»[1]

В зависимости от типа направляющего аппарата подвески можно разделить на две категории:

Витые рессоры, также известные как пружинные рессоры, являются распространенным компонентом подвески в автомобилях малого и среднего класса. Эти пружины отличаются простотой изготовления, надежностью и

возможностью изменять геометрию пружины, например, менять бочкообразную или коническую форму.

1.3 Обоснование выбора конструкции задней подвески

Учитывая базовую конфигурацию, предпочтительным вариантом будет передний привод. При необходимости мы также можем оснастить автомобиль системой полного привода.

Важно снизить неподрессоренную массу, чтобы добиться наилучших ходовых качеств.

Конструкция должна быть простой и использовать лучшие технологии для изготовления компонентов и деталей, чтобы они были дешевыми.

«Система подвески должна быть максимально компактной, чтобы максимально эффективно использовать пространство. Она должна быть надежной и долговечной в процессе эксплуатации.»[2] Кроме того, он должен быть удобным и плавным. Обеспечивать устойчивость и контроль движения, необходимые для безопасности автомобиля на дороге, будь то прямая или извилистая трасса.

1.4 Рассмотрение аналогов

По существу, многорычажная подвеска - это независимая подвеска особой конструкции, состоящая более чем из пары рычагов. В некоторых моделях премиум-класса, таких как BMW, Jaguar и Mercedes-Benz, количество рычагов в системе подвески может составлять пять. Такая сложная конструкция способствует тому, что движения колес приближаются к оптимальной конфигурации, когда при столкновении «с препятствием» колесо должно либо подниматься, либо опускаться вертикально. Никаких смещений оси автомобиля или изменений угла наклона, никакого

воздействия на противоположное колесо.

Передняя многорычажная подвеска позволяет наклонять колесо в направлении поворота. Эта мера повышает устойчивость на поворотах.»[1]

Многорычажные подвески позволяют автомобилю сохранять комфортную и стабильную езду на неровных поверхностях независимо от нагрузки.

Наиболее распространенной конфигурацией, как среди автопроизводителей, так и среди перспективных моделей автомобилей С-класса, является многорычажная подвеска. Однако большинство таких конструкций относительно просты и представляют собой трехрычажные схемы без подрамников.

Дальше по значимости идет подвеска со связанными рычагами и с подвеской типа МакФерсон. Данные виды подвесок отличаются стабильностью распространения в рамках своего класса и постоянно технологически совершенствуются.

Конструкция подвески может применяться на автомобилях разных классов (подвеска не привязана к трассе и может использоваться на автомобилях классической компоновки), а также возможность изменять параметры управляемости в широких пределах. Кроме того, такая конструкция может быть использована без изменений для полноприводного варианта. Кроме того, открываются широкие возможности по снижению вибраций и шумов, передаваемых через силовую схему и шарниры. Кроме того, заслуживает внимания возможность применения данной конструкции подвески на автомобилях типа минивэн.

Кроме того, с точки зрения маркетинга, разработка многорычажной подвески весьма желательна, учитывая, что она уже является стандартной опцией для многих автомобилей высокого и среднего класса. В ближайшие годы ее распространенность будет продолжать расти.

Я считаю, что многорычажная задняя подвеска стала бы отличной основой для будущего автомобиля ВАЗ. Мы предлагаем использовать

спиральную (или фасонную) пружину в качестве упругого элемента. Возможно, использование гидropневматического оборудования в базовой версии.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1300$
Количество мест.....	2
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 45,83$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 600$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,25$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	56,6
задняя ось.....	43,4
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) «Определение полного веса и его распределение по осям»[2]

$$G_A = G_0 + G_n + G_b,$$

«где G_0 - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1300 \cdot 9,807 = 12749 \text{ Н} \quad (1)$$

$$G_n = G_{n1} \cdot 2 = m_{n1} \cdot g \cdot 2 = 75 \cdot 9,807 \cdot 2 = 1471 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_b = G_{b1} \cdot 2 = m_{b1} \cdot g \cdot 2 = 10 \cdot 9,807 \cdot 2 = 196 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_A = 12749 + 1471 + 196 = 14416 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_1 = G_A \cdot 56,6 = 14416 \cdot 56,6 = 8160 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 43,4 = 14416 \cdot 43,4 = 6257 \text{ Н} \quad (6)$$

б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 205/55 R16. »[2]

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«Где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,55$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 406,4$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины. »[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,55 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,299 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,780. »[2]

$$U_0 = (0,299 \cdot 600) / (0,780 \cdot 45,83) = 5,019$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.
»[2]

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

«где ψ_V - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что:»[2]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 45,83^2 / 2000) = 0,025$$

$$N_v = (14416 \cdot 0,025 \cdot 45,83 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,25 \cdot 45,83^3 / 2) / 0,92 = 63341 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$). »[2]

$$N_{MAX} = 63341 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 63667 \text{ Вт}$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана: »[2]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя. »[2]

«Определение значений крутящего момента производится по формуле:

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (13)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (14)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (15)$$

« $(\psi_{MAX} = f_{Vmax} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX})$.»[2]

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,30 = 0,325 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 14416 \cdot 0,325 \cdot 0,299 / (139,3 \cdot 0,92 \cdot 5,019) = 2,176$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{СИ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (17)$$

$$U_1 \leq 7344 \cdot 0,8 \cdot 0,299 / (139,3 \cdot 0,92 \cdot 5,019) = 2,732$$

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,300 / 0,780)^{1/4} = 1,310 \quad (18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,300 / 1,310 = 1,755; \quad (19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,755 / 1,310 = 1,339; \quad (20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,339 / 1,310 = 1,022; \quad (21)$$

$$U_5 = 0,780. \quad (22)$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (23)$$

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (24) \gg [2]$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н	Сила тяги на 2ой передаче, Н	Сила тяги на 3ей передаче, Н	Сила тяги на 4ой передаче, Н	Сила тяги на 5ой передаче, Н
1003	4550	3472	2650	2022	1543
1350	4694	3582	2733	2086	1592
1700	4805	3667	2798	2136	1630
2050	4885	3728	2845	2171	1657
2400	4932	3763	2872	2192	1672
2750	4946	3774	2880	2198	1677
3100	4928	3760	2870	2190	1671
3450	4877	3722	2840	2167	1654
3800	4793	3658	2791	2130	1626
4150	4677	3569	2724	2079	1586
4500	4529	3456	2637	2013	1536
4850	4348	3318	2532	1932	1474
5200	4134	3155	2408	1837	1402
5550	3888	2967	2264	1728	1319
5730	3749	2861	2183	1666	1271

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуха:»[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (25)$$

«Сила сопротивления качению: »[2]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (26)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (27)$$

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	173	173
5	11	175	186
10	44	182	225
15	98	192	291
20	175	208	382
25	273	227	500
30	393	251	644
35	535	279	814
40	698	311	1010
45	884	348	1232
50	1091	389	1480
55	1320	435	1755
60	1571	484	2055
65	1844	538	2382

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (28)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сш} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (29) \gg [2]$$

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обороты двигателя, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
1003	0,315	0,240	0,183	0,139	0,105
1350	0,325	0,248	0,188	0,143	0,107
1700	0,333	0,253	0,192	0,145	0,107
2050	0,338	0,257	0,195	0,146	0,107
2400	0,341	0,259	0,195	0,146	0,105
2750	0,341	0,259	0,195	0,144	0,102
3100	0,340	0,257	0,193	0,141	0,097
3450	0,336	0,254	0,189	0,137	0,092
3800	0,329	0,248	0,184	0,131	0,085
4150	0,321	0,241	0,178	0,125	0,077
4500	0,310	0,232	0,170	0,117	0,067
4850	0,296	0,221	0,160	0,107	0,057
5200	0,281	0,208	0,149	0,097	0,045
5550	0,263	0,194	0,137	0,085	0,032
5730	0,253	0,186	0,130	0,079	0,025

2.1.10 Ускорения

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (30)$$

«Где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (31)$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$). »[2]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KП}^2), \quad (32)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$. »[2]

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{K\angle}$	1,189	1,122	1,084	1,061	1,048

2.1.11 Величины обратные ускорениям

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с2/м	1/j на 2ой передаче, с2/м	1/j на 3ей передаче, с2/м	1/j на 4ой передаче, с2/м	1/j на 5ой передаче, с2/м
1003	0,40	0,50	0,65	0,85	1,15
1350	0,39	0,49	0,63	0,83	1,13
1700	0,38	0,47	0,61	0,82	1,13
2050	0,37	0,47	0,61	0,81	1,15
2400	0,37	0,46	0,60	0,82	1,18
2750	0,37	0,46	0,61	0,83	1,23
3100	0,37	0,47	0,62	0,85	1,31
3450	0,38	0,48	0,63	0,89	1,42
3800	0,38	0,49	0,65	0,93	1,59
4150	0,39	0,50	0,68	0,99	1,84
4500	0,41	0,52	0,71	1,08	2,25
4850	0,43	0,55	0,76	1,20	3,00
5200	0,45	0,59	0,83	1,37	4,75
5550	0,49	0,64	0,91	1,63	13,41
5730	0,51	0,67	0,97	1,83	-29766,76

2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (33)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (34)$$

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (35)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (36)$$

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (37)$$

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

Путь разгона от скорости V_o

$$\text{до скорости } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (38)$$

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (39)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (40) \gg [2]$$

«Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Путь, м
0-5	47	2
0-10	330	16
0-15	869	43
0-20	1879	94
0-25	3561	178
0-30	6292	315
0-35	10436	522
0-40	16557	828
0-45	25334	1267

2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (41)$$

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,9	0,9
10	0,4	1,8	2,3
15	1,5	2,9	4,4
20	3,5	4,2	7,6
25	6,8	5,7	12,5
30	11,8	7,5	19,3
35	18,7	9,8	28,5
40	27,9	12,5	40,4
45	39,8	15,7	55,4
50	54,5	19,5	74,0
55	72,6	23,9	96,5
60	94,3	29,1	123,3
65	119,8	35,0	154,8

2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (42)$$

«Где $g_{E \min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.» [2]

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (43)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (44)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (45)$$

$$E = \frac{W_e}{W_{eN}} \quad (46)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.» [2]

Таблица 13 - Путь расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>K_H</i>	<i>K_E</i>	<i>Q_S</i>
1003	8,0	0,134	0,184	1,312	1,157	4,2
1350	10,8	0,147	0,247	1,294	1,123	4,5
1700	13,6	0,165	0,312	1,269	1,094	5,0
2050	16,4	0,189	0,376	1,237	1,069	5,5
2400	19,2	0,219	0,440	1,200	1,048	6,2
2750	22,0	0,254	0,504	1,158	1,032	6,8
3100	24,8	0,296	0,568	1,112	1,020	7,5
3450	27,6	0,345	0,632	1,064	1,013	8,2
3800	30,4	0,404	0,696	1,013	1,010	9,0
4150	33,2	0,472	0,761	0,964	1,011	9,8
4500	36,0	0,554	0,825	0,919	1,016	10,6
4850	38,8	0,651	0,889	0,886	1,026	11,7
5200	41,6	0,769	0,953	0,875	1,041	13,1

2.2 Расчет подвески автомобиля

Определение силового передаточного отношения

«Статические нагрузки на пружину и шарниры

Исходные данные: нагрузка на колесо - 405 кг; »[11]

$$N = 405 \cdot 33/2 = 388,5 \text{ кг} \quad (47)$$

«Силовое передаточное отношение от колеса к пружине (при полной нагрузке):»[11] $i_f = 1.353$

«В нашем случае $i_k = 4.23/3.14 = 1.347$ (при полной нагрузке).»[11]

Расчет пружины

$$C = \frac{m \cdot n \cdot 4 \pi^2}{f^2} = \frac{405 \cdot 47 \pi^2}{(1,5 \dots 1,7)^2} = 11,451 \dots 14,71 \text{ кг/см} \quad (48)$$

«Приведём жесткость подвески к пружине.»[11]

$$C_{пр} = C \cdot i_f \cdot i_k = (11,451 \dots 14,71) \cdot 1,353 \cdot 1,347 = 20,869 \dots 26,81 \text{ кг/см} \quad (49)$$

$$d_{пр} = 11,7 \text{ мм}, \quad i_{пр} = 9,7 \text{ мм}, \quad D_{сп} = 90 \text{ мм}, \quad C_{пр} = 24,15 \text{ кг/см},$$

$$C_n = 24,15 / (1.353 - 1.347) = 13.25 \text{ кг/см}$$

$$C_{\alpha_{зад}} = 2 \cdot C_n \cdot g \cdot (b \cdot d / a)^2, \quad (50)$$

$$\begin{aligned} C_{\alpha_{зад}} &= 2 \cdot 1325 \text{ кг/м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot (2.043 \text{ м} \cdot 0.743 \text{ м} / 2.105 \text{ м})^2 = \\ &= 13450 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{рад} \end{aligned}$$

$$M_{пер} = M_{снар} - M_{зад} = 1550 - 2405 = 740 \text{ кг}, \quad (51)$$

$$l_2 = M_{пер} / M_{снар} \cdot L = 740 / 1550 \cdot 2492 = 1190 \text{ мм} \quad (52)$$

$$C1 = C_{пер} + C_{пер \text{ стаб}} \quad (53)$$

$$C2 = C_{зад} + C_{зад \text{ стаб}} \quad (54)$$

$$S = C1 / C2, \quad (55)$$

$$h_{\text{ед}} = \frac{h_g - (h_1 \cdot l_2 + h_2 \cdot l_1)}{L} \quad (56)$$

$$L_{кр} - 560 - (46 - 1190 + 46,6 - 1302)72492 = 513,7 \sim 514 \text{ мм},$$

Найдем угол крена

$$\beta = \frac{\mu \cdot G \cdot h_{кк}}{C\beta_{ти} + C\beta_{зи} - G \cdot h_{кк}}$$

$$C\beta_{зи} = 2C_{ш}, \quad (57)$$

$$C\beta_{ти} = 2 \cdot C_{шd2} = 2 \cdot 167000 \text{ Нм} (0,734 \text{ м})^2 = 179945 \text{ Нм/рад}$$

«Найдем угловые жесткости подвесок с учетом жесткости шин:» [11]

$$C\beta_{иш} = \frac{C\beta_i \cdot C\beta_{ш}}{C\beta_{ш} + C\beta_{ш}}$$

$$C\beta_{ти} = \frac{16000 \cdot 179945}{(16000 + 179945)} = 14693 \text{ Нм/рад}$$

Задней:

$$C\beta_{зи} = \frac{13450 \cdot 179945}{(13450 + 179945)} = 12515 \text{ Нм/рад}$$

«Подставим полученные данные в формулу для расчёта угла крена. Получим»[11]

$$\beta = \frac{\mu \cdot G \cdot h_{кк}}{C\beta_{пш} + C\beta_{зш} - G \cdot h_{кк}} = \frac{0,4 \cdot 14504 \cdot 0,514}{14693 + 12515 - 1480 \cdot 0,514} = 0,151 \text{ рад} = 8,652 \text{ град}$$

$$C\beta_{пш} = \frac{(-\beta \cdot C\beta_{зш} + \beta \cdot G \cdot h_{кк} + \mu \cdot G \cdot h_{кк})}{\beta}$$

Отсюда:

$$1,3 \cdot C\beta_{зш} = \frac{(-\beta \cdot C\beta_{зш} + \beta \cdot G \cdot h_{кк} + \mu \cdot G \cdot h_{кк})}{\beta} \quad (58)$$

«Выразим угловую жесткость задней подвески со стабилизатором:»[11]

$$C\beta_{зш} = 14504 \cdot 0,514 \cdot \frac{G \cdot h_{кк}(\mu + b)}{1,3 \cdot \beta}, \text{ н·м/рад} \quad (59)$$

«Подставим в данные, получим:»[11]

$$C\beta_{зш} = 14504 \cdot 0,514 \cdot \frac{(0,0698 + 0,4)}{1,3 \cdot 0,0698} = 21816, \text{ н·м/рад} \quad (60)$$

«Отсюда угловая жесткость передней подвески со стабилизатором.»[11]

$$C_{\beta nшс} = 1.3 \cdot C_{\beta зшс} = 28361$$

«Найдем требуемую угловую жесткость переднего стабилизатора, приведенную к колесу:»[11]

$$C_{\beta nшс} = C_{\beta nшс} - C_{\rho nш} = 28361 - 14694 = 13667 \text{ н}\cdot\text{м/рад} \quad (61)$$

«Рассчитаем требуемую жесткость заднего стабилизатора, приведенную к колесу:»[11]

$$C_{\rho зшс} = C_{\rho зшс} - C_{\rho зш} = 21816 - 12515 = 9301 \text{ н}\cdot\text{м/рад} \quad (62)$$

«Далее следует уточнить жесткости стабилизаторов в процессе дорожных испытаний.»[11]

3 Технологическая часть

3.1 Анализ технологичности конструкции

3.1.1 Общие требования к технологичности конструкции подвески

1. «Узловая сборка - задняя независимая подвеска должна быть собрана отдельно от остальной части автомобиля.

2. Независимое соединение - Ходовая часть соединяется с трансмиссией, а затем монтируется на кузов автомобиля отдельно.

3. Механизированная сборка - вся работа выполняется машинами.

4. Доступность инструмента - инструменты находятся рядом с рабочим, на расстоянии не более 1,5 метров и на удобной высоте около 1 метра. Это облегчает доступ к ним.

5. Регулировка крутящего момента - пневматический инструмент контролирует затяжку болтов.

6. Унификация деталей - существует высокий уровень сходства между деталями и компонентами сборки.

7. Простые устройства - мы используем такие устройства, как верстак и опорное устройство для колес.

8. Методы точности - Мы используем метод полной взаимозаменяемости для обеспечения точности.»[5]

3.2 Разработка технологической схемы

«Производственным процессом называется совокупность отдельных процессов, которые происходят на заводе при сборке.»[5]

3.2.1 Составление перечня сборочных работ

«Наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки и данные по нормированию всех необходимых видов работ сводим в таблицу 14.»[5]

«Таблица 14 – Перечень сборочных работ

№ операц	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
1. Узловая сборка ступицы заднего колеса		
1	Проверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями.	0,05
2	Взять из контейнера ступицу заднего левого колеса	0,08
3	Осмотреть ступицу заднего левого колеса	0,14
4	Установить ступицу левого заднего колеса	0,20
5	Взять из контейнера и установить на ложементы стола стабилизатор поперечной устойчивости в сборе	0,08
6	Взять из контейнера и установить растяжку задней подвески с наконечниками в сборе	0,07
7	Взять из контейнера нижний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,09
8	Установить на нижние рычаги технологические приспособления	0,91
9	Установить нижние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля	0,05
10	Вставить верхние концы приспособлений в отверстия в лонжеронах задних	0,40 0,07
11	Зафиксировать рычаги	0,65
12	Закрепить гайки крепления нижних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота	0,93
13	Взять из контейнера верхний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,46
14	Осмотреть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе со всех сторон	0,65

Продолжение таблицы 14»[5]

15	«Установить верхние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля	0,12
16	Зафиксировать рычаги	0,08
17	Закрепить гайки крепления верхних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота	0,05
18	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты»[2]	0,05
	Итого:	5,08
2. Общая сборка задней подвески		
1	«Проверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями	0,05
2	Войти под автомобиль	0,07
3	Осмотреть ступицу левого заднего колеса в сборе	0,28
4	Смазать все посадочные поверхности смазкой Литол	0,40
5	Установить на ступицу левого заднего колеса в сборе технологическое поддерживающее приспособление	0,07
6	Установить ступицу левого заднего колеса в сборе.	0,65
7	Зафиксировать ступицу левого заднего колеса в сборе	0,93
8	Снять технологическое приспособление со ступицы левого заднего колеса в сборе	0,46
9	Проверить качество выполненной операции»[2]	0,65
	Итого:	3,56
	Всего Σ т оп	8,64

3.2.2 Определение трудоемкости сборки задней подвески

«Общее оперативное время на все виды работ по сборке задней независимой подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 5,08 + 3,56 = 8,64 \text{ мин} \quad (63)$$

Суммарная трудоемкость сборки задней независимой подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) / 100 = 8,64 + 8,64 \cdot (2 + 4) / 100 = 9,16 \text{ мин} , \quad (64)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем $\alpha = 2\%$;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах. Принимаем $\beta = 4\%$.»[5]

3.3 Определение типа производства

«Тип производства при сборке определяем по таблице в зависимости от годового выпуска автомобилей и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки подвески. Принимаем крупносерийное производство.

Определяем такт выпуска автомобилей:

$$T_B = \frac{F_D \cdot 60m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{100000} = 2,41 \text{ мин}, \quad (65)$$

где F_D – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену;

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объем выпуска автомобилей.»[5]

3.4 Составление маршрутной технологии

«Технологический маршрут процесса сборки задней подвески оформляем в виде таблицы 15.

Таблица 15 – Маршрутная технология

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
005	Узловая сборка ступицы заднего колеса	<p>Убедитесь в наличии и правильности оформления сертификата или паспорта качества на упаковке с деталями.</p> <p>Достаньте ступицу левого заднего колеса из контейнера.</p> <p>Установите ступицу левого заднего колеса.</p> <p>Установите стабилизатор поперечной устойчивости в сборе на проставки стола.</p> <p>Установите стойку задней подвески и проушины в сборе.</p>	<p>Подставка</p> <p>Емкость</p> <p>Кисть</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключ, S=13</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p>	2,21
010		<p>Достаньте из контейнера нижний рычаг в сборе с сайлент-блоками. Установите технологические приспособления на нижние рычаги. Установите нижние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля. Вставьте верхние концы фиксаторов в отверстия в задних лонжеронах. Закрепите рычаги. Закрепите гайки крепления нижних рычагов задней подвески к кузову, удерживая головки болтов от проворачивания.</p>	<p>Подставка</p> <p>Емкость</p> <p>Кисть</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключ, S=13</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p> <p>Технологическое поддерживающее приспособление</p>	2,35

Продолжение таблицы 15

015		<p>«Извлеките верхний рычаг в сборе с сайлентблоками из контейнера. Осмотрите верхний рычаг с сайлентблоками в сборе со всех сторон. Установите верхние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля. Закрепите верхние рычаги. Закрепите гайки крепления верхних рычагов задней подвески к кузову, удерживая головки болтов от проворачивания. Проверьте качество выполненной операции. Устраните все обнаруженные дефекты.»[5]</p>	<p>«Подставка Емкость Кисть Пневмогайковерт Ключ, S=13 Устройство для настройки гайковерта Технологическое поддерживающее приспособление »[5]</p>	2,40
020	Общая сборка задней подвески	<p>Проверьте правильность деталей и наличие сертификата. Залезьте под автомобиль. Смажьте ступицу колеса в сборе. Установите устройство на ступицу колеса в сборе. Установите ступицу колеса в сборе. Закрепите ступицу в сборе. Снимите устройство с колесной ступицы в сборе. Проверьте правильность выполненной работы.</p>	<p>«Грузонесущий подвесной конвейер. Стол рабочий Ключ, S=17 Приспособление для фиксации задней подвески правое Стол рабочий Электрический ротационный гайковерт TENSOR модели ETV S7-70-13CTADS»[5]</p>	2,39

Вывод»[5]

Результатом технологического раздела дипломного проекта является составление маршрутной технологии сборки проектного узла и составление схемы технологической сборки на листе формата А1.

4 Безопасность и экологичность дипломного проекта

4.1 Опасные и вредные производственные факторы

Опасный производственный фактор - это то, что в определенных условиях может навредить работнику и вызвать у него травму или внезапную болезнь (ГОСТ 12.0.003-74).

Выявить опасные производственные факторы бывает довольно сложно.

Все мы знаем, что некоторые вещи на работе могут оказывать негативное влияние на наше здоровье.

«К вредным производственным факторам относятся:

1) Важно, чтобы воздух в рабочей зоне был максимально очищен от пыли и газов.

2) Поддерживать постоянную температуру - тоже хорошая идея.

3) Также стоит следить за уровнем влажности.

4) Возможность легко передвигаться также важна.

5) Шум и вибрации на рабочем месте также могут быть проблемой.

6) И, конечно, естественное освещение - это всегда хорошо.

7) Наконец, убедитесь, что рабочее место хорошо освещено.

В некоторых видах профессиональной деятельности работники могут подвергаться воздействию вредных веществ. Вредные вещества - это те, которые могут причинить нам вред на работе или вызвать болезнь.

Большинство промышленных вредных веществ обладают общим токсическим действием. К ним относятся ароматические углеводороды и нитропроизводные. Кроме непосредственного воздействия на орган слуха шум влияет на различные отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности.»[7]

«Под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется чувствительность к различным цветам) и вестибулярном аппарате, нарушаются функции желудочно-кишечного тракта.

4.2 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

Положительный эффект в виде снижения уровня вредных веществ в воздухе на рабочих местах достигается за счет установки оборудования в специальных корпусах, оборудованных соответствующими системами вентиляции. Чистота воздуха, обеспечиваемая системами вентиляции, обеспечивается за счет рационального размещения вытяжных устройств и эффективной очистки выхлопных газов.»[7]

4.3 Обеспечение электробезопасности

«Электробезопасность является важнейшим фактором на любом рабочем месте. Все электрооборудование должно быть заземлено и регулярно проверяться для обеспечения надлежащей работы. Работники должны соблюдать правила техники безопасности и быть обучены действиям в чрезвычайных ситуациях в случае поражения электрическим током.

«Электробезопасность на производстве обеспечивается за счет надлежащего проектирования электрических систем, применения технических мер безопасности и организационных мероприятий (ГОСТ 12.1.009-79).»[7]

Помещения с повышенной опасностью поражения электрическим током относятся к классу безопасности 2.

4.4 Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях

«Мероприятия по предупреждению аварий и стихийных бедствий

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

Выводы

В разделе безопасность и экология объекта рассмотрен процесс сборки задней независимой подвески. Представлен перечень используемого оборудования с выполняемыми на нем операциями. Определены опасные и вредные производственные факторы, мероприятия по организации безопасных условий труда. Данный объект является безопасным и экологичным.»[7]

5 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта измеряет, какую выгоду вы получаете от инвестиций. Например, в автомобильной промышленности важно рассчитать затраты и выгоды от нового продукта или процесса, чтобы понять, стоит ли оно того. Это помогает определить, будет ли проект успешным и прибыльным. Чтобы оценить финансовую жизнеспособность автомобильного проекта, необходимо учитывать несколько факторов.

Одним из наиболее распространенных показателей является рентабельность инвестиций. Этот показатель рассчитывается путем деления чистой прибыли на инвестиции. Чем выше рентабельность инвестиций, тем лучше проект. Другим важным фактором является чистая приведенная стоимость. Учитываются как первоначальные инвестиции, так и ожидаемый будущий денежный поток. Внутренняя норма доходности - это еще один показатель, который измеряет, сколько проект может зарабатывать ежегодно в течение всего срока своей службы по сравнению с первоначальными инвестициями. Это что-то вроде ставки дисконтирования, при которой норма доходности равна нулю.

Срок окупаемости - это время, необходимое для возврата ваших денег из проекта. Вам необходимо включить все затраты и выгоды проекта, такие как капитальные затраты, операционные расходы и ожидаемый доход. Важно провести анализ затрат и выгод, чтобы убедиться в целесообразности инвестиций. Вам следует обратить внимание на такие показатели, как рентабельность инвестиций, внутренняя норма прибыли, чистая приведенная стоимость и срок окупаемости, чтобы понять, будут ли инвестиции прибыльными. Кроме того, вам необходимо провести финансовые расчеты, чтобы определить стоимость инвестиций.

Кроме того, существуют другие важные факторы, которые необходимо учитывать при оценке финансовой осуществимости автомобильных проектов. Например, рыночный спрос, конкуренция, нормативно-правовая база и технический прогресс. Принимая во внимание все эти факторы, мы можем принимать обоснованные решения о том, стоит ли инвестировать в автомобильный проект. При определении финансового успеха проекта важно оценить потенциальный рынок для продукта или услуги. Еще одним важным фактором, о котором следует подумать, является масштабируемость. Это означает, что проект должен быть достаточно гибким, чтобы расширяться или сокращаться по мере необходимости без потери эффективности.

Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Исходные данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,185

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

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, %.»[8]

(66)

$$\langle \text{Синстр.} = Z_0 \cdot \text{Еинстр.} / 100 \quad (74)$$

где - *Еинстр.* - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

$$\text{Синстр.} = 645,11 \cdot 0,03 = 19,35 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сцех.с.с.} = M + \text{Пи} + Z_0 + \text{Ссоц.н.} + \text{Здоп.} + \text{Ссод.обор.} + \text{Сцех.} + \text{Синстр.} \quad (75)$$

$$\begin{aligned} \text{Сцех.с.с.} = & 692,86 + 8340,31 + 645,11 + 220,63 + 90,32 + 1251,52 \\ & + 1109,59 + 19,35 = 12369,69 \text{ руб.} \rangle [8] \end{aligned}$$

«где - *Еком.* - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов

$$\text{Ском.} = 13640,56 \cdot 0,0029 = 39,56 \text{ руб.} \rangle [8] \quad (79)$$

Расчет точки безубыточности.

«Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

Определение переменных затрат:
на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (80)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (81)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 762,15 + 8340,31 + 645,11 + 90,32 + 220,63 = (82) \\ &= 10058,51 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 692,86 + 8340,31 + 645,11 + 90,32 + 220,63 = \\ &= 9989,22 \text{ руб.} \end{aligned} \quad [8]$$

«на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (83)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (84)$$

где - $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 10058,51 \cdot 100000 = 1005851023,55 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 9989,22 \cdot 100000 = 998922401,77 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:
на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (85)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (86)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1251,52 + 19,35 + 1109,59 + 1270,87 + 39,76 = \\ &= 3691,09 \text{ руб.} \end{aligned} \quad [8]$$

$$\begin{aligned} \text{«}З_{пост.уд.пр.} &= 1251,52 + 19,35 + 1109,59 + 1270,87 + 39,56 = \\ &= 3690,89 \text{ руб.} \end{aligned} \quad [8]$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$\text{«}З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год}\text{»} [8] \quad (87)$$

$$\text{«}З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год}\text{»} [8] \quad (88)$$

«График прибыли представлен на рисунке 7.

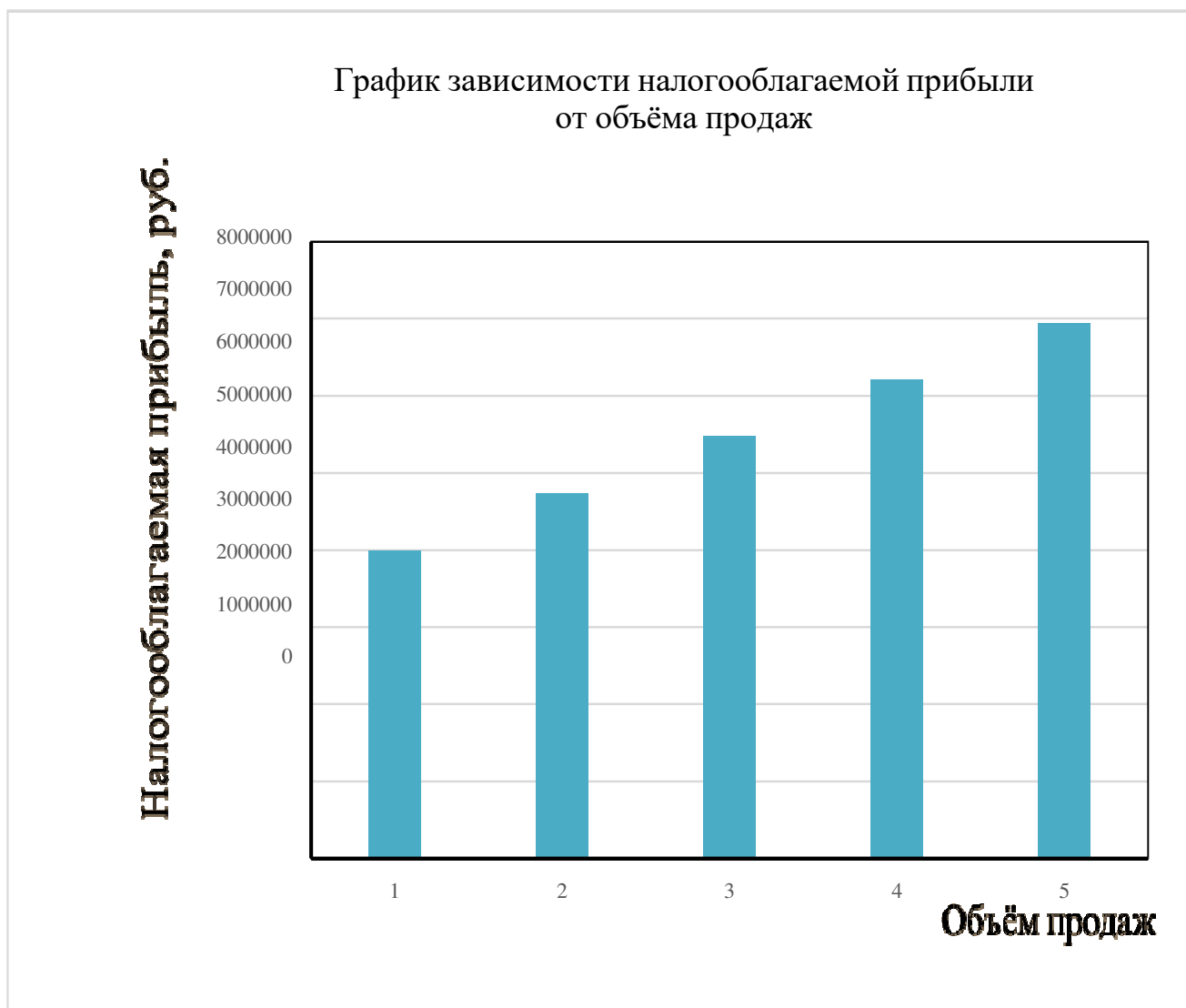


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.»[8]

Выводы и рекомендации

В данной работе представлены конструкторские мероприятия, благодаря которым возрос срок эксплуатации автомашины в сборе, при этом получен положительный. Чистая дивидендная доходность от модернизации агрегатов автомобиля – 8193041003, 58 руб. Срок реализации проекта – 1,3 года, что означает минимальный риск для этого инвестпроекта.

Заключение

В своей дипломной работе я провел глубокий анализ конструкции задней подвески современных переднеприводных легковых автомобилей. На основании этого анализа я пришел к выводу, что многорычажная (два рычага и корректирующее звено) задняя подвеска будет оптимальным решением для перспективного автомобиля.

Разработанная конструкция имеет ряд преимуществ перед вариантом с соединенными рычагами. Во-первых, подрамник позволяет провести полную агрегатировку перед установкой на автомобиль. Во-вторых, мягкие опоры обеспечивают эффективную изоляцию от дорожного шума. В-третьих, улучшенная эластокинематика повышает эксплуатационные характеристики подвески.

«Улучшенные характеристики новой задней подвески приводят к повышению устойчивости и управляемости автомобиля, что в свою очередь снижает аварийность. Следовательно, можно рассчитать социальный эффект от внедрения данной конструкции, который заключается в снижении аварийности. Этот расчет показывает, что конструкция задней подвески имеет положительный экономический эффект.»[8]

Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
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. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. :Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1972.–233 с.
14. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.- 304с.
16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.
17. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.
18. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
19. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: LietuvosAteitis, 2014. - 2 p.
20. Konig R. Schmieretechnik / R. Konig. - Springer, 1972. - p.164.
21. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
22. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
23. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.
24. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename,LucDugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
25. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.
26. Wittel H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А
Графики тягового расчета

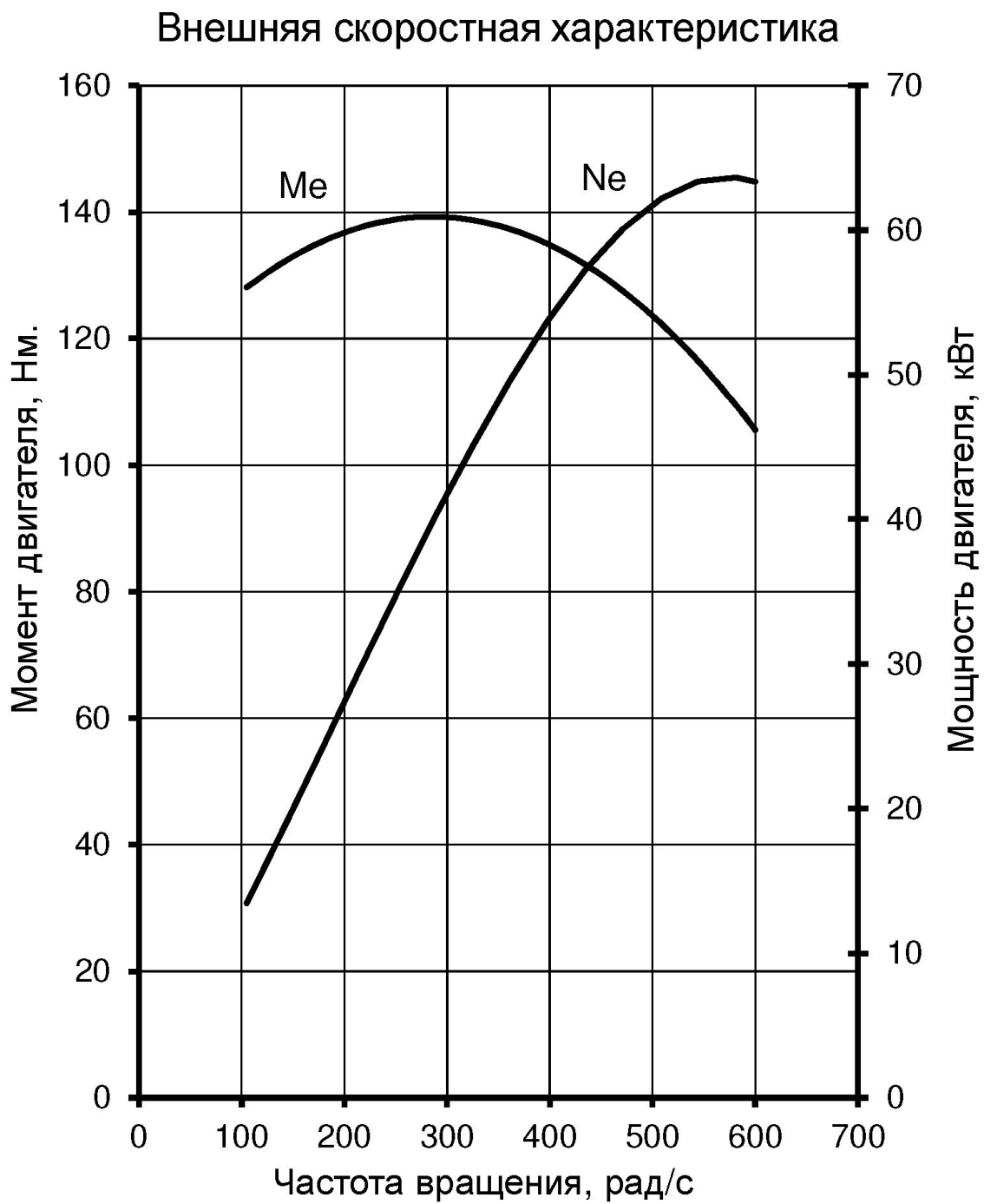


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

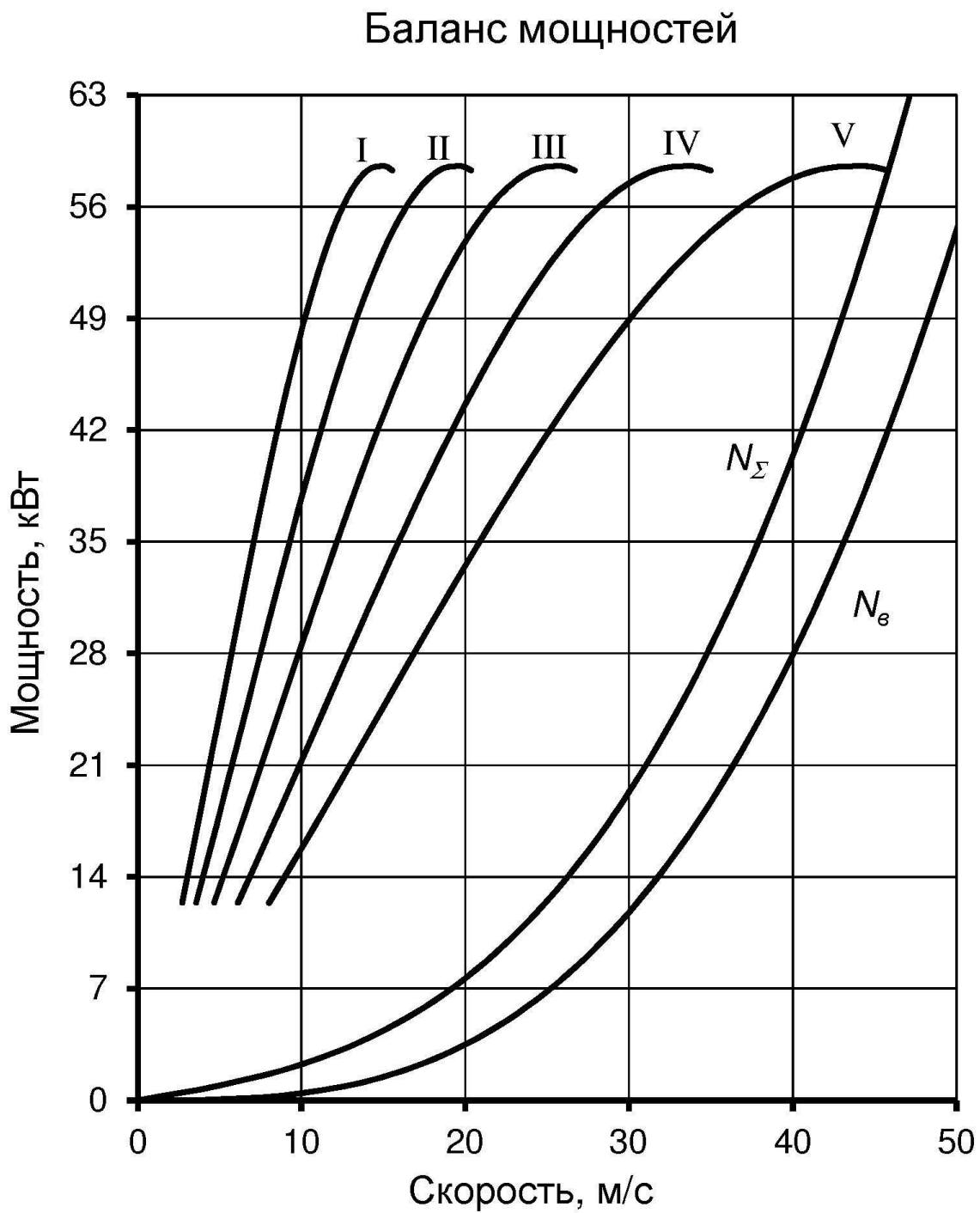


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

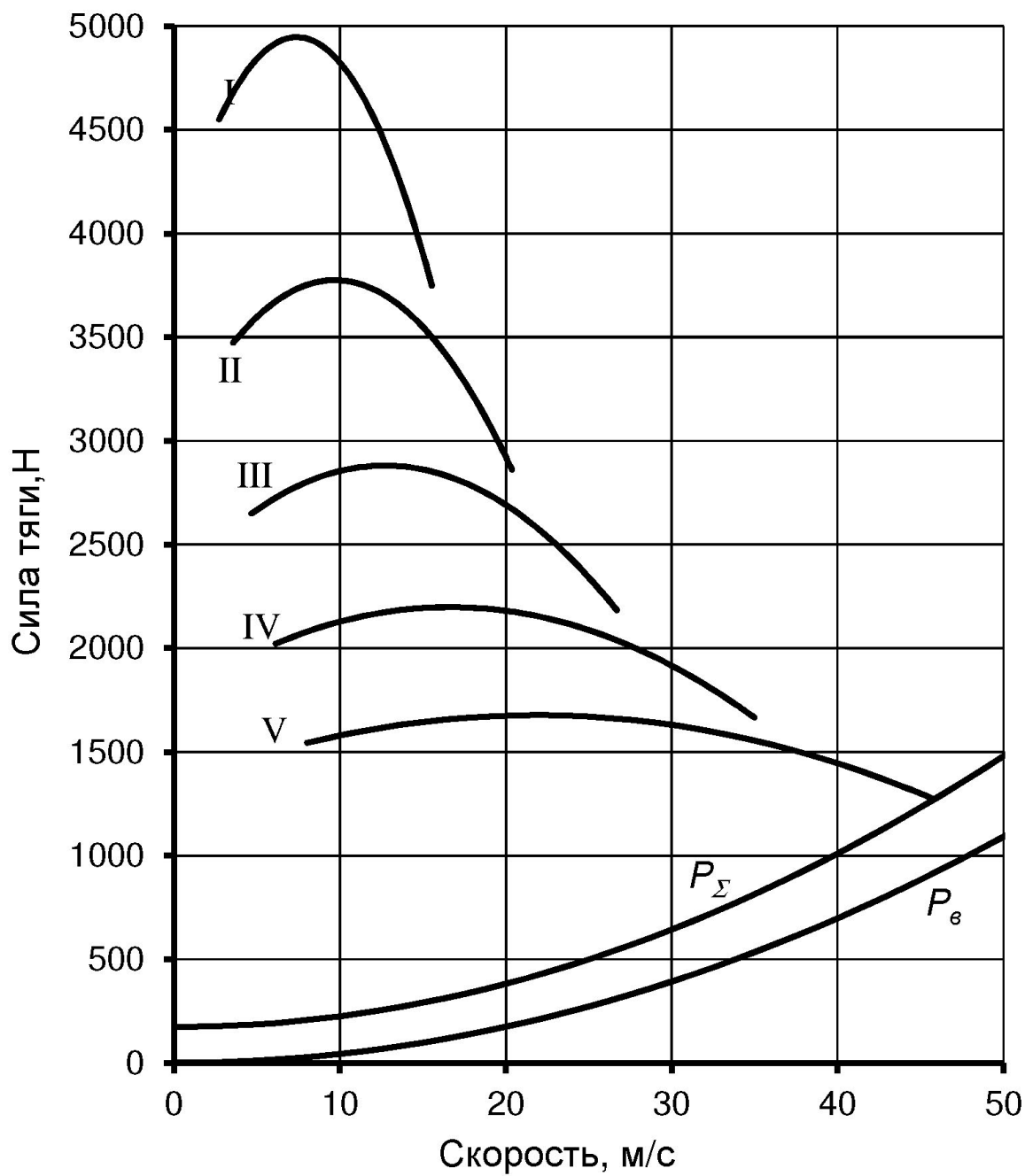


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

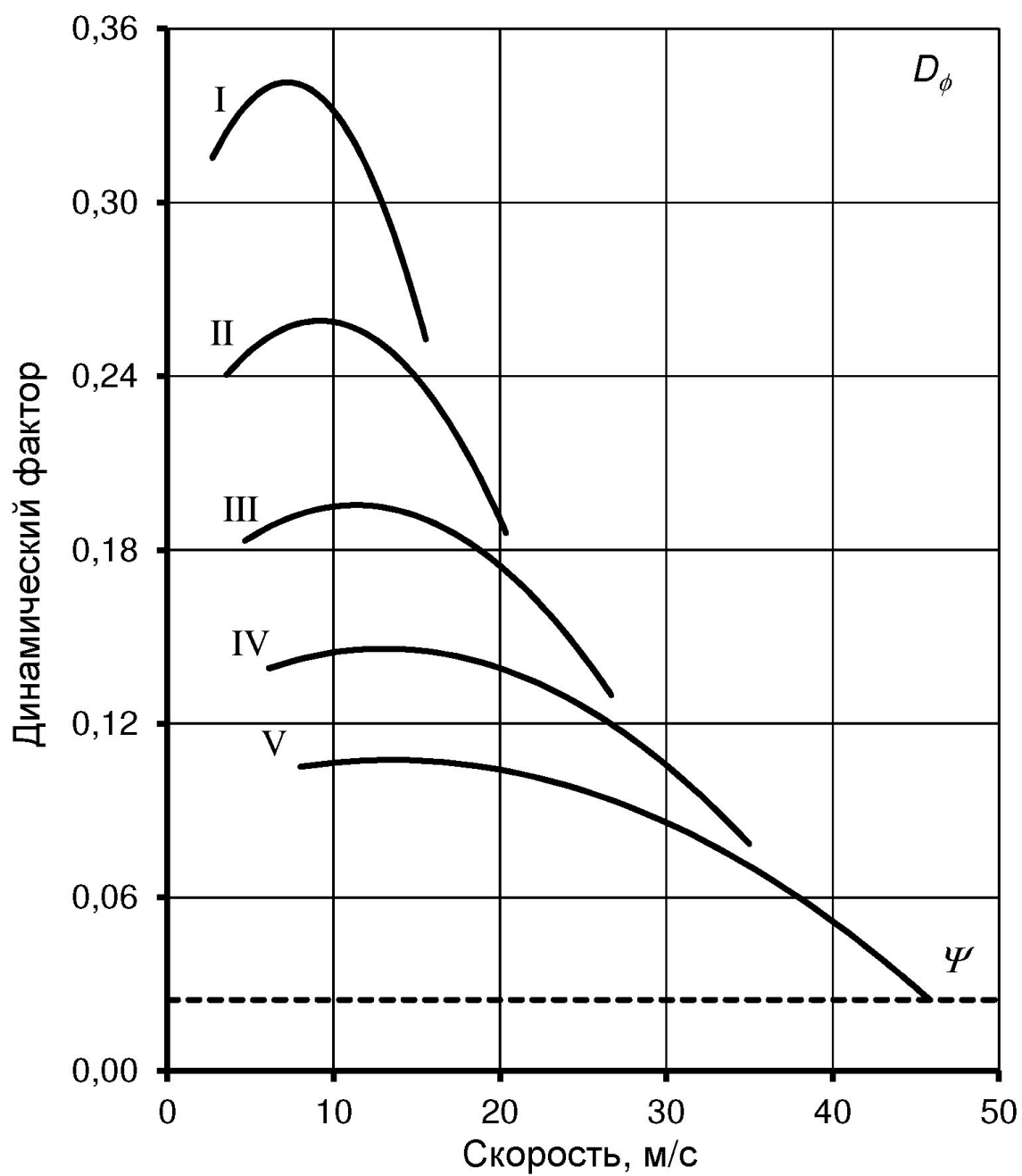


Рисунок А.4 – Динамический баланс

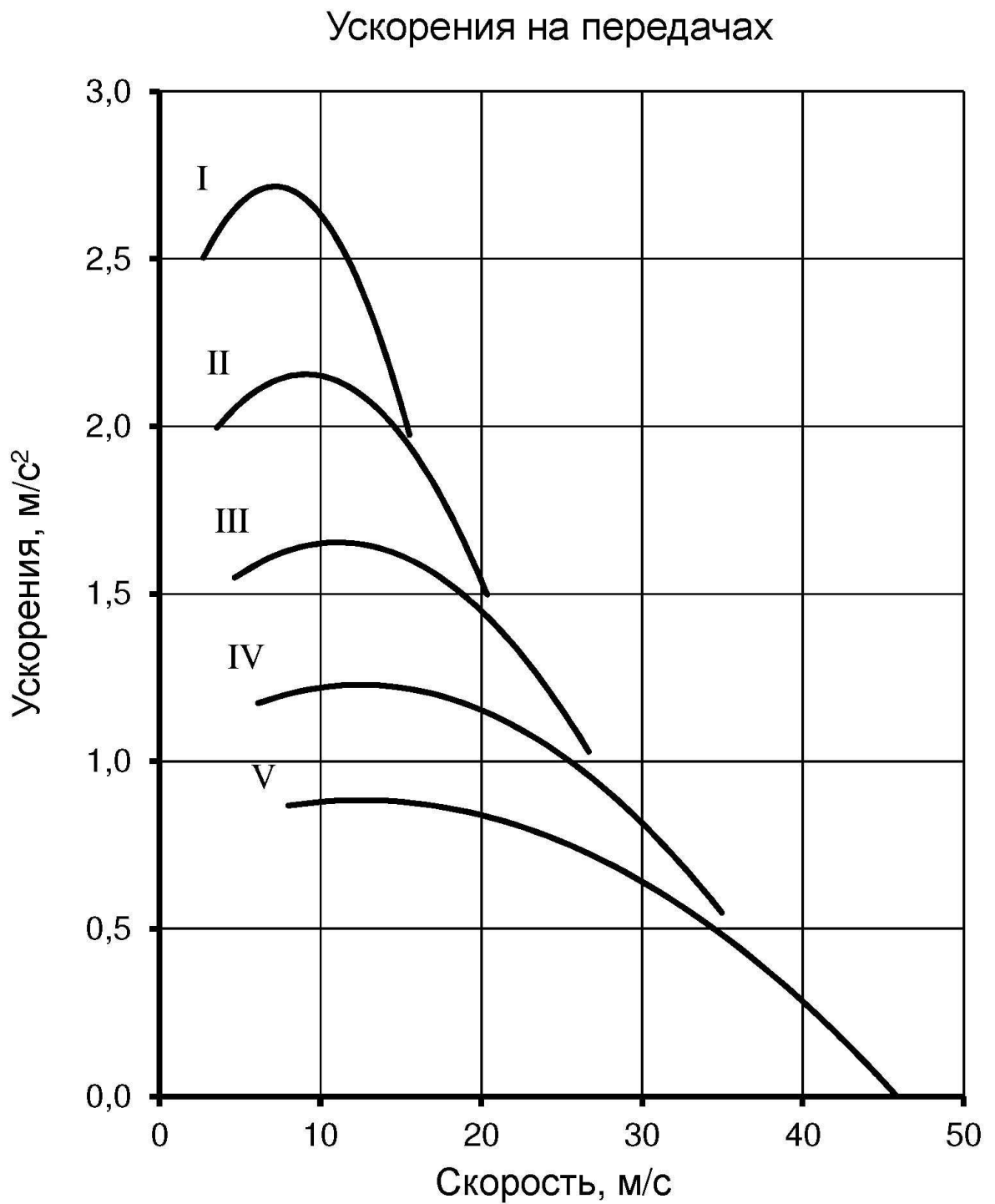


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

Время разгона

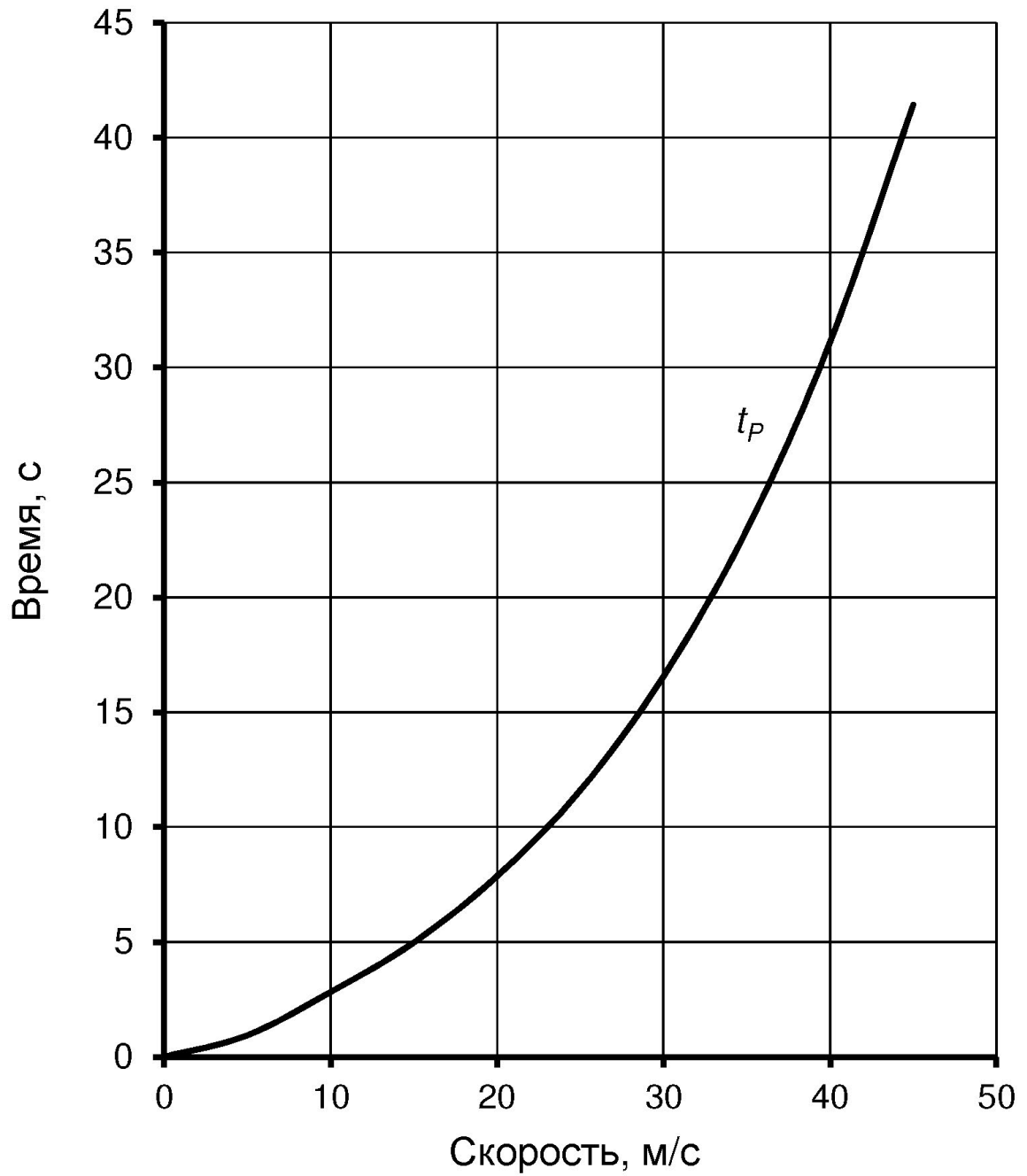


Рисунок А.6 – Время разгона

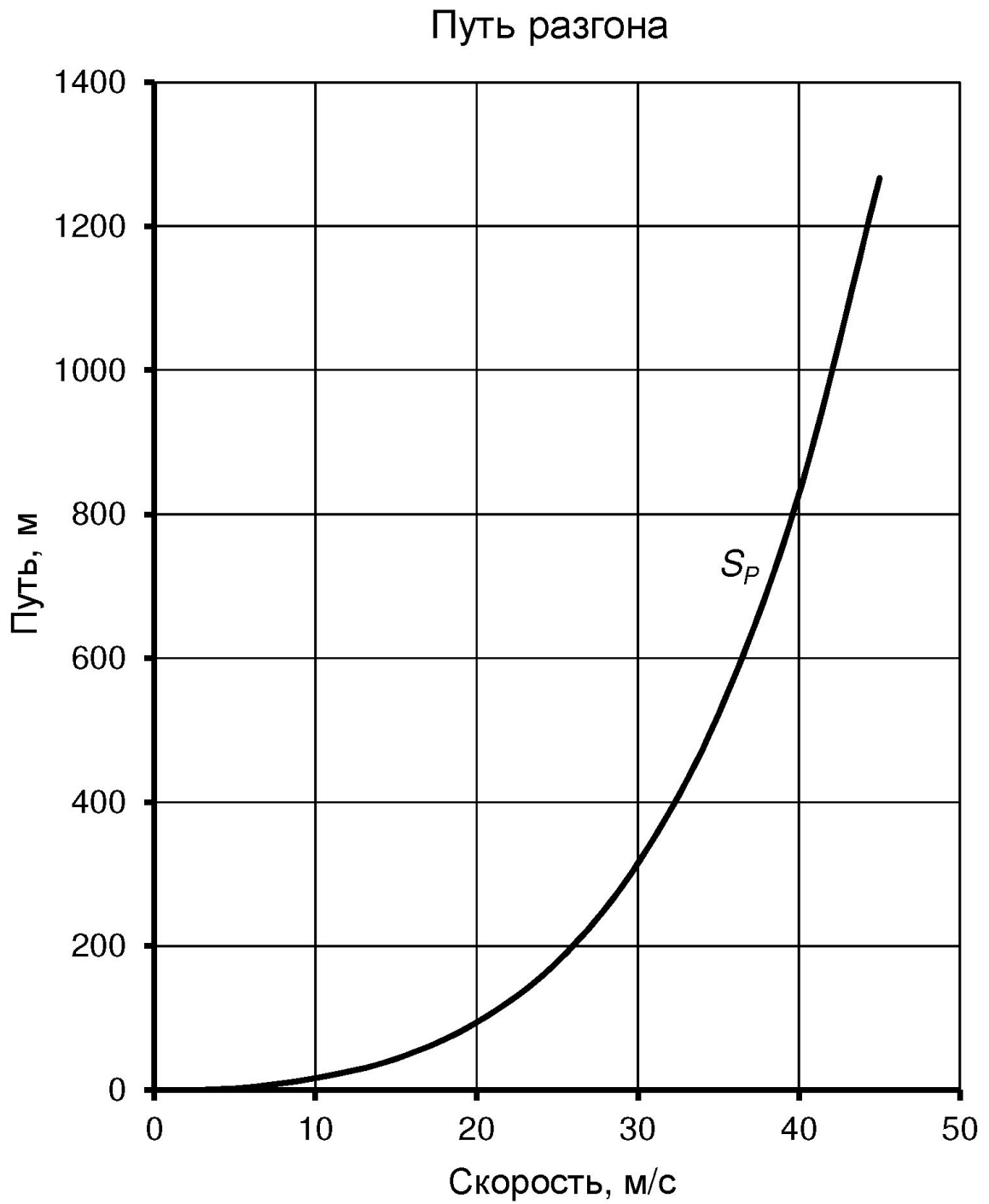


Рисунок А.7 – Путь разгона

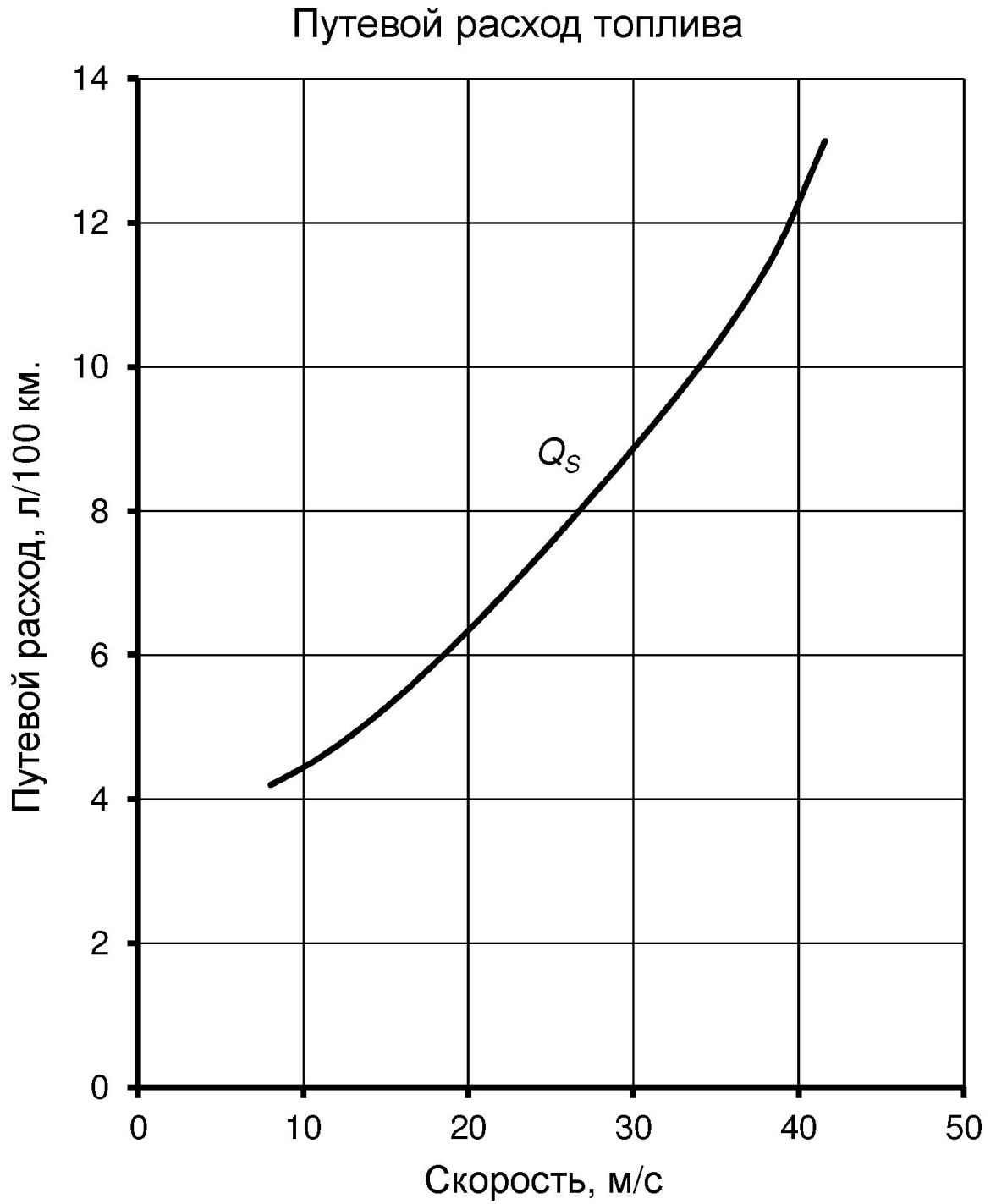


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А1			24.ДП.01.203.10.00.000.СБ	Установка задней подвески		
<i>Сборочные единицы</i>						
	1		24.ДП.01.203.10.01.000	Рычаг задней подвески с растяжками в сборе левый	1	
<i>Детали</i>						
	2		24.ДП.01.203.10.00.002	Стабилизатор задней подвески	1	
	3		24.ДП.01.203.10.00.003	Рычаг стабилизатора задней подвески	1	
	4		24.ДП.01.203.10.00.004	Пружина задней подвески	4	
	5		24.ДП.01.203.10.00.005	Пружина задней подвески дополнительная	4	
	6		24.ДП.01.203.10.00.006	Тяга рычага стабилизатора левая	1	
			24.ДП.01.203.10.00.000			
			Установка задней подвески			
			ТГУ ИМ зр. АТС-19018			

Копировал

Формат А4

Формат	Этаж	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Болт 12х1,25 ГОСТ 7805-70	1	
		8		Гайка 12х1,25 ГОСТ 2526-70	1	
		9		Болт 8х1,25 ГОСТ 7805-70	1	
		10		Гайка 8х1,25 ГОСТ 2529-70	1	
		11		Болт 8х1,25 ГОСТ 7808-70	1	
		12		Гайка 8х1,25 ГОСТ 2528-70	1	
		13		Болт 12х1,25 ГОСТ 7808-70	1	
		14		Гайка 12х1,25 ГОСТ 5935-62	1	
		15		Болт 10х1,25 ГОСТ 7808-70	1	
		16		Гайка 10х1,25 ГОСТ 2528-62	1	
		17		Болт 10х1,25 ГОСТ 7805-70	1	
		18		Гайка 10х1,25 ГОСТ 15524-70	1	
		19		Гайка 20х1,5 ГОСТ 5931-70	1	

<small>Инд. № табл.</small>	<small>Взам. инд. №</small>	<small>Инд. № дубл.</small>	<small>Подп. и дата</small>	

<small>Инд. № табл.</small>	<small>Подп. и дата</small>	<small>Взам. инд. №</small>	<small>Инд. № дубл.</small>	<small>Подп. и дата</small>

<small>И.э.</small>	<small>Лист</small>	<small>№ докум.</small>	<small>Подп.</small>	<small>Дата</small>	24.ДП.01.203.10.00.000	<small>Лист</small> 2
---------------------	---------------------	-------------------------	----------------------	---------------------	-------------------------------	--------------------------

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			24.ДП.01.203.06.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
	1		24.ДП.01.203.06.00.001	Подрамник	1	
	2		24.ДП.01.203.06.00.002	Штифт	4	
24.ДП.01.203.06.00.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Шароков Д.Р.					
Про в.	Турбин ИВ.					
Руковод.	Турбин ИВ.					
Н.контр.						
Стиль	Бабровский АВ.					
				Подрамник задней подвески в сборе		
						Лит. Лист Листов 1 1 1
						ТГУ ИМ зр. АТС-19018

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			24.ДП.01.203.0800.000.СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
	1		24.ДП.01.203.0800.001	Втулка	2	
	2		24.ДП.01.203.0800.002	Уплотнитель резиновый	2	
	3		24.ДП.01.203.0800.002	Рычаг задней подвески задний	1	
24.ДП.01.203.08.00.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Шароков Д.Р.			Лист	Листов
Про в.		Турбин И.В.				1
Руковод.		Турбин И.В.			ТГУ ИМ	
Н.контр.					зр. АТС-19016	
Стиль		Бабровский А.В.				

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			24.ДП.01.203.0700.000.СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
	1		24.ДП.01.203.0700.001	Втулка	2	
	2		24.ДП.01.203.0700.002	Уплотнитель резиновый	2	
	3		24.ДП.01.203.0700.003	Рычаг задней подвески передний	1	
24.ДП.01.203.0700.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Шароков Д.Р.				
Про в.		Турбин И.В.				
Руковод.		Турбин И.В.				
Н.контр.						
Стиль		Бабровский А.В.				
Рычаг поперечный задней подвески задний в сборе					Лист	Листов
						1
					ТГУ ИМ зр. АТС-19016	

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			24.ДП.01.203.09.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
		1	24.ДП.01.203.09.00.001	Стойка задней подвески в сборе	1	
		2	24.ДП.01.203.09.00.002	Корпус наружный верхней опоры стойки задней	1	
		3	24.ДП.01.203.09.00.003	Пружина задней подвески	1	
		4	24.ДП.01.203.09.00.004	Втулка распорная опоры штока	1	
		5	24.ДП.01.203.09.00.005	Ограничитель хода сжатия верхней опоры	1	
		6	24.ДП.01.203.09.00.006	Чашка пружины задней подвески нижняя	1	
		7	24.ДП.01.203.09.00.007	Прокладка изолирующая пружину задней подвески верхняя	1	
		8	24.ДП.01.203.09.00.008	Ограничитель хода верхней опоры	1	
24.ДП.01.203.09.00.000						
Изм. Лист		№ докум.		Лист		Дата
Разраб.		Шарожаев Д.Р.				
Про в.		Турбин И.В.				
Руковод.		Турбин И.В.				
Н.контр.						
Стиль		Бабрафский А.В.				
				Стойка телескопическая задней подвески с пружиной и верхней опорой в сборе		
			Лист	Лист	Листов	1
				ТГУ ИМ зр. АТС-19016		
				Копировал		
				Формат А4		